

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

ANA PAULA PEREIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE UMA INGESTÃO PREVIA DE SUCO DE BETERRABA NA
OCORRÊNCIA, MAGNITUDE E DURAÇÃO DA HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO**

JOÃO PESSOA-PB

2024

ANA PAULA PEREIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE UMA INGESTÃO PREVIA DE SUCO DE BETERRABA NA
OCORRÊNCIA, MAGNITUDE E DURAÇÃO DA HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO**

Dissertação apresentada ao programa de
Pós-graduação em Ciências da Nutrição do
Centro de Ciências da Saúde, Universidade
Federal da Paraíba, como requisito para
obtenção do título de Mestre em Ciências
da Nutrição.

Orientador: Drº Alexandre Sérgio Silva

JOÃO PESSOA-PB

2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

S586i Silva, Ana Paula Pereira da.

Influência de uma ingestão previa de suco de beterraba na ocorrência, magnitude e duração da hipotensão pós exercício / Ana Paula Pereira da Silva.

- João Pessoa, 2024.

90f. : il.

Orientação: Alexandre Sérgio Silva.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCS.

1. Hipertensão. 2. Nitrato. 3. Hipotensão pós exercício. I. Silva, Alexandre Sérgio. II. Título.

UFPB/BC

CDU 612.12-008.331.1(043)

ANA PAULA PEREIRA DA SILVA

**INFLUÊNCIA DE UMA INGESTÃO PREVIA DE SUCO DE BETERRABA NA
OCORRÊNCIA, MAGNITUDE E DURAÇÃO DA HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO**

Dissertação: Aprovada em 13 / agosto/ 2024

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Alexandre Sérgio Silva (UFPB)

Presidente da sessão



Prof. Dr. José Luiz de Alves Brito (UFPB)

Membro interno



Prof. Dr. Marcos Antônio Santos

(UFPI) Membro externo

AGRADECIMENTOS

Acima de tudo e de todos agradeço a Deus, meu pai que me rege e que permitiu que essa luta fosse enfrentada, senhor agradeço por ter me acompanhado e me protegido ao longo desses anos, obrigada por permitir que eu sempre tivesse um pouco mais de força. Mateus 11: 28-30 diz: Venham a mim, todos os que estão cansados e sobrecarregados, e eu darei descanso a vocês. Tomem sobre vocês o meu jugo e aprendam de mim, pois sou manso e humilde de coração, e vocês encontrarão descanso para as suas almas. Pois o meu jugo é suave e o meu fardo é leve".

Agradeço a meus pais, humildes agricultores, pai obrigada pelo peso da inchada que o senhor carregou e o sol que enfrentou e mãe obrigada por cada casa que a senhora varreu, por cada roupa que lavou, por ouvir as palavras que não merecia ouvir. Pelos sacos de fruta de Oiticica que catava para comprar nosso material. Carregam em vossos rostos traços da dificuldade da vida, em nome de vocês dedico esse momento, esse título e tudo o que sou hoje.

A meus irmãos João Paulo e Daniel, que viveram as dificuldades da vida ao meu lado, cada traço e personalidade minha tem um pouco de vocês dois, são os melhores homens do mundo, tenho muito orgulho de vocês. A vocês dedico as minhas melhores lembranças.

A meus avós exemplos de fé, minha avó materna, Genuína (*in memorian*), vó te perder foi a pior dor da minha vida, seu sorriso largo e divertido ecoa em minhas memórias, minha infância na sua casa foi linda, obrigada pelas balas, tarecos e caramelos, sua casa era o melhor lugar do mundo. A meu doce "vô Nanico" que sempre me recebia com seu olhar sereno, que dizia que estava morrendo de saudades, pelo seu carinho e sua ternura. A minha avó "Dona Minininha" que me criou uma pessoa decente, que não importasse onde eu pisasse ou o que possuísse eu iria com orgulho e iria plantar o bem, obrigada por cada rosário que a senhora rezou ao lado do meu avô, para que eu fosse e voltasse em paz. A vocês dedico toda a minha trajetória.

A meus amigos, em especial Daiana, Jussara Gerson e Tamires vocês foram descanso e suavidade, obrigada por torcerem por mim, pelo apoio e por cada

risada que me arrancavam. Vocês me lembram que a vida é linda e cheia de momentos incríveis. A vocês dedico cada minhas melhores risadas.

Venho agradecer meus amigos de laboratório com vocês vivi momentos de dificuldades e de risadas frouxas, faziam de momentos complicados se tornarem leves e divertidos, dividimos a luta para que tudo desse certo. Meus queridos amigos: Herik, você entrou no mestrado junto comigo e estará saindo junto também, foi meu principal companheiro e ouvinte. Obrigada por toda a amizade e força que me ofereceu ao longo dos anos. Ana Carolina, minha grande amiga, em você encontrei uma igual, a pessoa que mais me ouvia, me aconselhava, e largava tudo para ajudar a mim e todos do laboratório. Mateus, agradeço cada concelho e ajuda que destes, por todas as brincadeiras e risadas, você será grande! Aos companheiros de projeto: Ivyne, Cecília, Carlos, Mateus Mendes, tudo isso é possível pelo empenho de vocês, ficavam ao meu lado de manhã, tarde e noite, finais de semana ou não, vocês fizeram isso acontecer.

Minha amiga Milena, queria te agradecer por todas as coletas, por todos os finais de semana que você perdeu para me ajudar, para passar o dia comigo no laboratório, obrigada por cada palavra de consolo, por cada concelho sensato, Milena em você ganhei uma amiga e inclusive uma parente.

Ao meu orientador Alexandre, obrigada por cada palavra aqui escrita, por me ensinar a pesquisar e o que é pesquisar, agradeço a paciência e por todas as caronas. Seu apoio, seu discernimento e sabedoria. A todos do laboratório LETFADS, a vocês dedico minhas mais sinceras saudades.

E por fim, deixei você para o final, agradeço meu noivo José Roberto, ele foi e é a pessoa que sempre estive "lá", você era a última pessoa que eu via quando me deixava no ônibus por todas essas madrugadas e era a primeira a me receber, era sempre ele que estava "lá", você foi meu escudo, meu protetor, meu maior admirador, sempre paciente, sempre me ajudando. A oito anos estamos conquistando nosso pedacinho no mundo. Meu companheiro de vida. A você dedico todo o meu amor.

RESUMO

A busca por tratamento alternativos para o controle e prevenção da pressão arterial é crescente a exemplo do consumo do suco de beterraba como um potente vasodilatador promovendo a redução da pressão arterial horas após o seu consumo além do exercício físico do qual apenas uma sessão de exercício promove reduções da pressão arterial fenômeno conhecido como Hipotensão pós-exercício (HPE). Apesar do tratamento da HA na maioria dos casos ser eficaz uma parcela dessa população não apresenta resposta hipotensora ao exercício físico ou a ingestão de alimentos ricos em nitrato. Nesse sentido o objetivo desse estudo é investigar como a ingestão de suco de beterraba antes do exercício influencia a prevalência, magnitude e duração da HPE em uma amostra de indivíduos com hipertensão. O estudo randomizado, controlado e com delineamento *cross over* contou com 28 hipertensos. Os voluntários participaram de três sessões: duas sessões experimentais com ingestão de 140 ml de suco de beterraba rica em 800 mg nitrato ou 140mL de bebida controle pobre em nitrato além da realização de uma sessão de exercício físico aeróbico por meio de um teste de esteira. E uma sessão controle sem a realização do exercício físico aeróbico e sem a ingestão da bebida.² A pressão arterial foi aferida antes, imediatamente após o exercício e a cada 10 minutos, durante o período de recuperação pós-exercício. A pressão arterial ambulatorial foi aferida por meio da monitorização ambulatorial da pressão arterial. Foi realizada análise de nitrito plasmático, malondialdeído, capacidade antioxidante total, e análise bioquímica. A análise estatística dos dados foi feita pelo teste ANOVA two-way para medidas repetidas, pelo Jamovi versão 1.6.1. Foi observado um aumento significativo do nitrito plasmático de 24,16% após a realização do exercício aeróbico em relação ao valor basal ($p < 0,014$) e um novo aumento após o exercício de 16,3% ($p = 0,048$). O mesmo não foi observado na sessão bebida controle. Foi observado HPE sistólico na interação tempo aos 20 e aos 50 minutos e diastólica aos 10, 30 e 50 minutos pós exercício no protocolo com suco de beterraba. Do mesmo modo, foi observado uma redução significativa da PAS aos 20 e 50 minutos da sessão suco de beterraba em relação a sessão bebida controle. Portanto, o suco de beterraba demonstrou possuir um possível efeito potencializador da HPE na primeira hora após o exercício.

Palavras-Chave: Hipertensão. Nitrato. Hipotensão pós exercício. Beterraba

ABSTRACT

The search for alternative treatments for the control and prevention of blood pressure is on the rise, exemplified by the consumption of beetroot juice as a potent vasodilator, which promotes a reduction in blood pressure hours after intake, in addition to the effects of physical exercise, where even a single session can reduce blood pressure, a phenomenon known as Post-Exercise Hypotension (PEH). Although hypertension treatment is effective in most cases, a portion of the population does not exhibit a hypotensive response to physical exercise or the consumption of nitrate-rich foods. In this context, the objective of this study is to investigate how the ingestion of beetroot juice before exercise influences the prevalence, magnitude, and duration of PEH in a sample of individuals with hypertension. This randomized, controlled, crossover-designed study included 28 hypertensive participants. The volunteers participated in three sessions: two experimental sessions involving the ingestion of 140 ml of beetroot juice rich in 800 mg nitrate or 140 ml of a nitrate-poor control beverage, combined with an aerobic exercise session via a treadmill test; and one control session without aerobic exercise and without beverage intake. Blood pressure was measured before, immediately after exercise, and every 10 minutes during the post-exercise recovery period. Ambulatory blood pressure was assessed using ambulatory blood pressure monitoring. Plasma nitrite, malondialdehyde, total antioxidant capacity, and biochemical analyses were performed. Statistical analysis of the data was conducted using a two-way repeated measures ANOVA test, via Jamovi version 1.6.1. A significant increase in plasma nitrite of 24.16% was observed after aerobic exercise compared to baseline values ($p < 0.014$), with a further increase of 16.3% after exercise ($p = 0.048$). This was not observed in the control beverage session. Systolic PEH was observed at 20 and 50 minutes, and diastolic PEH at 10, 30, and 50 minutes post-exercise in the beetroot juice protocol. Similarly, a significant reduction in systolic blood pressure was observed at 20 and 50 minutes during the beetroot juice session compared to the control beverage session. Therefore, beetroot juice demonstrated a potential enhancing effect on PEH during the first hour post-exercise.

Keywords: Hypertension. Nitrate. Post-Exercise Hypotension. Beetroot

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS DA DISSERTAÇÃO

Figura 1- Mecanismos envolvidos na hipertensão.....	21
Figura 2– Imagem da beterraba.....	35
Figura 3– Desenho do estudo.....	41
Figura 4 – Comportamento da pressão ambulatorial.....	83

FIGURAS DO ARTIGO

Figura 1 - Desenho do estudo das sessões experimentais e sessão controle.....	65
Figura 2 - Comportamento da frequência cardíaca durante o exercício e percepção subjetiva do esforço durante o exercício.....	70
Figura 3 - Resposta hipotensora sistólica e Resposta hipotensora diastólica na primeira hora pós exercício.....	71
Figura 4 - Concentrações de nitrito plasmático induzida por uma sessão de exercício físico após a ingestão de suco de beterraba e bebida controle.....	72
Figura 5 - Valores plasmáticos da Capacidade antioxidante total e Malondialdeído antes, 2 horas depois e após uma sessão de exercício aeróbio após a ingestão de suco de beterraba e bebida	73
Figura 6 - Análise de Domínio do Tempo e da frequência na recuperação pós exercício.	74

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

TABELAS DA DISSERTAÇÃO

Tabela 1 - Valores da classificação da PA para indivíduos acima de 18 anos de idade.....	19
Tabela 2 - Valores de referência para classificação da PA pela medida da MAPA.....	20
Tabela 3 - Síntese dos estudos com alimentos funcionais e Dietas e sua ação da Pressão arterial.....	33
Tabela 4 - Síntese das revisões sistemáticas e meta análises que estudaram o efeito do consumo suco de beterraba na pressão arterial.....	37
Tabela 5 - Estudos de revisão e meta análise sobre o efeito do Treinamento/exercício físico em indivíduos hipertensos.....	38
Tabela 6 - Classificação do IMC conforme as diretrizes brasileiras de obesidade....	43
Tabela 7 - Tabela nutricional do suco de beterraba.....	44
Tabela 8 - Tabela nutricional do suco de uva Kapo, Del valle.....	44

TABELAS DO ARTIGO

Tabela 1 - Características basais dos voluntários e os principais anti-hipertensivos utilizados (n=28).....	69
---	----

LISTA DE QUADROS DA DISSERTAÇÃO

Quadro 1 - Início de tratamento com intervenções no estilo de vida e tratamento farmacológico de acordo com a pressão arterial, a idade e o risco cardiovascular.....25

Quadro 2- Medicamentos anti-hipertensivos permitidos no Brasil.....27

LISTA DE SIGLAS

HA	Hipertensão arterial
PA	Pressão arterial
PAS	Pressão arterial sistólica
PAD	Pressão arterial diastólica
HPE	Hipotensão pós-exercício
NO	Óxido nítrico
ENOS	Enzima conversora de óxido nítrico
ECA	Enzima conversora de angiotensina
MAPA	Monitoração ambulatorial de pressão arterial
GCs	Enzima guanilato ciclase solúvel (GCs)
GMPc	Guanosina monofosfato cíclico (GMPc)
Ca⁺	Íons de Cálcio
K	Potássio
O²⁻	Ânios superóxido
H²O²	Peróxido de hidrogênio
HCLO	Ácido hipocloroso
OH	Radical hidroxil
ONOO-	Peroxinitrito
ROS	Espécies reativas de oxigênio
Ang1	Angiotensina I
Ang2	Angiotensina II
EDHF	Fator hiperpolarizante derivado do endotélio
DCV	Doenças crônicas não transmissíveis
DIU	Diuréticos
IECA	Inibidores da enzima conversora da Angiotensina
BRA	Bloqueadores dos receptores AT1 da angiotensina II
BB	Betabloqueadores
DASH	Dietary approaches to stop hypertension
EPA	Ácido eicosapentaenoico

DHA	Ácido docosaexaenoico
NO2	Óxido nítrico
NO3	Nitrato inorgânico
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
SNPs	Nucleotídeo de polimorfismo único
HE	Hipertensão essencial
CCS	Centro de ciências da saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
BET+EXER	Suco de beterraba 2 horas antes de uma sessão exercício
BC+EXER	Bebida controle 2 horas antes após o procedimento
CON	Controle
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
CAT	Capacidade antioxidante total
MDA	Malondialdeído
IMC	Índice de massa corporal
FC	Frequência cardíaca
FCmax	Frequência cardíaca máxima
PSE	Percepção subjetiva de esforço
NEED	<i>N</i> - 1-(Naphtyl)-ethylenediamine dihydrochloride
TBARS	Ácido tiobarbitúrico
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
HDL	Lipoproteína de alta densidade
SDS	Sulfato de sódio
SDNN	Desvio padrão dos intervalos RR
RMSSD	Raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos RR
PNN50	Porcentagem de intervalos NN sucessivos diferentes em mais de 50 ms
LF	Potência de baixa frequência
HF	Potência de alta frequência
LFHF	Indicador de equilíbrio simpátovagal.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GERAL	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
3 REFERENCIAL TEÓRICO	19
3.1 CONCEITO E DIAGNÓSTICO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA..	19
3.2 FISIOPATOLOGIA DA HIPERTENSÃO ARTERIAL	20
3.2.1- FATORES NEURAIS	21
3.2.1.1 – Barorreflexo.....	21
3.3.1- Hiperatividade simpática e hipoatividade parassimpática.....	22
3.2.2 – Fatores humorais	22
3.2.3 Fatores renais	24
3.3 TRATAMENTO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL	24
3.3.1 Tratamento medicamentoso.....	27
3.3.2 – Tratamento não medicamentoso.....	29
3.4 NUTRIÇÃO E HIPERTENSÃO	29
3.4.1 – Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)	29
3.4.2- Dieta Mediterrânea	30
3.4.3 Vegetariana.....	30
3.4.5 – Alimentos isolados	31
3.4.5.1 Óleo de peixe	31
3.4.5.2 Melancia.....	31
3.4.5.3 Mirtilo.....	32
3.4.5.4 Cacau.....	32
3.4.5.5 Uva.....	33
3.4.1 BETERRABA NA REDUÇÃO DA HAS	34
3.4.2 EXERCÍCIO NA REDUÇÃO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL.....	37
3.5 – HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO E SUCO DE BETERRABA	39
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	40
4.1 ASPECTOS ÉTICOS	40
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E AMOSTRAGEM.....	40
4.3 DESENHO DO ESTUDO	40
4.4 LOCAL E RECRUTAMENTO.....	42

4.5 ORIENTAÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS	432
4.7 PROTOCOLO DO SUCO DE BETERRABA E SUCO PLACEBO	43
4.8 PROTOCOLO DO EXERCÍCIO	45
4.9 COLETAS DE SANGUE	45
4.9.1 NITRITO PLASMÁTICO	45
4.9.2 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL (CAT)	46
4.9.3 MALONALDEIDO	46
4.9.4 PERFIL LIPÍDICO	47
4.11 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	47
4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA	48
5.0 RESULTADOS	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	59
APÊNDICE A – ARTIGO	60
Introdução	62
MÉTODOS	63
DESENHO DO ESTUDO	65
Protocolo do suco de beterraba e suco controle	66
Protocolo do exercício	66
Variabilidade da frequência cardíaca	66
Coletas de sangue	67
Análise estatística	68
RESULTADOS	68
DISCUSSÃO	74
CONCLUSÃO	77
REFERENCIAS	77
APÊNDICE B –	83
APÊNDICE C	84
APÊNDICE D	87
APÊNDICE E	88
ANEXOS	89
ANEXO A	890
ANEXO B	91

1 INTRODUÇÃO

A hipertensão arterial (HA) é uma doença crônica não transmissível, é caracterizada pelo aumento da PA, onde a PA sistólica maior ou igual a 140 mmHg e/ou PA diastólica maior ou igual a 90mmHg no qual a aferição foi realizada em duas situações diferentes sem o uso de drogas anti-hipertensivas. (BARROSO *et al.*, 2020). Há aproximadamente 600 milhões de pessoas hipertensas no mundo, com estimativa de um aumento no número de casos em 60% até 2025. No Brasil essa taxa chega a 32,5% dos indivíduos adultos (LAVOR *et al.*, 2020).

Em 2015, ocorreram cerca de 1,5 milhões de mortes por doenças cardíacas isquêmica, acidente vascular cerebral hemorrágico e isquêmico, nos quais foram associadas a HA (DOMINGUES *et al.*, 2021). A implementação de medidas anti-hipertensivas eficazes deve ser uma prioridade a nível global de saúde pública afim de que se reduza o número de mortalidade e morbidades associadas a PA (MILLS *et al.*, 2020). O tratamento para indivíduos hipertensos inclui mudanças no estilo de vida como perda de peso, redução do consumo de sódio, abordagens dietéticas, consumo de álcool moderado e exercício aeróbico (BROOK *et al.*, 2013).

O treinamento físico é capaz de promover redução sustentada da PAS em repouso de 8,3 mmHg e da PAD de 5,2mmHg (CARVALHO *et al.*, 2015). Até mesmo uma única sessão de exercício promove uma redução da PA para valores abaixo do repouso prévio ao exercício, fenômeno chamado de Hipotensão pós-exercício (HPE) (GJOVAAG *et al.*, 2020). Melo *et al.* (2020) encontram em sua revisão de literatura sobre uma redução na PA sistólica de 2,93 mmHg e na PA diastólica de 1,73 mmHg após a realização de exercício intervalado. Dados de revisão de Cardoso Júnior *et al.* (2010) encontraram reduções da pressão arterial em 9mmHg (PAS) e 7mmHg (PAD) em indivíduos hipertensos após realização de exercício aeróbico. Já Tolbert *et al.*, (2000) verificaram uma redução na PAS nas de 6 a 13 mmHg após a realização de uma sessão de exercício em esteira. Em uma meta-análise realizada por Rivera *et al.*, (2016) encontraram uma diminuição de 4,80 mmHg na PAS e de 3,19 mmHg na PAD após a realização de uma sessão de exercício físico.

A duração da HPE após o exercício ainda é algo menos consensual (BRITO *et al.*, 2019). Em um estudo original realizado por Carvalho *et al.*, (2015) foi verificada

uma redução da PA persistente por pelo menos 20 horas após o exercício contínuo. Já Tolbert *et al.*, (2000) verificaram uma redução na PAS nas primeiras 16 horas após uma sessão de exercício em esteira. New *et al.*, (2013) encontraram uma pressão arterial média mais baixa nos primeiros 60 a 120 min após exercício em ciclo. A HPE de pré hipertensos e hipertensos durou 24 h após o exercício em terra e 9 h após exercício aquático. (TERBLANCHE E MILLEN 2012). Por fim em um compilado de 55 estudos originais numa revisão de literatura feitos por Cardoso *et al.*, (2010) sintetizaram uma HPE com duração que variava entre 4 à 16 horas. Uma possível resposta para as diferentes alterações encontradas pode estar nos diferentes protocolos, métodos e análises empregados (DE BRITO *et al.*, 2019).

