



**PAULA SOUZA ALVES DOS SANTOS**

**O EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE SUCO DE  
BETERRABA RICO EM NO<sub>3</sub>- NO RENDIMENTO DE  
CORREDORES DE RUA**

**LAVRAS-MG  
2022**

**PAULA SOUZA ALVES DOS SANTOS**

**O EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE SUCO DE BETERRABA RICO EM  
NO<sub>3</sub>. NO RENDIMENTO DE CORREDORES DE RUA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde, área de concentração em Nutrição e Saúde, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Dos Santos, Paula Souza Alves.

O efeito da suplementação aguda de suco de beterraba rico em nitrato no rendimento de corredores de rua / Paula Souza Alves Dos Santos. - 2022.

95 p.

Orientador(a): Dr. Sandro Fernandes Da Silva.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. Óxido nítrico. 2. Corrida. 3. Suplemento esportivo. I. Da Silva, Dr. Sandro Fernandes. II. Título.

**PAULA SOUZA ALVES DOS SANTOS**

**O EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE SUCO DE BETERRABA RICO EM  
NO<sub>3</sub>. NO RENDIMENTO DE CORREDORES DE RUA**

**THE EFFECT OF ACUTE SUPPLEMENTATION OF BEET JUICE RICH IN NO<sub>3</sub>-  
ON THE YIELD OF STREET CORRIDORS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós Graduação em Nutrição e Saúde, área de concentração em Nutrição e Saúde, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 12 de dezembro de 2022

Dr. Francisco de Assis Manoel - UFLA

Dr. Cintia Campolina Duarte Rocha da Silva - FAGAMMON

Prof. Dr. Sandro Fernandes da Silva  
Orientador

**LAVRAS-MG  
2022**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à Deus, Nossa Senhora de Fátima por me guiar nesta etapa da minha vida, que apesar dos desafios enfrentados nestes últimos anos estamos seguindo.

À minha mãe Nirley e minha avó Santina (In memorian) por me oferecer todo suporte, com amor e carinho de sempre me auxiliando nas horas de desespero, e todos os meus familiares.

Ao meu namorado, João Pedro, parte importante nesta caminhada, sendo meu ponto de equilíbrio em diversos momentos. Além de sua família, parte importante nesta trajetória.

Ao professor Sandro por todos os conhecimentos passados, com sabedoria e sensibilidade, não poderia ter outro orientador. Agradeço pela sensatez em tornar cada momento mais leve, inspirando a crescer nessa profissão.

A minha banca Cintia e Francisco, pela disponibilidade, contribuição, conhecimento e toda suas experiências passados a mim nesse momento importante da minha vida.

Aos meus amigos de Ingaí, GEPREN, e aqueles que a UFLA e Lavras de alguma forma colocaram em minha vida por fazer parte deste momento especial.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro durante esta trajetória.

Obrigada a todos vocês !

“O amanhã é ilusório  
Porque ainda não existe  
O hoje é real  
É a realidade que você pode interferir  
As oportunidades de mudança  
Ta no presente  
Não espere o futuro mudar sua vida  
Porque o futuro será a consequência do presente.”  
(RACIONAIS MC's, 2002 )

## RESUMO

A suplementação de suco de beterraba rico em nitrato (SSBN) vem se tornando um recurso ergogênico promissor para modalidades cuja característica é a aeróbia, assim como a corrida de rua, em que muitos buscam por uma melhora no desempenho. Neste sentido, a seguinte pesquisa objetivou analisar se a utilização da suplementação aguda de suco de beterraba, rico em nitrato, melhora o rendimento aeróbio de corredores de rua em um teste de pista. Para isso, o estudo contou com 13 homens, com idade entre  $25 \pm 4,7$  anos de idade, engajados com a corrida de rua da cidade de Lavras-MG, com no mínimo 18 meses de prática. Os participantes foram submetidos a um crossover, randomizado, controlado por placebo. O estudo foi seguido por 2 etapas, a primeira consistiu no recrutamento e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido, além de instruções para o preenchimento do recordatório alimentar 24h. Enquanto a segunda etapa foi subdividida em 3 visitas no laboratório GEPREN-UFLA, sendo o primeiro momento destinado à caracterização, realizando antropometria e composição corporal, junto ao recolhimento do recordatório alimentar 24h. A segunda e terceira visita contou com 7 dias de washout entre as elas, onde 2h após a ingestão da suplementação de suco de beterraba rico em nitrato ou placebo os participantes foram submetidos a contra-relógio de 3.200m na pista de atletismo, anotando tempo, percepção subjetiva de esforço e frequência cardíaca, as variáveis como velocidade,  $VO_{2pico}$ , limiar na velocidade, comportamento da estratégia em duas configurações de análises (a cada 25% e início (400m), meio (2400m) e final (400m) e consumo macronutrientes também foram analisadas. Durante o período de espera aferiu a pressão arterial a cada 30 min. Utilizou-se estatística descritiva, os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para relatar a normalidade da amostra e teste de Levene para igualdade de variâncias (SPSS® 21.0). Os valores obtidos no contra relógio 3.200m, como no tempo, resultaram em uma conclusão mais rápida após a ingestão da SSBN (SUP:  $720,0 \pm 83,7$  VS. PLA  $722,6 \pm 81,5s$ ), nas configurações de ritmo empregado, observou-se um incremento na 1º de 0,98% correspondente aos primeiros 25% do trajeto, e 0,59% na metade e 0,42% nos 25% finais. Já a 2º configuração nota-se um incremento de 1,47% no início e 1,05% no final do trajeto. Assim a velocidade pico (SUP  $16,20 \text{ km/hr}^{-1} \pm 1,89$ , PLA  $16,13 \text{ km/hr}^{-1} \pm 1,86$ ),  $VO_{2pico}$  (SUP  $61,1 \text{ ml(kg.min)}^{-1} \pm 6,6$ ; PLA  $60,9 \text{ ml(kg.min)}^{-1} \pm 6,4$ ), 2º limiar da velocidade ( SUP  $15,95 \pm 1,74$  PLA  $15,95 \pm 1,69$ ), percepção subjetiva de esforço, frequência cardíaca final e pressão arterial com reduções em diferentes momentos 60min (1,45%) e 90 min (4,48%) na diástole antes do teste e na sístole após o teste (1,86%) demonstraram respostas importantes, porém estes valores não demonstraram níveis de significância ( $p < 0,05$ ). O mesmo para as análises individuais de tempo com conclusão em até 10,5s, incremento de 1,54% na velocidade, 1,38% no  $VO_{2pico}$  e 1,46% no 2º limiar da velocidade. Já os macronutrientes apresentaram a seguinte configuração para proteína  $1,60 \text{ g/kg} \pm 0,91$ , lipídeos  $0,70 \text{ g/kg} \pm 0,64$  e carboidrato  $3,97 \text{ g/kg} \pm 2,75$ . Pode-se concluir que a ingestão da suplementação aguda de suco de beterraba rica em nitrato contribui no ponto de magnitude em um teste de contra-relógio 3.200m, mas não demonstra diferenças estatísticas no rendimento aeróbico e nas variáveis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Óxido nítrico. Corrida. Nutrição Esportiva.

## ABSTRACT

Supplementation of nitrate-rich beet juice (SSBN) has become a promising ergogenic resource for modalities whose characteristic is aerobic, as well as street running, in which many seek an improvement in performance. In this sense, the following research aimed to analyze whether the use of acute supplementation of beetroot juice, rich in nitrate, improves the aerobic performance of street runners in a track test. For this, the study had 13 men, aged between  $25 \pm 4.7$  years old, engaged in street running in the city of Lavras-MG, with at least 18 months of practice. Participants underwent a randomized, placebo-controlled crossover. The study was followed by 2 stages, the first consisted of recruiting and signing the informed consent form, in addition to instructions for completing the 24-hour dietary recall. While the second stage was subdivided into 3 visits to the GEPREN-UFLA laboratory, the first moment being destined to the characterization, performing anthropometry and body composition, together with the collection of the 24-hour food recall. The second and third visits had 7 days of washout between them, where 2h after ingestion of beetroot juice supplementation rich in nitrate or placebo, the participants were submitted to a 3,200m time trial on the athletics track, recording time, subjective perception of effort and heart rate, variables such as speed,  $VO_{2peak}$ , speed threshold, strategy behavior in two analysis configurations (every 25% and beginning (400m), middle (2400m) and final (400m) and macronutrient consumption were also analyzed. During the waiting period, blood pressure was measured every 30 minutes. Descriptive statistics, the Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were used to report sample normality and the Levene test for equality of variances (SPSS® 21.0 ). The values obtained in the 3,200m time trial, as in time, resulted in a faster conclusion after ingestion of SSBN (SUP:  $720.0 \pm 83.7$  VS. PLA  $722.6 \pm 81.5$ s), in the configurations used rhythm, there was an increase in the 1st of 0.98% corresponding to the first 25% of the path, and 0.59% in the middle and 0.42% in the final 25%. The 2nd configuration shows an increase of 1.47% at the beginning and 1.05% at the end of the path. Thus, peak velocity (SUP  $16.20 \text{ km/hr-1} \pm 1.89$ , PLA  $16.13 \text{ km/hr-1} \pm 1.86$ ),  $VO_{2peak}$  (SUP  $61.1 \text{ ml(kg.min)}^{-1} \pm 6.6$ ; PLA  $60.9 \text{ ml(kg.min)}^{-1} \pm 6.4$ ), 2nd speed threshold ( SUP  $15.95 \pm 1.74$  PLA  $15.95 \pm 1.69$ ), subjective perception of exertion, frequency final heart rate and blood pressure with reductions at different times 60min (1.45%) and 90 min (4.48%) in diastole before the test and in systole after the test (1.86%) showed important responses, however these values did not show significance levels ( $p < 0.05$ ). The same for the individual analyzes of time with completion in up to 10.5s, increment of 1.54% in velocity, 1.38% in  $VO_{2peak}$  and 1.46% in the 2nd velocity threshold. The macronutrients presented the following configuration for protein  $1.60 \text{ g/kg} \pm 0.91$ , lipids  $0.70 \text{ g/kg} \pm 0.64$  and carbohydrate  $3.97 \text{ g/kg} \pm 2.75$ . It can be concluded that the ingestion of acute nitrate-rich beetroot juice supplementation contributes to the magnitude point in a 3,200m time trial test, but does not demonstrate statistical differences in aerobic performance and variables.

**KEYWORDS:** Nitric oxide. Running. Sports nutrition.

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>RECURSOS ERGOGÊNICOS</b>	<b>13</b>
<b>2.2</b>	<b>VIA NITRATO (NO<sub>3</sub>-), NITRITO (NO<sub>2</sub>-), ÓXIDO NÍTRICO (ON)</b>	<b>14</b>
<b>2.3</b>	<b>CORRIDA DE RESISTÊNCIA</b>	<b>16</b>
<b>2.4</b>	<b>SISTEMA DE ENERGIA DA CORRIDA DE RESISTÊNCIA</b>	<b>17</b>
<b>2.5</b>	<b>SUPLEMENTAÇÃO DE SUCO DE BETERRABA RICO EM NO<sub>3</sub>- E SEUS BENEFÍCIOS NO ESPORTE</b>	<b>18</b>
<b>3.</b>	<b>JUSTIFICATIVA</b>	<b>20</b>
<b>4.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>20</b>
<b>4.1</b>	<b>GERAL</b>	<b>20</b>
<b>4.2</b>	<b>ESPECÍFICOS</b>	<b>20</b>
<b>5.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>21</b>
<b>5.1</b>	<b>DELINEAMENTO DA PESQUISA</b>	<b>21</b>
<b>5.2</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO</b>	<b>21</b>
<b>5.3</b>	<b>DESENHO EXPERIMENTAL</b>	<b>22</b>
<b>5.4</b>	<b>PROCEDIMENTO DO ESTUDO</b>	<b>23</b>
<b>5.4.1</b>	<b>ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA E COMPOSIÇÃO CORPORAL</b>	<b>24</b>
<b>5.4.2</b>	<b>CONSUMO ALIMENTAR</b>	<b>25</b>
<b>5.4.3</b>	<b>TESTE DE 3.200M</b>	<b>25</b>
<b>5.4.4</b>	<b>SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA RICO EM NITRATO</b>	<b>26</b>
<b>5.4.6</b>	<b>DETERMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO</b>	<b>27</b>
<b>5.4.7</b>	<b>PRESSÃO ARTERIAL</b>	<b>27</b>
<b>5.4.8</b>	<b>FREQUÊNCIA CARDÍACA</b>	<b>28</b>
<b>5.5</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>
	<b>II PARTE-ARTIGOS</b>	<b>34</b>
	<b>ARTIGO I: SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE SUCO DE BETERRABA RICO EM NO<sub>3</sub>- E SUAS INFLUÊNCIAS NO RENDIMENTO DE CORREDORES EM UM TESTE DE PISTA</b>	<b>34</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>37</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>38</b>

<b>2.1</b>	<b>PROCEDIMENTOS</b>	<b>38</b>
<b>2.2</b>	<b>ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA E COMPOSIÇÃO CORPORAL</b>	<b>40</b>
<b>2.3</b>	<b>CONSUMO ALIMENTAR</b>	<b>41</b>
<b>2.4</b>	<b>TESTE CONTRA-RELÓGIO 3.200M</b>	<b>42</b>
<b>2.5</b>	<b>SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA RICO EM NITRATO</b>	<b>42</b>
<b>2.6</b>	<b>DETERMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO</b>	<b>43</b>
<b>2.7</b>	<b>PRESSÃO ARTERIAL</b>	<b>43</b>
<b>2.8</b>	<b>FREQUÊNCIA CARDÍACA</b>	<b>44</b>
<b>2.9</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b>	<b>44</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>45</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>LIMITAÇÕES</b>	<b>56</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>57</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>58</b>
 <b>ARTIGO II: ESTRATÉGIA DE RITMO EMPREGADA POR CORREDORES EM UM TESTE DE PISTA E AS POSSÍVEIS INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE SUCO DE BETERRABA RICO EM NO3-</b>		<b>62</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>65</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>67</b>
<b>2.1</b>	<b>PROCEDIMENTOS</b>	<b>67</b>
<b>2.2</b>	<b>ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL</b>	<b>68</b>
<b>2.3</b>	<b>TESTE CONTRA RELÓGIO DE 3.200M</b>	<b>69</b>
<b>2.4</b>	<b>SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA RICO EM NITRATO</b>	<b>70</b>
<b>2.5</b>	<b>DETERMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO</b>	<b>70</b>
<b>2.6</b>	<b>MONITORAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA</b>	<b>71</b>
<b>2.7</b>	<b>ANÁLISES ESTATÍSTICAS</b>	<b>72</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>72</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	<b>76</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>79</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>80</b>
	<b>APÊNDICE</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE A</b>	<b>83</b>
	<b>APÊNDICE B</b>	<b>84</b>
	<b>APÊNDICE C</b>	<b>85</b>
	<b>APÊNDICE D</b>	<b>86</b>

<b>APÊNDICE E</b>	<b>87</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO A</b>	<b>88</b>
<b>ANEXO B</b>	<b>90</b>
<b>ANEXO C</b>	<b>93</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por recursos ergogênicos no meio esportivo que possam contribuir para a melhora no rendimento vem crescendo e a escolha adequada da suplementação deve seguir as características da modalidade modificando-a conforme suas necessidades (THOMAS; ERDMAN; BURKE, 2016; DOMINGUEZ et al., 2017).

Uma suplementação que vem se tornando popular entre indivíduos engajados com esportes de resistência, é o nitrato (ZAMANI et al., 2020), encontrado em diversos alimentos como em vegetais e raízes, incluindo a beterraba, espinafre, rabanete, agrião e outros (CLEMENTS, LEE, BLOOMER, 2014). Sua conversão final em óxido nítrico no organismo vem demonstrando diversas funcionalidades devido ao aumento da sua biodisponibilidade, atuando no controle da pressão arterial, na homeostase da glicose, biogênese/respiração mitocondrial e modulação do cálcio (JONES, 2014; MCDONAGH et al., 2018).

Anteriormente acreditava-se que a única via de produção do óxido nítrico ocorria a partir da oxidação do aminoácido L-arginina, e a presença da enzima óxido nítrico sintase (NOS), processos esses que requer da presença de oxigênio para a sua conversão final, diferentemente do que ocorre na via nitrato-nitrito-óxido nítrico, que se conhece atualmente (DUSSE VIEIRA, CARVALHO, 2003). A redução de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) para nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ) e posteriormente a óxido nítrico (ON) exogenamente ocorrerá após o consumo de uma fonte de nitrato, por meio da suplementação de suco de beterraba a exemplo, em que apenas 25% deste será captado (CUENCA et al., 2018). Assim, após a ingestão o  $\text{NO}_3^-$  será reduzido a  $\text{NO}_2^-$  na cavidade bucal mediante a presença de bactérias anaeróbicas facultativas comensais localizadas na superfície da língua (MCDONAGH et al., 2018). No estômago, o nitrito será convertido em óxido nítrico aumentando as concentrações plasmáticas e assim desempenhando suas funcionalidades (TAN, et al., 2022; DOMINGUEZ et al., 2017) em modalidades como a corrida de resistência, a qual vem se tornando cada vez mais popular entre indivíduos de diferentes níveis (JEUKENDRUP, 2011).

Os atributos associados a percorrer uma distância no menor tempo possível perpassa por uma série de fatores metabólicos, cardiorrespiratório, neuromuscular, endócrino e nutricional que podem limitar o fornecimento adequado da molécula chave para a produção de energia, adenosina trifosfato (BARBANTI, 2010).

As modulações causadas mediante ao treinamento e as possíveis funcionalidades do nitrato podem refletir em um rendimento satisfatório ao indivíduo, devido a ocorrência da vasodilatação aumentando fluxo sanguíneo e conseqüentemente auxiliando no transporte de nutrientes e oxigênio ao músculo esquelético, melhorando a capacidade oxidativa e função contrátil da musculatura, além de atuar na homeostase da glicose e retardando a ocorrência da fadiga (FUNDAÇÃO VALE, 2013; BASSETT, HOWLEY, 2000; JONES, 2014). Como ainda há lacunas em relação às funcionalidades da referida suplementação nas corridas de resistências e em determinadas distâncias e locais que se aproximam da realidade encontrada em momentos de competições e/ou treinamento se faz necessário verificá-las (HURST, SAUNDERS, COLEMAN, 2020; SHANNON et al., 2017).

Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi analisar se a utilização da suplementação aguda de suco de beterraba rico em nitrato melhora o rendimento aeróbio de corredores de rua em um teste de pista.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 RECURSOS ERGOGÊNICOS**

Determinados procedimentos podem contribuir para uma melhora no rendimento esportivo, como os casos dos recursos ergogênicos (RE) (CARVALHO-SILVA, BRAGA, LOLLO, 2012), os quais podem ser classificados em psicológicos, mecânicos, farmacológicos, fisiológicos e nutricionais (OLIVEIRA et al., 2022).

O uso dos suplementos alimentares como recursos ergogênicos vem se tornando cada vez mais populares no meio esportivo, podendo ser encontrado de diferentes maneiras, como em gel, cápsula, líquidos e pó, a exemplo (EDENFIELD, 2019). Devendo apresentar em sua composição “ingredientes alimentares”, composto por vitaminas, proteínas, minerais, aminoácidos, fibras, ácidos graxos, ervas, outros, a fim de complementar a alimentação, distinguindo da formulação de um medicamento cujo objetivo é a prevenção e/ou tratamento de alguma doença (EDENFIELD, 2019; MAUGHAN, R. J. et al. 2018).

O nitrato é um suplemento que vem sendo utilizado no meio esportivo e apresentando uma crescente procura no mercado nos últimos anos (ZAMANI et al., 2020), sendo

criteriosamente analisado e demonstrando evidências para fins de desempenho (CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA, 2018; MAUGHAN et al., 2018).

O  $\text{NO}_3^-$  é um ânion inorgânico que está presente de maneira abundante em alguns vegetais de folhas verdes escuras e raízes, como é o caso da beterraba (CLEMENTES, LEE, BLOOMER, 2014), podendo conter uma média de 250 mg de  $\text{NO}_3^-$  em 100g do seu produto (JONES et al., 2018). Estudos vêm analisando seu uso de maneira aguda entre 2 à 3 hrs, e cronicamente variando entre 3 a 15 dias de ingestão, com dosagens entre 5 a 18 mmol  $\text{NO}_3^-$  (CLEMENTES, LEE, BLOOMER, 2014). Além de estar presente na listagem de suplementos do Comitê Internacional Olímpico junto a outros suplementos alimentares que podem auxiliar em determinados esportes, como aqueles de resistência, por exemplo (MAUGHAN et al., 2018).

## **2.2 VIA NITRATO ( $\text{NO}_3^-$ ), NITRITO ( $\text{NO}_2^-$ ), ÓXIDO NÍTRICO (ON)**

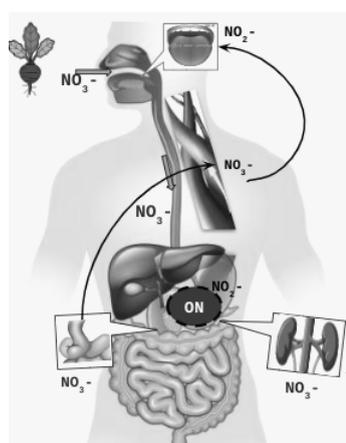
O nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) encontrado em diversos alimentos da dieta humana, como na beterraba, espinafre, rabanete, agrião e outros (CLEMENTES, LEE, BLOOMER, 2014), vem sendo analisado devido suas funcionalidades ao final da conversão em óxido nítrico (ON) no organismo, as quais podem favorecer o desempenho esportivo do indivíduo, atuando assim na vasodilatação, contratilidade das fibras, bem como na eficiência mitocondrial dentre outros (CLIFFORD et al., 2017, JONES, 2014).

O suco de beterraba é uma das maneiras de se beneficiar dessas funcionalidades do nitrato, atingindo um nível significativo de concentração no plasma (JONES, 2014), com pico plasmático entre 2,5 a 3 horas (HURST; SAUNDERS; COLEMAN, 2020).

O óxido nítrico, no entanto, é produzido endogenamente através da enzima NO sintase (NOS), a qual apresenta algumas isoformas, divididas em duas categorias, constitutiva (c-NOS) e induzível (i-NOS). A primeira por sua vez necessita de íons de cálcio para que ocorra a sua ativação, estando presente nos neurônios (n-NOS, tipo I) e no endotélio, células endoteliais vasculares e plaquetas (e-NOS, tipo III). No processo vasodilator, uma das ações mais conhecidas, é necessário a ativação da enzima eNOS, localizada estrategicamente na membrana da célula endotelial que promoverá a produção NO. Sendo possível por meio do complexo cálcio calmodulina, que, após a sua liberação fará com que a L-arginina seja convertida em L-citrulina, em virtude da perda de dois nitrogênios guanidino (DUSSE,

VIEIRA, CARVALHO, 2003). A difusão do óxido nítrico para o músculo liso resultará na ativação de uma enzima chamada guanilato ciclase que por sua vez catalisa a trifosfato de guanosina, produzindo assim guanosina monofosfato cíclica, com isso, a vasodilatação se dará com a ativação da proteína quinase G que inibirá a saída de cálcio (TREXLER et al., 2019). A i-NOS ocorre em diversas células incluindo os macrófagos, neutrófilos, a exemplo, isso em virtude da indução de citocinas/endotoxinas, cuja produção NO é alta e prolongada (DUSSE VIEIRA, CARVALHO, 2003). Devido a isso, seu papel de combater parasitas ou células tumorais, podem ser prejudiciais a células saudáveis, sua ativação no entanto não ocorre de maneira habitual (FILHO, ZILBERSTEIN, 2000).

A via exógena requer da ingestão de alguma fonte de  $\text{NO}_3^-$ , que após ser ingerido é rapidamente absorvido pelo trato gastrointestinal, onde uma parte será excretada pelos rins e a outra correspondendo em torno de um quarto é destinada a circulação entero salivar, ou seja, sendo secretada nas glândulas salivares (MCDONAGH et al., 2018). Esse processo se dá mediante a receptores localizados na face posterior da língua, onde a presença de bactérias anaeróbicas facultativas e comensais reduz  $\text{NO}_3^-$  a nitrito ( $\text{NO}_2^-$ ), ao retornar passando para o ambiente estomacal o  $\text{NO}_2^-$  pode ser metabolizado em óxido nítrico (NO) ou outros intermediários de nitrogênio reativo, e uma outra porção destinada para a corrente sanguínea podendo ser armazenados órgão e tecidos, formando assim a via nitrato-nitrito-óxido nítrico (FIGURA 1) (DOMÍNGUEZ et al., 2017; PARIZOTTI, 2013; TAN et al., 2022).



**FONTE:** Google, Domínguez et al., 2017, adaptado pelo autor.

**FIGURA 1:** Conversão de nitrato a óxido nítrico no organismo. 25% do  $\text{NO}_3^-$  ingerido será convertido em  $\text{NO}_2^-$  na cavidade bucal, e a ON no estômago, chegando até a circulação sanguínea, enquanto 75% deste  $\text{NO}_3^-$  é excretada nos rins.

**Legenda:** NO<sub>3</sub> : Nitrato; NO<sub>2</sub>: Nitrito; ON: Óxido nítrico

A via nitrato-nitrito-óxido nítrico ainda parece ser incerta, devido alguns achados relatar em que, após uma suplementação de nitrato, a via dependente de NOS não foi alterada mediante ao estresse térmico na pele de humanos, podendo constatar que a vasodilatação observada é proveniente de uma via independente (ZAMANI et al., 2020).

Outro fator acerca desta via está atrelada a uma facilidade na conversão a óxido nítrico quando o indivíduo se encontra em momento que há uma redução na disponibilidade de oxigênio e baixo pH (JONES et al., 2020; TAN et al., 2022;).

### **2.3 CORRIDA DE RESISTÊNCIA**

Os esportes de resistência tem inúmeras definições, mas de uma maneira geral este pode ser compreendido como a capacidade de executar determinado esforço por um longo período tempo, buscando manter sua eficiência apesar dos fatores contribuintes a fadiga (BARBANTI, 2010).

A corrida de rua está inserida neste contexto, sendo uma prova parte da modalidade esportiva atletismo, em que apenas a maratona com percurso de (42,195km) está inclusa no quadro dos Jogos Olímpicos. Mas há algumas quilometragens padrões para a realização das provas de rua, variam entre 5 km a 100km (CBAT, 2020).

A popularidade da corrida de rua vem crescendo desde meados do século XVIII na Inglaterra e posteriormente, Europa e Estados Unidos (SALGADO; MIKAIL, 2006). Em virtude da permissão para que corredores amadores pudessem participar junto a atletas de elite nas provas de corrida de rua em meados da década de 70, estabeleceu-se uma nova configuração entre os perfis dos participantes e os objetivos a serem alcançados, como por exemplo, a busca pelo lazer, qualidade de vida, e até mesmo a competição entre outros (ROJO, STAREPRAVO, SILVA et al., 2019).

Conhecer as características da corrida é fundamental, biomecanicamente esta é entendida por realizar movimentos cíclicos, ou seja, movimentos que se repetem, e compreendida por duas fases, apoio e suspensão (SCHMOLINSKY, 1982), os atletas que apresentam massa corporal reduzida, poderá obter facilidade em seu deslocamento (FUNDAÇÃO VALE, 2013; ROSADO et al., 2020). Outro ponto importante está relacionado

a estratégias de ritmo empregadas durante o percurso estabelecido. Há diferentes possibilidades de estratégias a serem realizadas, dentre as quais destacamos aquela onde o corredor determina uma velocidade e se mantém até o final do percurso, denominamos esta estratégia de constante. A estratégia negativa, é quando o corredor termina a prova com uma velocidade inferior ao seu início, e temos o inverso, que seria a estratégia positiva, quando o início da prova apresenta uma velocidade inferior ao final, ambas as estratégias ocorrem de maneira gradual. Outras possibilidades é a estratégia em *U*, com início de velocidade alto, uma diminuição gradual no meio da prova seguido de um sprint final, ou seja um aumento na velocidade final. O *J* e *J-invertido* são outras estratégias observadas durante a corrida, sendo o primeiro com um aumento da velocidade, seguido de um declínio gradual e um aumento abrupto no final, o segundo é o inverso do primeiro (CARMO et al., 2012; ABBISS; LAURSEN, 2008).

Neste sentido, alguns fatores são importantes para manter o rendimento durante a corrida em virtude da sua característica, como o status nutricional, auxiliando na reposição de energia e recuperação, prevenindo lesões, presumindo que a união entre ambas as áreas (Educação Física e Nutrição) são benéficas aos envolvidos (FIADI et al., 2020).

## **2.4 SISTEMA DE ENERGIA DA CORRIDA DE RESISTÊNCIA**

A capacidade de realizar um determinado trabalho, mais especificamente percorrer uma distância pré definida no menor tempo possível, exige de alguns fatores fisiológicos, metabólicos, neuromusculares, endócrinos e psicológicos do indivíduo (BARBANTI, 2010).

Podemos classificar alguns aspectos que caracterizam a corrida de resistência, como por exemplo, o recrutamento de fibras. As fibras tipo I, cuja contração é lenta, são mais recrutadas neste tipo de trabalho, sendo caracterizadas pela alta capacidade oxidativa e uma presença significativa de mitocôndrias (EVANGELISTA, 2014).

O sistema predominantemente é o oxidativo, requisitando do suporte de nutrientes e fornecimento sanguíneo adequado, em virtude da taxa de trabalho que é prolongada (HOLLMANN, HETTINGER 1983; MAUGHAN, GLEESON, GREENHAFF, 2000). Neste sistema, os processos metabólicos para a geração de energia ocorrem na mitocôndria, em que o ciclo de Krebs e a cadeia transportadora de elétrons tem um papel fundamental para a

efetivação da contração muscular, envolvendo o deslizamento dos filamentos de actina e miosina a partir da quebra da molécula de adenosina trifosfato (ATP) (EVANGELISTA, 2014; BARBANTI, 2010).

Os carboidratos, as gorduras/ácidos graxos livres e em algumas ocasiões atípicas como não se alimentar por um longo período, as proteínas, são utilizados como recursos para a geração de energia (WEINECK, 2000). Alguns autores (HOLLMANN, HETTINGER 1983; FUNDAÇÃO VALE, 2013) retratam que a predominância do sistema oxidativo no exercício se inicia entre 2 a 4 minutos, sendo importante frisar que há uma integração entre os sistemas durante determinadas atividades, de modo que a participação dos sistemas fosfogênico e glicolítico são importantes durante a corrida de resistência, conforme a estratégia empregada pelo indivíduo, a exemplo (EVANGELISTA, 2014).

Apesar do sistema oxidativo ser complexo, seu produto final, ATP, é maior comparado ao fosfogênico e glicolítico, em que apenas uma molécula de glicogênio pode gerar entre 36 a 38 ATPs (FUNDAÇÃO VALE, 2013).

Assim como os substratos, o oxigênio necessita ser entregue aos músculos de maneira adequada durante o esforço. A análise do consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2max}$ ), entendido como taxa mais alta em que oxigênio será captado, transportado, e utilizado pelo organismo pode sofrer algumas influências, limitando as suas funcionalidades (BASSETT, HOWLEY, 2000). Alterações na difusão pulmonar, pode resultar na limitação da chegada do oxigênio até os capilares pulmonares. Assim como modificações no débito cardíaco, limitando o fluxo sanguíneo através da força gerada pelo ventrículo, e no transporte de oxigênio pela corrente sanguínea associada ao conteúdo da hemoglobina e/ou na diferença de gradiente, ou seja, a chegada do  $O_2$  na mitocôndria dentre outros podem ser essenciais para ao  $VO_{2máx}$  e consequentemente a corrida (BASSETT, HOWLEY, 2000).

## **2.5 SUPLEMENTAÇÃO DE SUCO DE BETERRABA RICO EM $NO_3^-$ E SEUS BENEFÍCIOS NO ESPORTE**

A suplementação de suco de beterraba rico em  $NO_3^-$  parece colaborar durante o exercício, mediante a uma maior biodisponibilidade de  $NO_2^-$  plasmático, que após os processos já mencionados será convertido a óxido nítrico na circulação sanguínea, modulando

algumas ações em virtude do ON ser uma molécula de sinalização (DE CASTRO et al., 2019b; DOMINGUÉZ et al., 2017, TAN et al., 2020).

Alguns estudos vêm verificando seus potenciais efeitos em diferentes contextos, como no desempenho da corrida (MURPHY et al., 2012; DE CASTRO et al., 2019b), contratilidade muscular (COGAN, PETERSON, 2018; TILIN et al., 2018), recuperação (JONES et al., 2021) dentre outros.

Especificamente na corrida de resistência a contribuição da suplementação suco de beterraba rico em  $\text{NO}_3^-$  parece auxiliar em determinados processos importantes para a obtenção de um rendimento satisfatório, dentre os quais podemos citar tempo, consumo máximo de oxigênio, potência, força, recuperação (LEAL, et al., 2022).

Dentre os seus efeitos, podemos destacar a sua relação com os processos envolvidos na vasodilatação, alguns estudos (OTSUKI, NAKAMURA, ZEMPO-MIYAKI, 2019) vêm relatando uma diminuição na pressão arterial, inferindo que ocorra um aumento do fluxo sanguíneo possibilitando um melhor fornecimento de oxigênio e nutrientes à musculatura. Neste sentido, podemos ressaltar pesquisas verificando o consumo de oxigênio se mostraram positivas (DE CASTRO et al., 2019b), estes processos podem estar relacionado a eficiência mitocondrial, a exemplo, em que a fosforilação oxidativa apresentou resultados importantes, em uma análise no consumo de oxigênio por geração de ATP, demonstrando que a suplementação pode ter contribuído na redução do vazamento de prótons (LARSEN et al., 2011). Ainda na mitocôndria em sua forma reduzida, o óxido nítrico, pode ligar na citocromo c oxidase, acarretando em uma inibição parcial da respiração mitocondrial, a qual é totalmente reversível, participando como aceitador de elétrons (BROWN, COOPER, 1994), em momentos de hipóxia sua ação é potencializada, reduzindo  $\text{NO}_2^-$  a NO (DE CASTRO et al., 2019b; BASU et al., 2008).

Outro ponto importante acerca desta suplementação está relacionado ao seu armazenamento e transporte, em que alguns estudos vêm reportando, estas características durante o esforço físico poderá contribuir de maneira significativa no rendimento do indivíduo (TAN et al., 2020; WYLIE et al., 2019).

A ingestão da suplementação vem sendo alvo de investigação, seja ela de maneira aguda ou crônica, alguns estudos vêm reportando melhorias em determinadas variáveis do que para outras quanto ao tempo de ingestão (LEAL et al., 2022), assim como os indivíduos que fazem seu uso, sejam atletas de elite ou recreacionais, podendo apresentar determinada

sensibilidade ao suplemento, demonstrando comportamentos variados quanto seu uso (BOORSMA et al., 2014).

Há ainda um campo investigatório acerca da suplementação de suco de beterraba e variáveis envolvendo o esporte, e especificamente a corrida de resistência.

### **3. JUSTIFICATIVA**

Sabendo do crescente número de adeptos e a adesão a suplementos alimentares é que se faz necessário esta pesquisa (ZAMANI et al., 2020; LEAL et al., 2022), onde lacunas ainda necessitam ser preenchidas, uma vez que a melhora no rendimento em determinados fatores como distância, tempo de treinamento e sua associação com a suplementação parecem não demonstrar resultados precisos.

Assim sendo, a pesquisa poderá contribuir para respostas de uso de maneira aguda, uma vez que seu uso crônico pode apresentar uma limitação devido ao custo. Além de minimizar qualquer desconforto gastrointestinal mediante a quantidade de ingestão (70ml) que é baixa, contribuindo assim em esportes como a corrida, sendo sua análise realizada próximo a realidade dos participantes, procedendo resultados importantes junto às variáveis observadas (HURST, SAUNDERS, COLEMAN, 2020; SHANNON et al., 2017).

### **4. OBJETIVOS**

#### **4.1 GERAL**

Analisar se a utilização da suplementação aguda de suco de beterraba, rico em nitrato, melhora o rendimento aeróbio de corredores de rua em um teste de pista.

#### **4.2 ESPECÍFICOS**

O presente estudo visou comparar os efeitos da ingestão SSBN ou placebo nos seguintes objetivos específicos:

- a) Analisar as estratégias de ritmo utilizadas em duas configurações durante os testes.
- b) Verificar o efeito sobre a pressão arterial após a ingestão 30, 60 e 90 min, e após o teste principal.
- c) Verificar o comportamento da frequência cardíaca durante e após o teste principal.
- d) Averiguar durante o teste principal a percepção subjetiva de esforço.
- e) Averiguar o consumo dos macronutrientes.

## **5. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **5.1 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

A seguinte pesquisa caracteriza-se como estudo de natureza aplicada, que tem por intuito “gerar conhecimentos para aplicação prática dirigidos à solução de problemas específicos.”, quanto a sua abordagem é quantitativa (PRODANOV, FREITAS, 2013, p.51).

O seu objetivo, é definido como exploratório e descritivo, por buscar apresentar mais informações diante do fenômeno a ser estudado (PRODANOV, FREITAS, 2013). No que se refere ao procedimento, a pesquisa se define como pesquisa de campo a fim de “conseguir informações e/ou conhecimentos acerca de um problema, para o qual se procura uma resposta, ou de uma hipótese, que se queira comprovar, ou, ainda, descobrir novos fenômenos ou as relações entre eles” (PRODANOV, FREITAS, 2013, p.59).

### **5.2 CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO**

A pesquisa contou com 13 indivíduos do sexo masculino com idade entre  $25 \pm 4,71$  anos, engajados com a corrida de rua amadores, residentes no município de Lavras, Minas Gerais, que compareceram no laboratório Grupo de Estudo e Pesquisas em Respostas Neuromuscular (GEPREN) na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Foram incluídos participantes cuja faixa etária estivesse entre 20 a 40 anos. No mínimo de 18 meses de prática na corrida.