Muitos mecanismos estão associados no controle da PA como diminuição da atividade simpática e regulação do sistema barorreflexo (HALLIWILL *et al.*, 2013). Assim como, durante o exercício físico ocorre liberação de óxido nítrico (NO) que promove vasodilatação, o que gera aumento do fluxo sanguíneo para os músculos e regula a pressão arterial (AMARAL *et al.*, 2019).

O mecanismo da vasodilatação promovida pelo exercício também pode ocorrer em respostas a outros estímulos. Tem sido demonstrado que o consumo de alimentos ricos em nitrato, como a beterraba, também aumenta a biodisponibilidade de NO (AMARAL *et al.*, 2019).

Em uma meta-análise realizada por Bahadoran *et al.*, (2017) verificaram uma redução na PAS de 3,55 mmHg e de 1,32 mmHg na PAD após o consumo do suco de beterraba. Em outra meta-análise foi verificado uma redução significativa de 4,1 mmHg na PAS e de 2,0 mmHg na PAD com a suplementação dietética de nitrato em indivíduos adultos (ASHOR; LARA e SIRVO, 2017). A duração do efeito hipotensor do suco de beterraba foi observada em um estudo realizado por Webb *et al.*, (2008), que verificaram que a PA permaneceu diminuída por 24 horas após o consumo de 500 ml do suco de beterraba. Ghosh *et al.*, (2013) suplementaram adultos hipertensos com 250 ml de suco de beterraba observaram uma redução da PAS por 24 horas e da PAD por 6 horas.

Entretanto, parte dos indivíduos hipertensos não responde a resposta hipotensora ao exercício físico ou a ingestão de nitratos inorgânicos. Em um estudo realizado por Sena *et al* (2017) realizado com 80 hipertensos, os participantes realizaram uma sessão de exercício 8,9% não obtiveram HPE na PAS e 40,4% não

apresentaram HPE diastólica. Em um estudo realizado por Amaral *et al.*, (2019) ao avaliarem o efeito de uma única dose do suco de beterraba em mulheres hipertensas em pós-menopausa não foi capaz de provocar mudanças significativas na HPE.

. Finalmente, apesar de metanálises indicarem redução da pressão pós ingestão de beterraba, alguns estudos não mostraram o mesmo efeito. Alternativas para aumentar a prevalência de responsividade, bem como a magnitude e duração da resposta hipotensora é uma perspectiva científica evidentemente relevante no contexto atual do que dos conhecimentos sobre a hipertensão arterial.

Com base nesses dados anteriores, podemos sugerir a hipótese de que o consumo de uma dose de suco de beterraba antes de uma sessão de exercício físico possa ter um efeito simultâneo, potencializando a magnitude e/ou a duração da Hipotensão Pós-Exercício (HPE). Essa combinação poderia intensificar os benefícios de duas abordagens não farmacológicas para o controle da hipertensão arterial, o que é crucial para reduzir os impactos de morbidade e mortalidade associados a essa condição em todo o mundo. Assim, o objetivo deste estudo foi investigar como a ingestão de suco de beterraba antes do exercício influencia a prevalência, magnitude e duração da HPE em uma amostra de indivíduos com hipertensão.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar como a ingestão de suco de beterraba antes do exercício influencia a prevalência, magnitude e duração da HPE em uma amostra de indivíduos com hipertensão.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar influência da concentração sérica de nitrito na magnitude e duração da HPE após o consumo de uma única dose do suco de beterraba após uma sessão de exercício físico.

Verificar se as concentrações séricas de antioxidantes totais, influenciam a magnitude e duração da HPE após o consumo de uma única dose do suco de beterraba após uma sessão de exercício físico. E as concentrações séricas do biomarcador de estresse oxidativo malonaldeído influencia na magnitude e duração da HPE após o consumo de uma única dose do suco de beterraba após uma sessão de exercício físico.

Investigar as características antropométricas dos participantes assim como avaliar o perfil lipídico.

Avaliar a influência da variabilidade da frequência cardíaca na magnitude e duração da HPE após o consumo de uma única dose do suco de beterraba após uma sessão de exercício físico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CONCEITO E DIAGNÓSTICO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA

Segundo as diretrizes brasileiras de hipertensão arterial (2020) da sociedade brasileira de cardiologia, a HA é uma doença crônica não transmissível que provém de condições multifatoriais tais como genética, ambiente e fatores sociais. Cerca de 1 bilhão de pessoas tem hipertensão arterial no mundo inteiro e esse número tende a aumentar para 1,5 bilhão até 2025, conforme a população envelhece e assume estilos de vida sedentários (WILLIAMS *et al.*, 2018).

Cerca de 54% dos acidentes vasculares cerebrais e 47% de cardiopatias estão ligados a hipertensão o tornando o principal fator de risco para os casos de mortalidade por DCV (JORDAN; KURSCHAT; REUTER, 2018) Ela decorre do aumento da PAS acima de 140 mmHg e a da PAD acima de 90 mmHg, medidas em dois momentos diferentes sem o uso de medicações anti-hipertensivas. Na tabela 1 demonstra os valores de referência para diagnóstico de HÁ em consultórios para indivíduos a cima de 18 anos (BARROSO *et al.*, 2021)

Tabela 1 - Valores da classificação da PA para indivíduos acima de 18 anos de idade.

Classificação da PA	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
PA ÓTIMA	<120	< 80
PA NORMAL	120-129	80-84
PRÉ-HIPERTENSO	130-139	85-89
HA ESTÁGIO I	140-159	90-99
HA ESTÁGIO II	160-179	100-109
HA ESTÁGIO III	≥ 180	≥ 110

Fonte: Diretrizes brasileiras de hipertensão arterial (2020).

Em comparação com a 7ª diretriz brasileira de hipertensão arterial de 2016, também proveniente da sociedade brasileira de cardiologia, foram realizadas mudanças na classificação da PA, anteriormente a PA normal classificada em: PAS <

120 mmHg e PAD < 80 mmHg hoje é considerada PA ótima, e a pré-hipertensão é dividida em PA normal e pré-hipertensão como pode ser vista na tabela a cima (BARROSO *et al.*, 2020).

Outra maneira fidedigna de se verificar a PA é através da obtenção da PA através do protocolo MAPA de 24 horas que é realizada fora do consultório e permite avaliar a PA do indivíduo durante o sono (MALACHIAS *et al.*, 2016). A verificação noturna tem um papel importante no manejo da hipertensão pois fornece informações sobre variações circadianas da PA, existe uma queda fisiológica da PAS entre 10% a 20% e ausência dessa queda ou até mesmo seu aumento está associado a maiores riscos coronários (AL GHORANI *et al.*, 2022) Na tabela 2 são dispostos os valores de referência para diagnóstico de HA por meio da utilização da MAPA.

Tabela 2 - Valores de referência para classificação da PA pela medida da MAPA.

Categoria	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
Vigília	≥ 135	e/ou ≥ 85
Sono	≥ 120	e/ou ≥ 70
24 horas	≥ 130	e/ou ≥ 80

Fonte: Sociedade Brasileira de cardiologia (2016).

Além disso, a HA é classificada em duas categorias: Hipertensão primária ou essencial é aquela que não possui causa “secundária”, normalmente associada ao consumo excessivo de sal, etnia ou baixo consumo de potássio (GARFINKLE, 2017)

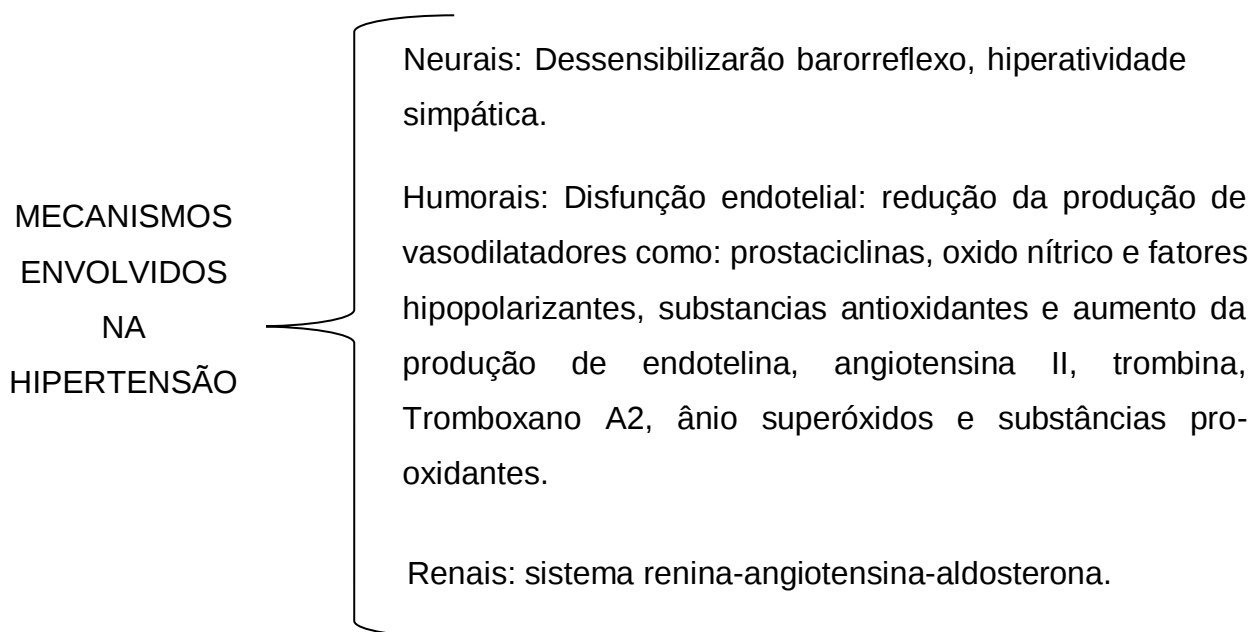
Já a hipertensão secundaria possui causa definida e é normalmente reversível atinge cerca de 5 a 10% dos casos de HÁ (CHARLES; TRISCOTT; DOBBS, 2017). Entre as causas mais comuns incluem: apneia do sono, hipotireoidismo, hipertireoidismo, síndrome de Cushing, aldesteronismo primário, gravidez (O'SHEA; GRIFFIN; FITZGIBBON, 2017).

3.2 FISIOPATOLOGIA DA HIPERTENSÃO ARTERIAL

A hipertensão arterial ocorre devido a uma elevação do débito cardíaco e a resistência vascular periférica ou ambos simultaneamente (JORDAN; KURSCHAT; REUTER, 2018; (O'BRIEN; LIP; BEEVERS, 2001). Elevações do débito

cardíaco costuma ser consequência de um maior volume sanguíneo, enquanto a resistência vascular periférica é fortemente determinada por uma excessiva vasoconstrição. (GUYTON; HALL, 2011; DELONG; SHARMA, 2022).

Os mecanismos envolvidos na maior resistência vascular periférica (vasoconstrição) e no aumento do débito cardíaco são regulados por processos neurais, hemodinâmicos, humorais e renais e variam de indivíduo para indivíduo, conforme pode ser visto na figura 1.



3.2.1- FATORES NEURAIS

3.2.1.1 – Barorreflexo

O sistema barorreflexo é um mecanismo que promove regulação da PA, pois quando ocorre aumento da PA na carótida promove estimulação destes barorreceptores. Como resultado, ocorre menor atividade simpática dirigida ao coração resultando na regulação da frequência cardíaca e força de contração miocárdica; a redução da atividade simpática aos vasos resulta em menor estímulo vaso contrátil. Desta forma, ocorre redução do débito cardíaco e da resistência periférica (GUYTON; HALL, 2011).

Entretanto, estes efeitos hipotensores estão prejudicados no hipertenso, porque a sensibilidade do barorreflexo é reduzida, de modo que não detecta o aumento da pressão arterial. Consequentemente, a pressão arterial elevada persiste, pois os mecanismos hipotensores não serão ativados. Entre os possíveis responsáveis por essa dessensibilização inclui o enrijecimento e o espessamento da parede aórtica e do seio carotídeo reduzindo os impulsos aferentes dos barorreceptores (LI *et al.*, 2018).

3.3.1- Hiperatividade simpática e hipoatividade parassimpática

Os nervos simpáticos inervam a maioria dos órgãos e entre suas funções inclui reduzir o fluxo sanguíneo por meio de vasoconstrição e promover aumento da frequência cardíaca e força de contração miocárdica (MIKI; YOSHIMOTO, 2013; GUYTON; HALL, 2011).

Como visto no item anterior, a atividade simpática é fortemente regulada pelos barorreceptores. Entretanto, os barorreceptores não são os únicos influenciadores da atividade simpática. A inflamação sistêmica e estresse oxidativo resultam em hiperatividade simpática (HASPULA; CLARK, 2018). Além disso, pode ocorrer comprometimento na entrada aferente dos barorreceptores e dos quimiorreceptores ou erro de processamento nos centros cardiovasculares do tronco cerebral que resultam em hiperatividade simpática em hipertensos (HASPULA; CLARK, 2018).

3.2.2 – Fatores humorais

Enquanto a estimulação simpática promove vasoconstrição, a vai se dar em reposta a produção de substâncias químicas vasodilatadoras, sendo a maioria delas produzidas pelo endotélio (CARVALHO *et al.*, 2001). O endotélio regula o tônus vascular por meio da liberação de substâncias vasodilatadoras e constritoras. Entre as substâncias vasodilatadoras liberadas pelo endotélio temos o óxido nítrico (NO), prostaciclina, e os fatores hiperpolarizantes derivados do endotélio (DAVGNONE; GANZ, 2004; CARVALHO *et al.*, 2001)

O NO é um radical livre gasoso e reativo, sintetizado a partir do aminoácido L arginina pela ação da enzima óxido nítrico sintase (ENOS). De forma geral o NO é

produzido a partir da L citrulina em L arginina liberando NO, a partir da ação de diversos cofatores como o tetrahidrobiopterina. Após ser difundida no lúmen do vaso e nas células musculares lisas ativam as enzima guanilato ciclase solúvel (GCs) que forma a guanosina monofosfato cíclico (GMPc) esse aumento das GMPc ativam as proteínas quinases dependentes de GMPc que leva a diminuição da entrada de Ca^{2+} na célula, gerando relaxamento e vasodilatação. Entre os ativadores da Enos ocorre a tensão por cisalhamento ou shear stress, além dos sinais incluem estrogênio e o fator de crescimento endotelial vascular, que ativam a proteína quinase B, a bradicinina que ativam as proteínas quinases II dependentes de Ca^{2+} (CYR *et al.*, 2020; NEGRÃO; BARRETO, 2010)

Além do NO outras substâncias causam a vasodilatação por meio da hiperpolarização da membrana como a prostaciclina, quando liberada esse vasodilatador estimula o receptor de prostaciclina e libera a adenilil ciclase nas células lisas e logo em seguida, estimula a ativação de proteínas quinases, reduzindo o tônus vascular causado pelo cálcio (XU *et al.*, 2021)

Os efeitos vasodilatadores do fator hiperpolarizante derivado do endotélio (EDHF) são mediados pela estimulação dos canais de K^{+} no músculo liso vascular. Isso leva à hiperpolarização da membrana; adicionalmente, ocorre diminuição na concentração de Ca^{2+} nas células musculares lisas vasculares (CARVALHO *et al.*, 2001).

Desse modo, é necessário que ocorra um equilíbrio na produção dos vasodilatadores e vasoconstritores. Porém, quando ocorre uma diminuição dos vasodilatadores e aumento dos vasoconstritores caracteriza-se a disfunção endotelial, comum em indivíduos hipertensos (XU *et al.*, 2021). As principais substância vasoconstritoras são: endotelina, angiotensina II, trombina, tromboxano A_2 , ânion superóxido (DAVGNONE; GANZ, 2004; XU *et al.*, 2021).

Além da disfunção vasomotora, ocorre também aumento da rigidez aórtica, alteração do tônus vascular aumento do estresse oxidativo e nitrosativo, aumento das respostas inflamatórias e transição endotelial para mesenquimal aumentado (XU *et al.*, 2021).

A disfunção endotelial está diretamente relacionada à fisiopatologia da hipertensão; isso ocorre quando há um desequilíbrio nas espécies reativas de oxigênio (EROS), entre as principais: ânions superóxido (O_2^-), peróxido de hidrogênio (H_2O_2),

ácido hipocloroso (HCLO), NO, radical hidroxil (OH-) e peroxinitrito (ONOO-) somada a capacidade antioxidante reduzida (LARSEN; MATCHKOV 2016; NEGRÃO; BARRETO 2010). O NO pode reagir com o O₂⁻ e ser inativando e convertido em ONOO- uma espécie reativas de oxigênio (ROS) extremamente lesiva ao endotélio (NEGRÃO; BARRETO, 2010). Causando processos moleculares que causam danos endotelial, disfunção vascular, disfunção renal, hiperatividade simpática, inflamação, ativação de células imunes e remodelação cardiovascular (GRIENDLING *et al.*, 2021).

3.2.3 Fatores renais

O sistema renina-angiotensina-aldosterona promove o controle da pressão arterial por meio da vasoconstrição, retenção do sódio e a liberação da aldosterona. Disfunções em seu funcionamento como sua ativação exacerbada pode gerar levar a hipertensão (NAKAGAWA *et al.*, 2020).

Nos rins ocorre a liberação da enzima renina, que ocorre em situações de hipovolemia, baixas concentrações de sódio, redução da PA e ativação da atividade simpática. Concomitantemente, no fígado ocorre a liberação do angiotensinogênio que graças a ação da renina o converte em angiotensina I (Ang1), através da ação da enzima conversora de angiotensina (ECA) é convertida em angiotensina II (Ang2) um potente vasoativo que possui efeitos hipertensivos, atua nos receptores tipo 1 e tipo 2 promovendo vasoconstrição e a retenção de sódio. Altas concentrações de Ang 2 e aldosterona podem levar a efeitos prejudiciais como a hipertensão sistêmica (PINHEIRO *et al.*, 2019; AMES; ATKINS, PITT 2019).

3.3 TRATAMENTO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL

A Hipertensão arterial é uma doença assintomática, o que dificulta a adesão ao seu tratamento (BARROSO *et al.*, 2020). Apenas 50% dos hipertensos aderem ao tratamento medicamentoso (PEACOCK; WOOD, 2017). E essa baixa adesão está associada a um pior controle da PA o que resulta em um aumento dos efeitos adversos como acidente vascular cerebral, insuficiência cardíaca, infarto e consequentemente a morte (PEACOCK; WOOD, 2017).

Apesar da ampla gama de medicamentos disponíveis no mercado, a PA se mantém descontrolada em mais da metade dos hipertensos que recebem tratamento anti-hipertensivo (FEIG *et al.*, 2010). Segundo uma revisão realizada pela Sociedade Brasileira de Hipertensão (2013) cerca de 50% dos hipertensos tratados conseguem manter os níveis da PA controlada.

Segundo as Diretrizes Brasileiras de hipertensão (2020) o tratamento da HA consiste na adesão de medidas não farmacológicas associadas ou não com uso de fármacos anti-hipertensivos, a fim de reduzir a PA e dessa forma prevenir desfechos como Doenças crônicas e renais. Dentre as mudanças indicadas ao indivíduo hipertenso, incluem: perda de peso, redução do consumo de sal e do tabagismo, controle do estresse e exercício físico regular (BARROSO *et al.*, 2020)

A decisão terapêutica do uso de medicamentos, deve ser feito somente em casos de hipertensos em estágio 2 e 3 e no caso de portadores de desenvolvimento de doenças cardiovasculares. Mesmo aqueles com diagnóstico de hipertensão estágio 1 devem aguardar 3 meses de intervenção no estilo de vida (BARROSO *et al.*, 2020). A seguir, o quadro 1, descreve as recomendações da Sociedade Brasileira de Hipertensão (2020) do início do tratamento farmacológico associado com mudanças no estilo de vida de acordo com a idade, PA e risco doença cardiovascular.

Quadro 1 - Início de tratamento com intervenções no estilo de vida e tratamento farmacológico de acordo com a pressão arterial, a idade e o risco cardiovascular

Situação	Abrangência	Recomendação	Classe	Nível de evidencia
Início de intervenções no estilo de vida	Todos os estágios de hipertensão e pressão arterial 130-139/85-89mmHg	Ao diagnóstico	I	A
	Hipertensos estágio 2 e 3	Ao diagnóstico	I	A

Início de terapia farmacológica	Hipertensos estágio 1 de moderado e alto risco cardiovascular	Ao diagnóstico	I	B
	Hipertensos estágio 1 e risco cardiovascular baixo Indivíduos com PA 130-139/85-89 mmHg e DCV preexistente ou alto risco cardiovascular	Aguardar 3 meses pelo efeito de intervenções no estilo de vida	Ila	B
	Hipertensos idosos frágeis e/ou muito idosos	PAS $\geq$ 160 mmHg	I	B
	Hipertensos idosos hígidos	PAS $\geq$ 140mmHg	I	A
	Indivíduos com PA 130-139/85-89 mmHg sem DCV preexistente e risco cardiovascular baixo ou moderado	Não recomendado	III	

Fonte: Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial, 2020.

3.3.1 Tratamento medicamentoso

Uma vez que haja a indicação do tratamento farmacológico aos pacientes hipertensos, esses devem ser realizados em adição a mudanças no estilo de vida. O tratamento medicamentoso pode ser tanto monoterápico como com combinações (BARROSO *et al.*, 2020). Quando a utilização de medicamentos para o controle da pressão arterial é indicada, a decisão deve levar em consideração a melhor evidência disponível sobre a redução dos efeitos adversos que a PA está associada (WRIGHT; MUSINI; GILL, 2018). O quadro 2 apresenta a lista de medicamentos disponíveis no Brasil segundo as Diretrizes Brasileiras de Hipertensão arterial (2020), e traz a eficácia descrita na literatura dos medicamentos anti-hipertensivos permitidos no Brasil.

QUADRO 2- Medicamentos anti-hipertensivos permitidos no Brasil.

Medicamento	Ação fisiológica	Eficácia
Diuréticos (DIU)	Reduz o volume circulante extracelular.	Redução de 10,2 na PAS e de 4,7 na PAD com 50 mg (MUSINI <i>et al.</i> , 2014).
Bloqueadores dos canais de cálcio	Reduz a disponibilidade de cálcio no interior das células dificultando a contração muscular.	65% dos pacientes alcançaram meta pressórica na PAS e 88,5% na PAD (PEPINE <i>et al.</i> , 2003)
Inibidores da enzima conversora da Angiotensina (IECA)	Inibe a enzima conversora de angiotensina I em angiotensina II que possui ação vasoconstritora.	Redução de 8 mmHg na PAS e de 5 mm Hg para a PAD (HERAL <i>et al.</i> , 2008).

Bloqueadores dos receptores AT1 da angiotensina II (BRA)	Contém a ação da angiotensina II bloqueando os receptores AT1.	Diminuição de 10,3/6,7 (sistólica/diastólica), 11,7/7,6 e 13,0/8,3 mmHg com 25 mg, 50 mg e 100 mg respectivamente (MAKANI <i>et al.</i> , 2014).
Betabloqueadores (BB)	(Diminui o débito cardíaco, a secreção da renina e impede a readaptação dos barorreceptores.	Redução da PAM de 10,7/7 mmHg (THOMOPOULOS <i>et al.</i> , 2020).
Simpatolíticos de ação central	Promove diminuição da atividade simpática e do reflexo barorreceptor gerando efeito hipotensor.	A diminuição da PAS foi de (7,6 mmHg) para ambos os medicamentos A diminuição da PAD foi de 7,3 mmHg para o moxonidina e 8,0 mmHg para a rilmenidina (P = 0,28). (CAMILLERI; QUINIOU; CLERSON, 2001).
Alfabloqueadores	Competem com os receptores alfa-1 pós sinápticos, reduzindo a resistência vascular periférica.	Redução de 8 mmHg na PAS e de 5 mmHg da PAD. (Heran; Galm; Wright (2012).
Vasodilatadores diretos	Relaxam a musculatura arterial promovendo uma redução na resistência vascular periférica.	Redução na PAS de 29 mmHg e da PAD de 16 mmHg (GILMORE; WEIL; CHIDSEY, 1970).
Inibidores diretos da renina	Inibem a ação da renina promovendo uma diminuição da formação de angiotensina II.	O uso de aliscireno, gera uma redução da PA

		sistólica de 14,3 mmHg e da diastólica em 11,3 mmHg em relação ao valor basal (DIETZ <i>et al.</i> , 2008).
--	--	---

Fonte: Barroso *et al.*, 2020.

3.3.2 – Tratamento não medicamentoso

O padrão alimentar, redução do tabagismo, redução do alcoolismo excessivo, exercício físico e até mesmo métodos não convencionais como espiritualidade, são alvos de intervenção para o controle da PA (BARROSO *et al.*, 2020). A influência da alimentação no manejo da HAS será descrita com mais detalhes no tópico 3.4

3.4 NUTRIÇÃO E HIPERTENSÃO

3.4.1 – Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH)

A associação americana do coração (2017), indica uma dieta saudável para o coração como a dieta DASH (Dietary approaches to stop hypertension). Essa dieta é recomendada para indivíduos com hipertensão, devido sua associação no manejo e controle da PA.

A dieta DASH consiste em um padrão alimentar a base de integrais, frutas, vegetais, laticínios com baixo teor de gordura e moderado em oleaginosas, além da redução do consumo de gorduras, açúcar e carne vermelha (BARROSO *et al.*, 2020).

Uma meta-análise que incluiu 17 estudos clínicos randomizados com comparações de 2561 participantes adultos realizada por Saneei *et al.*, (2014) observou que a dieta DASH reduziu a PAS em 6,74 mmHg e a PAD em 3,54 mmHg. Corroborando com o autor supracitado FILIPPOU *et al* (2020), que buscou avaliar por meio de uma revisão sistemática, o efeito da dieta DASH em indivíduos portadores ou

não de hipertensão, verificaram uma redução na PAS de em 3,2 mmHg e a PAD em 2,3 mmHg.

3.4.2- Dieta Mediterrânea

Outra dieta também proposta para a redução e controle da PA é a dieta do mediterrâneo, que consiste na inclusão no consumo regular de frutas, verduras, legumes e leguminosas, além de laticínios, e alto teor de gordura devido o consumo elevado de azeite de Oliva e oleaginosas, carnes brancas como os peixes, vinho e o consumo de carne vermelha reduzida (STRILCHUK *et al.*, 2020).

Em uma revisão sistemática e meta-análise realizada por Nissensohn *et al.*, (2016) que buscou avaliar a eficácia do consumo dessa dieta por pelo menos um ano contra a HA, verificaram que após um ano ocorreu uma redução tanto da PAS quanto a PAD em 1,44 mmHg e 0,77 mmHg respectivamente em indivíduos normotensos e com hipertensão leve.

3.4.3 Vegetariana

A dieta vegetariana também é associada com menores taxas de Doenças crônicas não transmissíveis principalmente a HA. A dieta vegetariana é normalmente mais benéfica do que as não vegetarianas, podendo contribuir para redução da gordura corporal, isso se dá graças ao fato dessa dieta ser rica em fibras, antioxidantes, maiores teores de potássio e menor de sódio e gordura saturada. Os mecanismos envolvidos na redução da PA englobam melhora da vasodilatação que por sua vez altera a ação dos barorreceptores, sistema renina-angiotensina e o sistema nervoso simpático (LEE *et al.*, 2020).

Em uma meta-análise realizada por Yokoyama (2014). Verificaram que o consumo da dieta vegetariana resultou em uma redução da PAS em 4,8 mmHg e de 2,2 mmHg na PAD. Em outra meta-análise que buscou avaliar o efeito da dieta vegetariana sobre a HA, observaram uma redução na PAS em 2,66mmHg e na PAD de 1,69 mmHg comparada a dieta onívora (LEE *et al.*, 2020).

3.4.5 – Alimentos isolados

Alguns alimentos isolados conhecidos como alimentos funcionais, refere-se a alimentos que promovem benefícios à saúde além da nutrição básica (KURTZ *et al.*, 2018) Esses alimentos possuem componentes ativos de origem vegetais ou animais como fitoquímicos como os flavonoides, antocianinas, flavonóis, vitaminas, minerais, fibras e óleo de peixe, esses promovem redução do risco de doenças cardiovasculares e seus fatores de risco, como a hipertensão (ASGARY; RASTQAR, KESHVARI, 2018).

Essa atenuação da HA através do consumo de alimentos funcionais, se dá graças a melhora da disponibilidade do NO aumentando sua produção (KURTZ *et al.*, 2018) Os tópicos a seguir trazem alguns dos alimentos mais estudados pela literatura por ação no aumento do NO.

3.4.5.1 Óleo de peixe

O consumo de óleo de peixe vem sendo associado a redução da PA, graças a presença das gorduras poli-insaturadas: o ácido eicosapentaenoico (EPA) e o ácido docosaexaenoico (DHA) que melhoram a vasodilatação devido ao seu papel fisiológico no aumento do NO (SIMÃO *et al.*, 2010; BERCEA *et al.*, 2021). Em um estudo de intervenção realizado por Sveinsdottir, Martinsdottir e Ramel (2016) que avaliaram por 4 semanas em indivíduos adultos com hipertensão em estágio 1. O grupo 1 recebeu 6 refeições fortificadas com óleo de peixe na forma líquida e placebo em pó (1, 5 g/d), o segundo: recebeu micro encapsulado do óleo de peixe e refeições não fortificadas O estudo observou uma redução PAS no Grupo 1 de 7,0 mmHg, ($p = 0,037$), no Grupo 2 de 7,2 mmHg ($p = 0,037$).

3.4.5.2 Melancia

O consumo do extrato de melancia em forma de pó liofilizado tem demonstrando eficácia na redução da PA. Essa ação ocorre devido a conversão da L-Citrulina encontrada na melancia em L-Arginina que serve de substrato para a

produção de NO (FIGUEROA *et al.*, 2012). Em um estudo realizada por Massa *et al* (2016) que investigaram a suplementação de 6g de extrato de melancia diariamente em indivíduos pré-hipertensos e hipertensos, observaram uma redução na PAS de $137,8 \pm 3,9$ para $126,0 \pm 4,0$ mmHg, ($p < 0,0001$) e na PAD de $79,2 \pm 2,2$ para $72,3 \pm 2,0$ mmHg, ($p < 0,001$).

3.4.5.3 Mirtilo

Os mirtilos e seus polifenóis vêm sendo estudados na melhora da pressão arterial graças a sua ação de aumentar a biodisponibilidade do NO, levando a vasodilatação (JHONSON *et al.*, 2015). Em um estudo realizado por Kardum *et al* (2015), ofereceram 200 ml de suco de aronia por 4 semanas em adultos hipertensos e observaram uma redução da PAS de 24h: $140,8 \pm 9,3$ mmHg a $132,3 \pm 15,4$ mmHg na PAS em vigília de $144,7 \pm 9,8$ a $134,7 \pm 16,9$ mmHg e na PAD em vigília de $89,4 \pm 6,8$ a $83,5 \pm 9,0$ mmHg.

3.4.5.4 Cacau

O consumo de alimentos ricos em polifenóis está associado a redução de Doenças cardiovasculares. O chocolate amargo possui efeito na redução da PA devido sua capacidade de induzir o relaxamento do endotélio por meio aumento do NO (COHEN; TOWNSEND, 2007; LUDOVICI *et al.*, 2017). Em um estudo realizado por Rostami *et al* (2015), observaram que o consumo de 25 g chocolate amargo por 8 semanas resultou em uma redução da PAS de 5,93 mmHg e 6,4 mmHg. Em uma meta análise realizada por Jafarnejad; Salek, Clark (2020), que verificaram o efeito do consumo de cacau na PA de indivíduos de meia idade e idosos, observaram uma redução significativa da PAS de 2,77 mmHg e 1,47 mmHg na PAD. A Tabela 2 traz a síntese dos estudos com alimentos funcionais e Dietas e sua ação da Pressão arterial citados nesse tópico.

3.4.5.5 Uva

Os flavonoides presentes na uva têm demonstrado benefícios para a redução da pressão arterial, devido sua ação sobre a função endotelial, diminuindo a rigidez arterial e sua ação anti-inflamatória (DOHADWALA *et al.*, 2010). Em um estudo realizado por Neto *et al* (2017), em que avaliaram a ação do consumo de 150 ml de suco de uva na hipotensão pós exercício, verificaram uma redução de $133,3 \pm 5,6$ para $114,6 \pm 12,2$ mmHg, ($p = 0,02$), na PAS em sujeitos com a PA inicial controlada. Em uma revisão sistemática realizada por Ashoori *et al* (2023), verificaram que o consumo de uvas inteiras ou seus produtos possuem efeito significativo na redução na PAS de 3,17 mmHg e não foi observado efeitos na PAD.

Tabela 3. Síntese dos estudos com alimentos funcionais e Dietas e sua ação da Pressão arterial.

ESTUDOS	ALIMENTO/DOSAGEM	EFEITO NA PA
(SVEINSDOTTIR; MARTINSDOTTIR; RAMEL, 2016)	Óleo de peixe / 1,5 g/d	- 7,00 mmHg no grupo 1 e – 7,2 mmHg no grupo 2, não houve mudanças na PAD.
(MASSA <i>et al.</i> , 2016)	Melancia liofilizada/ 6g	PAS -11,8 mmHg ($p < 0,0001$) e na PAD -6,9 mmHg ($p < 0,001$).
(KARDUM <i>et al.</i> , 2015)	Mirtilo/ 200 ml de suco	PAS de 24 horas, redução de $140,8 \pm 9,3$ mmHg a $132,3 \pm 15,4$ mmHg na PAS em vigília de $144,7 \pm 9,8$ a $134,7 \pm 16,9$ mmHg e na PAD em vigília de $89,4 \pm 6,8$ a $83,5 \pm 9,0$.

(JAFARNED; SALEK, CLARK, 2020).	Cacau/372 a 1052 mg de cacau	-2,77 mmHg para a PAS e -1,47 mmHg na PAD.
(ASHOORI <i>et al.</i> , 2023)	Uva e seus produtos	- 3,17 mmHg na PAS e não foi observado melhoras da PAD.
ESTUDOS	DIETA /DOSAGEM	EFEITO NA PA
(FILIPPOU <i>et al.</i> , 2020)	DASH	- 6,74 mmHg na PAS e - 3,54 mmHg na PAD.
(NISSENSOHN <i>et al.</i> , 2016)	Dieta do mediterrâneo	-1,44 mmHg na PAS e - 0,77 mmHg na PAD.
(LEE <i>et al.</i> , 2020)	Vegetariana	- 2,66 mmHg na PAS e - 1,69 mmHg na PAD.

3.4.1 BETERRABA NA REDUÇÃO DA HAS

A beterraba (beta Vulgares) é um dos alimentos mais cultivados e consumidos em vários países pelo mundo, além de ser frequentemente usada na fabricação de corantes (CLIFFORD *et al.*, 2015). A Europa é o continente que mais produz a raiz da beterraba estando em cerca de 69% da produção. Existe variadas preparações para o consumo humano utilizando a beterraba, podendo ser consumido desde crua e cozida para saladas por exemplo, ou ensopados, como também utilizada na indústria para a produção de bebidas fermentadas, além de sucos e géis, cápsulas ou pó (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Figura 2- Imagem da Beterraba.



Fonte: google imagens

Rica em micronutrientes como potássio, sódio, magnésio, vitamina C, além de ferro, fósforo, cálcio, vitamina A, algumas vitaminas do complexo B como tiamina, niacina e riboflavina e aminoácidos essenciais (CLEMENTS; LEE; BLOOMER, 2014; OLIVEIRA *et al.*, 2020). Além de ser a principal fonte de betalaínas um pigmento natural da beterraba, assim como a betanina, esse pigmento é uma fonte antioxidante associada com potenciais antidiabéticos, anti-inflamatório e proteção contra o câncer (FLORES-MANCHA *et al.*, 2021; SADOWSKA-BARTOSZ; BARTOSZ, 2021). Entre os compostos da beterraba o nitrato inorgânico vem ganhando notoriedade em diversas pesquisas por agir na melhoria da saúde reduzindo o risco de doenças cardiovasculares como acidente vascular cerebral, infarto, hipertensão além de redução de úlceras gástricas (CLEMENTS; LEE; BLOOMER, 2014).

A administração aguda do suco de beterraba vem sendo abordada em vários estudos como uma condição terapêutica na HAS e na redução significativa da PAS e na PAD, o nitrato presente na beterraba não é responsável por mudanças fisiológicas, mas sim a sua redução para óxido nítrico (NO^2) (CLIFFORD *et al.*, 2015). O óxido nítrico é naturalmente produzido pelo endotélio e está associado a homeostase vascular e controle da PA (OCAMPO *et al.*, 2018). O nitrato inorgânico (NO^3) presente no suco de beterraba é capaz de aumentar o NO no organismo (DOMÍNGUEZ *et al.*, 2018).

O nitrato inorgânico ao entrar em contato com a saliva é reduzido a nitrito por bactérias simbióticas presente na saliva. Essa saliva ao chegar no estômago uma parte do nitrito será reduzido em NO graças ao meio ácido do estômago. A maior parte do nitrito é absorvido para a corrente sanguínea e reduzido a NO gerando a vasodilatação. Contudo, cerca de 25% do nitrato inorgânico é reabsorvido na corrente sanguínea e volta ao ambiente salivar para posteriormente ser convertida em nitrito para novamente ser reduzida no estômago a NO e o ciclo se reinicia (OCAMPO *et al.*, 2018; CUTLER *et al.*, 2019).

Em outro estudo realizado por Sirvo *et al.*, (2020) que buscaram avaliar os efeitos da suplementação dietética de nitrato inorgânico, isoladamente ou em combinação com ácido fólico, na PA elevada em adultos da Tanzânia. O estudo contou com 47 homens de meia idade e idosos. O suco de beterraba continha 400 mg nitrato, e o grupo que recebeu o suco de beterraba mais ácido fólico recebeu uma dosagem de 400 mg de nitrato mais 5 mg de ácido fólico. Em ambos os casos observou-se uma redução de $10,8 \pm 9,8$ mmHg para a PA sistólica e de $6,1 \pm 13,2$ mmHg para PA diastólica após 24 horas.

Contudo, em um estudo realizado por Bondonno *et al* (2015) ao realizarem um estudo com o consumo de 140 ml ao dia do suco de beterraba rico em nitrato comparado a um suco sem nitrato por uma semana, verificaram um aumento do nitrato e nitrito plasmático em até 3 vezes e até 7 vezes do nitrito salivar, mas não verificaram reduções da pressão arterial de 24 horas

Em uma revisão sistemática e meta análise realizada por Benjamim *et al.*, (2022), que objetivou verificar os reais efeitos do NO através da suplementação de suco de beterraba concentrado em nitrato, sobre a PA de pacientes hipertensos e observaram alterações significativas na PAS em -4, 95 mmHg, mas não para a PAD em -0,90 mmHg. O tempo de suplementação foi de 30 a 60 dias com dosagens de 70-250 ml de suco de beterraba.

Bahadoran *et al* (2017), realizaram uma revisão sistemática e meta análise tiveram como objetivo de esclarecer vários aspectos da suplementação com suco de beterraba sobre a PAS e a PAD. No geral observaram uma redução de 3,55 mmHg na PAS e 1,32 na PAD, sendo esses efeitos mais bem observados em estudos com suplementação em períodos mais longos > 14 dias, e doses maiores 500 ml/d.

Em uma revisão sistemática realizada por Ocampo *et al* (2018), que incluiu 11 ensaios clínicos aleatórios que buscaram avaliar estudos que examinassem a relação entre o suco de beterraba e a pressão arterial. Observaram uma redução da PAS que variava de -4,1 mmHg até -13,1 mmHg e de -3 mmHg até -16,6 mmHg para PAD com dosagens que variavam entre 300 a 500 mg de NO. Em outra revisão sistemática realizada por Siervo *et al* (2013) que buscaram ensaios clínicos randomizados que examinaram os efeitos do nitrato inorgânico e da suplementação de beterraba na PA. Observaram uma redução de 4,4 mmHg na PAS e 1,1 na PAD em 16 ensaios que incluíram 254 participantes com dosagens que variavam de 140 a 500 ml/d. A seguir a tabela 4, traz a síntese das revisões sistemáticas e meta análises que estudaram o efeito do consumo suco de beterraba na pressão arterial.

TABELA 4. Síntese das revisões sistemáticas e meta análises que estudaram o efeito do consumo suco de beterraba na pressão arterial.

ESTUDO	DOSAGEM	EFEITO
Benjamim <i>et al.</i> , (2022)	70 a 250 ml	-4, 95 mmHg na PAS e - 0,90 mmHg.
Bahadoran <i>et al</i> (2017)	70 a 500 ml	-3,55 mmHg na PAS e - 1,32 na PAD.
Ocampo <i>et al</i> (2018)	300 a 500 mg de NO	-4,1 mmHg até -13,1 mmHg para a PAS e de -3 mmHg até -16,6 mmHg para PAD.
Siervo <i>et al</i> (2013)	140 a 500 ml	-4,4 mmHg para PAS e - 1,1 mmHg para PAD.

3.4.2 EXERCÍCIO NA REDUÇÃO DA HIPERTENSÃO ARTERIAL

A inatividade física é um dos principais fatores de risco para as complicações envolvendo DCV e a hipertensão (SABBAHI *et al.*, 2016). O exercício físico possui a capacidade de reduzir a pressão arterial sendo tão eficaz quanto a maioria dos medicamentos anti-hipertensivos (SACO-LEDO *et al.*, 2020). Uma única sessão de

exercício físico possui a capacidade de reduzir a pressão arterial a valores menores que as de repouso, esse fenômeno é denominado hipotensão pós exercício (HPE) (GJOVAAG *et al.*, 2020). Entre os benefícios que ela proporciona incluem: perda da adiposidade, melhora da resistência a insulina, redução do estresse oxidativo e inflamação que por sua vez leva a melhora na função endotelial vascular, melhora do controle barorreflexo e equilíbrio autonômico (SACO-LEDO *et al.*, 2020).