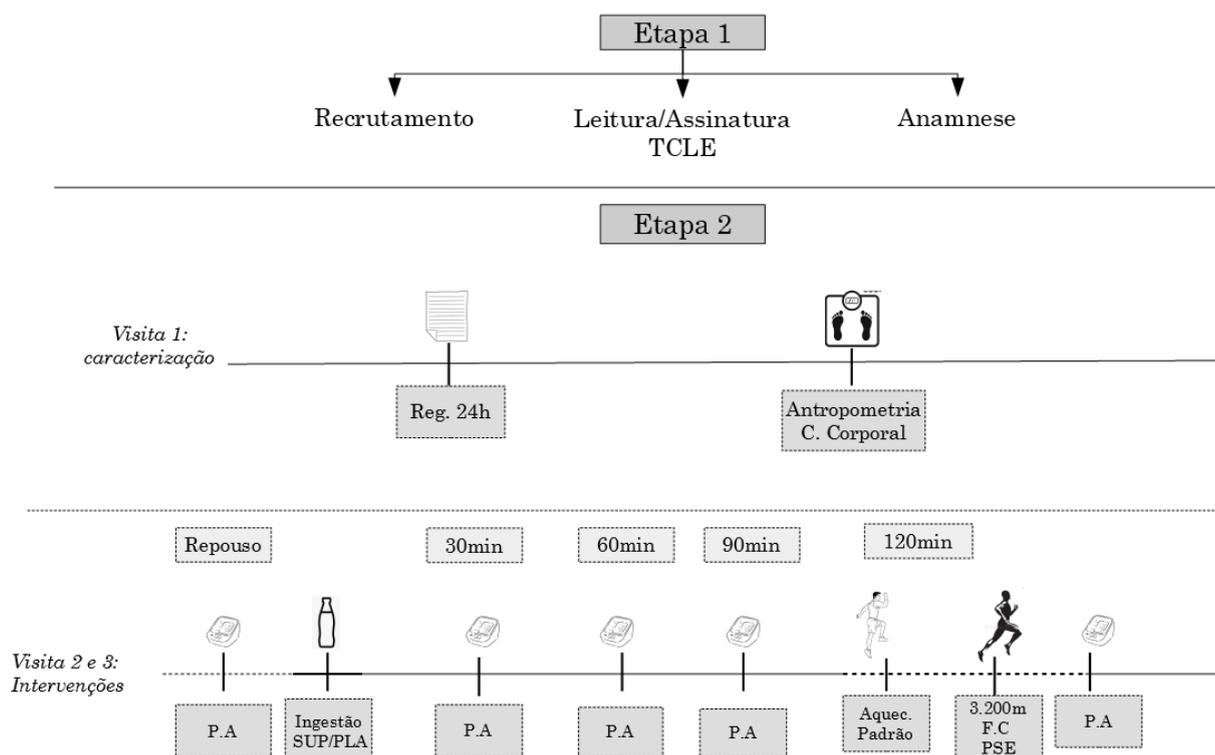
Determinou-se como critério de exclusão desta pesquisa, apresentar alterações na anamnese, não completar os testes, apresentar lesões no decorrer das coletas, fazer uso de

suplementos/alimentos que possam interferir nos dados da pesquisa, além de ser diagnosticado com COVID 19.

A pesquisa foi autorizada pelo comitê de ética da Universidade Federal de Lavras, sobre o parecer nº 3.663.376 (ANEXO A). Todos os voluntários foram instruídos a assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B), após o esclarecimento dos objetivos e procedimentos da pesquisa, realizado por meio eletrônico devido o atual cenário pandêmico COVID-19, evitando o mínimo de contato possível. Todas as fases da coleta entre final de 2021 e 2022 seguiu as normas do Minas Consciente e aquela instaurada pela Universidade, prezando pela saúde e bem-estar de todos os envolvidos.

### **5.3 DESENHO EXPERIMENTAL**

A metodologia desta pesquisa foi dividida em duas etapas, como é demonstrado detalhadamente na figura 2. Sendo a primeira etapa destinada ao recrutamento dos participantes, seguido das orientações acerca da pesquisa e assim adesão. E a segunda etapa correspondeu ao momento da caracterização e duas visitas correspondente a intervenção com suplementação ou placebo de maneira aleatória, com intervalo de 1 semana.



**Fonte:** Do autor.

**Figura 2:** Desenho Experimental

**Legenda:** TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; Rec. 24h : Recordatório 24h; P.A: Pressão Arterial; F.C: Frequência Cardíaca; Sup: Suplementação; Pla: Placebo; Aquec. Padrão: Aquecimento Padrão.

## 5.4 PROCEDIMENTO DO ESTUDO

A pesquisa dividiu-se em duas etapas, sendo a primeira direcionada para recrutamento e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A) aos voluntários, que posteriormente preencheram uma anamnese (APÊNDICE A) como critério para a etapa seguinte. Além de receber instruções para o preenchimento do registro alimentar.

Na segunda etapa os voluntários foram submetidos a três visitas no laboratório GEPREN-UFLA: a) *Visita 1:* foi destinada a caracterização da amostra, onde realizou-se a análise antropométrica (massa corporal e estatura) e composição corporal (dobras cutâneas). O registro alimentar foi coletado, solicitando que os voluntários mantivessem ou aproximasse

a essa alimentação no dia antecedente às demais intervenções. b) *Visita 2 e 3*: correspondeu a um crossover, aleatorizado duplo-cego, controlado por placebo, em um intervalo de 1 semana. Devido a característica da suplementação, solicitou-se que os voluntários chegassem com antecedência de 2 horas ao início do teste principal em todos os encontros. No primeiro momento realizou-se a aferição da pressão arterial em repouso, as quais foram analisadas em mais três momentos (30min | 60min | 90min) até a intervenção principal. Posteriormente à primeira aferição administrou-se a suplementação ou placebo. É válido ressaltar que foram disponibilizadas garrafas de água aos participantes durante as visitas e 60 min após a ingestão da suplementação/placebo foi disponibilizado 1 barra de cereal sem açúcar. Ao final das 2 horas de espera os voluntários foram submetidos a um aquecimento durante 10 minutos, prosseguindo para o teste principal, corrida de 3.200m na pista de atletismo da UFLA coletando as seguintes variáveis tempo, velocidade, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (PSE) durante as voltas. Coletou-se após o teste a frequência cardíaca e a pressão arterial.

#### **5.4.1 ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA E COMPOSIÇÃO CORPORAL**

Para a coleta da massa corporal, estatura e percentual de gordura solicitou-se aos voluntários que utilizassem vestimenta adequada, bermuda e regatas leves, além de evitar nas últimas 24 horas que antecedem a coleta a não consumir bebidas alcoólicas e evitar realizar atividade física (VIANA et al., 2018).

A massa corporal foi determinada utilizando uma balança digital de marca Welmy® com precisão de 100 gramas para a medida de massa. Sendo-lhes instruídos a realizar o seguinte protocolo: retirar os sapatos ao subir na balança com os pés pouco afastados e paralelos, de maneira que distribua o peso corporal igualmente em ambos os pés, além de se posicionar de costa para a tela, cabeça no plano horizontal de Frankfort, manter-se em posição estática para que não ocorra quaisquer interferências na obtenção final da pesagem. Em seguida, solicitou-se que os voluntários ficassem rentes à parede e chão retos sem desvios, descalços com os pés lado a lado, cabeça no plano horizontal de Frankfort, a fim de coletar a estatura através de um estadiômetro portátil da marca Sanny (VIANA et al., 2018).

E por último, a mensuração do percentual de gordura corporal foi realizado por meio do ultrassom de marca BodyMetrix™ by IntelaMetrix®.

Utilizou-se o protocolo de três dobras, cutânea peitoral, cutânea abdominal e coxa, proposto por Jackson, Pollock e Ward (1980; VIANA et al., 2018). Os valores obtidos por meio do ultrassom foram analisados utilizando um software específico deste equipamento, através da seguinte equação (SIRI,1961):

$$\text{Dens} = 1,0994921 - 0,0009929 * (\text{Idade em anos}) + 0,0000023 * (\text{Idade em anos})^2 - 0,0001392 * (\text{Soma das dobras tricipital, supra-ílica e coxa})$$

$$\%G = [(4,95/\text{dens}) - 4,50] \times 100$$

#### **5.4.2 CONSUMO ALIMENTAR**

A fim de analisar o consumo alimentar e buscar controlar o não consumo de alimentos ricos em nitrato, utilizou-se o registro alimentar. Para auxiliar o preenchimento dos registros, os voluntários receberam um modelo de registro alimentar preenchido. Além do manual fotográfico de quantificação alimentar - GloboDiet (CRISPIM et al., 2017) que foi disponibilizado para melhor entendimento dos mesmos no momento de detalhar. Os registros alimentares foram analisados por meio do software DietBox®, convertendo os alimentos descritos nos registros alimentares em energia e nutrientes (APÊNDICE B).

O registro alimentar foi coletado um dia antes da caracterização, solicitando assim que os voluntários buscassem manter/aproximar estas refeições nas demais visitas. Todas as informações necessárias foram passadas aos mesmos para o preenchimento dos registros. Anotando de maneira detalhada o horário e os alimentos ingeridos em cada refeição com suas respectivas porções, modo de preparo e marcas quando necessário.

#### **5.4.3 TESTE DE 3.200M**

Os voluntários foram submetidos a um teste contra- relógio de 3.200m em uma pista de atletismo oficial na Universidade Federal de Lavras, após um aquecimento padrão, sendo uma corrida leve/moderada por 10 minutos. O teste foi realizado na raia 1 (um), na parte mais interna da pista que possui 400 m, onde os voluntários percorreram 8 voltas completas (WELTMAN et al., 1990). Além disso, solicitou que os mesmos utilizassem roupas adequadas e/ou confortáveis, como tênis, bermuda, camisa/regata leve, e que não utilizassem relógio

durante o teste. É válido ressaltar que além do tempo final anotou-se o tempo a cada 400 metros, por meio de um cronômetro, da marca Oregon Scientific®, percepção subjetiva de esforço (escala Borg (1982) e adaptada por Foster et al., (2001)) e frequência cardíaca (relógio de marca Garmin® Forerunner 310XT). (APÊNDICE E)

A partir disso, analisou duas configurações de estratégias de ritmo, a primeira a cada 2 voltas, correspondendo a 800m (25%) ao longo do teste 3.200m, já a segunda ocorreu da seguinte maneira: primeiro 400m, a parte intermediária, condizente aos 2.400m, e os 400m finais.

#### - EQUAÇÃO DO $VO_{2pico}$

A equação utilizada para calcular o  $VO_{2pico}$  dos participantes foi (WELTMAN et al., 1990):

$$VO_{2pico} \text{ (ml/kg.min}^{-1}\text{)} = 90.70 - 3.24 \text{ (3200-m tempo, min)} + 0.04 \text{ (3200-m tempo, min)}^2$$

#### 5.4.4 SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA RICO EM NITRATO

A administração da suplementação do suco de beterraba rico em nitrato seguiu alguns protocolos, como evitar a ingestão de alimentos que contenham  $NO_3^-$ , a saber beterraba, rúcula, aipo, nabo, espinafre, alface, repolho, salsa, endívias, além da cafeína e recursos ergogênicos nutricionais durante o período da pesquisa. O uso de enxaguantes bucais antibacterianos também foram evitados durante 7 dias e nas 24hrs antecedente ao teste e recomendou-se, não escovar a língua, devido às bactérias encontradas na face da língua que contribui para a conversão de nitrato a nitrito (CASADO et al. 2021).

A ingestão do suplemento se deu 2 horas antes ao teste principal, devido ao pico de nitrito no plasma (HURST; SAUNDERS; COLEMAN, 2020). Utilizou-se do suco de beterraba rico em  $NO_3^-$ , correspondendo a 400 mg ~6,4 mmol (Beet IT; James White Drinks Ltd, Ipswich, UK), conforme indicação da *International Olympic Committee* – COI (MAUGHAN et al., 2018).

O placebo utilizado foi um suco industrializado, sabor de uva (Kapo®, Del Valle, Brasil), com baixas concentrações de nitrato, apenas 5,4mg (BEZERRA, 2017).

Os voluntários receberam SUP ou PLA em um frasco lacrado sem identificação, preparado por um segundo pesquisador, para que não ocorresse qualquer interferência. Este segundo pesquisador separou quais eram os conteúdos administrados para cada participante.

Devido ao tempo de espera para a ação efetiva da suplementação, os voluntários receberam uma barra de cereal de banana zero açúcar da marca Ritter®, após 1 hora de ingestão da SUP ou PLA. Além disso, foi disponibilizado 1 garrafa de água mineral sem gás (500ml), da marca Igarapé®.

#### 5.4.6 DETERMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A percepção subjetiva de esforço dos voluntários foi analisada no teste 3.200m. Nesta ocasião, os mesmos foram informados do objetivo e funcionamento da escala sugerida por Borg (1982) e adaptada por Foster et al., (2001), sendo classificada de 0 a 10, em que “repouso” é representada por 0 e esforço “máximo” 10. Anotou-se a PSE relatada pelos voluntários a cada 400m percorrido durante o teste de 3200m. (FIGURA 3)

<b>Classificação</b>	<b>Descriptor</b>
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

**Fonte:** Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001)

**Figura 3:** Escala percepção subjetiva de esforço C10.

#### 5.4.7 PRESSÃO ARTERIAL

A pressão arterial foi aferida por meio do monitor de Pressão Arterial Automático, marca OMRON®, ocorrendo sempre com o voluntário na posição sentada, no braço esquerdo

e com a palma da mão voltada para cima apoiada a uma mesa, anotando pressão sistólica e diastólica. As aferições ocorreram no momento do repouso antes da ingestão da SUP ou PLA e 30 em 30 minutos após a ingestão (total de 3 aferições) e ao teste principal.

#### **5.4.8 FREQUÊNCIA CARDÍACA**

A frequência cardíaca foi verificada por meio do relógio de marca Garmin® Forerunner 310XT.

O relógio Forerunner 310XT foi utilizado durante o teste 3.200m, registrando a frequência a cada 400m, em que a fita foi colocada na região xifóide no tórax do voluntário e o relógio ficou junto ao pesquisador para que não houvesse influência durante as visitas.

A equação proposta por TANAKA; MONAHAN; SEALS, (2001) foi utilizada para analisar a FC<sub>máx</sub> predita dos participantes, a saber:

$$FC_{máx} = 208 - (0,7 \times idade)$$

#### **5.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

As divisões da suplementação e placebo foram realizadas de maneira aleatória e duplo-cego, onde um pesquisador membro do laboratório Grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Neuromusculares - GEPREN ficou responsável pela separação e entrega.

Para o cálculo do N amostral foi utilizado o software Gpower 3.1, determinado com um poder da amostra de 0,8.

O software selecionado para análise foi Statistical Package for the Social Sciences-SPSS® 21.0 para Windows. Utilizou-se estatística descritiva, média e desvio padrão, bem como o delta de variação dos resultados. Os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para relatar a normalidade da amostra e teste de Levene para igualdade de variâncias. O nível de significância foi quando  $p < 0,05$ .

## REFERÊNCIAS

- ABBISS CR, LAURSEN PB. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Med.* 2008;38(3):239-52. doi: 10.2165/00007256-200838030-00004. PMID: 18278984.
- BARBANTI, V. J.. Treinamento esportivo: as capacidades motoras dos esportistas. Manole, São Paulo, 2010, p. 245
- BASSETT, D. R., JR. and HOWLEY, E. T. . Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 32, No. 1, p. 70–84, 2000.
- BASU, S., A., *et al.*., Nitrite Reductase Activity of Cytochrome c. *Journal of Biological Chemistry*, v. 283, n. 47, 2008, p. 32590–32597. doi:10.1074/jbc.m806934200
- BEZERRA, Á. D. L..Efeito da suplementação de nitrato dietético na forma de uma dose aguda de suco de beterraba na resposta pressórica pós-exercício em homens com obesidade / Ágnes Denise de Lima Bezerra.- 2017.93f.: il.
- BROWN, G. C.; COOPERB, C. E.. Nanomolar concentrations of nitric oxide reversibly inhibit synaptosomal respiration by competing with oxygen at cytochrome oxidase. **4 Federation Of European Biochemical Societies.**, Cambridge, v. 1, n. 356, p. 295-298, jan. 1994.
- BOORSMA, R. K., J. WHITFIELD, and L. L. SPRIET. Beetroot Juice Supplementation Does Not Improve Performance of Elite 1500-m Runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 46, No. 12, pp. 2326–2334, 2014.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE ATLETISMO (Brasil) (org.). **Histórico.** Disponível em: <https://www.cbat.org.br/acbat/homenagens.asp>. Acesso em: 04 maio 2022
- CARMO, E. C. et al. Estratégia de corrida em média e longa distância: como ocorrem os ajustes de velocidade ao longo da prova?. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* [online]. 2012, v. 26, n. 2 [Acessado 23 Novembro 2022] , pp. 351-363. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000200016>>. Epub 03 Jul 2012. ISSN 1981-4690. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000200016>.
- CARVALHO-SILVA, L.B.; BRAGA, G.G.; LOLLO, P.C.B. Utilização de recursos ergogênicos e suplementos alimentares para praticantes de musculação. *Revista Brasileira de Nutrição Clínica*, v.27, n.3, p.158-63. 2012.
- CLEMENTS, W.; LEE, S.-R.; BLOOMER, R. Nitrate Ingestion: A Review of the Health and Physical Performance Effects. *Nutrients*, v. 6, n. 11, p. 5224–5264, 18 nov. 2014.

CLIFFORD, T. et al. Minimal muscle damage after a marathon and no influence of beetroot juice on inflammation and recovery. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 42, n. 3, p. 263–270, mar. 2017a.

CLIFFORD T, *et al.*,. Beetroot juice is more beneficial than sodium nitrate for attenuating muscle pain after strenuous eccentric-bias exercise. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2017 Nov;42(11):1185-1191. doi: 10.1139/apnm-2017-0238. Epub 2017b Jul 18. PMID: 28719765.

CRISPIN, S.P., et al.,. Manual Fotográfico de quantificação alimentar. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1º Edição. il:Colorido. p. 147.

CUENCA, E. *et al.*,. Effects of Beetroot Juice Supplementation on Performance and Fatigue in a 30-s All-Out Sprint Exercise: a randomized, double-blind cross-over study. **Nutrients**, [S.L.], v. 10, n. 9, p. 1222, 4 set. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu10091222>.

COGGAN, A.R. and L.R. PETERSON. Dietary nitrate enhances the contractile properties of human skeletal muscle. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 46, No. 4, pp. 254–261, 2018.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Medicamentos e suplementos nos exercícios e esportes: dopagem e antidopagem, orientações de uso, riscos à saúde, responsabilidade profissional. / Conselho Federal de Medicina. - Brasília,DF: CFM, 2018.

DE CASTRO, T. F. *et al.* Effect of beetroot juice supplementation on 10-km performance in recreational runners. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 44, n. 1, p. 90–94, jan. 2019a.

DE CASTRO, T. F. *et al.* Effects of chronic beetroot juice supplementation on maximum oxygen uptake, velocity associated with maximum oxygen uptake, and peak velocity in recreational runners: a double-blinded, randomized and crossover study. *European Journal of Applied Physiology*, v. 119, n. 5, p. 1043–1053, maio 2019b.

DOMÍNGUEZ, Raúl *et al.* Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 43, 6 jan. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu9010043>.

DOMÍNGUEZ, Raúl *et al.* Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. **Journal Of The International Society Of Sports Nutrition**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 01-12, 5 jan. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1186/s12970-017-0204-9>.

DUSSE, L. M. S.; VIEIRA, L. M.; CARVALHO, M. DAS G. Revisão sobre óxido nítrico. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 39, n. 4, 2003.

EDENFIELD, K. M.. Sports Supplements. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, [S.L.], v. 47, n. 1, p. 37-48, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pop.2019.10.002>.

EVANGELISTA, A. L.. Treinamento de corrida de rua [recurso eletrônico] : uma abordagem fisiológica e metodológica / Alexandre Lopes Evangelista. – 1. ed. – São Paulo : Phorte, 2013. recurso digital.

FUNDAÇÃO VALE. Fisiologia do exercício. UNESCO. Brasília, 2013. 74 p. – (Cadernos de referência de esporte; 2).

FOSTER, C. *et al.* A New Approach to Monitoring Exercise Training. p. 7, [s.d.].

FIADI, A., *et al.*,. Estilo de vida de praticantes de corrida de rua. RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva, v. 14, n. 88, p. 465-470, 17 jul. 2021.