Em uma meta análise realizada por Saco-ledo *et al* (2020) que buscou avaliar os efeitos do exercício físico em pacientes hipertensos, verificaram uma redução na PAS de 24 horas de 5,4 mmHg e na PAD de 3,00 mmHg. Já na PAS diurna verificaram uma redução de 4,5 mmHg e na PAD uma redução de 3,2 mmHg. Em um ensaio clínico randomizado realizado por Pedralli *et al* (2020) que buscou avaliar o efeito de diferentes modalidades de treinamento da função endotelial após 8 semanas de exercício verificaram uma redução da PAS de 5,1 mmHg no exercício aeróbico, 4,0 mmHg no treinamento resistido e uma redução da PAD de 3,2 mmHg.

Em outra metanálise realizada por Perrier-Melo *et al* (2020) que buscaram avaliar a magnitude da HPE do exercício contínuo em comparação com exercício intervalado, verificaram uma redução maior no exercício intervalado na PAS de 8,0 mmHg e de 4,00 mmHg na PAD em comparação ao contínuo que obteve uma redução de 5,00 mmHg na PAS e na 2,6 mmHg na PAD. Em uma revisão sistemática metanálise realizada por Cao *et al* (2019) que buscaram avaliar o efeito do exercício aeróbico regular em indivíduos hipertensos, observaram uma redução de 12,26 mmHg na PAS e de 6,12 mmHg na PAD. Em uma meta análise realizada por Rivera *et al* (2016) que buscaram avaliar o efeito agudo exercício físico sobre a pressão arterial, observaram uma redução de 4,80 mmHg na PAS e de 3,19 na PAD. A tabela 5, traz os estudos de revisão e meta análise sobre o efeito do Treinamento/exercício físico em indivíduos hipertensos.

Tabela 5 - Estudos de revisão e meta análise sobre o efeito do Treinamento/exercício físico em indivíduos hipertensos.

Estudos	Tipo	Resultado
Saco-ledo <i>et al</i> (2020).	Treinamento físico	Redução na PAS de 24 horas de 5,4 mmHg e na PAD de 3,00 mmHg.

Perrier-Melo <i>et al</i> (2020)	Exercício Físico	-8,0 mmHg na PA e -4,00 mmHg na PAD no exercício intervalado. -5,00 mmHg na PAS e na -2,6 mmHg na PAD no Contínuo.
Cao <i>et al</i> (2019).	Exercício Físico	- 12,26 na PAS e -6,12 na PAD
Rlivera <i>et al</i> (2016)	Exercício Físico	-4,80 mmHg na PAS e - 3,19 mmHg na PAD.

3.5 – HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO E SUCO DE BETERRABA

Dois estudos avaliaram o efeito do suco de beterraba associado ao exercício físico sobre a pressão arterial. Bezerra *et al* (2019), realizaram um estudo que teve com objetivo verificar o efeito do suco de beterraba na pressão arterial ambulatorial pós-exercício em indivíduos obesos. 14 homens obesos realizaram 3 sessões. Na primeira sessão os participantes consumiram 200 ml de suco de beterraba com 800 mg de nitrato e 40 minutos de exercício aeróbico (BET+EX), na segunda sessão um refrigerante de fruta com baixo teor de nitrato e exercício (REF+EX) e uma sessão controle (CON). Foi observado um aumento no NO plasmático na sessão BET+EX e uma diminuição da PAS ambulatorial de 5,3 mm Hg no período de 1 a 6 horas após a sessão, em comparação com a sessão CON e redução de 3,8 mmHg em comparação a sessão REF+EX. Não foi observado mudanças na PAD.

Já em um estudo realizado por Amaral *et al* (2019), que buscaram estudar a ingestão aguda de suco de beterraba na HPE de 13 mulheres hipertensas na pós-menopausa. Nesse estudo as mulheres consumiram um suco concentrado de beterraba com 400 mg de nitrato e realizaram uma sessão de exercício físico por 40 minutos. Foi observado um aumento da NO salivar na sessão com suco de beterraba comparada a sessão placebo e controle, mas não foi observado alterações na HPE na sessão suco de beterraba em relação à sessão de exercício com a bebida controle.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba sob o número 4.618.273 (ANEXO A). A pesquisa prezou pelos princípios éticos da Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi iniciado apenas após o parecer favorável do Comitê de Ética. Todos os voluntários da pesquisa leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E AMOSTRAGEM

Tratou-se de um estudo clínico, randomizado, controlado por placebo. O estudo foi realizado com indivíduos diagnosticados com hipertensos grau I. O cálculo amostral foi feito considerado um *effect size* de 0,54 conforme um estudo realizado por Bezerra *et al* (2019). Adotando-se um erro alfa probabilístico de 5% e um poder amostral de 80%, obteve-se um tamanho amostral de 23 participantes

Foram incluídos na pesquisa indivíduos com diagnóstico de hipertensão, com idade entre 40 a 60 anos, de ambos os sexos, estivessem em uso de medicamentos anti-hipertensivos, não serem tabagista, possui o hábito de consumir beterraba e serem aptos a realizar um protocolo de exercício físico.

Foram excluídos da pesquisa aqueles indivíduos que não finalizaram todos os procedimentos experimentais, relataram algum desconforto gástrico após o consumo da bebida seja o suco de beterraba ou a bebida controle ou realizaram alguma modificação na medicação, dieta e protocolo de exercício físico durante o período de experimento.

4.3 DESENHO DO ESTUDO

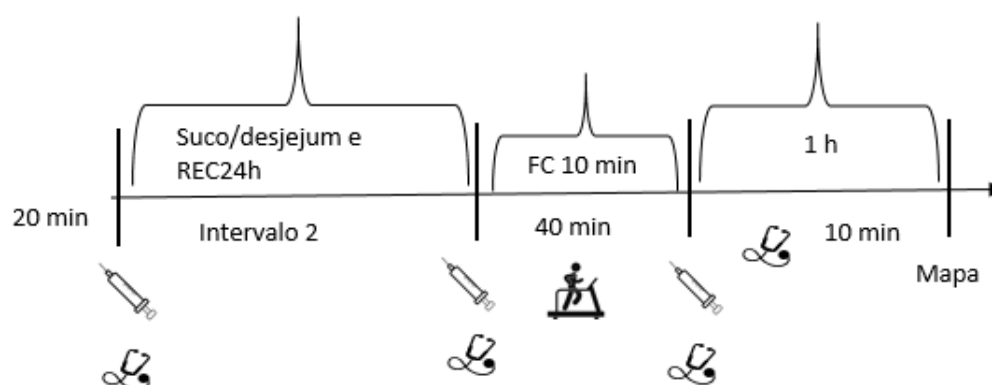
O estudo teve uma abordagem *cross-over*, com ordem do procedimento delineada por um pesquisador não envolvido, à randomização foi feita através do site www.randomizer.org e foi dividido em 3 momentos: Controle sem exercício e sem

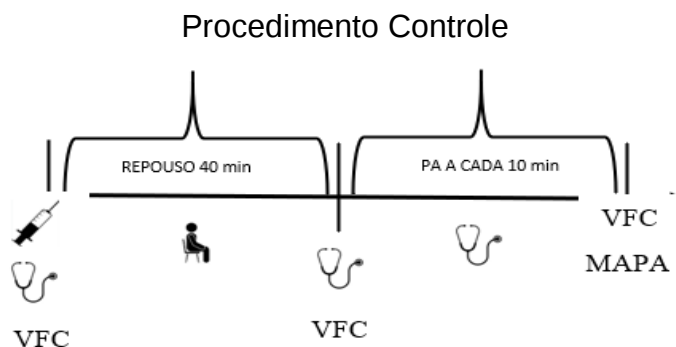
ingestão de bebida (CON) e os grupos de intervenção: Suco de beterraba 2 horas antes de uma sessão exercício (BET+EXER), Bebida controle 2 antes de uma sessão de exercício(BC+EXER).

Foi realizado uma avaliação nutricional com recordatório de 24 horas (APÊNDICE D) em todos os procedimentos e avaliação antropométrica como peso, altura e circunferência da cintura no primeiro procedimento. A PA foi verificada antes do exercício, logo após o exercício e a cada 10 minutos na primeira hora após o exercício de esteira de forma clínica, logo em seguida foi instalada a MAPA (Monitoração Ambulatorial da Pressão Arterial). Para monitorização da PA pelas próximas 24 horas. A coleta sanguínea foi realizada em jejum, antes do exercício, logo após o exercício para verificar as concentrações séricas de nitrito, malondialdeído, capacidade antioxidante total, colesterol total e suas frações, triglicerídeos e glicose. Também foi verificada a variabilidade da frequência cardíaca em repouso, pré-exercício, imediatamente após o exercício e no final dos 60 minutos pós exercício.

Figura 3- Desenho do estudo.

Procedimento experimental com suco de beterraba e bebida controle





Fonte: Próprio autor

4.4 LOCAL E RECRUTAMENTO

Todos esses procedimentos foram realizados no laboratório do treinamento físico aplicado ao desempenho e saúde – LETFADS, localizado no departamento de educação física na universidade federal da paraíba -UFPB. Os voluntários foram recrutados por meio de divulgação nas redes sociais, cartazes e espalhadas pelo centro de ciências de saúde da UFPB e por indicação.

4.5 ORIENTAÇÕES AOS VOLUNTÁRIOS

Foi solicitado aos voluntários que evitem o consumo de cafeína, álcool e exercícios 48 horas antes da sessão experimental visto evitar alterações nos valores pressóricos. Também será solicitado que não consumam suplementos e alimentos ricos em nitratos 7 dias antes das sessões experimentais afim de que não haja interferência do nitrato dietético no efeito do suco de beterraba com a entrega de uma lista com os principais alimentos ricos em nitrato e cafeína (APÊNDICE E). Também foi solicitado que não utilizem enxaguantes bucais uma noite anterior a primeira sessão experimental onde ocorrerá a coleta da mucosa bucal, visto que esses produtos podem inibir a conversão de nitrato em nitrito pelas bactérias da mucosa bucal.

4.6 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

Foi realizada avaliação antropométrica com peso que será feita em uma balança digital calibrada com o voluntário em pé, descalço e com roupas leves e sem portar objetos, a altura será realizada em um estadiômetro com o voluntário em pé na posição de *Frankfurt*, com os calcanhares encostados na parede, ambos os dados serão utilizados para cálculo do Índice de massa corporal (IMC) dos voluntários. A classificação do IMC está apresentada na Tabela 6 segundo as diretrizes brasileiras de obesidade, 2016. A Circunferência da cintura foi realizada utilizando uma fita antropométrica (Sanny®, São Bernardo do Campo - São Paulo, 32 Brasil) com os voluntários em posição anatômica. A fita foi passada no ponto médio entre o último arco costal e a crista ilíaca. Foram realizadas um total de 3 recordatórios de 24 horas (APÊNDICE B) sendo um aplicada no início de toda sessão onde foi questionado qual foi sua alimentação do dia anterior, os dados do recordatório foram passados para um software (webdiet 3.0) para análise.

Tabela 6- Classificação do IMC conforme as diretrizes brasileiras de obesidade.

IMC (Kg/m ²)	CLASSIFICAÇÃO
< 18,5	Abaixo do peso
18,5-24,9	Normal
25-29,9	Sobrepeso
30-34,9	Obesidade grau I
35-39,9	Obesidade grau II
>40	Obesidade grau III

Fonte: Diretrizes brasileiras de obesidade (2016).

4.7 PROTOCOLO DO SUCO DE BETERRABA E SUCO PLACEBO

O suco de beterraba é uma bebida industrializada rica em 800 mg de nitrato (*Beet It Sport, James White Drinks, Ipswich, Reino Unido*), composta por 98% de suco de beterraba concentrado e 2% de suco de limão, sua composição nutricional está

disposta na tabela 7, a dose consumida foi de 140 ml, equivalendo a dois frascos de 70 ml, essa dose foi baseada em um estudo realizado por Wylie *et al.*, (2013) que verificou que 140 ml de suco de beterraba concentrada promovia aumento do nitrito plasmático entre 2 a 3 horas após o consumo. Já a bebida controle consistiu em um suco de uva pobre em nitrato (Kapo, Del Valle, Brasil) o voluntário consumir a mesma quantidade de 140 ml contendo cerca de 5,4mg de nitrato na porção (BEZERRA *et al.*, 2019). Os valores nutricionais podem ser encontrados na tabela 8.

Tabela 7- Tabela nutricional do suco de beterraba.

TABELA NUTRICIONAL POR PORÇÃO (140 ML)	
Valor energético (kcal)	156
Carboidratos (g)	32
Açúcares (g)	32
Proteínas (g)	6g
Gorduras totais (g)	0
Sódio (mg)	180
Potássio (mg)	1700
Cálcio (mg)	13
Ferro (mg)	0,6
Nitrato (mg)	800

Fonte: *Beet It Sport*

Tabela 8- Tabela nutricional do suco de uva Kapo, Del valle.

TABELA NUTRICIONAL POR PORÇÃO (140ml)	
Valor energético	178 kcal
Carboidratos	19g
Sódio (mg)	8,3
Vitamina A (µg)	90
Vitamina B3 (mg)	2,4
Vitamina B6 (mg)	0,19
Vitamina B12 (µg)	0,36
Vitamina C (mg)	6,7

Vitamina D (μg)	0,75
Vitamina E (mg)	1,5
Nitrato	5,3

Fonte: The Coca-cola Company, 2019

4.8 PROTOCOLO DO EXERCÍCIO

Foi realizado uma caminhada/corrido em uma esteira ergométrica por 40 minutos levando em consideração FCmax de 60%. A frequência cardíaca (FC) foi medida por meio de uma fita polar (Polar ElectroOy, Kempele, Finland) a cada 10 minutos, e concomitantemente foi aplicada uma escala de Borg (1982) (ANEXO B) para verificação da percepção de esforço subjetivo, sendo respeitado os limites entre 11 a 14 dessa escala. Mesmo que haja diferenças entre a FC e percepção de esforço prevaleceu a percepção de esforço.

4.9 COLETAS DE SANGUE

Foi coletado 10 ml de sangue venoso por um profissional habilitado, a amostra foi levada a um tubo e centrifugada a 3000 rpm por 15 minutos e armazenada a -20°C até a análise.

4.9.1 NITRITO PLASMÁTICO

A análise do nitrito plasmático foi realizada conforme descrito em Green et al., (1981) para preparação do reagente foi utilizado 5% de ácido fosfórico, 1% sulfanilamida em ácido fosfórico a 5% N-(1-Naphtyl)-ethylenediamine dihydrochloride (NEED) a 1% junto com água destilada. Logo após foi adicionado 500ul do reagente de Griess a 500 ml do plasma. Em seguida ficou 10 minutos em um espectrofotômetro para medida da absorbância, foi utilizado um comprimento de ondas de 532 nm. Os

dados da concentração de nitrito foram extrapolados em uma curva padrão de NANO2 e expressos em micromoles.

4.9.2 CAPACIDADE ANTIOXIDANTE TOTAL (CAT)

A análise da CAT foi realizada conforme estudo descrito em Brand-Williams, Cuvelier e Berset (1995) onde foi diluída uma alíquota de 1,25 mg de 2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) em 100 ml de etanol (álcool etílico absoluto 99,5%) após esse processo foi mantida sob refrigeração e protegida da luz. Foi adicionado 3,9 mL da solução de DPPH a 100 µL de plasma em tubos e agitados em vórtex e em seguida foram deixados em repouso por 30 minutos. Em seguida foram centrifugado a 10.000 rpm à temperatura de 20°C por 15 minutos e o seu sobrenadante foi utilizado em um espectrofotômetro (Bioespectro SP-220, Brasil) utilizado um comprimento de onda de 515 nm, os seus resultados foram expressos como percentual da atividade antioxidante (AOA):

$$AOA = 100 - [DPPH \cdot R]_t / [DPPH \cdot R]_B \cdot 100$$

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

4.9.3 MALONALDEIDO

A atividade oxidante foi quantificada conforme método descrito em Ohkawa, Ohishi e Yagi (1979) por meio da reação do ácido tiobarbitúrico (TBARS) com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. 250 µl do plasma foi incubada em banho maria a 37° C por 60 minutos. Logo após, a amostra foi precipitada em ácido perclórico AA 35% e centrifugada a 14000 rpm por 20 minutos a temperatura de 4°C. O seu sobrenadante foi transferido em microtubos e será adicionado 400µl de ácido tiobarbitúrico a 0,6% e incubado a temperatura de 100° C por um tempo determinado de 60 minutos. Após o seu resfriamento foi lido em um espectrofotômetro ultravioleta (Bioespectro, modelo SP 22, Brasil) a um comprimento de onda de 532nm, em temperatura ambiente.

4.9.4 PERFIL LIPÍDICO

Os níveis de colesterol total, Lipoproteínas de baixas densidade (LDL), Lipoproteínas de alta densidade (HDL), triglicerídeos e glicose foram verificadas através da amostra de soro, utilizando kits comerciais da marca Labtest (Minas Gerais, Brasil), e em analisador automático da Labmax 240 premium (Lagoa Santa-MG, Brasil)

4.11 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

O registro dos intervalos RR para cálculo da VFC, os voluntários foram instrumentalizados com uma cinta torácica equipada com transmissor de frequência cardíaca Bluetooth® (Polar H10, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) (PEREIRA et al., 2020). Após 20 minutos de repouso com voluntários na posição sentada, foram realizados o registro dos intervalos RR, por um período de 2 minutos com respiração espontânea em posição sentada. Foi utilizado para o processamento dos dados o aplicativo HRV Expert by CardioMood® (CardioMood, Moscou, Rússia) (Pereira et al., 2020), previamente validado em comparação com um EGG, onde foi obtido um $R=0,99$. Esse processo foi repetido logo após a sessão de exercício e uma hora após o exercício

No domínio do tempo, adotamos frequência cardíaca (FC), média do tempo entre os intervalos RR (MeanRR), o desvio padrão dos intervalos RR (SDNN), a raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos RR (rMSSD) e a porcentagem de intervalos NN sucessivos diferentes em mais de 50 ms (pNN50). No domínio da frequência, consideramos: potência de baixa frequência (LF), potência de alta frequência (HF) e a relação LF/HF considerada um indicador de equilíbrio simpatovagal.

4.12 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram expressos como média e desvio padrão. A normalidade foi realizada por meio do teste Shapiro Wilk, a homogeneidade por teste Levene, teste ANOVA para two-way para medidas repetidas e ANOVA one-way quando necessário e teste post hoc de tukey. As análises foram realizadas por meio do software Jamovi, versão 1.6.1, adotando nível de significância de $p < 0,05$.

5 Resultados

Os resultados deste artigo estão apresentados na forma de um artigo original disponível no apêndice A. O artigo intitulado “Influência de uma dose de suco de beterraba na resposta pressórica a uma sessão de exercício”. Teve como objetivo verificar a influência de uma ingestão de suco de beterraba pré exercício na prevalência, magnitude e duração da HPE em uma amostra de hipertensos.

Foi observado um aumento significativo do nitrito plasmático na interação tempo na sessão BET+EXER de 24,16% após a realização do exercício aeróbio em relação ao valor basal ($p < 0,012$) e um novo aumento após o exercício de 16,3% ($p = 0,041$). Após o exercício o nitrito plasmático estava significativamente maior 44,4% que os valores basais ($p < 0,001$). O mesmo não foi observado na sessão BC+EXER ($p = 0,46$). Foi observado HPE sistólico na interação tempo no procedimento BET+EXER aos 20 ($p = 0,042$) e aos 50 ($p = 0,002$). Na interação tempo versus grupo foi observado uma redução significativa da PAS aos 20 e 50 minutos da sessão BET+EXER em relação a sessão BC+EXER. Houve redução na interação tempo da PAD aos 10 ($p = 0,006$), 30 ($p = 0,014$) e 50 minutos ($p = 0,004$) pós exercício no protocolo com suco de beterraba. Em relação aos valores da pressão arterial da MAPA, não foi observado HPE na PAS ambulatorial em nenhum dos protocolos experimentais. Do mesmo modo, não foi observado HPE nos valores ambulatoriais da PAD em nenhum período após o exercício.

Não foi observado diferenças estatísticas para os valores de capacidade antioxidante total e malondialdeído tanto na interação tempo como na interação tempo versus grupo em nenhum dos procedimentos experimentais. Não foram observadas diferenças significativas nos valores do domínio do tempo e da frequência da variabilidade da frequência cardíaca tanto na interação tempo quanto na interação tempo versus grupo em nenhum dos procedimentos experimentais.

REFERÊNCIAS

AL GHORANI, H. *et al.* Arterial hypertension – Clinical trials update 2021. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**. v. 32, n. 1, p. 21-31, 2022.

ALLHAT Officers and Coordinators for the ALLHAT Collaborative Research Group. The Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial. Major outcome in high-risk hypertensive patients to angiotensin-converting enzyme inhibitor or calcium channel blocker vs. diuretic: the Antihypertensive and Lipid-Lowering Treatment to Prevent Heart Attack Trial (ALLHAT). **JAMA**. v. 228, n. 23, p. 2981-97, 2002.

AMARAL, A.L. *et al.* A Single Dose of Beetroot Juice Does Not Change Blood Pressure Response Mediated by Acute Aerobic Exercise in Hypertensive Postmenopausal Women. **Nutrients**, Itália, v. 11, n.6, p. 1-13, 2019.

ASHOR, A.W.; LARA, J.; SIERVO, M. Medium-term effects of dietary nitrate supplementation on systolic and diastolic blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of Hypertension**, [S. l.], v. 35, n. 7, p. 1353–1359, 2017.