FILHO, R. E ZILBERSTEIN, B. Óxido nítrico: o simples mensageiro percorrendo a complexidade. Metabolismo, síntese e funções. Revista da Associação Médica Brasileira [online]. 2000, v. 46, n. 3 [Acessado 24 Novembro 2022] , pp. 265-271. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-42302000000300012>>. Epub 16 Nov 2000. ISSN 1806-9282. <https://doi.org/10.1590/S0104-42302000000300012>.

HURST, P., SAUNDERS, S., COLEMAN, D.. No Differences Between Beetroot Juice and Placebo on Competitive 5-km Running Performance: A Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2020 May 29;30(4):295-300. doi: 10.1123/ijsnem.2020-0034. PMID: 32470923

HOLLMAN, W., HETTINGER, Th. Medicina do esporte. São Paulo. Manole, pág. 678, 1983.

JEUKENDRUP, A. E.. Nutrition for endurance sports: marathon, triathlon, and road cycling. **Journal Of Sports Sciences**, [S.L.], v. 29, n. 1, p. 91-99, jan. 2011. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2011.610348>.

JONES, A.M.. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. *Sports Med* 44, 35–45 (2014a). <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0149-y>

JONES, A.M.. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism.* v. 39, n.9, p. 1019-1028, set 2014b.. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0036>

JONES, A.M., *et al.*,... Fiber type-specific effects of dietary nitrate. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 44, No. 2, pp. 53Y60, 2016

JONES, Louise, *et al.*,. The Effect of Nitrate-Rich Beetroot Juice on Markers of Exercise-Induced Muscle Damage: a systematic review and meta-analysis of human intervention trials. **Journal Of Dietary Supplements**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 1-23, 21 jun. 2021. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/19390211.2021.1939472>.

LARSEN, F. J., *et al.* Dietary Inorganic Nitrate Improves Mitochondrial Efficiency in Humans. **Cell Metabolism**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 149-159, fev. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2011.01.004>.

LEAL, L. D. dos S. et al.,. Effect of acute and chronic nitrate supplementation on the performance of endurance athletes: a systematic review. *Multidisciplinary Reviews*, [S. l.], v. 5, n. 2, p. e2022009, 2022. DOI: 10.31893/multirev.2022009. Disponível em: <https://malque.pub/ojs/index.php/mr/article/view/309>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MAUGHAN, R; GLEESON, M; GREENHAFF, P. L.. *Bioquímica do Exercício e Treinamento*. São Paulo: Manole, 2000. 240 p.

MAUGHAN, R. J. et al. IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. p. 22, 2018.

MCDONAGH, S. T. J. *et al.*,. Influence of dietary nitrate food forms on nitrate metabolism and blood pressure in healthy normotensive adults. *Nitric Oxide*, v. 72, p. 66–74, jan. 2018.

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

OTSUKI, T., NAKAMURA, F., ZEMPO-MIYAKI, A.. Nitric Oxide and Decreases in Resistance Exercise Blood Pressure With Aerobic Exercise Training in Older Individuals. *Frontiers In Physiology*, [S.L.], v. 10, n. 1204, p. 01-09, 20 set. 2019. Frontiers Media SA. <http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2019.01204>

PARIZOTTI, C. S.. **Suplementação com suco de beterraba no exercício físico**. 2013. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

PRODANOV, C. C., FREITAS, E. C.. *Metodologia do trabalho científico [recurso eletrônico]: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico / 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013*

ROSADO, J., *et al.*,. Body composition among long distance runners. **Revista da Associação Médica Brasileira**, [S.L.], v. 66, n. 2, p. 180-186, fev. 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9282.66.2.180>.

ROJO, J. R., STAREPRAVO, F. A.; SILVA, M. M.. O discurso da saúde entre corredores: um estudo com participantes experientes da prova tiradentes. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, [S.L.], v. 41, n. 1, p. 66-72, jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1016/j.rbce.2018.03.025>.

SALGADO, J. V. V., MIKAHIL., M. P. T. C.. CORRIDA DE RUA: ANÁLISE DO CRESCIMENTO DO NÚMERO DE PROVAS E DE PRATICANTES. **Conexões, Revista da Faculdade de Educação Física da Unicamp**, Campinas, v. 4, n. 1, p. 90-99, jan. 2006.

SCHMOLINSKY, G.. *Atletismo*. Lisboa: Estampa, 1982. 508 p.

SHANNON, O. M. *et al.*, Dietary nitrate supplementation enhances high-intensity running performance in moderate normobaric hypoxia, independent of aerobic fitness. **Nitric Oxide**, [S.L.], v. 59, p. 63-70, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.niox.2016.08.001>.

SHANNON, O. M., *et al.*, Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. **European Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 117, n. 4, p. 775-785, 1 mar. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-017-3580-6>.

TAN, R. *et al.*, The Effects of Dietary Nitrate Supplementation on Explosive Exercise Performance: a systematic review. **International Journal Of Environmental Research And Public Health**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 762, 11 jan. 2022. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19020762>.

TANAKA, H., MONAHAN, K.D., SEALS, D.R.. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001 Jan;37(1):153-6. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01054-8. PMID: 11153730.

TILLIN, NEALE A. *et al.*, “Nitrate Supplement Benefits Contractile Forces in Fatigued but Not Unfatigued Muscle.” *Medicine and science in sports and exercise* vol. 50,10 (2018): 2122-2131. doi:10.1249/MSS.0000000000001655

THOMAS, D. T., ERDMAN, K. A., BURKE, L. M.. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics**, [S.L.], v. 116, n. 3, p. 501-528, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>.

TREXLER, E. T. *et al.* Effects of Citrulline Malate and Beetroot Juice Supplementation on Energy Metabolism and Blood Flow During Submaximal Resistance Exercise. *Journal of Dietary Supplements*, v. 17, n. 6, p. 698–717, 1 nov. 2020.

VIANA, A. DA S. *et al.* Comparação entre três protocolos por dobra cutânea para estimativa da gordura corporal relativa em homens e mulheres universitários. *RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, v. 12, n. 76, p. 1150–1156, 2018.

WELTMAN, A. *et al.* Prediction of Lactate Threshold (LT) and Fixed Blood Lactate Concentrations (FBLC) from 3200-m Running Performance in Women. p. 6, 1990.

WYLIE, LEE J. *et al.* “Human skeletal muscle nitrate store: influence of dietary nitrate supplementation and exercise.” *The Journal of physiology* vol. 597,23 (2019): 5565-5576. doi:10.1113/JP278076

ZAMANI, H. *et al.* The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, [S.L.], v. 61, n. 5, p. 788-804, 15 abr. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2020.1746629>.

## **II PARTE-ARTIGOS**

**ARTIGO I: SUPLEMENTAÇÃO AGUDA DE SUCO DE BETERRABA RICO EM NO<sub>3</sub>.  
E SUAS INFLUÊNCIAS NO RENDIMENTO DE CORREDORES EM UM TESTE DE  
PISTA**

## Resumo

Buscamos identificar a influência da suplementação aguda do suco de beterraba rico em  $\text{NO}_3$  no desempenho de um teste de contra-relógio de 3.200m em corredores de resistência amadores. A amostra contou com 13 indivíduos do sexo masculino ( $25 \pm 4,7$  anos de idade, %G de  $6,7 \pm 3,5$ ), engajados com a corrida de resistência ( $6,0 \pm 4,9$  anos), submetidos a um crossover, randomizado, controlado por placebo. A pesquisa foi dividida em 3 visitas após o aceite, sendo: 1º visita: realização antropométrica e composição corporal. 2º e 3º visita: Foram separadas por um washout de 7 dias, aplicando um contra relógio de 3.200m na pista de atletismo 2 horas após a ingestão da SSBN ou placebo (Kapo®), anotando tempo, frequência cardíaca, percepção subjetiva a cada 400m, além da pressão arterial pré e pós teste. Utilizou-se estatística descritiva, teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para relatar a normalidade da amostra e teste de Levene para igualdade de variâncias (SPSS® 21.0). Os valores obtidos no contra relógio 3.200m, como tempo (SUP  $720,0 \text{ s} \pm 83,7$  vs. PLA  $722,6 \text{ s} \pm 81,5$ ),  $V_{\text{pico}}$  (SUP  $16,20 \text{ km/hr-1} \pm 1,89$  vs. PLA  $16,13 \text{ km/hr-1} \pm 1,86$ ),  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  (SUP  $61,1 \text{ ml(kg.min)}^{-1} \pm 6,6$  vs. PLA  $60,9 \text{ ml(kg.min)}^{-1} \pm 6,4$ ), FC (SUP  $190,9 \text{ bpm} \pm 6,9$  vs. PLA  $192,4 \text{ bpm} \pm 8,4$ ), PSE (SUP  $9,4 \pm 0,6$  vs. PLA  $9,0 \pm 1,1$ ), 2º limiar da velocidade ( SUP  $15,95 \pm 1,74$  vs. PLA  $15,95 \pm 1,69$ ) PA com reduções em diferentes momentos após SSBN (Dias: 60min: 1,45%, 90min: 4,48%; Sis após teste: 1,86%) e macronutrientes (ptn:  $1,60 \text{ g/kg} \pm 0,91$ ; lip:  $0,70 \text{ g/kg} \pm 0,64$ ; carb  $3,97 \text{ g/kg} \pm 2,75$ ) demonstraram respostas importantes, porém não havendo nível de significância ( $p < 0,05$ ). O mesmo para as análises individuais de tempo com conclusão em até 10,5s, incremento de 1,54% na velocidade, 1,38% no  $\text{VO}_{2\text{pico}}$  e 1,46% no 2º limiar da velocidade Conclui-se que SSBN demonstra efeitos substanciais em eventos de resistência como a corrida nos pontos de magnitude, mas não reportando valores significativos. Devendo considerar as respostas individuais em conjunto a suplementação.

**Palavras-Chaves:** Óxido Nítrico. Corrida. Consumo alimentar.

## Abstract

We sought to identify the influence of acute supplementation of beetroot juice rich in NO<sub>3</sub><sup>-</sup> on the performance of a 3,200m time trial test in amateur endurance runners. The sample consisted of 13 male individuals (25± 4.7 years old, %F of 6.7 ± 3.5), engaged in endurance running (6.0 ± 4.9 years), submitted to a crossover, randomized, placebo-controlled trial. The survey was divided into 3 visits after acceptance, as follows: 1st visit: anthropometric measurements and body composition. 2nd and 3rd visits: They were separated by a 7-day washout, applying a 3,200m time trial on the athletics track 2 hours after ingestion of SSBN or placebo (Kapo®), recording time, heart rate, subjective perception at each 400m, in addition to blood pressure pre and post test. Descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were used to report sample normality and Levene's test for equality of variances (SPSS® 21.0). The values obtained in the 3,200m time trial, such as time (SUP 720.0 s ± 83.7 vs. PLA 722.6 s ± 81.5), V<sub>peak</sub> (SUP 16.20 km/hr-1 ± 1.89 vs. . PLA 16.13 km/hr-1 ± 1.86), VO<sub>2peak</sub> (SUP 61.1 ml(kg.min)<sup>-1</sup> ± 6.6 vs. PLA 60.9 ml(kg.min)<sup>-1</sup> ± 6.4), HR (SUP 190.9 bpm ± 6.9 vs. PLA 192, 4 bpm ± 8.4), RPE (SUP 9.4 ± 0.6 vs. PLA 9.0 ± 1.1), 2nd velocity threshold (SUP 15.95± 1.74 vs. PLA 15.95± 1.69) BP with reductions at different times after SSBN (Days: 60min: 1.45%, 90min: 4.48%; Sis after test: 1.86%) and macronutrients (ptn: 1.60g/kg ± 0.91; lip: 0.70 g/kg ± 0.64; carb 3.97 g/kg ± 2.75) showed responses important, but with no significance level (p<0.05). The same for the individual time analyzes with conclusion in up to 10.5s, increment of 1.54% in velocity, 1.38% in VO<sub>2peak</sub>. and 1.46% in the 2nd velocity threshold It is concluded that SSBN demonstrates substantial effects in endurance events such as running at magnitude points, but not reporting significant values. Should consider individual responses in conjunction with supplementation.

**Keywords:** Nitric Oxide. Running. Food consumption.

## 1 INTRODUÇÃO

Há tempos vem se estudando sobre um composto presente em alguns vegetais e raízes, como espinafre, aipo, rúcula, mostarda, e principalmente na beterraba, denominada de nitrato inorgânico ( $\text{NO}_3^-$ ) (WONG, BURNS, SIM, 2022; CALVO et al., 2020). Os seus benefícios vêm sendo reportados após sua conversão final no organismo a óxido nítrico (ON). Uma molécula de sinalização capaz de auxiliar em diversos processos fisiológicos (CASADO et al., 2021), como a vasodilatação, manipulação de cálcio, respiração/ biogênese mitocondrial, homeostase da glicose (JONES, 2014a).

Inicialmente acreditava-se que a produção de ON era exclusivamente pela oxidação da L-arginina mediante a uma reação catalisada pela enzima óxido nítrico sintase (NOS), requerente da presença de  $\text{O}_2$  (LEAL et al., 2022). Já é consenso uma outra via de produção desta molécula a partir das fontes exógenas aqui citadas, tal via denomina-se de *via nitrato-nitrito- óxido nítrico*, em que após o consumo do  $\text{NO}_3^-$ , entorno de 25% deste será absorvido na cavidade bucal, por bactérias anaeróbicas facultativas comensais presentes na língua que reduzirá nitrato a nitrito. No ambiente estomacal uma parte deste nitrito será reduzido a óxido nítrico e seguindo para a circulação sistêmica, com um pico entre 2 a 3hrs (JONES, 2014a; JONES 2014b).

O uso do  $\text{NO}_3^-$  via suplementação vem ganhando adeptos no meio esportivo, incluindo aqueles de resistência como a corrida, em virtude de suas características, como a exemplo, manter um ótimo consumo de oxigênio e suprimento de reservas energéticas adequadas durante o esforço, buscando realizar o percurso no menor tempo possível (LEAL et al., 2022; ZAMANI et al., 2020; BARBANTI, 2010). Resultados mediante ao desempenho em uma corrida de 2km foram reportados por alguns pesquisadores, como uma melhora significativa de 0,9% com corredores do sexo masculino, após a ingestão de uma dose da suplementação de nitrato (CASADO et al., 2021). Assim como um contra-relógio de 5km com corredores do sexo masculino reportando uma conclusão mais rápida de 41s após intervenção com suco de beterraba de maneira aguda (MURPHY et al., 2012).

Alguns fatores são fundamentais para a obtenção de resultados positivos na corrida, sabendo da mediação do óxido nítrico no tônus vascular, pode-se inferir que o fluxo sanguíneo será melhorado e assim chegando mais oxigênio à musculatura durante o esforço

(LEAL et al., 2022). Além disso, alguns estudos destacam uma contribuição na eficiência mitocondrial, em que a demanda de  $O_2$  para a ressíntese de adenosina trifosfato é diminuída (JONES, 2014b). Isso pode estar relacionado a ações do óxido nítrico na mitocôndria, uma das hipóteses é suas modulações no complexo IV da cadeia transportadora de elétrons (LARSEN et al., 2011). Uma vez que a redução de nitrito a óxido nítrico em momentos de hipóxia é facilitada, e como a sua via de produção por meio da óxido nítrico sintase requer de  $O_2$ , a suplementação de nitrato poderá contribuir nestes eventos (SHANNON et al., 2016).

A suplementação de beterraba rico em  $NO_3^-$  vem demonstrando resultados promissores em distâncias igual ou inferior a 5km, bem como em indivíduos recreacionalmente ativos (SHANNON et al., 2017; MURPHY et al., 2012), mas ainda incertos. Contudo, há uma carência em analisar as respostas a esta suplementação em um local semelhante a característica do esporte, e seu uso de maneira aguda, em virtude do custo benefício aos adeptos e para melhores estratégias em treinos e competições. Neste sentido, o presente estudo visou identificar a influência da suplementação aguda do suco de beterraba rico em  $NO_3^-$  no desempenho de um contra-relógio de 3.200m em corredores de resistência amadores.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 PROCEDIMENTOS**

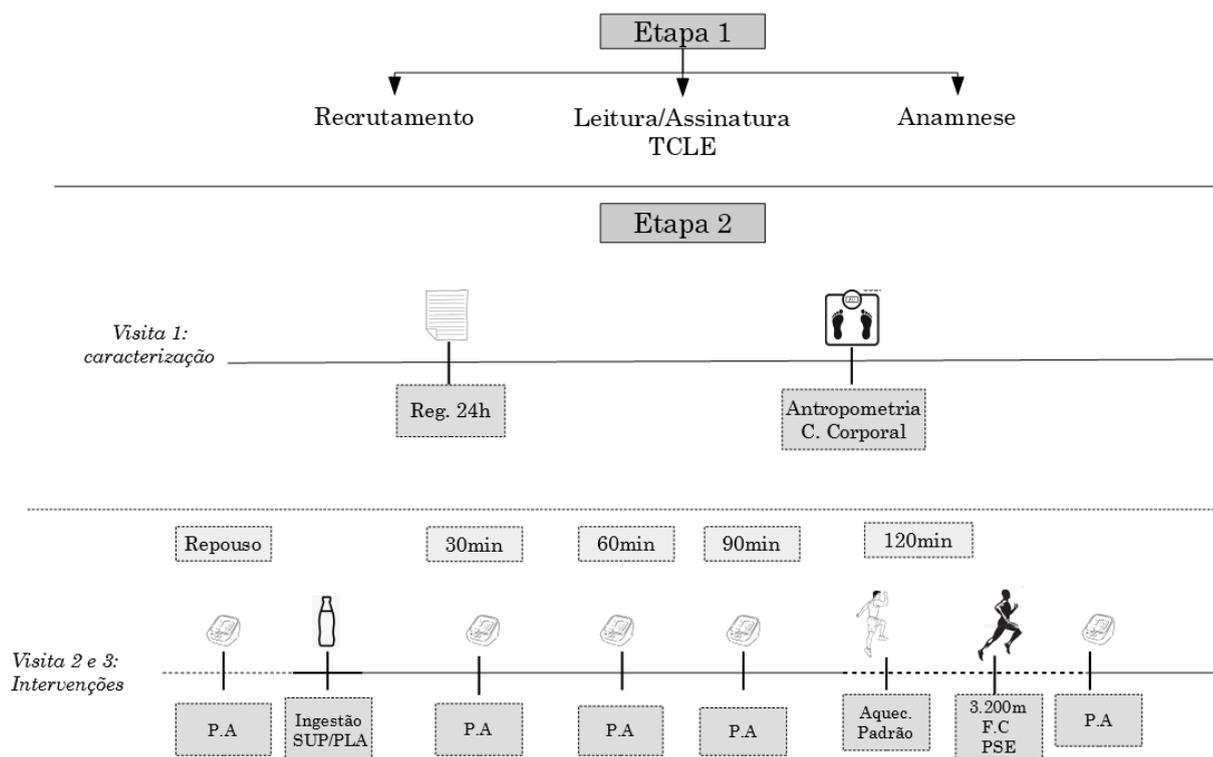
A pesquisa contou com 13 indivíduos do sexo masculino com idade entre  $25 \pm 4,71$  anos, engajados com a corrida de rua, residentes no município de Lavras, Minas Gerais, que compareceram no laboratório Grupo de Estudo e Pesquisas em Respostas Neuromuscular (GEPREN) na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Determinou-se como critério de inclusão participantes corredores amadores com no mínimo de 18 meses de prática na corrida. E como exclusão desta pesquisa, apresentar alterações na anamnese, não completar os testes, apresentar lesões no decorrer das coletas, fazer uso de suplementos/alimentos que possam interferir nos dados da pesquisa, além de ser diagnosticado com COVID 19.