ASHOORI M; *et al.* The effect of whole grape products on blood pressure and vascular function: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Nutrition, metabolism, and cardiovascular diseases**. v. 33, n. 10, p. 1836-1848, 2023.

ASGARY, S.*et al.* Improvement of hypertension, endothelial function and systemic inflammation following short-term supplementation with red beet (*Beta vulgaris* L.) juice: a randomized crossover pilot study. **Journal of Human Hypertension**, v. 30, n. 10, p. 627–632, 2016.

.

BAHADORAN, Z.; MIRMIRAN, P.; KABIR, A.; AZIZI, F.; GHASEMI, A. The Nitrate-Independent Blood Pressure–Lowering Effect of Beetroot Juice: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Advances in Nutrition: An International Review Journal**, [S. l.], v. 8, n. 6, p. 830–838, 2017.

BARROSO, W. K. S. *et al.* Brazilian guidelines of hypertension - 2020. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, n. 3, p. 516–658, 2021.

BENJAFIELD A.V; MORRIS B. J. Association analyses of endothelial nitric oxide synthase gene polymorphisms in essential hypertension. **Am J Hypertens**. v. 13, n. 9, p. 994-998, 2000.

BENJAMIM, C. J. R. *et al.* Nitrate Derived From Beetroot Juice Lowers Blood Pressure in Patients With Arterial Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Frontiers in Nutrition** v. 9, p. 1-11, 2022.

BERCEA, C.L. *et al.* Omega-3 polyunsaturated fatty acids and hypertension: a review of vasodilatory mechanisms of docosahexaenoic acid and eicosapentaenoic acid. **British Journal of pharmacology**. v. 178, n. 4, p. 860-877, 2021.

BEZERRA, Á..D.L. *et al.* Effect of Acute Dietary Nitrate Supplementation on the Post-Exercise Ambulatory Blood Pressure in Obese Males: A Randomized, Controlled, Crossover Trial. **J Sports Sci Med**, [S. l.], v. 18, n. 1, p. 118–127, 2019.

BONDONNO, C. P. *et al.* Absence of an effect of high nitrate intake from beetroot juice on blood pressure in treated hypertensive individuals: A randomized controlled trial. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 102, n. 2, p. 368–375, 2015.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n. 1, p. 25–30, 1995.

BRASIL. Portaria nº 116, de 8 de agosto de 1996. **Normas para estudo de toxicidade e da eficácia de produtos fitoterápicos (Anexos I e II)**. João Pessoa, PB. 1996.

BRITO, L.C. *et al.* . Recommendations in Post-exercise Hypotension: Concerns, Best Practices and Interpretation. **International Journal of Sports Medicine**, [S. l.], v. 40, n. 08, p. 487–497, 2019.

BROOK, R.D. *et al.* Beyond Medications and Diet: Alternative Approaches to Lowering Blood Pressure: A Scientific Statement From the American Heart Association **American Heart Association**, Dallas, Estados Unidos, v. 61, n. 6, p. 1360-1383. 2013.

BRUNEAU, M. L. *et al.* The blood pressure response to acute and chronic aerobic exercise: A meta-analysis of candidate gene association studies. **Journal of Science and Medicine in Sport**, 2015.

CARDOSO JR C. G. et al. Acute and chronic effects of aerobic and resistance exercise on ambulatory blood pressure. **Clinics**. v. 65, n.3, p.317-325, 2010.

CARVALHO, R.S.T. et al. Hypotensive Response Magnitude and Duration in Hypertensives: Continuous and Interval Exercise. **Arquivo Brasileiro de cardiologia**. v.104 n.3, p. 234-241, 2015.

CLEMENTS, W. T.; LEE, S. R.; BLOOMER, R. J. Nitrate ingestion: A review of the health and physical performance effects. **Nutrients**. v. 6, n. 11, p. 5224-5264, 2014.

CLIFFORD, T. *et al.* The potential benefits of red beetroot supplementation in health and disease. **Nutrients**. v. 7, n. 4, p. 2801-2822, 2015.

COHEN, D. L., TOWNSEND, R. R. Cocoa ingestion and hypertension-another cup please?. **Journal of clinical hypertension**. v.9, n.8, p. 647–648, 2007.

CUTLER, C. *et al.* Post-exercise hypotension and skeletal muscle oxygenation is regulated by nitrate-reducing activity of oral bacteria. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 143, p. 252–259, 1 nov. 2019.

DOHADWALA M.M *et al.* Effects of Concord grape juice on ambulatory blood pressure in prehypertension and stage 1 hypertension. **The american jornal of clinical nutrition**. v. 92, n. 5, p. 1052-1059, 2010.

DOMINGUEZ, L.J.; VERONESE, N.; BARBAGALLO, N. Magnesium and Hypertension in Old Age. **Nutrientes**, Itália, v. 13, n. 1, p. 1-32, 2021.

DOMÍNGUEZ, R. *et al.* Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**. v. 15, p. 1-12, 2018.

FIGUEROA, A. *et al.* Watermelon extract supplementation reduces ankle blood pressure and carotid augmentation index in obese adults with prehypertension or hypertension. **Am J Hypertens**. v. 25, n. 6, p. 640-643, 2012.

FILIPPOU, C. D. *et al.* Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet and Blood Pressure Reduction in Adults with and without Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. **Advances in Nutrition**. v. 11, n. 5, p. 1150-1160, 2020.

FLACK, J. M.; ADEKOLA, B. Blood pressure and the new ACC/AHA hypertension guidelines. **Trends in Cardiovascular Medicine**. v. 30, n. 3, p. 160-164, 2020.

FLORES-MANCHA, M. A. *et al.* Effect of encapsulated beet extracts (*Beta vulgaris*) added to yogurt on the physicochemical characteristics and antioxidant activity. **Molecules**, v. 26, n. 16, 2 ago. 2021.

GARFINKLE, M. A. Salt and essential hypertension: pathophysiology and implications for treatment. **Journal of the American Society of Hypertension**. v. 11, n. 6, p. 385-391, 2017.

GJØVAAG, T.; BERGE, H.; OLSRUD, M.; WELDE, B. Acute post-exercise blood pressure responses in middle-aged persons with elevated blood pressure/stage 1 hypertension following moderate and high intensity isoenergetic endurance exercise. **International journal of exercise Science**, Estados Unidos, v. 13, n. 3, p. 1532-1548, 2020.

GHOSH, S. M. *et al.* Enhanced Vasodilator Activity of Nitrite in Hypertension. **Hypertension**, v. 61, n. 5, p. 1091–1102, 2013.

GREEN, L. C. *et al.* Nitrate biosynthesis in man. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 78, n. 12, p. 7764-7768, 1981.

GRIENDLING, K. K. *et al.* Oxidative Stress and Hypertension. **Circulation Research**, v. 128, n. 7, p. 993–1020, 2021.

HASPULA, D.; CLARK, M. A. Neuroinflammation and sympathetic overactivity: Mechanisms and implications in hypertension. **Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical**. v. 210, p. 10-17, 2018.

HALLIWILL, J.R.; BUCK, T.M.; LACEWELL, A.N.; ROMERO, S.A. Postexercise hypotension and sustained postexercise vasodilatation: what happens after we exercise? **Experimental Physiology**, [S. l.], v. 98, n. 1, p. 7–18, 2013.

HERAN, B.B. *et al.* Eficácia redutora da pressão arterial dos inibidores da enzima conversora de angiotensina (ECA) para hipertensão primária. **O banco de dados Cochrane de revisões sistemáticas**. v. 2008, n. 4, 2008.

HUAN, T. *et al.* A meta-analysis of gene expression signatures of blood pressure and hypertension. **PLoS Genetics**, v. 11, n. 3, p. e1005035-e1005035, 2015

JAFARNEJAD, S; SALEK, M; CLARK C.C.T. Cocoa Consumption and Blood Pressure in Middle-Aged and Elderly Subjects: a Meta-Analysis. **Current hypertension reports**. v. 22, n.1, p. 1-15, 2020.

JOHNSON, S.A, *et al.* Daily blueberry consumption improves blood pressure and arterial stiffness in postmenopausal women with pre-and stage1-hypertension: a randomized, double-blind, placebo-controlled clinical trial. **J Acad Nutr Diet**. v. 115, n.3, p.369-377, 2015.

JORDAN, J.; KURSCHAT, C.; REUTER, H. Arterial hypertension-diagnosis and treatment. **Deutsches Arzteblatt International**, v. 115, n. 33–34, p. 557–558, 2018.

KARDUM, N. *et al.* Beneficial Effects of Polyphenol-Rich Chokeberry Juice Consumption on Blood Pressure Level and Lipid Status in Hypertensive Subjects. **J Med Food**. v. 18, n. 11, 1231-1238, 2015.

KIANI, A.K *et al.* Polymorphisms, diet and nutrigenomics. **Journal of preventive medicine and hygiene**. v. 63, P.125-E141, 2022.

KURTZ, T. W. *et al.* Functional foods for augmenting nitric oxide activity and reducing the risk for salt-induced hypertension and cardiovascular disease in Japan. **Journal of Cardiology**. v. 72, n. 1, p. 42-49, 2018.

LAVÔR, L.C.C. *et al.* Prevalence of arterial hypertension and associated factors: a population-based study. **Revista da Associação Médica Brasileira**, Piauí, v. 66, n. 5, p. 630-636. 2020.

LARSEN, M. K.; MATCHKOV, V. V. Hypertension and physical exercise: The role of oxidative stress. **Medicina**, v. 52, n. 1, p. 19–27, 2016.

LINDHOLM LH, CARLBERG B, SAMUELSSON O. Should beta blockers remain first choice in the treatment of primary hypertension? A meta-analysis. **Lancet**. v. 366, n. 9496, p. 1545-1553 2005

LEE, K. W. *et al.* Effects of vegetarian diets on blood pressure lowering: A systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. **Nutrients**, v. 12, n. 6, 2020.

LOPES, S. *et al.* Determinants of exercise adherence and maintenance among patients with hypertension: a narrative review. **Reviews in Cardiovascular Medicine**. v. 22, n. 4, p. 1271-1278, 2021.

LUDOVICI, V. *et al.* Cocoa, Blood Pressure, and Vascular Function. **Frontiers in Nutrition**. v. 4, n. 36, p. 1-12, 2017.

NETO M.M. Whole Red Grape Juice Reduces Blood Pressure at Rest and Increases Post-exercise Hypotension. **Journal of the American College of Nutrition**. v. 36, n. 7, p.533-540, 2017.

MALACHIAS, M. V. B. *et al.* 7a Diretriz Brasileira de Hipertensão Arterial. **Arq. Bras. Cardiol.**, v. 107, n. 3, p. 1–83, 2016.

MASSA N.M, *et al.* Watermelon extract reduces blood pressure but does not change sympathovagal balance in prehypertensive and hypertensive subjects. **Blood Press**. v. 25, n. 4, p. 244-248, 2016.

MILLS, K.T.; STEFANESCU, A.; HE, J. The global epidemiology of hypertension. **Revisões da natureza. Nefrologia**, v. 16, n. 4, p. 223-237, 2020.

MOTA, M.T. *et al.* Acute and chronic effects of resistance exercise on blood pressure in elderly women and the possible influence of ACE I/D polymorphism. **International journal of general medicine**. v. 6, 581-587, 2013.

.MUSINI, V.M, FORTIN, P.M, BASSETT, K, WRIGHT J.M. Blood pressure lowering efficacy of renin inhibitors for primary hypertension. **Cochrane Database Syst Rev**. v. 4, n. 4, 2017.

NAKAGAWA, P. *et al.* The Renin-Angiotensin System in the Central Nervous System and Its Role in Blood Pressure Regulation. **Current Hypertension Reports**. v. 22, n. 1, p. 1-10, 2020.

NEW, K.J. *et al.* F post-exercise hypotension for up to two hours and outpatient monitoring. **American Society of Hypertension**. New York, United States, v. 26, n. 1, p. 126-134, 2013.

NISSENSOHN *et al.* The Effect of the Mediterranean Diet on Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Journal of nutrition education and behavior**. v. 48, n.1, p. 42-53, 2016.

OCAMPO, D. A. B. *et al.* Dietary nitrate from beetroot juice for hypertension: A systematic review. **Biomolecules**. v. 8, n. 4, p. 1-12, 2018.

OHKAWA, H.; OHISHI, N.; YAGI, K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by

thiobarbituric acid reaction. **Analytical Biochemistry**, v. 95, n. 2, p. 351–358, 1979.

O'SHEA, P. M.; GRIFFIN, T. P.; FITZGIBBON, M. Hypertension: The role of biochemistry in the diagnosis and management. **Clinica Chimica Acta**. v. 465, p. 131-143, 2017.

PEACOCK, E. WOOD, M.K. Adesão à Terapia Anti-hipertensiva. **As clínicas médicas da América do Norte**. v. 101, n. 1, p. 229-245, 2017.

PEDRALLI, M. L. *et al.* Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: a randomized clinical trial Exercise, endothelium and blood pressure. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 938-947, 2020.

PEPINE, C.J. *et al.* Um antagonista do cálcio versus um antagonista não-cálcio estratégia de tratamento da hipertensão para pacientes com doença arterial coronariana. The International Verapamil-Trandolapril Study (INVEST): um estudo controlado randomizado. **Jornal da Associação Médica Americana**. v. 290, n. 21, 2805-2816, 2003.

PEREIRA, R.A, *et al.* Validity of a Smartphone Application and Chest Strap for Recording RR Intervals at Rest in Athletes. **Int J Sports Physiol Perform**. v.15, n. 6, p. 896-899, 2020.

PERRIER-MELO, R. J. *et al.* Acute effect of interval vs. Continuous exercise on blood pressure: Systematic review and meta-analysis. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 115, n. 1, p. 5–14, 2020.

PESCATELLO, L.S. *et al.* Deep-targeted sequencing of endothelial nitric oxide synthase gene exons uncovers exercise intensity and ethnicity-dependent associations with post-exercise hypotension. **Physiol Rep**. v. 5, n.22, p. 1-15, 2017.

PINHEIRO, D. S. *et al.* The combination of ACE I/D and ACE2 G8790A polymorphisms reveals susceptibility to hypertension: A genetic association study in Brazilian patients. **PLoS ONE**, v. 14, n. 8, p.1-15, 2019.

PINHO, N.A. PIERIN, A.N.G. O Controle da Hipertensão Arterial em Publicações Brasileiras. **Arq Bras Cardiol**. v. 101, n. 3, p.65-73, 2013.

RIBEIRO, M.P.; LATERZA, M.C. efeito agudo e crônico do exercício físico aeróbio na pressão arterial em pré-hipertensos. **Revista de Educação física**, Paraná, v. 25, n.1, p. 143-152, 2014.

RIVERA, E.C.; JIMENÉZ, J.M.; ROJAS, W.S.; HERRERA, A.S. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. Rio de Janeiro, v. 106, n. 5, p. 422-433, 2016.

ROSTAMI A. *et al.* High-cocoa polyphenol-rich chocolate improves blood pressure in patients with diabetes and hypertension. **ARYA Atheroscler**. v. 11, n.1, p. 21-29, 2015.

SABBAHI, A. *et al.* Exercise and Hypertension: Uncovering the Mechanisms of Vascular Control. **Progress in Cardiovascular Diseases**. v. 59, n. 3, p. 226-234, 2016.

SACO-LEDO, G. *et al.* Exercise reduces ambulatory blood pressure in patients with hypertension: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of the American Heart Association**. v. 15, n. 9, p. 1-18, 2020.

SADOWSKA-BARTOSZ, I.; BARTOSZ, G. Biological properties and applications of betalains. **Molecules**. v. 26, n. 9, p. 1-36, 2021.

SANEEI, P. *et al.* Influence of Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet on blood pressure: A systematic review and meta-analysis on randomized controlled trials. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 24, n. 12, p. 1253–1261, 2014.

SANTANA, H. A.P *et al.* The higher exercise intensity and the presence of allele I of ACE gene elicit a higher post-exercise blood pressure reduction and nitric oxide release in elderly women: an experimental study. **BMC Cardiovascular Disorders**, v. 11, n. 1, p. 71, 2011.

SCHELLEMAN, H. *et al.* Drug-gene interactions between genetic polymorphisms and antihypertensive therapy. *Drugs*, v. 64, n. 16, p. 1801-1816, 2004

SIERVO M. *et al.* Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults: a systematic review and meta-analysis. **The Journal of Nutrition**. v. 143,n. 6, p. 818-826, 2013.

SIMÃO, A.N, *et al.* Nitric oxide enhancement and blood pressure decrease in patients with metabolic syndrome using soy protein or fish oil. *Arq Bras Endocrinol Metabol.* v. 54, n. 16, p. 540-545, 2010.

SIRVO, M. *et al.* Nitrate-Rich Beetroot Juice Reduces Blood Pressure in Tanzanian Adults with Elevated Blood Pressure: A Double-Blind Randomized Controlled Feasibility Trial. **The Journal of nutrition** v. 150, n. 9, p. 2460-2468, 2020.

STRILCHUK, L. *et al.* Dietary interventions in blood pressure lowering: Current evidence in 2020. **Kardiologia Polska.** v. 78, n.7, p. 659-666, 2020.

SVEINSDOTTIR, K. Blood pressure-lowering effects of long chainn-3 fatty acids from meals enriched with liquid fish oil and from microencapsulated powder. **Int J Food Sci Nutr.** v. 67, n. 8, p. 1017-1023, 2016.

TERBLANCHE, E.; MILLEN, A.M.E. The magnitude and duration of post-exercise hypotension after land and water exercises. **European journal of applied physiology.** Berlim, Alemanha, v. 112, n. 12, p. 4111-4118, 2012.

TIVELLI, S.W. *et al.* Beterraba: do plantio à comercialização. [s.d.].

TOLBERT, N.S.T. *et al.* Ambulatory Blood Pressure After Acute Exercise in Older Men With Essential Hypertension. **American Society of Hypertension**, New York, United States, v. 13, p. 44-51, 2000.

UNGER, T. *et al.* 2020 International Society of Hypertension Global Hypertension Practice Guidelines. **Hypertension**, v. 75, n. 6, p. 1334–1357, 2020.

WEBB, Andrew J. *et al.* Acute Blood Pressure Lowering, Vasoprotective, and Antiplatelet Properties of Dietary Nitrate via Bioconversion to Nitrite. **Hypertension**, [S. l.], v. 51, n. 3, p. 784–790, 2008.

WILLIAMS, B. *et al.* Practice guidelines for the management of arterial hypertension of the European Society of Hypertension (ESH) and the European Society of Cardiology (ESC). **Blood Pressure**, v. 27, n. 6, p. 314–340, 2018.

WYLIE, L.J. *et al.* Beetroot juice and exercise: Pharmacodynamic and dose-response relationships. **Journal of Applied Physiology**, [S. l.], v. 115, n. 3, p. 325–336, 2013.

YOKOYAMA, Y. *et al.* Vegeterian diets and blood pressure: a meta-analysis. *Journal of the American Medical Association internal medicine.* v. 174, n. 4, p. 577-587, 2014.

APÊNDICES

APÊNDICE A – ARTIGO**Influência de uma dose de suco de beterraba na resposta pressórica a uma sessão de exercício**

PERIÓDICO: JOURNAL OF AMERICAN NUTRITION ASSOCIATION

ÁREA: NUTRIÇÃO

FATOR DE IMPACTO: 3.5

ISSN: 2769-7061 (VERSÃO IMPRESSA); 2769-707X (VERSÃO ONLINE)

Influência de uma dose de suco de beterraba na resposta pressórica a uma sessão de exercício

Ana Paula Pereira da Silva^{a*} Alexandre Sérgio Silva^b.

^APrograma de pós graduação em ciências da Nutrição, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil; ^b, Programa de pós graduação em ciências da Nutrição , João Pessoa, Brasil.

Influência de uma dose de suco de beterraba na resposta pressórica a uma sessão de exercício

RESUMO

OBJETIVO: deste estudo foi verificar a influência de uma ingestão de suco de beterraba pré exercício na prevalência, magnitude e duração da HPE em uma amostra de hipertensos. **METODOLOGIA:** 28 hipertensos de meia idade participaram da pesquisa, os voluntários participaram de três sessões: duas sessões experimentais com ingestão de 140 ml de suco de beterraba rica em 800 mg nitrato (BET+EXER) ou 140mL de bebida controle pobre em nitrato (BC+EXER) além da realização de uma sessão de exercício físico aeróbico por meio de um teste de esteira. E uma sessão controle sem a realização do exercício físico aeróbico e sem a ingestão da bebida (CON). A PA foi verificada nos primeiros 60 minutos pós exercício. Foi realizada análise de nitrito plasmático, malondialdeído, capacidade antioxidante total. A análise estatística dos dados foi feita pelo teste ANOVA two-way para medidas repetidas, pelo Jamovi versão 1.6.1.

RESULTADOS: A concentração de nitrito plasmático aumentou de forma significativa 24,16% duas horas após a ingestão do suco de beterraba e após a realização do exercício físico ocorreu um novo aumento significativo de 16,3%. Foi observado HPE na interação tempo aos 20 minutos e aos 50 minutos para a PAS e para a PAD foi observado uma redução nos minutos: 10, 30 e aos 50 minutos em relação aos valores basais no protocolo BET+EXER o mesmo não foi observado nos demais protocolos. Na interação tempo versus grupo foi observado uma redução significativa na PAS aos 20 e aos 50 minutos no protocolo do suco de beterraba + exercício quando comparada a sessão BC+EXER. O mesmo não observado nos valores de PAD.