A pesquisa foi autorizada pelo comitê de ética da Universidade Federal de Lavras, sobre o parecer nº 3.663.376 (ANEXO A).

Dividindo-se em duas etapas a pesquisa se estabeleceu da seguinte maneira: a primeira etapa foi direcionada para recrutamento e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A) aos voluntários, que posteriormente preencheram uma anamnese (APÊNDICE A) como critério para a etapa seguinte. Além de receber instruções para o preenchimento do registro alimentar.

Na segunda etapa os voluntários foram submetidos a três visitas no laboratório GEPREN-UFLA: a) *Visita 1*: foi destinada a caracterização da amostra, onde realizou-se a análise antropométrica (massa corporal e estatura) e composição corporal (dobras cutâneas). O registro alimentar foi coletado, solicitando que os voluntários mantivessem ou aproximassem a essa alimentação no dia antecedente às demais intervenções. b) *Visita 2 e 3*: correspondeu a um crossover, aleatorizado duplo-cego, controlado por placebo, em um intervalo de 1 semana. Devido a característica da suplementação, solicitou-se que os voluntários chegassem com antecedência de 2 horas ao início do teste principal em todos os encontros. No primeiro momento realizou-se a aferição da pressão arterial em repouso, as quais foram analisadas em mais três momentos (30min| 60min| 90min) até a intervenção principal. Posteriormente à primeira aferição administrou-se a suplementação ou placebo. É válido ressaltar que foi disponibilizado 1 barra de cereal sem açúcar 60 min após a ingestão da suplementação/placebo. Ao final das 2 horas de espera os voluntários foram submetidos a um aquecimento durante 10 minutos, prosseguindo para o teste principal, corrida de 3.200m na pista de atletismo da UFLA coletando as seguintes variáveis tempo, velocidade, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (PSE) durante as voltas. Coletou-se após o teste a frequência cardíaca e a pressão arterial. (FIGURA 1)



**Fonte:** Do autor.

**Figura 1:** Desenho Experimental

**Legenda:** TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; Rec. 24h : Recordatório 24h; P.A: Pressão Arterial; Sup: Suplementação; Pla: Placebo; Aquec. Padrão: Aquecimento Padrão.

## 2.2 ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA E COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para a coleta da massa corporal, estatura e percentual de gordura solicitou-se aos voluntários que utilizassem vestimenta adequada, bermuda e regatas leves, além de evitar nas últimas 24 horas que antecedem a coleta a não consumir bebidas alcoólicas e evitar realizar atividade física (VIANA et al., 2018).

A massa corporal foi determinada utilizando uma balança digital de marca Welmy® com precisão de 100 gramas para a medida de massa. Sendo-lhes instruídos a realizar o seguinte protocolo: retirar os sapatos ao subir na balança com os pés pouco afastados e

paralelos, de maneira que distribua o peso corporal igualmente em ambos os pés, além de se posicionar de costa para a tela, cabeça no plano horizontal de Frankfort, manter-se em posição estática para que não ocorra quaisquer interferências na obtenção final da pesagem. Em seguida, solicitou-se que os voluntários ficassem rentes à parede e chão retos sem desvios, descalços com os pés lado a lado, cabeça no plano horizontal de Frankfort, a fim de coletar a estatura através de um estadiômetro portátil da marca Sanny (VIANA et al., 2018).

E por último, a mensuração do percentual de gordura corporal foi realizado por meio do ultrassom de marca BodyMetrix™ by IntelaMetrix®.

Utilizou-se o protocolo de três dobras, cutânea peitoral, cutânea abdominal e coxa, proposto por Jackson, Pollock e Ward (1980; VIANA et al., 2018). Os valores obtidos por meio do ultrassom foram analisados utilizando um software específico deste equipamento, através da seguinte equação (SIRI, 1961):

$$\text{Dens} = 1,0994921 - 0,0009929 * (\text{Idade em anos}) + 0,0000023 * (\text{Idade em anos})^2 - 0,0001392 * (\text{Soma das dobras tricipital, supra-ílica e coxa})$$

$$\%G = [(4,95/\text{dens}) - 4,50] \times 100$$

## 2.3 CONSUMO ALIMENTAR

A fim de analisar o consumo alimentar e buscar controlar o não consumo de alimentos ricos em nitrato, utilizou-se o registro alimentar. Para auxiliar o preenchimento dos registros, os voluntários receberam um modelo de registro alimentar preenchido. Além do manual fotográfico de quantificação alimentar - GloboDiet (CRISPIM et al., 2017) que foi disponibilizado para melhor entendimento dos mesmos no momento de detalhar. Os registros alimentares foram analisados por meio do software DietBox®, convertendo os alimentos descritos nos registros alimentares em energia e nutrientes (APÊNDICE B).

O registro alimentar foi coletado um dia antes da caracterização, solicitando assim que os voluntários buscassem manter/aproximar estas refeições nas demais visitas. Todas as informações necessárias foram passadas aos mesmos para o preenchimento dos registros. Anotando de maneira detalhada o horário e os alimentos ingeridos em cada refeição com suas respectivas porções, modo de preparo e marcas quando necessário.

## 2.4 TESTE CONTRA-RELÓGIO 3.200M

Os voluntários foram submetidos a um teste de contra- relógio de 3.200m em uma pista de atletismo na Universidade Federal de Lavras, após um aquecimento padrão, sendo uma corrida leve/moderada por 10 min. O teste foi realizado na raia 1 (um), na parte mais interna da pista que possui 400 m, onde os voluntários percorreram 8 voltas completas (WELTMAN et al., 1990). Além disso, solicitou que os mesmos utilizassem roupas adequadas e/ou confortáveis, como tênis, bermuda, camisa/regata leve, e que não utilizassem relógio durante o teste. É válido ressaltar que além do tempo final anotou-se o tempo a cada 400 metros, por meio de um cronômetro, da marca Oregon Scientific®, a percepção subjetiva de esforço (escala Borg (1982) e adaptada por Foster et al., (2001)) e frequência cardíaca (relógio de marca Garmin® Forerunner 310XT). (APÊNDICE E)

- EQUAÇÃO DO  $VO_{2pico}$

A equação utilizada para calcular o  $VO_{2pico}$  dos participantes foi (WELTMAN et al., 1990):

$$VO_{2pico} \text{ (ml/kg.min}^{-1}\text{)} = 90.70 - 3.24 \text{ (3200-m tempo, min)} + 0.04 \text{ (3200-m tempo, min)}^2$$

## 2.5 SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA RICO EM NITRATO

A administração da suplementação do suco de beterraba rico em nitrato seguiu alguns protocolos, como evitar a ingestão de alimentos que contenham  $NO_3^-$ , a saber beterraba, rúcula, aipo, nabo, espinafre, alface, repolho, salsa, endívias, além da cafeína e recursos ergogênicos nutricionais durante o período da pesquisa. O uso de enxaguantes bucais antibacterianos também foram evitados durante 7 dias e nas 24hrs antecedente ao teste e recomendou-se, não escovar a língua, devido às bactérias encontradas na face da língua que contribui para a conversão de nitrato a nitrito (CASADO et al. 2021).

A ingestão do suplemento se deu 2 horas antes ao teste principal, devido ao pico de nitrito no plasma (HURST; SAUNDERS; COLEMAN, 2020). Utilizou-se do suco de beterraba rico em  $NO_3^-$ , correspondendo a 400 mg ~6,4 mmol (Beet IT; James White Drinks

Ltd, Ipswich, UK), conforme indicação da *International Olympic Committee* – COI (MAUGHAN et al., 2018).

O placebo utilizado foi um suco industrializado, sabor de uva (Kapo®, Del Valle, Brasil), com baixas concentrações de nitrato, apenas 5,4mg (BEZERRA, 2017).

Os voluntários receberam SUP ou PLA em um frasco lacrado sem identificação, preparado por um segundo pesquisador, para que não ocorresse qualquer interferência. Este segundo pesquisador separou quais eram os conteúdos administrados para cada participante.

## 2.6 DETERMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

A percepção subjetiva de esforço dos voluntários foi analisada no teste 3.200m. Nesta ocasião, os mesmos foram informados do objetivo e funcionamento da escala sugerida por Borg (1982) e adaptada por Foster et al., (2001), sendo classificada de 0 a 10, em que “repouso” é representada por 0 e esforço “máximo” 10. Anotou-se a PSE relatada pelos voluntários a cada 400m percorrido durante o teste de 3200m. (FIGURA 2)

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

**Fonte:** Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001)

**Figura 2:** Escala percepção subjetiva de esforço C10.

## 2.7 PRESSÃO ARTERIAL

A pressão arterial foi aferida por meio do monitor de Pressão Arterial Automático, marca OMRON®, ocorrendo sempre com o voluntário na posição sentada, no braço esquerdo

e com a palma da mão voltada para cima apoiada a uma mesa, anotando pressão sistólica e diastólica. As aferições ocorreram no momento do repouso antes da ingestão da SUP ou PLA e 30 em 30 minutos após a ingestão (total de 3 aferições) e ao teste principal.

## **2.8 FREQUÊNCIA CARDÍACA**

A frequência cardíaca foi verificada por meio do relógio de marca Garmin® Forerunner 310XT.

O relógio Forerunner 310XT foi utilizado durante o teste 3.200m, registrando a frequência a cada 400m, em que a fita foi colocada na região xifóide no tórax do voluntário e o relógio ficou junto ao pesquisador para que não houvesse influência durante as visitas.

A equação proposta por TANAKA; MONAHAN; SEALS, (2001) foi utilizada para analisar a FC<sub>máx</sub> predita dos participantes, a saber:

$$FC_{máx} = 208 - (0,7 \times idade)$$

## **2.9 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

As divisões da suplementação e placebo foram realizadas de maneira aleatória e duplo-cego, onde um pesquisador membro do laboratório Grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Neuromusculares - GEPREN ficou responsável pela separação e entrega.

Para o cálculo do N amostral foi utilizado o software Gpower 3.1, determinado com um poder da amostra de 0,8.

O software selecionado para análise foi Statistical Package for the Social Sciences-SPSS® 21.0 para Windows. Utilizou-se estatística descritiva, bem como o delta de variação dos resultados. Os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para relatar a normalidade da amostra e teste de Levene para igualdade de variâncias. O nível de significância foi quando  $p < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

A pesquisa iniciou com 16 voluntários, devido ao não comparecimento em algumas das etapas restaram 13 voluntários concluintes da pesquisa, a tabela 1 apresenta as características dos participantes.

**Tabela 1:** Dados antropométricos, composição corporal e características de treino dos sujeitos.

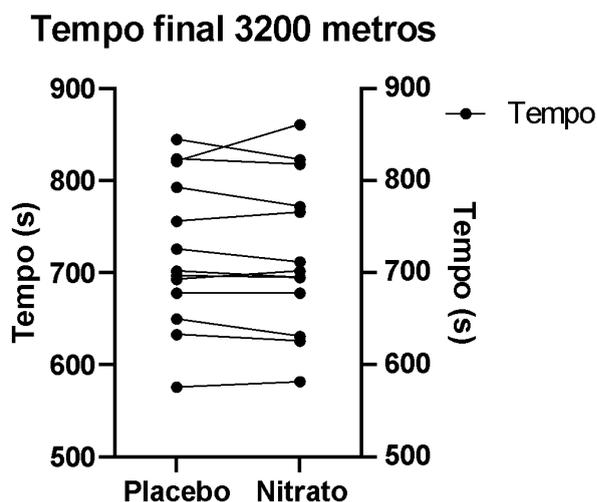
<b>Variáveis</b>	<b>Homens</b>
<b>Nº</b>	13
<b>Idade (anos)</b>	25± 4,7
<b>Peso (kg)</b>	67,3 ± 6,9
<b>Altura (m)</b>	1,72 ± 5,4
<b>%G</b>	6,7 ± 3,5
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,2 ± 1,8
<b>Tempo de prática (anos)</b>	6,0 ± 4,9
<b>Periodicidade (dias)</b>	4,0 ± 1,5

\*Os dados são apresentados em média ± desvio padrão.

O tempo de conclusão mesmo sem nível de significância ( $p < 0,05$ ), demonstrou ser favorável quando os indivíduos estavam suplementados, apresentando uma diferença de 2,6s mais rápido (SUP 720,0 s ± 83,7, PLA 722,6 s ± 81,5), correspondendo em uma contribuição de 0,35%.

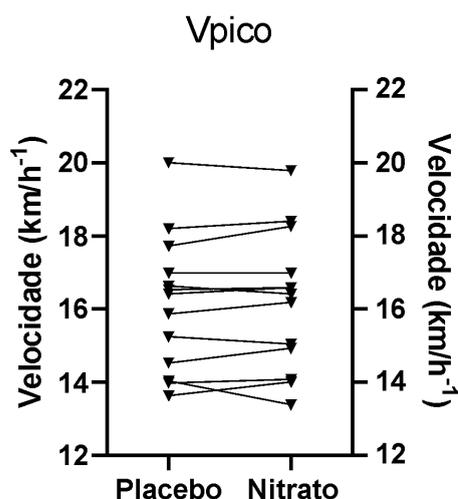
Os resultados individuais do tempo de conclusão no momento suplementar e placebo são apresentados na figura 3. Apesar de não manifestar valores significativos, oito dos treze

participantes apresentaram uma diminuição no tempo de conclusão do teste quando suplementados com de suco de beterraba, com uma média final de até 10,5s mais rápidos, demonstrando um delta de variação de 1,54% ( $p < 0,05$ ).



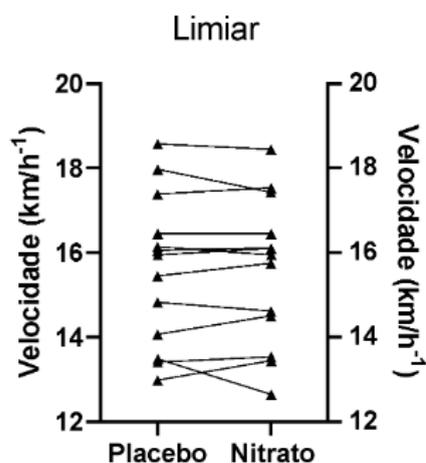
**FIGURA 3 :** Valores individuais do tempo final nas condições SUP e PLA.

A média da velocidade pico atingida no teste de 3.200m foi ligeiramente maior quando os participantes estavam suplementados (SUP  $16,20 \text{ km/hr}^{-1} \pm 1,89$ , PLA  $16,13 \text{ km/hr}^{-1} \pm 1,86$ ), correspondendo a uma contribuição de 0,41%, sem demonstrar diferenças significativas ( $p < 0,05$ ). Individualmente oito dos trezes participantes obtiveram um incremento em sua velocidade pico após a ingestão da suplementação de beterraba, observando um valor médio de até 1,54% no delta da variação dos resultados, mas sem respostas significativas ( $p < 0,05$ )( FIGURA 4).



**FIGURA 4 :** Valores individuais da velocidade pico atingida nos 3.200m nas condições SUP e PLA.

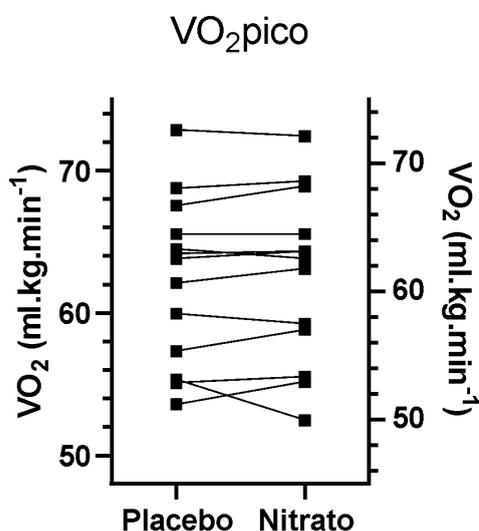
Os valores atingidos no 2º limiar de velocidade no teste de 3.200m entre os participantes fizeram uso de placebo e suplementação foram semelhantes,  $15,95 \pm 1,69$  e  $15,95 \pm 1,74$  respectivamente, mas não reportando valores estatísticos significativos ( $p < 0,05$ ). Nota-se que oito dos treze participantes apresentaram um aumento na velocidade até atingir o 2º limiar após a ingestão da suplementação de suco de beterraba, observando valor médio 1,46% no delta da variação, mas sem respostas significativas ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 5).



**FIGURA 5 :** Limiar atingido nos 3.200m nas condições SUP e PLA.

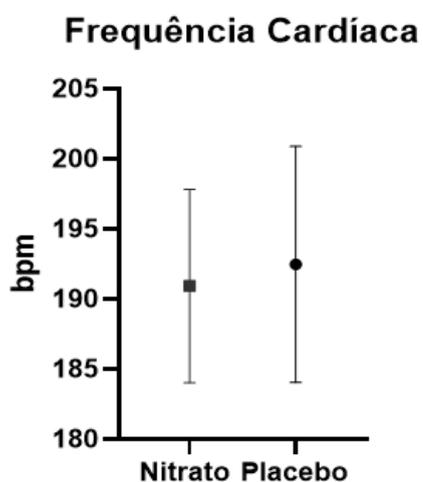
Uma variável importante é o consumo máximo de oxigênio, e ao analisar o  $VO_{2\text{pico}}$  no teste de 3.200m observa-se um pequeno acréscimo quando os indivíduos estavam suplementados (SUP  $61,1 \text{ ml}(\text{kg}.\text{min})^{-1} \pm 6,6$ ; PLA  $60,9 \text{ ml}(\text{kg}.\text{min})^{-1} \pm 6,4$ ), o que nos demonstra um incremento de 0,33%, sem efeitos estatístico significativos ( $p < 0,05$ ).

Também sem demonstrar resultados significativos, os valores individuais do  $VO_{2\text{pico}}$  estão apresentados na figura 6 a seguir. Onde oito dos treze participantes obtiveram uma elevação no  $VO_{2\text{pico}}$  quando estavam suplementados com suco de beterraba, demonstrando um delta de variação de 1,38% ( $p < 0,05$ ).



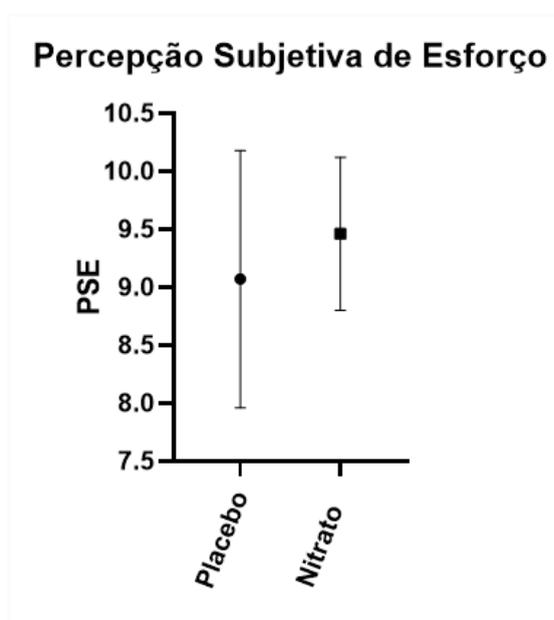
**FIGURA 6** : Valores individuais do nas  $VO_{2\text{pico}}$  condições SUP e PLA.

A média da frequência cardíaca máxima estimada foi de  $189,5 \text{ bpm} \pm 3,30$ . Ao verificar a frequência cardíaca final do teste de 3.200m, obtivemos os seguintes valores SUP  $190,9 \text{ bpm} \pm 6,9$  e PLA  $192,4 \text{ bpm} \pm 8,4$ , sem diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 7).



**FIGURA 7 :** Valores da frequência cardíaca final nos 3.200m nas condições SUP e PLA.

Ao verificar a percepção subjetiva de esforço ao final do teste de contra relógio é possível observar que houve uma semelhança entre as condições suplementar e placebo (SUP  $9,4 \pm 0,6$ , PLA  $9,0 \pm 1,1$ ), não havendo diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ )(FIGURA 8).



**FIGURA 8 :** Valores da percepção subjetiva de esforço final nos 3.200m nas condições SUP e PLA.

A análise da pressão sistólica e diastólica em repouso, 30, 60 e 90 min após a ingestão da suplementação e imediatamente após o teste de contra relógio de 3.200m está exibida na tabela 2, mas sem diferença significativa ( $p < 0,05$ ). Nota-se uma semelhança entre as condições SUP e PLA, com uma ligeira diminuição na diástole 60 e 90 min quando incrementado a suplementação do suco de beterraba rico em nitrato, 1,45% e 4,48% respectivamente. Assim como uma diminuição na sístole após o teste 3.200m, com efeito de 1,86% no delta da variação, sem valores estatísticos significativos ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2:** Pressão arterial sistólica e diastólica em diferentes momentos nas condições SUP e PLA.

		<b>Pressão Arterial</b>	
	<b>Momentos</b>	<b>Sistólica</b>	<b>Diastólica</b>
<b>Suplemento</b>	Pré (repouso)	132 ± 16,07	66 ± 11,00
	30min	120 ± 18,80	64 ± 14,46
	60min	123 ± 15,64	68 ± 10,60
	90min	122 ± 10,82	64 ± 6,65
	Pós teste	158 ± 23,17	79 ± 10,12
	<b>Placebo</b>	Pré (repouso)	127 ± 14,63
30min		119 ± 11,41	63 ± 6,12
60min		122 ± 8,43	69 ± 7,75
90min		122 ± 9,78	67 ± 6,84
Pós teste		161 ± 22,71	74 ± 7,09

\*Os dados são apresentados em média ± desvio padrão

A tabela 3 apresenta a média do consumo alimentar dos macronutrientes proteínas, lipídios e carboidratos de um recordatório alimentar 24 hrs recolhido dos participantes.

**Tabela 3:** Recordatório alimentar, com valores dos macronutrientes.

	<b>Macronutrientes</b>		
	<b>Proteínas(g)</b>	<b>Lipídeos (g)</b>	<b>Carboidratos(g)</b>
Média	110,7	43,0	272,1
Desvio Padrão	63,5	48,3	184,5
	<b>Proteínas(g/kg)</b>	<b>Lipídeos (g/kg)</b>	<b>Carboidratos(g/kg)</b>
Média	1,60	0,70	3,97
Desvio Padrão	0,91	0,64	2,75

\*Os dados são apresentados em média  $\pm$  desvio padrão

#### 4 DISCUSSÃO

A presente pesquisa investigou se uma única dosagem da suplementação de suco de beterraba rico em  $\text{NO}_3^-$  em corredores submetidos a um teste de contra relógio e não reportou valores de significância no rendimento do teste de 3.200m e nas variáveis analisadas, apesar de algumas evidências elucidar resultados promissores no rendimento envolvendo distâncias igual ou inferior a 5km. A exemplo, um estudo comparando as distâncias de 1.500m e 10.000m junto a ingestão da suplementação de  $\text{NO}_3^-$ , observou valores significativos de 1,9% nos 1.500m com corredores do sexo masculino, mas não nos 10.000m (SHANNON et al., 2017). Um outro estudo reportou melhoras significativas de 0,9% em um contra relógio de 2.000m após a ingestão da suplementação de beterraba com indivíduos do sexo masculino (CASADO et al., 2021).

Um estudo realizado em um evento de competição de prova, não demonstrou efeitos significativos nos 5km após ingestão aguda da suplementação de beterraba com  $\text{NO}_3^-$  (HURST, SAUNDERS, COLEMAN, 2020). O mesmo efeito foi apresentado no estudo

realizado por Boorsma et al., (2014), em um contra relógio de 1.500m com a intervenção da suplementação rica em nitrato de maneira aguda e crônica. Uma explicação para estes achados pode estar ligada ao nível de treinamento dos participantes, uma vez que, tal condição pode influenciar a sensibilidade a suplementação, como enfatizam alguns autores (ZAMANI et al., 2020; BOORSMA et al., 2014). Boorsma et al., (2014) reforça que os resultados significativos não encontrados em seu estudo podem permear em virtude das características dos indivíduos, já que eram atletas de alto rendimento. O que levaria a um aumento na biodisponibilidade de óxido nítrico em um outra via, devido a produção de uma enzima importante, óxido nítrico sintase (NOS), em que evidências apontam um maior  $\text{NO}_3$  basal em indivíduos treinados quando comparados aos não treinados. Além disso, o treinamento pode contribuir de maneira positiva nas ações endoteliais, em específico na vasodilatação, mascarando de tal modo a via exógena (ZAMANI et al., 2020; POVEDA et al., 1997; GREEN et al., 2004 ).

O tempo de envolvimento com treinamento no grupo analisado na presente pesquisa permeou entre 6,0 anos  $\pm$  4,9, com uma periodicidade semanal de 4,0 dias  $\pm$  1,5, o que de alguma maneira pode ter diminuído a expressão aguda da suplementação de suco de beterraba rica em  $\text{NO}_3$  , mas não de maneira enfática, já que não são indivíduos de alto rendimento. Outro ponto a este é que alguns estudos citados, como Shannon et al., (2017) e Casado et al., (2021), a amostra foi constituída por indivíduos amadores e/ou com experiência na corrida corroborando com a atual pesquisa, assim ao analisar a dosagem da suplementação utilizada nos estudo citados, nota-se uma quantidade superior à do presente estudo, sendo de 140ml e 70 ml respectivamente, o que talvez possa ter contribuído para os resultados achados.

Embora o rendimento no contra-relógio 3.200m não relate alterações significativas, é possível notar as influências na magnitude dos resultados encontrados após o consumo da suplementação de  $\text{NO}_3$  , ainda que pequenas mas importantes, apesar das evidências apontadas anteriormente. Assim ao analisar a média da velocidade pico (FIGURA 4) atingida pelos participantes mediante a ingestão de  $\text{NO}_3$  , ainda que sucinta pode refletir de maneira positiva no rendimento, como destaca De Castro et al., (2019b), em um estudo com corredores do sexo masculino utilizando teste incremental, observando uma melhora significativa na velocidade pico após a intervenção com suco de beterraba, acrescentando que em ambientes competitivos esses resultados possam colaborar, já que uma pequena modificação pode ser determinante. Estes autores ainda ressaltam que a capacidade de

obtenção de energia por meio dos sistemas oxidativo e glicolítico podem ser representados pela velocidade pico, uma vez que os valores atingidos na mesma foram acima do limiar, o que corrobora com a atual pesquisa (FIGURA 5), mesmo não relatando diferenças significativas é possível identificar que a capacidade em atingir o 2º limiar da velocidade para oito dos treze indivíduos foi superior no momento suplementação em relação ao momento que ingeriram placebo.

Atrelado a esses fatores correspondente a mediação da suplementação, foi possível observar uma redução na média do tempo de conclusão no teste 3.200m na presente pesquisa, de 2,6s, o que, repetimos, resultados dessa magnitude na corrida de resistência é de suma importância. O estudo de Murphy et al., (2012) a exemplo, elucidou um tempo de conclusão mais rápido, 41s, atrelado a um aumento na velocidade média, em virtude da suplementação.

Já ao averiguar os resultados individuais dos trezes participantes da presente pesquisa, é possível observar que para oitos deles houve um incremento médio na velocidade pico de até 1,53%, contribuindo para uma conclusão entre 10,5s mais rápido quando estes estavam na condição suplementar. De Castro et al., (2019a) ressalta a importância de verificar os resultados individuais junto a suplementação de suco de beterraba, concluindo que dez dos quatorze participantes de sua pesquisa finalizaram os 10km mais rápido após a ingestão da suplementação.

Uma melhoria entre 0,5 a 1,5% pode preceder rendimentos satisfatórios (DOMINGUÉZ et al., 2017), entretanto, alguns fatores podem ser determinantes, em que percorrer o menor tempo é necessário (BARNES, KILDING, 2014), e para isso, apresentar uma eficiência no consumo de oxigênio, reservas energéticas, a exemplo, durante o percurso é fundamental. Pesquisas vêm demonstrando resultados positivos para o  $VO_{2\text{máx}}$ , após a ingestão da suplementação (LARSEN et al., 2009. BAILEY et al., 2009) em diferentes modalidades, mas o estudo de Lansley et al., (2011) com indivíduos do sexo masculino submetidos a uma caminhada e corrida em esteira junto a suplementação foi substancialmente significativo, demonstrando uma melhoria no consumo de oxigênio de 12-14% para a caminhada e 7% para corrida com intensidade moderada. A pesquisa de De Castro et al., (2019b), os quais utilizaram protocolo de teste incremental, aqui já mencionado, também reportou melhorias significativas no  $VO_{2\text{máx}}$ , após consumo do suco de beterraba. Nessa linha, a presente pesquisa observou um incremento sucinto, mas positivo de 0,33% sem nível de significância na maior taxa de consumo de oxigênio durante o teste de contra relógio,

VO<sub>2</sub>pico. Já os valores individuais obteve um incremento médio de 1,38 % no delta de variação para os oito dos trezes participantes, mas em níveis de significância.

Os resultados acerca desta variável ainda não são claros, mas é válido fazer alguns levantamentos, o menor custo de oxigênio apontado nas pesquisas supracitadas utilizaram um protocolo de ingestão de NO<sub>3</sub> de maneira crônica, diferente do que ocorreu na presente pesquisa. O que levaria a hipótese de uma possível contribuição da biogênese mitocondrial na melhoria das funções aeróbicas, portanto essa teoria foi descartada por Lansley et al., (2011), ao analisar que a capacidade oxidativa mitocondrial após 6 dias de suplementação não demonstrou alterações. Nos sugerindo que a ocorrência da biogênese mitocondrial pode não prevalecer de maneira aguda (DE CASTRO et al., 2019b; Lansley et al., (2011).

Uma outra vertente que pode ter então contribuído para este resultado, é que ainda a nível mitocondrial em sua forma reduzida, o óxido nítrico, pode ligar na citocromo c (complexo IV), acarretando em uma inibição parcial da respiração mitocondrial, a qual é totalmente reversível após a presença de O<sub>2</sub> (BASU et al., 2008; LARSEN et al., 2011), algumas especulações ainda incluem a sua participação como aceitador de elétrons no complexo IV ( BAILEY et al., 2009; BROWN, COOPER, 1994). Em momentos de hipóxia essa contribuição pode ser potencializada (CASTRO et al., 2019b; BASU et al., 2008), lembrando que os valores médios da velocidade pico foram acima do limiar no atual estudo, podendo auxiliar de maneira positiva esses resultados observados.

A função contrátil também pode estar envolvida neste processo, em que teorias evidenciam que o óxido nítrico pode contribuir na liberação de cálcio (Ca<sup>2+</sup>), a partir de modulações nas proteínas calsequestrin 1 e do receptor dihidropiridina, e conseqüentemente na produção de força em fibras rápidas (HERNANDEZ et al., 2012; COGGAN, PETERSON, 2014; JONES, 2014).

Sabendo que a redução de nitrito a óxido nítrico é potencializada em momentos de hipóxia e baixo nível de pH (JONES et al., 2016) podemos apontar que estes mecanismo a nível mitocondrial e extramitocondrial possam ter colaborado para uma magnitude positiva no rendimento aeróbio uma vez que o esforço empregado no teste no momento SSBN demonstrou ser maior em relação ao placebo, conforme a figura 8, relatando a percepção subjetiva de esforço.

A frequência cardíaca também não demonstrou valores de significância, assim como em alguns estudos (DE CASTRO et al., 2019a; MURPHY et al., 2012). Mas é possível notar

uma sucinta diminuição da FC final no momento SSBN, indo de encontro com os valores encontrados da pressão arterial após o teste 3.200m. A biodisponibilidade de óxido nítrico por fontes dietéticas vem sendo analisadas na redução da pressão arterial, por meio da vasodilatação e melhora no fluxo sanguíneo (AMARAL et al., 2019). Estudos anteriores já reportaram a contribuição do exercício na diminuição da pressão arterial mediante as mudanças na concentrações plasmáticas de óxido nítrico, sem intervenções exógenas (OTSUKI, NAKAMURA, ZEMPO-MIYAKI, 2019). Os resultados desta pesquisa relataram uma semelhança entre as condições SSBN e PLA na pressão arterial, sem diferenças significativas, corroborando com o estudo Murphy et al., (2012), em que após a ingestão da suplementação não relatou resultados significativos na pressão arterial. Mas, é possível notar uma sucinta redução na diástole em dois momentos, 60 e 90 min, antes do teste de até 1,45% e 4,48%, respectivamente. Já a sístole reportou uma redução de 1,86% após a submissão ao teste, diferente de alguns achados, os quais relatam a ação da suplementação de maneira significativa na pressão arterial (WEEB et al. 2008; BAILEY et al., 2009; BAILEY et al., 2017). De acordo com Weeb et al. (2008) as concentrações de nitrito comparado ao nitrato está associada a diminuição da pressão arterial, visto que a interrupção entero salivar através da deglutição alvo de investigações demonstrou que a redução observada da pressão arterial acompanhou as elevações na concentração de nitrito no grupo sem interrupções. Inferindo que os valores observados da pesquisa atual estavam mudando gradualmente conforme as concentrações de nitrito, uma vez que ao final do teste observamos uma redução na sístole quando os participantes estavam SSBN.

Um consumo alimentar adequado é necessário para suprir as necessidades energéticas ao longo do dia e na participação em atividades físicas. Assim a obtenção de macronutrientes (carboidratos, proteínas, lipídeos), por exemplo, contribuirá para a reposição dos estoques de glicogênio, reparação dos tecidos e manutenção dos ácidos graxos que são determinantes para o indivíduo (THOMAS, ERDMAN, BURKE, 2016). As recomendações diárias de ingestão para indivíduos engajados com atividades esportivas de macronutriente de acordo com as Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte (2003) é: carboidratos, entre 5 a 8g/kg de peso, podendo chegar até a 10g/kg de peso em virtude do treinamento, quando são mais intensos e de longa duração. Proteínas, estão entre 1,2 a 1,6 g/kg de peso para indivíduos envolvidos com esportes de resistência. Lipídios não há uma recomendação específica para esportes de resistência, está estabelecido o mesmo valor para a população geral 1g/kg de peso

corporal. E o Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM) (THOMAS, ERDMAN, BURKE, 2016) recomenda para exercício físico intensos com duração entre 1 a 3 horas por dia, o consumo de 6 a 10 g/kg de peso diário de carboidrato, e a reposição de proteínas entre 1,2 a 2,0 g/kg de peso são necessários, uma ingestão acima deve-se a períodos curto cujo o nível de treinamento esteja intenso.

Analisando a ingestão dos participantes desta pesquisa, nota-se que para ambas as recomendações citadas o nível de reposição de carboidratos não foram atingidos, 3,97 g/kg de peso. A fonte de glicose sanguínea e estoques de glicogênio muscular advindos do carboidratos contribuem para a geração de adenosina trifosfato, e sua depleção podem estar relacionadas a fadiga durante o esforço (VITALE, GETZI, 2019). Estudos, Marquet et al., (2015) Chen et al., (2008) vêm reportando estratégias e/ou fonte de carboidrato para contribuir na reposição, uma ingestão adequada deste macronutrientes possivelmente poderia ter contribuído ainda mais com os efeitos da suplementação na atual pesquisa. O estudo realizado por Beermann et al., (2020) retrata essa baixa ingestão de carboidratos por parte de indivíduos envolvidos com corrida de resistência, e os autores retratam que a carência em atingir os valores de recomendação pode ser prejudicial ao rendimento, complementam, que é necessário uma reeducação alimentar por parte de indivíduos, a fim de compreender a importância de uma alimentação rica em nutrientes para o objetivo a ser alcançado. Em relação a carga de proteína, seu consumo nas recomendações da SBME (2003) e ACSM (THOMAS, ERDMAN, BURKE, 2016), ou seja, dentro dos valores estabelecidos, pensando que os indivíduos realizam treinos intensos ao longo da semana, demandando assim uma maior reposição em virtude dos danos musculares.

#### **4.1 LIMITAÇÕES**

É importante frisar determinadas limitações encontradas na presente pesquisa, como não sendo possível determinar os níveis de nitrito plasmático e o recolhimento por mais dias do recordatório alimentar.

## 5 CONCLUSÃO

Uma única dose aguda da suplementação de suco de beterraba rico em nitrato não reportou valores estatísticos significativos no rendimento de corredores submetidos a um teste de contra relógio de 3.200m. No entanto, podemos ressaltar os efeitos positivos da suplementação no ponto de magnitude das análises estudadas, incluindo um incremento no teste de oito dos treze participantes, com uma média de até 10,5s no tempo de conclusão.

Tais achados apontam ser necessário salientar a importância relacionada ao consumo alimentar uma vez que observou um déficit em um macronutriente importante, carboidrato, que pode afetar de maneira negativa o rendimento. Assim, recomenda-se uma reposição adequada para a sua contribuição junto a suplementação, apontando resultados satisfatórios.

Contudo, destacamos a importância de mais pesquisas que evidenciem as respostas da suplementação de suco de beterraba rica em nitrato de maneira individual em corredores engajados com a corrida de resistência, bem como o tempo de ingestão e dosagens.

## REFERÊNCIAS

- 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**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 1327, 13 jun. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11061327>.
- BAILEY SJ, *et al.*, Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *J Appl Physiol* 109: 135–148, 2010. First published May 13, 2010; doi:10.1152/jappphysiol.00046.2010
- BAILEY, S. J. *et al.* Influence of iodide ingestion on nitrate metabolism and blood pressure following short-term dietary nitrate supplementation in healthy normotensive adults. **Nitric Oxide**, [S.L.], v. 63, p. 13-20, fev. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.niox.2016.12.008>.
- BARBANTI, V. J.. Treinamento esportivo: as capacidades motoras dos esportistas. Manole, São Paulo, 2010, p. 245
- BARNES, K. R.; KILDING, A. E.. Strategies to Improve Running Economy. *Sports Medicine*, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 37-56, 28 ago. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0246-y>.
- BASU, S., A., *et al.*, Nitrite Reductase Activity of Cytochrome c. *Journal of Biological Chemistry*, v. 283, n. 47, 2008, p. 32590–32597. doi:10.1074/jbc.m806934200
- BEZERRA, Á. D. L.. Efeito da suplementação de nitrato dietético na forma de uma dose aguda de suco de beterraba na resposta pressórica pós-exercício em homens com obesidade / Ágnes Denise de Lima Bezerra.- 2017.93f.: il.
- BROWN, G. C.; COOPERB, C. E.. Nanomolar concentrations of nitric oxide reversibly inhibit synaptosomal respiration by competing with oxygen at cytochrome oxidase. **4 Federation Of European Biochemical Societies.**, Cambridge, v. 1, n. 356, p. 295-298, jan. 1994.
- BOORSMA, R. K., J. WHITFIELD, and L. L. SPRIET. Beetroot Juice Supplementation Does Not Improve Performance of Elite 1500-m Runners. *Med. Sci. Sports Exerc.*, Vol. 46, No. 12, pp. 2326–2334, 2014.
- CASADO, Arturo *et al.* Influence of Sex and Acute Beetroot Juice Supplementation on 2 KM Running Performance. *Applied Sciences*, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 977, 22 jan. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app11030977>.
- CHEN, Y., *et al.*, Effect of CHO Loading Patterns on Running Performance. **International Journal Of Sports Medicine**, [S.L.], v. 29, n. 7, p. 598-606, jul. 2008. Georg Thieme Verlag KG. <http://dx.doi.org/10.1055/s-2007-989265>.