CONCLUSÃO: A ingestão do suco de beterraba foi capaz de gerar aumento do nitrito plasmático em indivíduos hipertensos, e sua ingestão prévia de uma dose de suco de beterraba desencadeou o fenômeno da HPE.

Palavras chaves: Hipotensão pós exercício; Nitrito; Hipertensão.

Introdução

A hipertensão é uma doença crônica que atinge cerca de 1,3 milhões de pessoas em todo o mundo, sendo responsável por 8,5 milhões de mortes por doenças cardíacas, acidente vascular cerebral, doenças renais e entre outras doenças coronarianas (1,2). Dentre as ações para minimizar estes desfechos, medidas anti-hipertensivas eficazes devem ser uma prioridade (3).

O tratamento para indivíduos hipertensos envolve mudanças no estilo de vida como redução do peso, diminuição do consumo de sódio, abordagens dietéticas, consumo de álcool moderado e a realização de exercício aeróbico (4). Tais mudanças, promovem reduções adicionais na redução da PA em indivíduos tratados farmacologicamente, promovendo redução substancial no número e dose de medicamentos anti-hipertensivos (5). Embora sejam necessárias algumas semanas para que a maioria das intervenções não farmacológicas surtam efeito, uma única sessão de exercício físico e uma única dose de beterraba se notaram por promoverem efeito hipotensor logo nos primeiros minutos ou horas após administração. conforme revisões /metanálises Realizadas por Rivera et al (6) no qual observaram redução de 4,80 mmHg na PAS e de 3,19 na PAD após uma sessões únicas de exercício Ocampo et al (7) que observaram uma redução de 4,1 mmHg até 3,1 mmHg para a PAS e de 3 mmHg até 16,6 mmHg para PAD com doses de suco de beterraba que variavam de 300 a 500 mg.

Se por um lado a ocorrência da hipotensão pós exercício (HPE) é algo bem documentado, a duração desta HPE ainda é algo menos consensual (8). Quiin et al (9) observaram uma HPE sistólica até 4 horas após uma sessão exercício aeróbico. Pescatello et al (10) encontraram uma HPE ao longo de 9 horas pós exercício aeróbico de baixa intensidade. Carvalho et al (11) observaram uma redução da PA ambulatorial por 20 horas de exercício de esteira. Schimitt et al (12) observaram uma redução da PAS na primeira hora após exercício anaeróbico.

Do mesmo modo a duração do efeito hipotensor do suco de beterraba varia entre os estudos. Observou-se que a suplementação de suco de beterraba promoveu uma redução da PAS por 24 horas (13,14). Raubenheimer et al (15) observaram uma redução da PAS e PAD após 3 horas o consumo do suco de beterraba. Kukadia et al (16) observaram uma redução da PAS na primeira hora após o consumo do suco de beterraba, porém, esse efeito não foi observado na mensuração ambulatorial.

Enquanto um dos mecanismos associados a melhora da redução PA após o exercício físico é o aumento da liberação de Óxido Nítrico (NO), um potente vasodilatador, a redução da

pressão arterial pós consumo da beterraba é explicada pela rica disponibilidade de Nitrato (17), que se converte em nitrito no processo digestório aumenta a biodisponibilidade do NO.

Além da promover o aumento do NO, outro fator que concorre para a redução da PA após o exercício agudo é a diminuição da atividade do sistema nervoso simpático (18). Entretanto, poucos estudos retratam a atuação do consumo de uma dose única da beterraba na variabilidade da frequência cardíaca. Num destes poucos estudos, Bond et al (19) observaram uma redução da PAS acompanhado de aumento da VFC na PAS de repouso e durante o exercício físico de força precedida por suplementação de suco de beterraba. Já no estudo de Carrijo et al (20) não observaram alteração da Variabilidade da frequência cardíaca (VFC) após o consumo de diferentes doses de nitrato inorgânico, sendo, porém, a maior dose de 400 mg aeróbio.

Do mesmo modo, apenas dois estudos avaliaram o efeito hipotensor como resultado da associação de uma sessão de exercício com administração de beterraba. Bezerra et al (21) observaram redução da PAS ambulatorial de 5,3 mm Hg no período de 1 a 6 horas após uma sessão de exercício físico após suplementação 200 ml de suco de beterraba contendo 800 mg de nitrato, contra uma redução de apenas 3,8 mmHg com uma bebida controle. E no estudo de Amaral (17) observou-se redução da PAS em todos os momentos pós exercício em todas as sessões experimentais, porém não havendo diferenças entre o suco de beterraba ou a bebida controle.

O conjunto destes dados prévios nos permite levantar a hipótese de que associar uma dose de suco de beterraba antes a uma sessão de exercício físico pode promover um efeito sinérgico capaz de aumentar a magnitude e/ou a duração da HPE. Esta possibilidade aprimoraria o efeito de duas terapias não farmacológicas da hipertensão arterial, um fator importante para redução dos efeitos de morbidade e mortalidade promovidos pela hipertensão arterial no mundo. Então, o objetivo deste estudo foi verificar a influência de uma ingestão de suco de beterraba pré exercício na prevalência, magnitude e duração da HPE em uma amostra de hipertensos (homens, mulheres; meia idade, idosos), e determinar a participação do óxido nítrico e da VFC como possíveis mecanismos envolvidos.

Métodos

Tratou-se de um estudo clínico, randomizado, controlado por placebo. O estudo foi realizado com indivíduos diagnosticados com hipertensos grau I. O cálculo amostral foi feito

considerado um *effect size* de 0,54 conforme um estudo realizado por Bezerra *et al* (21). Adotando-se um erro alfa probabilístico de 5% e um poder amostral de 80%, obteve-se um tamanho amostral de 23 participantes. Foram incluídos na pesquisa com hipertensos com idade entre 40 a 60 anos, que estivessem em uso de medicamentos anti-hipertensivos, não fossem tabagista, não possuíssem o hábito de consumir beterraba e fossem apto a realizar um protocolo de exercício físico. Foram excluídos aqueles que não finalizaram todos os procedimentos experimentais, relataram algum desconforto gástrico após o consumo das bebidas experimental ou placebo ou realizaram alguma modificação na medicação, dieta e protocolo de exercício físico durante o período de experimento.

Este projeto foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba sob o número 4.618.273 (ANEXO A). A pesquisa prezou pelos princípios éticos da Resolução nº466/12 do Conselho Nacional de Saúde. O estudo foi iniciado apenas após o parecer favorável do Comitê de Ética. Todos os voluntários da pesquisa deverão ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

Desenho do estudo

Conforme apresentado na figura 1 (PAINEL A), o estudo foi realizado com três sessões experimentais, sendo uma Controle sem exercício e sem ingestão de bebida (CON) (PAINEL B), outra com ingestão de Suco de beterraba 2 horas antes de uma sessão exercício (BET+EXER), e a terceira com ingestão de uma Bebida Controle 2 antes de uma mesma sessão de exercício (BC+EXER). A PA foi verificada antes do exercício, logo após o exercício e a cada 10 minutos na primeira hora após o exercício de esteira de forma clínica. Coletas sanguíneas foram realizadas em jejum, pré-exercício (PrEX) e logo após o exercício (PsEX) para verificar as concentrações séricas de nitrito, malondialdeído, capacidade antioxidante total, colesterol total e suas frações e triglicerídeos.

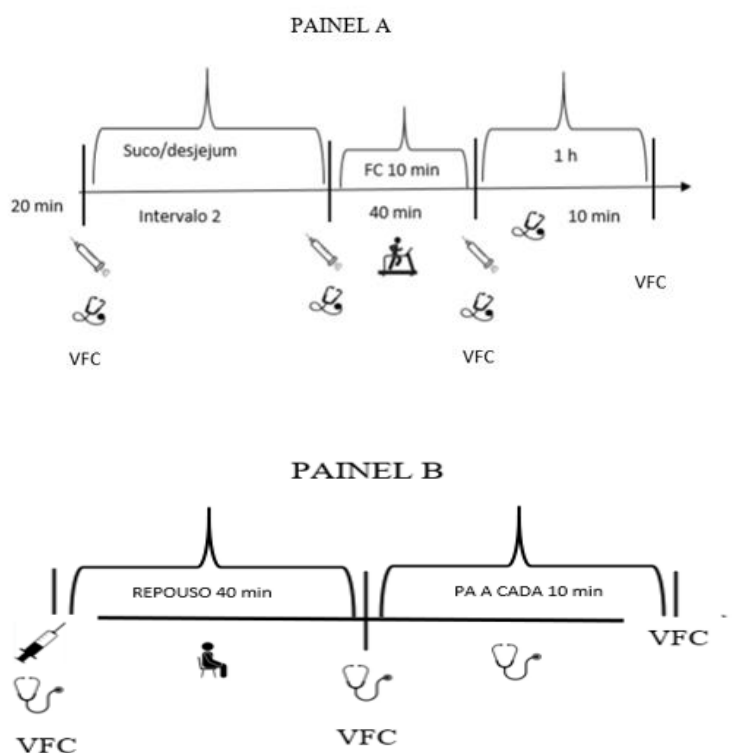


FIGURA 1 – Desenho do estudo das sessões experimentais (PAINEL A) e sessão controle (PAINEL B). VFC – Variabilidade da frequência cardíaca; REC24h - Recordatório de 24 horas; h- Horas.

Procedimentos pré experimentais

Foi realizado uma avaliação nutricional com recordatório de 24 horas em todos os procedimentos e avaliação antropométrica como peso, altura e circunferência da cintura no primeiro procedimento. Também foi solicitado aos voluntários que evitassem o consumo de cafeína, álcool e exercícios 48 horas antes da sessão experimental visto evitar alterações nos valores pressóricos. E que não consumissem suplementos e alimentos ricos em nitratos 7 dias antes das sessões experimentais afim de que não haja interferência do nitrato dietético no efeito do suco de beterraba com a entrega de uma lista com os principais alimentos ricos em nitrato e cafeína.

Protocolo do suco de beterraba e suco controle

O suco de beterraba foi uma bebida industrializada rica em 800 mg de nitrato (*Beet It Sport, James White Drinks, Ipswich, Reino Unido*), composta por 98% de suco de beterraba concentrado e 2% de suco de limão. A dose consumida foi de 140 ml; essa dose é baseada em um estudo realizado por Wylie et al. (22) que verificou que 140 ml de suco de beterraba concentrada promovia aumento do nitrito plasmático entre 2 a 3 horas após o consumo. A bebida controle consistiu em um suco de uva (*Kapo, Del Valle, Brasil*), isovolumétrica, (5,4mg de nitrato na porção) (21).

Protocolo do Exercício

Os participantes foram instruídos a realizar uma caminhada/corrida em uma esteira ergométrica por 40 minutos com intensidade de pelo menos 60% da frequência cardíaca máxima de reserva (23). A frequência cardíaca foi medida por meio de um cardiofrequencímetro (Polar Electro Oy, Kempele, Finland) a cada 10 minutos. Concomitantemente, foi aplicada uma escala de Borg (1982) para verificação da percepção de esforço subjetivo, que deveria ficar entre 11 e 14. Após determinação da velocidade da esteira de forma compatível com 60 % da frequência cardíaca máxima de reserva, a velocidade seria ajustada caso algum participante reportasse percepção de esforço fora da zona entre 11 a 14.

Variabilidade Da Frequência Cardíaca

Para o registro dos intervalos RR para cálculo da VFC, os voluntários foram instrumentalizados com uma cinta torácica equipada com transmissor de frequência cardíaca Bluetooth® (Polar H10, Polar Electro Oy, Kempele, Finlândia) (24), acoplado ao aplicativo

HRV Expert by CardioMood® (CardioMood, Moscou, Rússia), previamente validado em comparação com um EGG, onde foi obtido um $R=0,99$ (24).

O registro dos intervalos RR, foram realizados por um período de 2 minutos, com respiração espontânea, sendo aferidos antes do exercício, após 20 minutos de repouso em posição sentada, logo após a sessão de exercício e uma hora após o exercício.

No domínio do tempo, adotamos frequência cardíaca (FC), média do tempo entre os intervalos RR (MeanRR), o desvio padrão dos intervalos RR (SDNN), a raiz quadrada média das diferenças sucessivas entre os intervalos RR (rMSSD) e a porcentagem de intervalos NN sucessivos diferentes em mais de 50 ms (pNN50). No domínio da frequência, consideramos: potência de baixa frequência (LF), potência de alta frequência (HF) e a relação LF/HF considerada um indicador de equilíbrio simpátovagal.

Coletas de Sangue

Foi coletado 10 ml de sangue venoso por um profissional habilitado. A amostra sfoi levada a um tubo e centrifugada a 3000 rpm por 15 minutos e armazenada a -20°C até a análise. A análise do nitrito plasmático foi realizada segundo em Green et al (25) foi utilizado 5% de ácido fosfórico, 1% sulfanilamida em ácido fosfórico a 5% N-(1-Naphtyl)-ethylenediamine dihydrochloride (NEED) a 1% junto com água destilada. Em seguida, foi adicionado 500ul do reagente de Griees a 500 ml do plasma. A amostra com o reagente ficou 10 minutos em um espectrofotômetro para medida da absorbância, utilizando um comprimento de ondas de 532 nm. Os dados da concentração de nitrito foram extrapolados em uma curva padrão de NANO_2 e expressos em micromoles. A análise da capacidade antioxidante total foi realizada conforme estudo descrito em Brand-Williams et al (26) e a atividade oxidante foi quantificada conforme método descrito em Ohkawa et al (27) por meio da reação do ácido tiobarbitúrico (TBARS) com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos.

Adicionalmente, para caracterizar o perfil metabólico dos participantes, os níveis de colesterol total, Lipoproteínas de baixas densidade (LDL), Lipoproteínas de alta densidade (HDL), triglicerídeos foram verificadas através da amostra de soro, utilizando kits comerciais da marca Labtest (Minas Gerais, Brasil), e em analisador automático da Labmax 240 premium (Lagoa Santa-MG, Brasil).

Análise estatística

Os dados foram expressos como média e desvio padrão. A normalidade foi realizada por meio do teste Shapiro Wilk, a homogeneidade por teste Levene, teste ANOVA para two-way para medidas repetidas ou ANOVA one-way conforme o caso, com o teste post hoc de tukey. As análises foram realizadas por meio do software Jamovi, versão 1.6.1, adotando nível de significância de $p < 0,05$.

RESULTADOS

Vinte e oito participantes com idade média de $51,9 \pm 7,38$ (5 homens e 23 mulheres) finalizaram o estudo. Como pode ser notado na tabela 1, 82,15% faziam monoterapia farmacológica e 17,85% usavam dois medicamentos. Também pode ser observado que os participantes apresentavam valores pressóricos médios compatíveis com hipertensão controlada, mas haviam participantes com valores de pressão sistólica acima de 140 mmHg (14,2%) e 159 mmHg (3,57%). Os valores pressóricos no início das três condições experimentais se mostravam-se estatisticamente similares entre si. Esta similaridade estatística foi notada também para os valores de MDA, CAT e NO.

Tabela 1- Características basais dos voluntários e os principais anti-hipertensivos utilizados (n=28).

VARIÁVEIS	MÉDIA E DESVIO PADRÃO			
IDADE	51,9 $\pm$ 7,38			
IMC (Kg/m ²)	31,4 $\pm$ 6,29			
CHOL total	236 $\pm$ 38,2			
HDL-c	58,2 $\pm$ 14,2			
LDL-c	154 $\pm$ 34,8			
TG	116 $\pm$ 36,9			
Anti-hipertensivos utilizados		N		
Bloqueadores dos receptores AT1 da angiotensina II		18		
Siuréticos		4		
Setabloqueadores de ação central		2		
Simpatolíticos		1		
Bloqueador do canal de cálcio		4		
Inibidor da enzima conversora de angiotensina		3		
	BET+EXER	BC+EXER	CON	P
PASrep mmHg	124 $\pm$ 16,3mmHg	125 $\pm$ 17mmhg	124 $\pm$ 14,6mmHg	0,95
PADrep mmHg	82,6 $\pm$ 8,53mmHg	83,4 $\pm$ 9,99mmHg	78,4 $\pm$ 9,24mmHg	0,108
FCrep bpm	73,4 $\pm$ 7,67bpm	72,2 $\pm$ 9,6bpm	70,6 $\pm$ 8,61bpm	0,26
MDA	3,29 $\pm$ 0,58	3,38 $\pm$ 0,81	3,32 $\pm$ 0,84	0,89
CAT	31,1 $\pm$ 20	37,2 $\pm$ 21,7	35,1 $\pm$ 23	0,38
NO2 μ M	36 $\pm$ 24,7 μ M	35 $\pm$ 23,4 μ M	34,3 $\pm$ 23,9 μ M	0,97

Dados são média e desvio padrão da média. PASrep – Pressão arterial sistólica em repouso; PADrep – Pressão arterial diastólica em repouso; FCrep – Frequência cardíaca em repouso; CAT – Capacidade antioxidante total; MDA – Malondialdeído; NO2 – Nitrito plasmático; BET + EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco de beterraba + exercício; BC + EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco placebo + exercício; CON – Sessão controle. IMC – Índice de massa corporal; FCmax – Frequência cardíaca máxima. Não existe diferença estatística entre os procedimentos para $p < 0,05$ (ANOVA one-way).

O comportamento da frequência cardíaca durante o exercício e a percepção subjetiva de esforço (PSE) estão representados na figura 2. Os participantes atingiram 60% da FCmáx somente a partir dos 30 minutos de exercício, e a intensidade continuou aumentando de modo que eles terminaram o exercício com FC de 67% da FCmáx. Este comportamento foi estatisticamente similar nas duas sessões de exercício. Enquanto isso, a percepção subjetiva de

esforço iniciou com $9,54 \pm 2,01$, atingiu $11,5 \pm 12$ aos 20 minutos e finalizaram o exercício com $13,1 \pm 14$ sem diferenças entre as duas sessões de exercício.

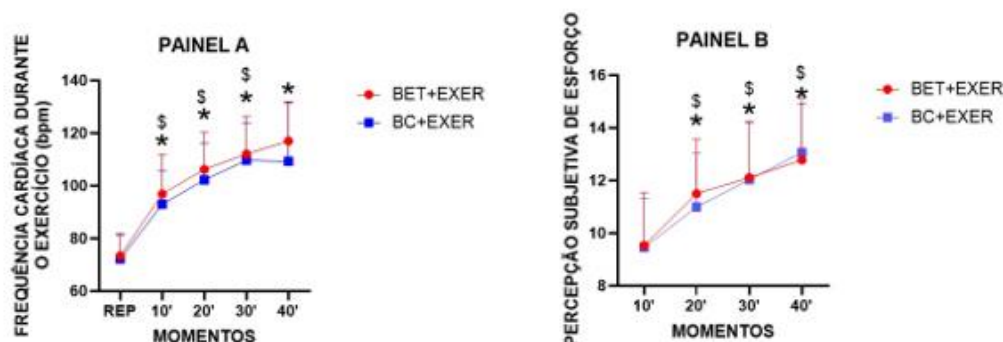


FIGURA 2- Comportamento da frequência cardíaca Durante o exercício (PAINEL A) e percepção subjetiva do esforço durante o exercício (PAINEL B). Dados são média e desvio padrão da média. BET+EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco de beterraba + exercício; BC + EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco placebo + exercício; (*) - indica diferença em relação ao basal; (\$) - Indica diferença em relação aos valores anteriores. (ANOVA two-way)

Na Figura 4, pode ser observado o efeito da ingestão de beterraba sobre o nitrito plasmático. Duas horas após o ingestão do suco, a concentração de nitrito apresentou um aumento significativo na interação tempo de 24,16% em relação ao momento basal ($36 \pm 32 \mu\text{M}$; $44,7 \pm 24,7 \mu\text{M}$) enquanto na sessão com ingestão da bebida controle não houve aumento do nitrito plasmático em relação ao momento basal ($p=0,91$). A análise da interação tempo x grupo confirmou o aumento significativo do nitrito em resposta ao ingestão do suco de beterraba ($p=0,014$).

A resposta pressórica pós exercício está apresentada na figura 3. Comparado com a sessão controle, o procedimento BC+EXER resultou em um comportamento da pressão sistólica muito similar, com os valores pressóricos de BC+EXER variando de $125 \pm 17 \text{ mmHg}$ no pré-exercício para um menor valor de $123 \pm 18,3 \text{ mmHg}$ aos 60 de recuperação pós

exercício, assim como, $124 \pm 14,6$ mmHg no momento equivalente ao pré-exercício da sessão controle para 122 ± 17 mmHg no momento equivalente aos 60 minutos pós exercício, sem nenhuma diferença estatística nem na interação tempo, nem na interação tempo x grupo. Enquanto isso, os valores de pressão arterial no procedimento BET+EXR foram visivelmente menores, partindo de $124 \pm 16,3$ mmHg no repouso pré exercício, atingindo valor significativamente menor na interação tempo de para $115 \pm 13,4$ mmHg ($p=0,042$) logo aos 20 minutos e permanecendo significativamente mais baixo ($113 \pm 12,2$ mmHg); ($p=0,002$) aos 50 minutos do período de recuperação pós exercício. Além destas diferenças notadas na interação tempo, foi notada também diferença na interação grupo ($p=0,0013$) e na interação tempo versus grupo ($p<0,001$). Na interação tempo versus grupo, observou-se que o valor da PAS foi significativamente menor no procedimento BET+EXER comparado ao procedimento BC+EXER aos 20 minutos ($p=0,036$) e aos 50 minutos pós exercício ($p=0,031$) (PAINEL A).