CRISPIN, S.P., et al.,. Manual Fotográfico de quantificação alimentar. Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 1º Edição. il:Colorido. p. 147.

COGGAN, A.R. and L.R. PETERSON. Dietary nitrate enhances the contractile properties of human skeletal muscle. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 46, No. 4, pp. 254–261, 2018

DE CASTRO, T. F. *et al.* Effect of beetroot juice supplementation on 10-km performance in recreational runners. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 44, n. 1, p. 90–94, jan. 2019a.

DE CASTRO, T. F. *et al.* Effects of chronic beetroot juice supplementation on maximum oxygen uptake, velocity associated with maximum oxygen uptake, and peak velocity in recreational runners: a double-blinded, randomized and crossover study. *European Journal of Applied Physiology*, v. 119, n. 5, p. 1043–1053, maio 2019b.

DOMÍNGUEZ, Raúl *et al.* Effects of Beetroot Juice Supplementation on Cardiorespiratory Endurance in Athletes. A Systematic Review. *Nutrients*, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 43, 6 jan. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu9010043>.

FOSTER, C. *et al.* A New Approach to Monitoring Exercise Training. p. 7, [s.d.].

FIADI, A., *et al.*,. Estilo de vida de praticantes de corrida de rua. *RBNE - Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*, v. 14, n. 88, p. 465-470, 17 jul. 2021.

GREEN, D. J., *et al.*,. Effect of exercise training on endothelium-derived nitric oxide function in humans. **The Journal Of Physiology**, [S.L.], v. 561, n. 1, p. 1-25, nov. 2004. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2004.068197>.

HERNÁNDEZ, A. *et al.* Dietary nitrate increases tetanic [Ca<sup>2+</sup>] and contractile force in mouse fast-twitch muscle. **The Journal Of Physiology**, [S.L.], v. 590, n. 15, p. 3575-3583, 27 jul. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2012.232777>.

HURST, P., SAUNDERS, S., COLEMAN, D.. No Differences Between Beetroot Juice and Placebo on Competitive 5-km Running Performance: A Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2020 May 29;30(4):295-300. doi: 10.1123/ijsnem.2020-0034. PMID: 32470923.

JONES, A.M.. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. *Sports Med* 44, 35–45 (2014a). <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0149-y>

JONES, A.M.. Influence of dietary nitrate on the physiological determinants of exercise performance: a critical review. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. v. 39, n.9, p. 1019-1028, set 2014b.. <https://doi.org/10.1139/apnm-2014-0036>

LANSLEY, K. E., *et al.*,. Dietary nitrate supplementation reduces the O<sub>2</sub> cost of walking and running: a placebo-controlled study. *Journal Of Applied Physiology*, [S.L.], v. 110, n. 3, p.

591-600, mar. 2011. American Physiological Society.  
<http://dx.doi.org/10.1152/japplphysiol.01070.2010>.

LARSEN, F. J., *et al.* Dietary Inorganic Nitrate Improves Mitochondrial Efficiency in Humans. **Cell Metabolism**, [S.L.], v. 13, n. 2, p. 149-159, fev. 2011. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cmet.2011.01.004>.

LEAL, L. D. dos S. *et al.*,. Effect of acute and chronic nitrate supplementation on the performance of endurance athletes: a systematic review. *Multidisciplinary Reviews*, [S. l.], v. 5, n. 2, p. e2022009, 2022. DOI: 10.31893/multirev.2022009. Disponível em:  
<https://malque.pub/ojs/index.php/mr/article/view/309>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MAUGHAN, R. J. *et al.* IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. p. 22, 2018.

MARQUET, L.A.; *et al.*,. Enhanced Endurance Performance by Periodization of Carbohydrate Intake. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, [S.L.], v. 48, n. 4, p. 663-672, abr. 2016. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health).  
<http://dx.doi.org/10.1249/mss.0000000000000823>.

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

OTSUKI, T., NAKAMURA, F., ZEMPO-MIYAKI, A.. Nitric Oxide and Decreases in Resistance Exercise Blood Pressure With Aerobic Exercise Training in Older Individuals. **Frontiers In Physiology**, [S.L.], v. 10, n. 1204, p. 01-09, 20 set. 2019. Frontiers Media SA.  
<http://dx.doi.org/10.3389/fphys.2019.01204>

POVEDA, Jj *et al.*,. Contribution of nitric oxide to changes induced by exercise in rights: effects of exercise and obligations long-term physical training. **European Journal Of Clinical Research**, [s. l], v. 1, n. 27, p. 967-971, jan. 1997.

SHANNON, O. M. *et al.*,. Dietary nitrate supplementation enhances high-intensity running performance in moderate normobaric hypoxia, independent of aerobic fitness. **Nitric Oxide**, [S.L.], v. 59, p. 63-70, set. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.niox.2016.08.001>.

SHANNON, O. M., *et al.*,. Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. **European Journal Of Applied Physiology**, [S.L.], v. 117, n. 4, p. 775-785, 1 mar. 2017. Springer Science and Business Media LLC.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s00421-017-3580-6>.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MEDICINA DO ESPORTE (SBME). Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentos e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte*. 2009; 15(3): 3-12

TANAKA, H., MONAHAN, K.D., SEALS, D.R.. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001 Jan;37(1):153-6. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01054-8. PMID: 11153730.

THOMAS, D. T., ERDMAN, K. A., BURKE, L. M.. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine: nutrition and athletic performance. **Journal Of The Academy Of Nutrition And Dietetics**, [S.L.], v. 116, n. 3, p. 501-528, mar. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jand.2015.12.006>.

VIANA, A. DA S. *et al.* Comparação entre três protocolos por dobra cutânea para estimativa da gordura corporal relativa em homens e mulheres universitários. *RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, v. 12, n. 76, p. 1150–1156, 2018.

VITALE, K., GETZIN, A.. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: review and recommendations. **Nutrients**, [S.L.], v. 11, n. 6, p. 02-20, 7 jun. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/nu11061289>.

WONG TH, SIM A, BURNS SF. The effects of nitrate ingestion on high-intensity endurance time-trial performance: A systematic review and meta-analysis. *J Exerc Sci Fit*. 2022 Oct;20(4):305-316. doi: 10.1016/j.jesf.2022.06.004. Epub 2022 Jul 5. PMID: 35892115; PMCID: PMC9287610.

WELTMAN, A. *et al.* Prediction of Lactate Threshold (LT) and Fixed Blood Lactate Concentrations (FBLC) from 3200-m Running Performance in Women. p. 6, 1990.

WEBB, A. 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, mar. 2008. Ovid Technologies (Wolters Kluwer Health). <http://dx.doi.org/10.1161/hypertensionaha.107.103523>..

ZAMANI, H. *et al.* The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, [S.L.], v. 61, n. 5, p. 788-804, 15 abr. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2020.1746629>.

**ARTIGO II: ESTRATÉGIA DE RITMO EMPREGADA POR CORREDORES EM UM  
TESTE DE PISTA E AS POSSÍVEIS INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO AGUDA  
DE SUCO DE BETERRABA RICO EM NO<sub>3</sub>.**

## Resumo

A pesquisa buscou analisar os potenciais efeitos da suplementação aguda de suco de beterraba rico em nitrato (SSBN) na estratégia utilizada por corredores submetidos a um contra-relógio. A amostra contou com 13 indivíduos do sexo masculino ( $25 \pm 4,7$  anos de idade, %G de  $6,7 \pm 3,5$ ), engajados com a corrida de resistência ( $6,0 \pm 4,9$  anos), submetidos a um crossover, randomizado, controlado por placebo. A pesquisa foi dividida em 3 visitas após o aceite, sendo: 1ª visita: realização antropométrica e composição corporal. 2ª e 3ª visita: Foram separadas por um washout de 7 dias, aplicando um contra relógio de 3.200m na pista de atletismo 2 horas após a ingestão da SSBN ou placebo (Kapo®), anotando tempo, frequência cardíaca, percepção subjetiva a cada 400m, analisando a estratégia em duas configurações, a cada 25% do trajeto e início (400m), meio (2400m) e final (400m). Utilizou-se estatística descritiva, teste de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para relatar a normalidade da amostra e teste de Levene para igualdade de variâncias (SPSS® 21.0). Os ritmos observados por meio do teste de contra relógio se configuraram em um J-invertido em ambas as análises, com acréscimo no ritmo após a ingestão da suplementação, sem diferenças significativas. Já as variáveis analisadas frequência cardíaca e a psc observando um incremento após SSBN na parte inicial (16,67%) e final (5,56%) na análise a cada 25%, e elevação na parte final (400m) 11,11% também não reportaram diferenças significativas nos valores encontrados ( $p < 0.05$ ). Contudo é possível observar a contribuição da SSBN nas variáveis analisadas, obtendo um início e final de teste mais rápidos em relação ao placebo em ambas configurações, o que contribuiu para uma conclusão final mais rápida.

**Palavras-Chaves:** Corrida. Suplemento alimentar. Óxido Nítrico.

## Abstract

The research sought to analyze the potential effects of acute supplementation of beetroot juice rich in nitrate (SSBN) in the strategy used by runners submitted to a time trial. The sample consisted of 13 male individuals ( $25 \pm 4.7$  years old, %F of  $6.7 \pm 3.5$ ), engaged in endurance running ( $6.0 \pm 4.9$  years), submitted to a crossover, randomized, placebo-controlled trial. The survey was divided into 3 visits after acceptance, as follows: 1st visit: anthropometric measurements and body composition. 2nd and 3rd visits: They were separated by a 7-day washout, applying a 3,200m time trial on the athletics track 2 hours after ingestion of SSBN or placebo (Kapo®), recording time, heart rate, subjective perception at each 400m, analyzing the strategy in two configurations, every 25% of the path and beginning (400m), middle (2400m) and end (400m). Descriptive statistics, Kolmogorov-Smirnov and Shapiro-Wilk tests were used to report sample normality and Levene's test for equality of variances (SPSS® 21.0). The rhythms observed through the time trial test are configured in an inverted-J in both analyses, with an increase in the rhythm after supplementation ingestion, without significant differences. As for the variables analyzed, heart rate and pse observed an increment after SSBN in the initial (16.67%) and final (5.56%) parts in the analysis at every 25%, and elevation in the final part (400m)11.11% also did not report significant differences in the values found ( $p < 0.05$ ). However, it is possible to observe the contribution of SSBN in the analyzed variables, obtaining a faster start and end of the test compared to placebo in both configurations, which contributed to a faster final conclusion.

**Keywords:** Running. Food supplement. Nitric oxide.

## 1 INTRODUÇÃO

A estratégia de ritmo é um dos fatores influenciáveis durante uma corrida de resistência. Mas, a capacidade de percorrer uma determinada distância no menor tempo possível perpassa por um ponto fundamental, a capacidade de poupar as reservas energéticas para o cumprimento da tarefa estabelecida (DÍAZ, FERNÁNDEZ-OZCORTA, CONCEJERO, 2018). Determinados fatores como biomecânicos, fisiológicos, nutricionais, tipo de terreno, temperatura, altitude, a exemplo, podem influenciar a distribuição da velocidade ao longo do percurso (DÍAZ, FERNÁNDEZ-OZCORTA, CONCEJERO, 2018; BARBANTI, 2010). As possibilidades de escolhas para distribuir tal velocidade são variadas, mas algumas estratégias comumente executadas são: constante, negativa, positiva e as estratégias variáveis dentre elas destacam-se estratégia em *U*, em *J* e em *J-invertido* (CARMO et al., 2012; ABBISS; LAURSEN, 2008).

Sabendo que os atributos fisiológicos estão atrelado a obtenção de resultados satisfatórios na corrida de resistência em consonância com a estratégia pré determinada, podemos evidenciar a necessidade daquelas envolvendo um fornecimento de oxigênio adequado para a musculatura, auxiliando na ressíntese de adenosina trifosfato, assim como débito cardíaco eficiente para a chegada de oxigênio e nutrientes (BARNES, KILDING, 2014), bem como uma ótima capacidade de gerar força muscular durante o esforço (DAMASCENO et al., 2018). Uma relação entre a estratégia escolhida e a percepção subjetiva de esforço vem sendo relacionada em eventos como as corridas de resistência, em detrimento da manutenção homeostática (KONING et al., 2011; DAMASCENO et al., 2018). Os sinais periféricos e centrais que são interpretados pelo córtex sensorial refletem na intensidade durante o esforço, projetando uma resposta de modo linear ao decorrer da distância ou tempo (NAKAMURA, MOREIRA, AOKI 2010; KONING et al., 2011).

A utilização de suplementos alimentares para contribuir nestes processos vem ganhando forças nos últimos anos na área esportiva, dentre os quais destacamos o nitrato, presente na lista do comitê olímpico internacional de suplementos com fortes evidências capazes de contribuir de maneira substancial no desempenho, sendo o único suplemento fonte de alimento natural (ZAMANI et al., 2021, TAN et al., 2022). As funcionalidades atribuídas ao nitrato são, mediante a sua conversão final no organismo, em uma molécula de sinalização,

denominada de óxido nítrico (CASADO et al., 2021). Normalmente a sua ingestão é por meio do suco de beterraba, mas existem outras fontes entre alguns vegetais e raízes (TAN et al., 2022). Seus efeitos incluem a vasodilatação, respiração mitocondrial, manipulação do cálcio entre outros (CASADO et al., 2021), por meio de uma via denominada nitrato- nitrito- óxido nítrico, em que após a ingestão do  $\text{NO}_3^-$  perpassando pelo trato gastrointestinal retorna a cavidade bucal, ocorrendo uma redução deste  $\text{NO}_3^-$  a nitrito por meio das bactérias anaeróbicas facultativas presentes na parte dorsal da língua. No estômago uma parte deste  $\text{NO}_2^-$  é reduzido a óxido nítrico, a outra parte poderá ser armazenada em tecidos e órgãos (TAN et al., 2022; JONES, 2014a). Em momentos de hipóxia essa via é priorizada, reduzindo assim  $\text{NO}_2^-$  a  $\text{NO}$  (TAN et al., 2022), visto que a produção de óxido nítrico também ocorre de maneira endógena, por meio de um aminoácido, L-arginina e a enzima chamada óxido nítrico sintase participando desta reação, além da presença de oxigênio (LEAL et al., 2022).

As estratégias escolhidas pelos corredores e os potenciais efeitos da suplementação de beterraba rico em  $\text{NO}_3^-$  podem beneficiá-los, em que um ritmo alto em determinados momentos pode ser sustentado por uma eficiência na contratilidade das fibras, assim como na chegada de oxigênio a musculatura em virtude da vasodilatação (LEAL et al., 2022). Uma vez, que há uma limitação nas análises entre a suplementação e a estratégia apresentada em determinadas distâncias, assim o intuito da atual pesquisa é analisar os potenciais efeitos da suplementação aguda de suco de beterraba rico em nitrato na estratégia utilizada por corredores submetidos a um contra-relógio 3.200m em uma pista.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 PROCEDIMENTOS**

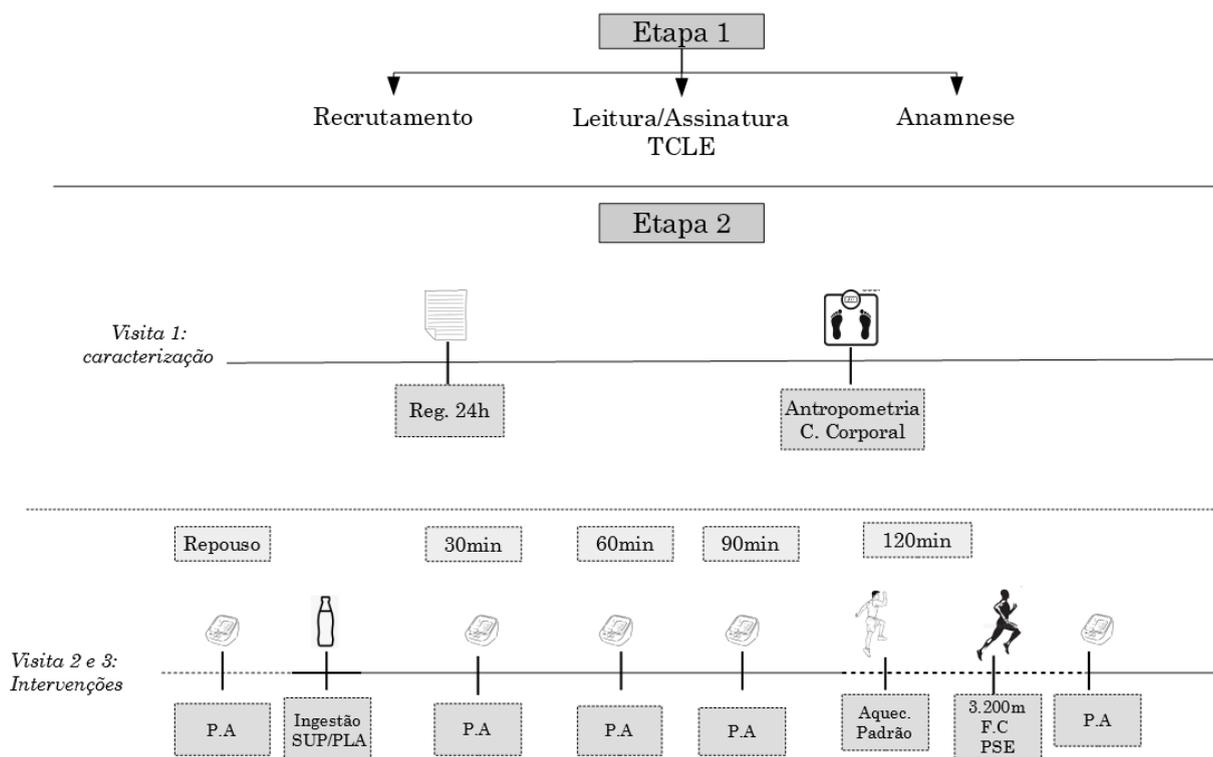
Participaram da pesquisa 13 indivíduos do sexo masculino com idade entre  $25 \pm 4,71$  anos, engajados com a corrida de rua, residentes no município de Lavras, Minas Gerais, que compareceram no laboratório Grupo de Estudo e Pesquisas em Respostas Neuromuscular (GEPREN) na Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Determinou-se como critério de inclusão participantes corredores amadores, com no mínimo de 18 meses de prática na corrida. E como exclusão desta pesquisa, apresentar alterações na anamnese, não completar os testes, apresentar lesões no decorrer das coletas, fazer uso de suplementos/alimentos que possam interferir nos dados da pesquisa, além de ser diagnosticado com COVID 19.

A pesquisa foi autorizada pelo comitê de ética da Universidade Federal de Lavras, sobre o parecer nº 3.663.376 (ANEXO A).

Dividiu-se a pesquisa em duas etapas, sendo a primeira direcionada para recrutamento e leitura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO A) aos voluntários, que posteriormente preencheram uma anamnese (APÊNDICE A) como critério para a etapa seguinte. Além de receber instruções para o preenchimento do registro alimentar.