Os valores absolutos da pressão arterial diastólica estão representados no PAINEL B da figura 3. Não foi observado diferenças significativas da PAD tanto no procedimento BC+EXER quanto na CON, com os valores de BC variando de $83,4 \pm 9,99$ mmHg no pré exercício para um menor valor de $81,4 \pm 9,92$ mmHg aos 60 minutos pós exercício, já os valores do procedimento CON partindo de $78,4 \pm 9,24$ mmHg no momento equivalente ao que seria o valor pré exercício para um menor valor de $69 \pm 8,61$ mmHg aos 60 minutos pós exercício. Enquanto isso, os valores da pressão arterial diastólica na sessão BET+ EXER foram visivelmente menores, partindo de $82,6 \pm 8,53$ mmHg no momento pré exercício para um menor valor de $76,9 \pm 6,55$ mmHg ($p=0,006$) logo aos 10 minutos pós exercício e permanecendo significativamente mais baixo aos 30 minutos ($78,3 \pm 9,67$ mmHg), ($p=0,014$) e aos 50 minutos pós exercício ($77,6 \pm 7,58$ mmHg), ($p=0,004$). Na análise tempo versus grupo não foi observado diferença significativa em nenhum dos procedimentos.

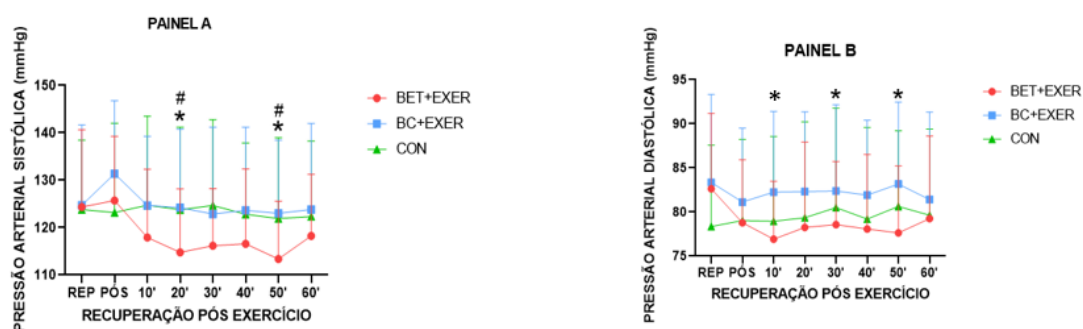


FIGURA 3 – Resposta hipotensora sistólica (PAINEL A) e Resposta hipotensora diastólica (PAINEL B) na primeira hora pós exercício. Dados são a média e desvio padrão da média. REP – Repouso; BET+EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco de beterraba + exercício; BC + EXER – sessão do consumo de uma única dose de bebida controle + exercício. D; (*) - indica diferença ($P < 0,05$) em relação ao basal; (#) – indica diferença entre os grupos. (ANOVA two-way).

A sessão de exercício promoveu novo aumento adicional do nitrito plasmático, na sessão BET+EX (figura 4), que já havia aumentado 24,16% desde a ingestão do suco até o início do exercício e sofreu um novo aumento significativo de 16,33% ($52 \pm 36,6 \mu\text{M}$ versus $44,7 \pm 24,7 \mu\text{M}$); ($p = 0,048$). os valores após o exercício estavam significativamente maiores em relação ao momento antes da ingestão do suco ($52 \pm 36,6 \mu\text{M}$ versus $36 \pm 32 \mu\text{M}$), acréscimo de 44,4% ($p < 0,001$). Enquanto isso, não foram observadas diferenças na interação tempo para o procedimento BC+EXER, com os valores variando de $35 \pm 16,4 \mu\text{M}$ no pré exercício para $41 \pm 12,2 \mu\text{M}$ no pós exercício. Apesar de no final da sessão BET+EXER ter sido 21% maior do que na sessão BC+EXER ($52 \pm 36,6$ versus $41,1 \pm 21,7 \mu\text{M}$) respectivamente, não foi notada diferença na interação tempo versus grupo ($P < 0,46$).

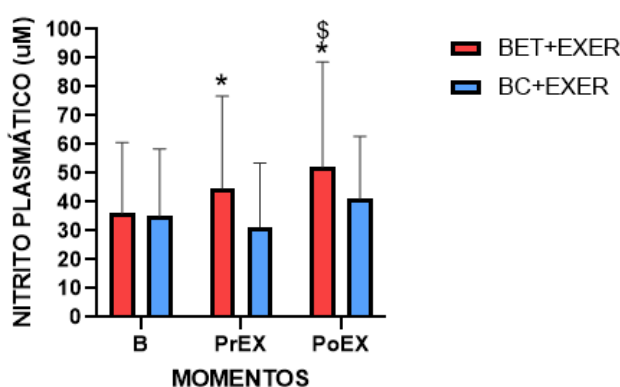


Figura 4 – Concentrações de nitrito plasmático 2 horas após a ingestão das bebidas experimentais (PrEX) e ao final da sessão de exercício (PoEX) Dados são média desvio padrão da média. B – Basal; BET+EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco de beterraba + exercício; BC + EXER – sessão do consumo de uma única dose de bebida controle +

exercício; (*) - indica diferença intra grupo na interação tempo ($P < 0,05$) em relação ao basal; (\$) - Indica diferença intra grupo na interação tempo em relação aos valores anteriores (ANOVA two-way).

Os valores da capacidade antioxidante total e Malondialdeído estão expressos na figura 5. Para estas duas variáveis não foram notadas diferenças significativas entre os valores basal, pré-exercício (2h após a bebida) e pós exercício, assim como não foram vistas diferenças entre os mesmos momentos no procedimento experimental e controle. Isto indica que nem suco de beterraba nem a sessão de exercício promovem alteração no balanço redox.

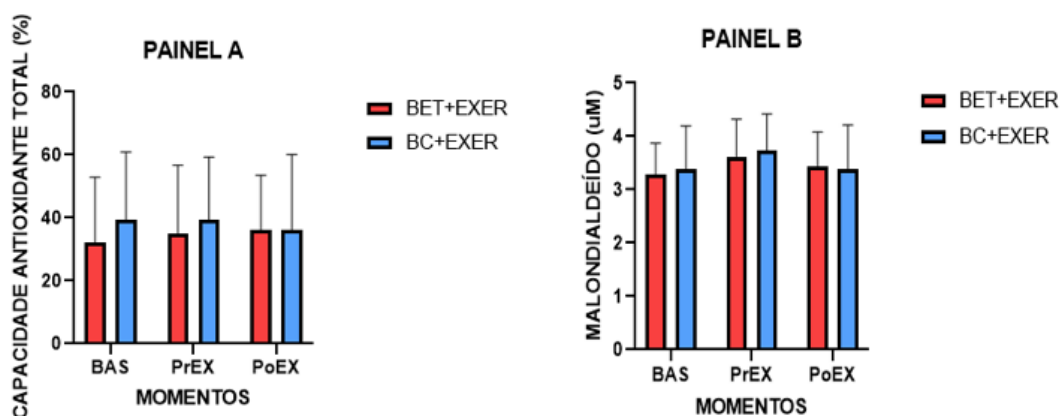


FIGURA 5 – Valores plasmáticos da Capacidade antioxidante total (PAINEL A) e Malondialdeído (PAINEL B). Dados são média e desvio padrão da média. B – Basal; PrEX- Pré exercício- 2 horas após a ingestão da bebida; PoEX – Pós exercício BET+EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco de beterraba + exercício; BC + EXER – sessão do consumo de uma única dose de bebida controle + exercício; (*) - indica diferença ($P < 0,05$) em relação ao basal (ANOVA two-way).

Os valores da variabilidade da frequência cardíaca estão apresentados na figura 6. Em relação aos valores do domínio do tempo: SDNN (PAINEL A), RMSSD (PAINEL B) E PNN50 (PAINEL C), não foi observado diferenças significativas entre os valores pós e final quando comparado ao basal, também, não foi observado diferenças entre os grupos BET+EXER, BC+EXER e CON. No domínio da frequência, HF (PAINEL D); LF (PAINEL E) E LF/HF (PAINEL F) também foi observado diferenças significativas entre os valores pós e final quando comparado ao basal, e entre os grupos BET+EXER, BC+EXER e CON.

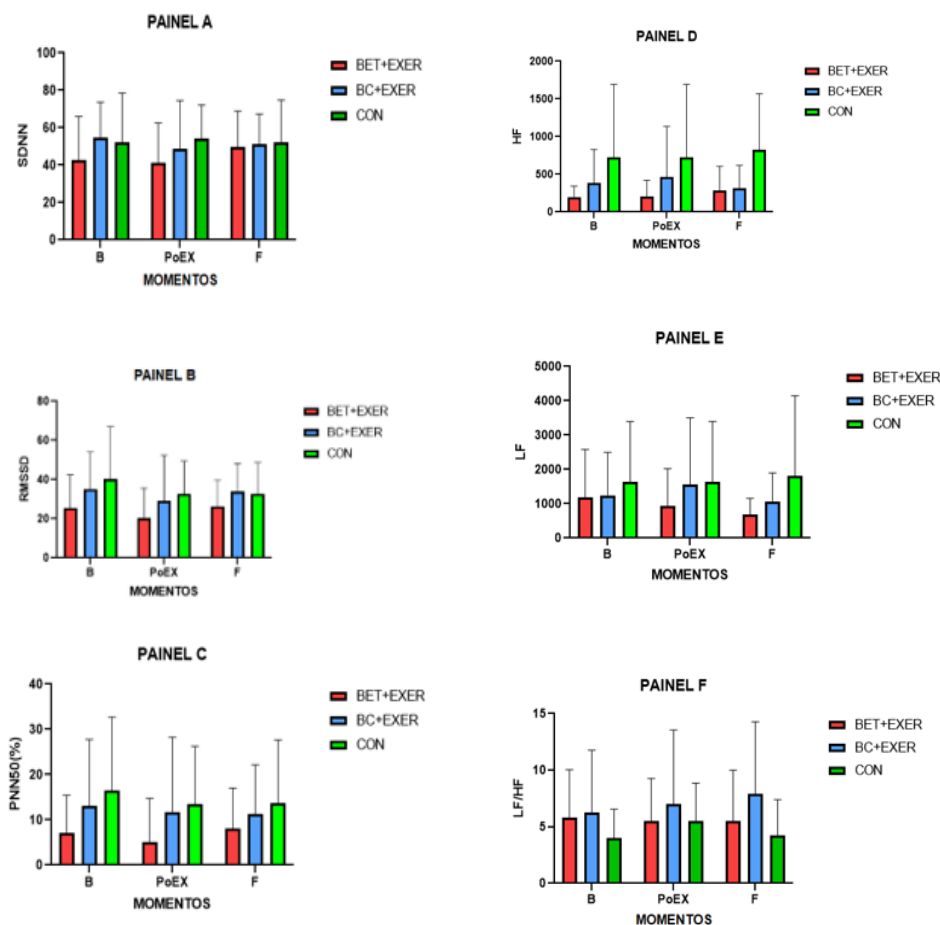


Figura 6 - Análise de Domínio do Tempo e da frequência na recuperação pós exercício. Dados são média e desvio padrão da média. SDNN - Desvio padrão de todos os intervalos RR normais; RMSSD - raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos RR normais adjacentes; PNN50 - Percentual de intervalos RR normais; I – Inicial; PÓS/EX – Pós exercício. HF - Componente de alta frequência (*High Frequency*); LF - Componente de baixa frequência (*Low Frequency*); LF/HF - alterações absolutas e relativas entre os componentes simpáticos e parassimpáticos do SNA; B– Basal PoEX – Pós exercício; F- Final. Não existe diferença estatística entre os procedimentos para $p < 0,05$ (ANOVA one-way).

DISCUSSÃO

O presente estudo demonstrou que a ingestão de suco de beterraba aumentou significativamente os níveis de nitrito, indicando a eficácia do protocolo de suplementação. Esta elevação na biodisponibilidade de nitrito é crucial, pois este composto é um precursor do óxido

nítrico (NO), uma molécula que desempenha um papel vital na vasodilatação e na regulação da pressão arterial (28). Embora uma única sessão de exercício físico não tenha sido capaz de promover hipotensão pós-exercício (HPE) em indivíduos hipertensos, a ingestão prévia de uma dose de suco de beterraba desencadeou o fenômeno da HPE.

A ausência de HPE observada na sessão de exercício sem a ingestão prévia de suco de beterraba é um achado relevante. Diversas metanálises apontam que a HPE é uma resposta comum após sessões de exercício aeróbio. Uma metanálise realizada por Cao et al (29) analisou 14 estudos e concluiu que o exercício aeróbio frequentemente resulta em uma redução significativa da pressão arterial, com uma diminuição média de 12,26 mmHg na pressão arterial sistólica e de -6,12 mmHg na pressão arterial diastólica. Da mesma forma, uma revisão sistemática e metanálise conduzida por Pedralli et al. (30) revelou que a HPE é um fenômeno amplamente observado após o exercício aeróbio. No entanto, nem todos os estudos corroboram esses achados; algumas investigações não identificaram uma redução significativa da pressão arterial após o exercício. Por exemplo, um estudo conduzido por Matias (31) não encontraram uma diminuição significativa na pressão arterial após o exercício físico em indivíduos com hipertensão. Esta variabilidade sugere que, embora a HPE seja um fenômeno real, sua robustez e magnitude podem variar conforme diferentes condições e populações estudadas.

O principal achado deste estudo é que a beterraba foi capaz de promover HPE em uma condição de exercício que, isoladamente, não foi suficiente para induzir este efeito. Estudos prévios sobre a combinação de beterraba e exercício na promoção da HPE apresentam resultados mistos. Bezerra et al. (21) investigaram o efeito da suplementação aguda de nitrato na pressão arterial pós-exercício em homens obesos e relataram uma redução significativa da pressão arterial ambulatorial após a ingestão de beterraba. No entanto, Amaral et al. (17) não encontraram mudanças significativas na resposta da pressão arterial mediada por exercício aeróbio em mulheres hipertensas pós-menopáusicas após uma única dose de suco de beterraba. Estes estudos, quando comparados com os dados do presente estudo, ressaltam a controvérsia existente sobre a eficácia da beterraba em promover HPE, evidenciando que a combinação de fatores como características do exercício, dose de beterraba e características individuais pode influenciar os resultados. O presente estudo, ao corroborar a eficácia da beterraba na promoção da HPE, adiciona evidências importantes a esta controvérsia, sugerindo um efeito positivo consistente da beterraba na redução da pressão arterial pós-exercício.

Os dados deste estudo sublinham a importância de um tratamento multiterapêutico para a hipertensão arterial. As sociedades médicas, incluindo a American College of Cardiology

(ACC), a American Heart Association (AHA) e a American Society of Hypertension (ASH), defendem que uma abordagem multidisciplinar é mais eficaz no controle da hipertensão (32). O presente estudo demonstra a importância da integração de uma ou mais intervenções como abordagens nutricionais, farmacológicas, psicológicas as tornam mais eficaz. No caso do presente estudo, o suco de beterraba aprimora a resposta hipotensora ao exercício de que a combinação de fatores nutricionais (como a ingestão de suco de beterraba) e exercício físico aprimora a resposta hipotensiva, reforçando a necessidade de estratégias de tratamento integradas.

Os mecanismos comuns entre o exercício e a beterraba poderiam explicar a melhora na resposta hipotensora. Aumento da produção de óxido nítrico, que pode ser avaliada por meio do aumento de nitrato plasmático é um mecanismo comum, visto que tanto o exercício quanto a beterraba são conhecidos por aumentar a produção de NO (28,33). Os maiores valores de nitrato observados antes do exercício (após 2 horas da ingestão do suco de beterraba) confirmam a eficácia do protocolo de suplementação, conforme demonstrado em estudos anteriores que investigaram apenas a ingestão de beterraba (28,14). No pós-exercício, houve um novo aumento dos níveis de nitrito apenas na sessão com consumo de beterraba, com diferença estatística intragrupo na interação tempo o que pode explicar a desencadeamento da hipotensão pós exercício nessa sessão; embora não tenha havido diferença significativa na interação tempo versus grupo, isto pode indicar que outros mecanismos podem estar envolvidos.

A hipótese de que o balanço redox poderia ser um mecanismo compartilhado entre exercício e beterraba para promover a hipotensão sugere que ambos os fatores influenciam a pressão arterial através da modulação do estresse oxidativo e dos antioxidantes endógenos. Estudos anteriores demonstraram que o exercício regular e o consumo de beterraba, que é rica em nitratos, podem melhorar o equilíbrio redox e, conseqüentemente, a função vascular (33,34). No entanto, os dados do presente estudo não confirmaram essa perspectiva.

O exercício físico é conhecido por promover uma redução na atividade simpática e um aumento na atividade parassimpática (33) fatores que contribuem para a redução da pressão arterial. Contudo, o presente estudo não confirmou essa relação. Uma possível explicação é que o efeito do exercício sobre o equilíbrio simpátovagal é crônico e se desenvolve após várias semanas de treinamento, e não após uma única sessão de exercício. Portanto, é possível que a duração e a intensidade do exercício realizados no presente estudo não tenham sido suficientes para provocar as mudanças esperadas no equilíbrio simpático e parassimpático.

As implicações práticas deste estudo trazem uma nova abordagem para a prescrição do exercício para tratamento da hipertensão. Até o momento, o exercício isolado tem sido a recordação das diretrizes (32). Os dados deste estudo suportam a proposta de que a recomendação do treinamento físico pode ser “enriquecida” com a orientação para uma medida nutricional capaz de promover aumento da eficácia do treinamento físico.

Conclusão

Em síntese, o consumo de suco de beterraba 2 horas antes do exercício parece aumentar o potencial do exercício em produzir NO, sugerindo que este mecanismo compartilhado é o principal responsável pelos resultados observados. Este estudo não apenas adiciona evidências à literatura existente sobre a eficácia da beterraba na promoção da HPE, mas também destaca a importância de abordagens multiterapêuticas no tratamento da hipertensão.

Referências

1. Calas L, Subiros M, Ruello M, Hassani Y, Gabet A, Angue M, Pointeau O, Olié V, Grave C. Hypertension prevalence, awareness, treatment and control in 2019 in the adult population of Mayotte. *Eur J Public Health*. 2022;32(3):408-414. doi: [10.1093/eurpub/ckac015](https://doi.org/10.1093/eurpub/ckac015)
2. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957-980. doi: [10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1)
3. Mills KT, Stefanescu A, He J. The global epidemiology of hypertension. *Nat Rev Nephrol*. 2020 Apr;16(4):223-237. doi: [10.1038/s41581-019-0244-2](https://doi.org/10.1038/s41581-019-0244-2)
4. Brook RD, Appel LJ, Rubenfire M, Ogedegbe G, Bisognano JD, Elliott WJ, Fuchs FD, Hughes JW, Lackland DT, Staffileno BA, et al. Beyond medications and diet: alternative approaches to lowering blood pressure: a scientific statement from the

- american heart association. Hypertension. 2013;61(6):1360-83. doi: [10.1161/HYP.0b013e318293645f](https://doi.org/10.1161/HYP.0b013e318293645f)
5. Cuspidi C, Tadic M, Grassi G, Mancia G. Treatment of hypertension: The ESH/ESC guidelines recommendations. Pharmacol Res. 2018;128:315-321. doi: [10.1016/j.phrs.2017.10.003](https://doi.org/10.1016/j.phrs.2017.10.003).
 6. Carpio-Rivera E, Moncada-Jiménez J, Salazar-Rojas W, Solera-Herrera A. Acute Effects of Exercise on Blood Pressure: A Meta-Analytic Investigation. Arq Bras Cardiol. 2016;106(5):422-33. doi: [10.5935/abc.20160064](https://doi.org/10.5935/abc.20160064)
 7. Bonilla Ocampo DA, Paipilla AF, Marín E, Vargas-Molina S, Petro JL, Pérez-Idárraga A. Dietary Nitrate from Beetroot Juice for Hypertension: A Systematic Review. Biomolecules. 2018;8(4):1-12. doi: [10.3390/biom8040134](https://doi.org/10.3390/biom8040134)
 8. Brito LC, Fecchio RY, Peçanha T, Lima A, Halliwill J, Forjaz CLM. Recommendations in Post-exercise Hypotension: Concerns, Best Practices and Interpretation. Int J Sports Med. 2019;40(8):487-497. doi: [10.1055/a-0938-4415](https://doi.org/10.1055/a-0938-4415).
 9. Quinn TJ. Twenty-four hour, ambulatory blood pressure responses following acute exercise: impact of exercise intensity. J Hum Hypertens. 2000;14(9):547-53. doi: [10.1038/sj.jhh.1001106](https://doi.org/10.1038/sj.jhh.1001106).
 10. Pescatello LS, Guidry MA, Blanchard BE, Kerr A, Taylor AL, Johnson AN, Maresh CM, Rodriguez N, Thompson PD. Exercise intensity alters postexercise hypotension. J Hypertens. 2004;22(10):1881-8. doi: [10.1097/00004872-200410000-00009](https://doi.org/10.1097/00004872-200410000-00009).
 11. Carvalho RS, Pires CM, Junqueira GC, Freitas D, Marchi-Alves LM. Hypotensive response magnitude and duration in hypertensives: continuous and interval exercise. Arq Bras Cardiol. 2015;104(3):234-41. doi: [10.5935/abc.20140193](https://doi.org/10.5935/abc.20140193)
 12. Schimitt RP, O Carpes L, Domingues LB, Tanaka H, Fuchs SC, Ferrari R. Effects of a single bout of power exercise training on ambulatory blood pressure in older adults with

- hypertension: A randomized controlled crossover study. *Complement Ther Med*. 2020;54:102554. doi: [10.1016/j.ctim.2020.102554](https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102554)
13. Gosh, SM. Et al. Enhanced vasodilator activity of nitrite in hypertension. *Hypertension*, 2013; 61(5):1091-1102. Doi:
 14. Jajja A, Sutjarjoko A, Lara J, Rennie K, Brandt K, Qadir O, Siervo M. Beetroot supplementation lowers daily systolic blood pressure in older, overweight subjects. *Nutr Res*. 2014;34(10):868-75. doi: [10.1016/j.nutres.2014.09.007](https://doi.org/10.1016/j.nutres.2014.09.007)
 15. Raubenheimer K, Hickey D, Leveritt M, Fassett R, Ortiz de Zevallos Munoz J, Allen JD, Briskey D, Parker TJ, Kerr G, Peake JM, Pecheniuk NM, Neubauer O. Acute Effects of Nitrate-Rich Beetroot Juice on Blood Pressure, Hemostasis and Vascular Inflammation Markers in Healthy Older Adults: A Randomized, Placebo-Controlled Crossover Study. *Nutrients*. 2017;9(11):1270. doi: [10.3390/nu9111270](https://doi.org/10.3390/nu9111270)
 16. Kukadia S, Dehbi HM, Tillin T, Coady E, Chaturvedi N, Hughes AD. A Double-Blind Placebo-Controlled Crossover Study of the Effect of Beetroot Juice Containing Dietary Nitrate on Aortic and Brachial Blood Pressure Over 24 h. *Front Physiol*. 2019; 4;10:47. doi: [10.3389/fphys.2019.00047](https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00047)
 17. AmaraL AL, Mariano IM, Carrijo VHV, de Souza TCF, Batista JP, Mendonça AM, de Souza AV, Caixeta DC, Teixeira RR, Espindola FS, et al. A Single Dose of Beetroot Juice Does Not Change Blood Pressure Response Mediated by Acute Aerobic Exercise in Hypertensive Postmenopausal Women. *Nutrients*. 2019;11(6):p. 1-13, Doi: [10.3390/nu11061327](https://doi.org/10.3390/nu11061327)
 18. Farinatti P, Polito MD, Massafferri R, Monteiro WD, Vasconcelos D, Johnson BT, Pescatello LS. Postexercise hypotension due to resistance exercise is not mediated by autonomic control: A systematic review and meta-analysis. *Auton Neurosci*. 2021;234:102825. Doi: [10.1016/j.autneu.2021.102825](https://doi.org/10.1016/j.autneu.2021.102825).

19. Bond V, Curry BH, Adams RG, Asadi MS, Stancil KA, Millis RM, Haddad GE. Effects of Nitrate Supplementation on Cardiovascular and Autonomic Reactivity in African-American Females. *ISRN Physiol.* 2014;2014:676235. doi: [10.1155/2014/676235](https://doi.org/10.1155/2014/676235)
20. Carrijo VHV, Amaral AL, Mariano IM, de Souza TCF, Batista JP, de Oliveira EP, Puga GM. Beetroot juice intake with different amounts of nitrate does not change aerobic exercise-mediated responses in heart rate variability in hypertensive postmenopausal women: A randomized, crossover and double-blind study. *J Exerc Sci Fit.* 2021;19(2):104-110. doi: [10.1016/j.jesf.2020.12.001](https://doi.org/10.1016/j.jesf.2020.12.001)
21. Bezerra ÁDL, Costa EC, Pacheco DA, Souza DC, Farias-Junior LF, Ritti-Dia RM, Grigolo GB, de Bittencourt Júnior PIH, Krause M, Fayh APT. Effect of Acute Dietary Nitrate Supplementation on the Post-Exercise Ambulatory Blood Pressure in Obese Males: A Randomized, Controlled, Crossover Trial. *J Sports Sci.* 2019; 18(1):118-127. PMID: 30787659; PMCID: PMC6370953
22. Wylie LJ, Kelly J, Bailey SJ, Blackwell JR, Skiba PF, Winyard PG, Jeukendrup AE, Vanhatalo A, Jones AM. Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships. *J Appl Physiol* (1985). 2013 ;115(3):325-36. doi: [10.1152/japplfisiol.00372.2013](https://doi.org/10.1152/japplfisiol.00372.2013)
23. Karvonen MJ, Kentala E, Mustala O. The effects of training on heart rate; a longitudinal study. *Ann Med Exp Biol Fenn.* 1957;35(3):307-15. PMID: 13470504.
24. Pereira RA, Alves JLB, Silva JHDC, Costa MDS, Silva AS. Validity of a Smartphone Application and Chest Strap for Recording RR Intervals at Rest in Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(6):896-899. doi: [10.1123/ijsp.2019-0406](https://doi.org/10.1123/ijsp.2019-0406)
25. Green LC, Ruiz de Luzuriaga K, Wagner DA, Rand W, Istfan N, Young VR, Tannenbaum SR. Nitrate biosynthesis in man. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1981;78(12):7764-8. doi: 10.1073/pnas.78.12.7764.

26. Brand-williams, W, Muvelier, ME, Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. Food Science and Technology Lebensmittel-Wissenschaft & Technologie.1995;28(1):25-30. Doi: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
27. Ohkawa H, Ohishi N, Yagi K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. Anal Biochem. 1979;95(2):351-8. doi: [10.1016/0003-2697\(79\)90738-3](https://doi.org/10.1016/0003-2697(79)90738-3)
28. Kapil V, Khambata RS, Robertson A, Caulfield MJ, Ahluwalia A. Dietary nitrate provides sustained blood pressure lowering in hypertensive patients: a randomized, phase 2, double-blind, placebo-controlled study. 2015, 65(2) 320-327. Doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.114.04675
29. Cao, L., Li, X., Yan, P., Wang, X., Li, M., Li, R., Shi, X., Liu, X., & Yang, K. he effectiveness of aerobic exercise for hypertensive population: A systematic review and meta-analysis. Journal of clinical hypertension (Greenwich, Conn.), 21(7), 868–876. <https://doi.org/10.1111/jch.13583>
30. Pedralli, M. L., Marschner, R. A., Kollet, D. P., Neto, S. G., Eibel, B., Tanaka, H., & Lehnen, A. M. (2020). Different exercise training modalities produce similar endothelial function improvements in individuals with prehypertension or hypertension: a randomized clinical trial Exercise, endothelium and blood pressure. Scientific reports, 10(1), 7628. doi:10.1038/s41598-020-64365-x
31. Matias LAS, Mariano IM, Batista JP, de Souza TCF, Amaral AL, Dechichi JGC, de Lima Rodrigues M, Carrijo VHV, Cunha TM, Puga GM. Acute and chronic effects of combined exercise on ambulatory blood pressure and its variability in hypertensive postmenopausal women. Chin J Physiol. 2020 ;63(5):227-234. doi: [10.4103/CJP.CJP_61_20](https://doi.org/10.4103/CJP.CJP_61_20)

32. Whelton, P. K., Carey, R. M., Aronow, W. S., Casey, D. E., Collins, K. J., Dennison Himmelfarb, C., ... & Wright, J. T. (2018). 2017 ACC/AHA/AAPA/ABC/ACPM/AGS/APhA/ASH/ASPC/NMA/PCNA guideline for the prevention, detection, evaluation, and management of high blood pressure in adults: executive summary: a report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *Hypertension*, 71(6), 1269-1324.
33. Saavedra, María Javiera et al. "Exercise training to reduce sympathetic nerve activity in heart failure patients. A systematic review and meta-analysis." *Brazilian journal of physical therapy*. 22,2 (2018): 97-104. doi: 10.1016/j.bjpt.2017.06.014
34. Fejes R, Pilat N, Lutnik M, et al. Effects of increased nitrate intake from beetroot juice on blood markers of oxidative stress and inflammation in older adults with hypertension. *Free Radic Biol Med*. Published online July 5, 2024. doi:10.1016/j.freeradbiomed.2024.07.004

APÊNDICE C - Dados adicionais

As respostas pressóricas ambulatoriais estão expressas na Figura 4. Não foi observado HPE na PAS ambulatorial em nenhum dos protocolos experimentais (PAINEL A – DIURNO, PAINEL B – NOTURNO) indicando que o possível efeito hipotensor da ingestão do suco de beterraba previamente a uma sessão de exercício físico possui efeitos apenas na primeira hora pós exercício. Do mesmo modo, os não foi observado HPE nos valores ambulatoriais da PAD em nenhum período após o exercício (PAINEL C - DIURNO e PAINEL D- NOTURNO).

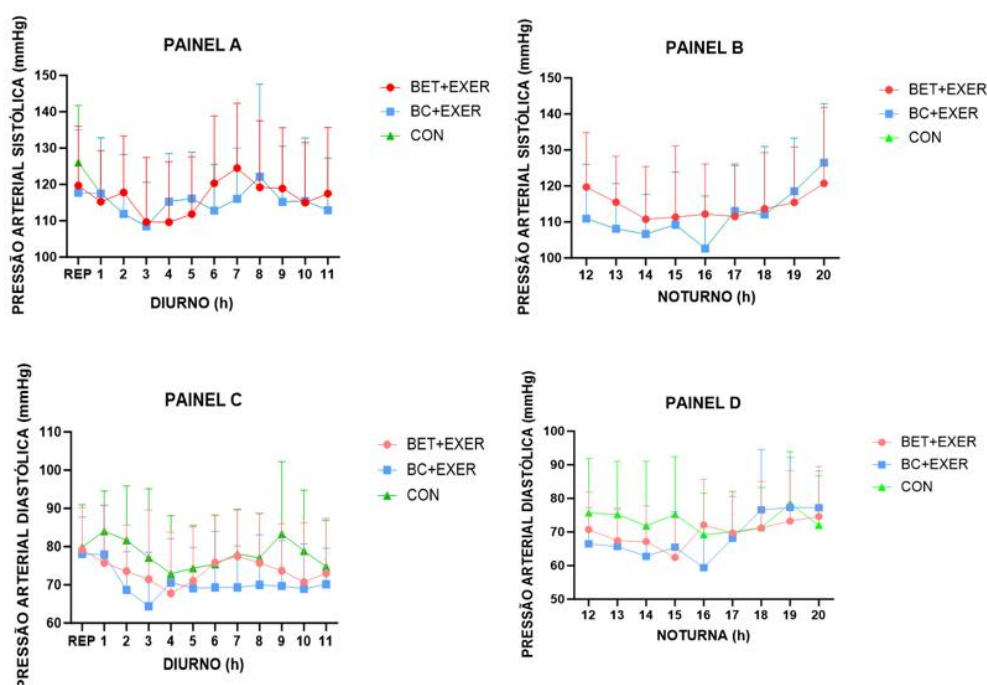


FIGURA 4 - Comportamento da Pressão arterial sistólica ambulatorial (PAINEL A e PAINEL B) e pressão diastólica ambulatorial (PAINEL C e PAINEL D). Dados são médias e desvio padrão da média. REP – Repouso; PEX – Pós exercício; BET+EXER – sessão do consumo de uma única dose de suco de beterraba + exercício; BC + EXER – sessão do consumo de uma única dose de bebida controle + exercício; h – Horas. Não existe diferença estatística entre os procedimentos para $p < 0,05$ (ANOVA one-whay).

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
LABORATÓRIO DE ESTUDOS DO TREINAMENTO FÍSICO APLICADO AO
DESEMPENHO E À SAÚDE
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

Esta pesquisa é sobre o " **INFLUÊNCIA DE POLIMORFISMOS GENÉTICO E DA INGESTÃO DA SUCO DE BETERRBA NA OCORRÊNCIA, MAGNITUDE E DURAÇÃO DA HIPOTENSÃO PÓS EXERCÍCIO**" e está sendo desenvolvida por **Ana Paula Pereira da Silva**, aluna do Curso de Pós-Graduação em Ciências da Nutrição, sob orientação do professor **Dr. Alexandre Sérgio Silva**, da Universidade Federal da Paraíba - UFPB.

O objetivo desta pesquisa é avaliar como os polimorfismos genéticos explicam a responsividade da HPE e verificar se a beterraba melhora essa responsividade.

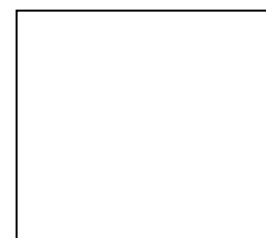
Solicitamos sua participação neste estudo, que consistirá em três procedimentos sendo dois experimentais com caminhada/corrida na esteira ergométrica onde será feita suplementação com 140 mL de suco de beterraba ou bebida controle 2 horas antes do exercício. E uma sessão controle sem exercício e sem consumo de bebida. Para participação no estudo será aplicado um questionário que verificará os critérios de inclusão. Será realizada então coleta dos dados pessoais e físicos (altura, peso, circunferência da cintura). No primeiro procedimento experimental, será realizada coleta de amostras de células bucais, para extração e genotipagem do DNA. Durante o exercício, a frequência cardíaca será medida a cada 10 minutos. A pressão arterial será medida antes do exercício, imediatamente após o exercício e a cada 10 minutos da primeira hora após exercício de forma clínica e pelas 24 horas seguintes por MAPA (Monitoração Ambulatorial da Pressão Arterial). As coletas sanguíneas serão realizadas em jejum, assim como antes e imediatamente após o exercício. Todos os procedimentos serão realizados no LETFADS, na UFPB.

Entre os possíveis riscos desse estudo estão dor durante ou após a coleta de sangue que tentará ser minimizada com a disponibilidade de aplicação de gelo no local da coleta, desconforto abdominal após o consumo do suco de beterraba e o mesmo poderá optar por não consumir mais a bebida e desconforto durante o exercício físico e o participante poderá parar a sessão de exercício quando achar necessário. Os benefícios desta pesquisa envolvem uma alternativa adjuvante, de baixo custo e risco, no tratamento da hipertensão arterial, baseada na realização de exercício físico e na ingestão de suco de beterraba. Adicionalmente, a pesquisa pode trazer benefícios individuais aos hipertensos, promovendo mudanças no estilo de vida (realização de atividade física) e possível redução no esquema de medicamentos utilizados. A identificação de polimorfismos genéticos na variabilidade da responsividade ao exercício físico, juntamente com uma intervenção nutricional possuem grande relevância técnico-científica e social.

Solicitamos sua participação nos procedimentos da pesquisa e sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos como também em revista científica. O sigilo absoluto e confidencialidade dos seus dados pessoais e proteção à sua imagem é garantida em todas as fases da pesquisa. Sua participação na pesquisa é voluntária, desse modo, caso decida não participar ou resolva desistir a qualquer momento do estudo não sofrerá nenhum dano. Caso necessite de esclarecimentos em qualquer etapa da pesquisa os pesquisadores estarão a sua disposição.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido (a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente que receberei uma cópia deste documento

Assinatura do (a) participante



Espaço para impressão
dactiloscópica

Assinatura da pesquisadora responsável

Caso necessite de maiores informações sobre o presente estudo, favor entrar em contato com a pesquisadora.

Pesquisadora responsável: Ana Paula Pereira da Silva

Endereço: Rua José Firmino Ferreira, Nº 700, AP 304, Bancários, João Pessoa-PB, CEP: 58053022

Celular/Whatsapp: (83) 996602357

E-mail: anapaulapereira57501@gmail.com

OU

Comitê de ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde:

Endereço: Campus I - Cidade Universitária, João Pessoa-PB, CEP:58.051-900

Telefone: (83)3216-7791

E-mail: comitedeetica@ccs.ufpb.br

APÊNDICE D – Recordatório de 24 horas.

Nome: _____ Idade: _____

Data: ____ / ____ / ____

Recordatório Alimentar de 24h

Refeição	Horário	Preparações/Alimentos	Medidas caseiras	Quantidades
Desjejum				
Colação				
Almoço				
Lanche				
Jantar				
Ceia				

APÊNDICE E– LISTA DE ALIMENTOS RICOS EM NITRATO E CAFEÍNA**ALIMENTOS RICOS E CAFEÍNA:**

1. Café;
2. Chá Preto;
3. Chá Verde;
4. Chá Mate;
5. Coca Cola;
6. Bebidas Eneéticas;
7. Chocolate.

ALIMENTOS RICOS EM NITRATO:

1. Vegetais folhosos verdes escuro (Alface, couve, rúcula, espinafre);
2. Repolho;
3. Agrião;
4. Beterraba;
5. Embutidos;
6. Enlatados.

ANEXOS

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa.

CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA - CCS/UFPB			
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP			
DADOS DA EMENDA			
Título da Pesquisa: EFEITO DO MOMENTO DA INGESTÃO DE SUCO DE BETERRABA NA MAGNITUDE E DURAÇÃO DA HIPOTENSÃO PÓS-EXERCÍCIO EM HIPERTENSOS			
Pesquisador: Alexandre Sérgio Silva			
Área Temática: Genética Humana; (Trata-se de pesquisa envolvendo Genética Humana que não necessita de análise ética por parte da CONEP.);			
Versão: 2			
CAAE: 40531220.9.0000.5188			
Instituição Proponente: Centro de Ciência da Saúde			
Patrocinador Principal: Financiamento Próprio			
DADOS DO PARECER			
Número do Parecer: 4.618.273			
Apresentação do Projeto: Trata-se de analisar uma emenda agregada ao projeto de pesquisa intitulado " Efeito do momento da ingestão de suco de Beterraba na magnitude e duração da hipotensão pós-exercício em hipertensos" do pesquisador Professor Dr. Alexandre Sérgio Silva.			
Objetivo da Pesquisa: objetivo da emenda: Adicionar ao projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de uma abordagem genética para verificar a influência do polimorfismo dos genes PPAR e ECA nas respostas hipotensoras a sessões de exercício com e sem ingestão prévia de uma dose de suco de beterraba.			
Avaliação dos Riscos e Benefícios: Os mesmos citados no projeto de origem na plataforma Brasil			
Comentários e Considerações sobre a Pesquisa: Para que este novo objetivo seja possível os participantes precisarão, uma única vez, disponibilizarem a coleta de células da mucosa bucal, através do bochecho de um líquido para posteriormente a equipe de pesquisa realizar a genotipagem e analisar os polimorfismo dos genes PPAR e ECA.			
<table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; border: none;"> Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N Bairro: CASTELO BRANCO UF: PB Município: JOÃO PESSOA </td> <td style="width: 50%; border: none;"> CEP: 58.051-900 Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedetica@ccs.ufpb.br </td> </tr> </table>		Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N Bairro: CASTELO BRANCO UF: PB Município: JOÃO PESSOA	CEP: 58.051-900 Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedetica@ccs.ufpb.br
Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N Bairro: CASTELO BRANCO UF: PB Município: JOÃO PESSOA	CEP: 58.051-900 Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedetica@ccs.ufpb.br		

**CENTRO DE CIÊNCIAS DA
SAÚDE DA UNIVERSIDADE
FEDERAL DA PARAÍBA -
CCS/UFPB**



Continuação do Parecer: 4.618.293

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto de pesquisa se encontra bem instruído de acordo com a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde que rege as pesquisas envolvendo seres humanos.

Recomendações:

Recomenda-se manter a metodologia proposta.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_170714_4_E1.pdf	07/03/2021 17:52:07		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	07/03/2021 17:17:35	Alexandre Sérgio Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	07/03/2021 17:17:24	Alexandre Sérgio Silva	Aceito
Outros	certdao.pdf	27/11/2020 15:52:39	Alexandre Sérgio Silva	Aceito
Orçamento	Orçamento.pdf	27/11/2020 15:51:17	Alexandre Sérgio Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	carta_de_anuencia.pdf	27/11/2020 15:50:46	Alexandre Sérgio Silva	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	27/11/2020 15:43:22	Alexandre Sérgio Silva	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_ASSINADA.pdf	27/11/2020 15:41:48	Alexandre Sérgio Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: UNIVERSITÁRIO S/N
Bairro: CASTELO BRANCO CEP: 58.051-900
UF: PB Município: JOÃO PESSOA
Telefone: (83)3216-7791 Fax: (83)3216-7791 E-mail: comitedeetica@cca.ufpb.br

ANEXO B - ESCALA DE PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO.

<u>ESCALA DE PERCEPÇÃO DE ESFORÇO</u>		
6	7	MUITO FÁCIL
8		
	9	FÁCIL
10		
	11	RELATIVAMENTE FÁCIL
12		
	13	RELATIVAMENTE CANSATIVO
14		
	15	CANSATIVO
16		
	17	MUITO CANSATIVO
18		
	19	EXAUSTIVO
20		