Na segunda etapa os voluntários foram submetidos a três visitas no laboratório GEPREN-UFLA: a) *Visita 1*: foi destinada a caracterização da amostra, onde realizou-se a análise antropométrica (massa corporal e estatura) e composição corporal (dobras cutâneas). b) *Visita 2 e 3*: correspondeu a um crossover, aleatorizado duplo-cego, controlado por placebo, em um intervalo de 1 semana. Devido a característica da suplementação, solicitou-se que os voluntários chegassem com antecedência de 2 horas ao início do teste principal em todos os encontros para a administração do shot de SUP ou PLA. É válido ressaltar que foram disponibilizadas garrafas de água aos participantes e 60 min após a ingestão da suplementação/placebo foi disponibilizado 1 barra de cereal sem açúcar. Ao final das 2 horas de espera os voluntários foram submetidos a um aquecimento de corrida leve durante 10 minutos, prosseguindo para o teste principal, corrida de 3.200m na pista de atletismo da UFLA coletando as seguintes variáveis tempo, velocidade, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (PSE) durante as voltas. (FIGURA 1)



**Fonte:** Do autor.

**Figura 1:** Desenho Experimental

**Legenda:** TCLE: Termo de consentimento livre e esclarecido; Rec. 24h : Recordatório 24h; Sup: Suplementação; Pla: Placebo; Aquec. Padrão: Aquecimento Padrão.

## 2.2 ANÁLISE ANTROPOMÉTRICA E DE COMPOSIÇÃO CORPORAL

Para a coleta da massa corporal, estatura e percentual de gordura solicitou-se aos voluntários que utilizassem vestimenta adequada, bermuda e regatas leves, além de evitar nas últimas 24 horas que antecedem a coleta a não consumir bebidas alcoólicas e evitar realizar atividade física. (VIANA et al., 2018)

A massa corporal foi determinada utilizando uma balança digital de marca Welmy® com precisão de 100 gramas para a medida de massa. Sendo-lhes instruídos a realizar o seguinte protocolo: retirar os sapatos ao subir na balança com os pés pouco afastados e

paralelos, de maneira que distribua o peso corporal igualmente em ambos os pés, além de se posicionar de costa para a tela, cabeça no plano horizontal de Frankfort, manter-se em posição estática para que não ocorra quaisquer interferências na obtenção final da pesagem. Em seguida, solicitou-se que os voluntários ficassem rentes à parede e chão retos sem desvios, descalços com os pés lado a lado, cabeça no plano horizontal de Frankfort, a fim de coletar a estatura através de um estadiômetro portátil da marca Sanny (VIANA et al., 2018).

E por último a mensuração do percentual de gordura corporal foi realizado por meio do ultrassom de marca BodyMetrix™ by IntelaMetrix®.

Utilizou-se o protocolo de três dobras, cutânea peitoral, cutânea abdominal e coxa, proposto por Jackson, Pollock e Ward (1980; VIANA et al., 2018). Os valores obtidos por meio do ultrassom foram analisados utilizando um software específico deste equipamento, através da seguinte equação (SIRI, 1961):

$$\text{Dens} = 1,0994921 - 0,0009929 * (\text{Idade em anos}) + 0,0000023 * (\text{Idade em anos})^2 - 0,0001392 * (\text{Soma das dobras tricipital, supra-ílica e coxa})$$

$$\%G = [(4,95/\text{dens}) - 4,50] \times 100$$

### **2.3 TESTE CONTRA RELÓGIO DE 3.200M**

Os voluntários foram submetidos a um teste contra-relógio de 3.200m em uma pista de atletismo oficial na Universidade Federal de Lavras, após um aquecimento padrão, sendo uma corrida leve/moderada por 10 minutos. O teste foi realizado na raia 1 (um), na parte mais interna da pista que possui 400 m, onde os voluntários percorreram 8 voltas completas (WELTMAN et al., 1990). Solicitando que os mesmos utilizassem roupas adequadas e/ou confortáveis, como tênis, bermuda, camisa/regata leve, e que não utilizassem relógio durante o teste. É válido ressaltar que além do tempo final anotou-se o tempo a cada 400 metros, por meio de um cronômetro, da marca Oregon Scientific® (APÊNDICE E), percepção subjetiva de esforço (escala Borg (1982) e adaptada por Foster et al., (2001)) e frequência cardíaca (relógio de marca Garmin® Forerunner 310XT). A partir disso, duas configurações de análises ao longo 3.200m foi determinada para observar a estratégias de ritmo empregada pelo corredores, a primeira a cada 2 voltas, correspondendo a 800m (25%) ao longo do teste

3.200m, já a segunda ocorreu da seguinte maneira: primeiro 400m, a parte intermediária, condizente aos 2.400m, e os 400m finais.

## **2.4 SUPLEMENTAÇÃO DO SUCO DE BETERRABA RICO EM NITRATO**

A administração da suplementação do suco de beterraba rico em nitrato seguiu alguns protocolos, como evitar a ingestão de alimentos que contenham  $\text{NO}_3^-$ , a saber beterraba, rúcula, aipo, nabo, espinafre, alface, repolho, salsa, endívias, além da cafeína e recursos ergogênicos nutricionais durante o período da pesquisa. O uso de enxaguantes bucais antibacterianos também foram evitados durante 7 dias e nas 24hrs antecedente ao teste e recomendou-se, não escovar a língua, devido às bactérias encontradas na face da língua que contribui para a conversão de nitrato a nitrito (CASADO et al. 2021).

A ingestão do suplemento se deu 2 horas antes ao teste principal, devido ao pico de nitrito no plasma (HURST; SAUNDERS; COLEMAN, 2020). Utilizou-se do suco de beterraba rico em  $\text{NO}_3^-$ , correspondendo a 400 mg  $\sim$ 6,4 mmol (Beet IT; James White Drinks Ltd, Ipswich, UK), conforme indicação da *International Olympic Committee* – COI (MAUGHAN et al., 2018).

O placebo utilizado foi um suco industrializado, sabor de uva (Kapo®, Del Valle, Brasil), com baixas concentrações de nitrato, apenas 5,4mg (BEZERRA, 2017).

Os voluntários receberam SUP ou PLA em um frasco lacrado sem identificação, preparado por um segundo pesquisador, para que não ocorresse qualquer interferência. Este segundo pesquisador separou quais eram os conteúdos administrados para cada participante.

## **2.5 DETERMINAÇÃO DA PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO**

A percepção subjetiva de esforço dos voluntários foi analisada no teste 3.200m. Nesta ocasião, os mesmos foram informados do objetivo e funcionamento da escala sugerida por Borg (1982) e adaptada por Foster et al., (2001), sendo classificada de 0 a 10, em que “repouso” é representada por 0 e esforço “máximo” 10. Anotou-se a PSE relatada pelos voluntários a cada 400m percorrido durante o teste de 3200m. (FIGURA 2)

<b>Classificação</b>	<b>Descriptor</b>
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

**Fonte:** Borg (1982) modificada por Foster et al. (2001)

**Figura 2:** Escala percepção subjetiva de esforço C10.

## 2.6 MONITORAMENTO DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A frequência cardíaca foi verificada por meio do relógio de marca Garmin® Forerunner 310XT.

O relógio Forerunner 310XT foi utilizado durante o teste 3.200m, registrando a frequência a cada 400m, em que a fita foi colocada na região xifóide no tórax do voluntário e o relógio ficou junto ao pesquisador para que não houvesse influência durante as visitas.

A equação proposta por TANAKA; MONAHAN; SEALS, (2001) foi utilizada para analisar a FC<sub>máx</sub> predita dos participantes, a saber:

$$FC_{máx} = 208 - (0,7 \times idade)$$

## 2.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As divisões da suplementação e placebo foram realizadas de maneira aleatória e duplo-cego, onde um pesquisador membro do laboratório Grupo de Estudo e Pesquisa em Respostas Neuromusculares - GEPREN ficou responsável pela separação e entrega.

Para o cálculo do N amostral foi utilizado o software Gpower 3.1, determinado com um poder da amostra de 0,8.

O software selecionado para análise foi Statistical Package for the Social Sciences-SPSS® 21.0 para Windows. Utilizou-se estatística descritiva, média e desvio padrão, bem como o delta de variação dos resultados. Os testes Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para relatar a normalidade da amostra e teste de Levene para igualdade de variâncias. O nível de significância foi quando  $p < 0,05$ .

### 3 RESULTADOS

A pesquisa iniciou com 16 voluntários, devido ao não comparecimento em algumas das etapas restaram 13 voluntários concluintes da pesquisa, a tabela 1 apresenta as características dos participantes.

**Tabela 1:** Dados antropométricos, composição corporal e características de treino dos sujeitos.

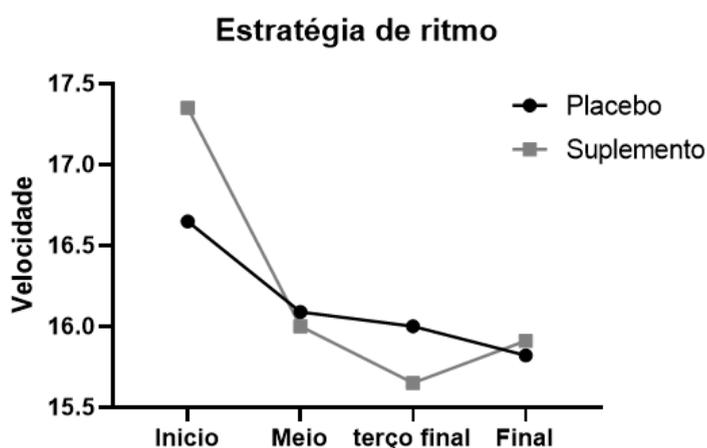
<b>Variáveis</b>	<b>Homens</b>
<b>Nº</b>	13
<b>Idade (anos)</b>	25± 4,7
<b>Peso (kg)</b>	67,3 ± 6,9
<b>Altura (m)</b>	1,72 ± 5,4
<b>%G</b>	6,7 ± 3,5
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>	22,2 ± 1,8
<b>Tempo de prática (anos)</b>	6,0 ± 4,9
<b>Periodicidade (dias)</b>	4,0 ± 1,5

\*Os dados são apresentados em média ± desvio padrão.

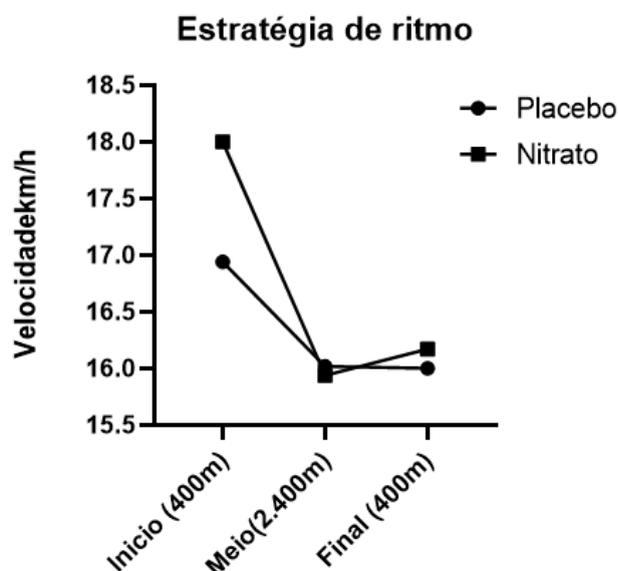
O comportamento da estratégia de ritmo nas configurações analisadas ao longo do

teste de 3.200m pelos participantes nas condições de suplemento e placebo não obtiveram diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 3 e 4). Nota-se na figura 3 um início semelhante entre as condições, e do meio até o final do trajeto uma diminuição no ritmo com sprint final na condição suplemento e um ritmo constante no momento placebo do meio até o final. Demonstrando um incremento de 4,22% no início do trajeto e 0,85% na parte final do ritmo para o momento suplementar em relação ao placebo.

Na figura 4, observa-se um ritmo também semelhante em ambas as condições, apontando um sprint abrupto no início, seguindo de um declínio na parte intermediária e um segundo sprint na fase final. No entanto, com incremento no ritmo junto a ingestão da suplementação de suco de beterraba rico em nitrato de 5,88% no início e 1,11% na parte final. Estes resultados corresponderam a uma conclusão de 2,6s mais rápida, mas sem a ocorrência de valores significativos ( $p < 0,05$ ).

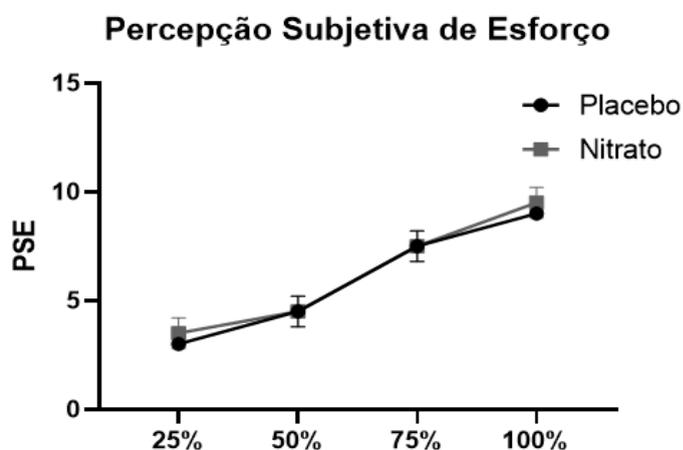


**FIGURA 3:** Estratégia de ritmo analisada a cada 25% do percurso nas condições SSBN e PLA.



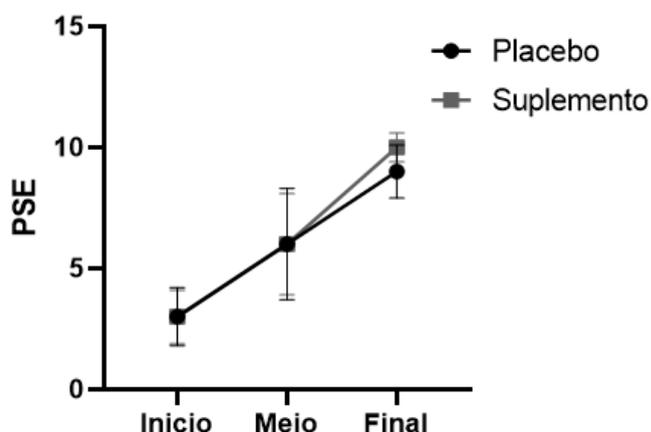
**FIGURA 4:** Estratégia de ritmo analisada no início (400m inicial) meio (intermediária 2.400m) e final (400m final) do percurso nas condições SSBN e PLA.

A percepção subjetiva de esforço na primeira estratégia (FIGURA 5) analisada a cada 25% ao longo do teste 3.200m se comportou de maneira semelhante entre as condições SSBN e PLA, mas com um sucinta elevação na parte inicial (16,67%) e final (5,56%) do teste no momento SSBN em relação ao PLA, não resultando em valores significativos ( $p < 0,05$ ). Já a segunda estratégia (FIGURA 6) analisada, a percepção se comportou de maneira semelhante e nos 400m finais observamos um acréscimo de 11,11% no momento SSBN, sem diferenças estatísticas significativas ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 5:** Percepção subjetiva de esforço analisadas a cada 800m nas condições SSBN e PLA.

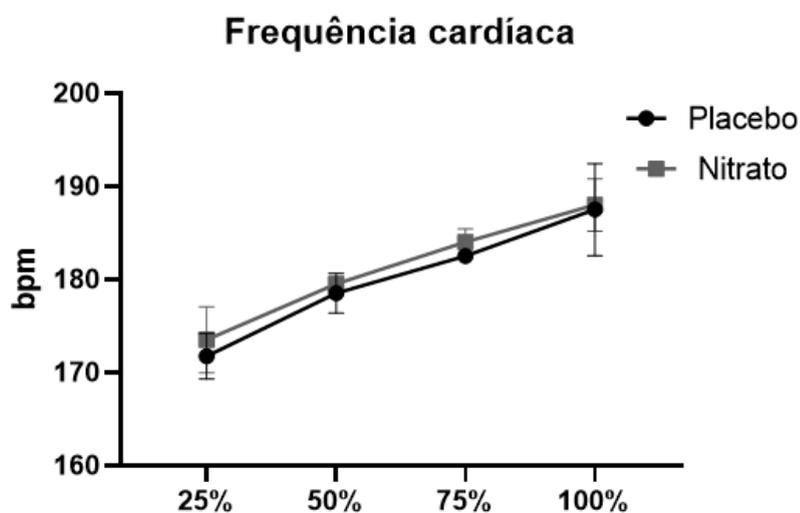
### Percepção Subjetiva de Esforço



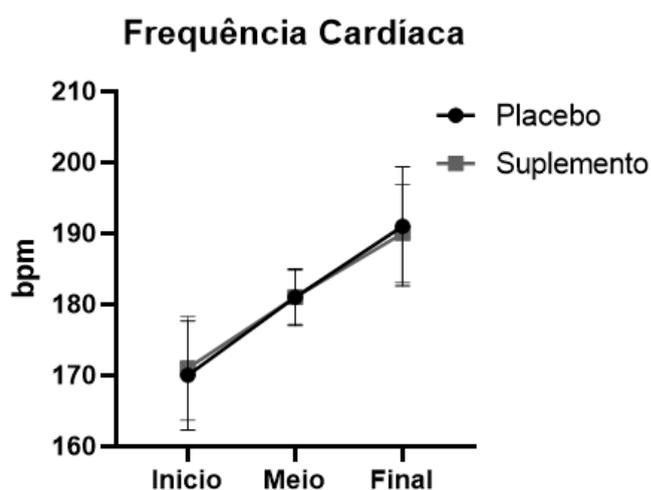
**FIGURA 6:** Percepção subjetiva de esforço analisadas em diferentes momentos (400m iniciais, intermediária 2.400m, 400m finais) nas condições SSBN e PLA.

A figura 7 apresenta os resultados referentes a frequência cardíaca em diferentes momentos ao longo do teste 3.200m na estratégia analisada a cada 25% do trajeto, sendo possível observar uma elevação semelhante entre as condições SSBN e PLA ao decorrer do teste, mas com um acréscimo no momento em que os indivíduos estavam suplementados (SUP início 173,5 bpm  $\pm$  3,54, meio 179,5 bpm  $\pm$  0,71, terço final 184 bpm  $\pm$  1,41, final 188 bpm  $\pm$  2,83; PLA início 171,75 bpm  $\pm$  2,47, meio 178,5 bpm  $\pm$  2,12, terço final 182,5 bpm  $\pm$  0,71, final 187,5 bpm  $\pm$  4,95), mas não reportando valores estatísticos significativos ( $p < 0,05$ ).

A frequência cardíaca apresentada na figura 8 representa seu comportamento ao longo da estratégia analisada na fase inicial (400m), intermediária (2.400m) e final (400m) no teste 3200m. O comportamento se deu de maneira semelhante (SUP início 171 bpm  $\pm$  7,3, meio 181 bpm  $\pm$  3,8, final 190 bpm  $\pm$  6,9; PLA início 1710 bpm  $\pm$  7,74, meio 191 bpm  $\pm$  8,4, final 182,5 bpm  $\pm$  0,71), mas sem diferenças estatísticas ( $p < 0,05$ ).



**FIGURA 7:** Frequência cardíaca analisadas a cada 800m nas condições SSBN e PLA.



**FIGURA 8:** Frequência cardíaca analisadas em diferentes momentos (400m iniciais, intermediária 2.400m, 400m finais) nas condições SSBN e PLA.

#### 4 DISCUSSÃO

A atual pesquisa visou analisar os potenciais efeitos da suplementação aguda de suco de beterraba rico em nitrato nas estratégias utilizada por corredores submetidos a um contra-relógio, no entanto não foi observado valores de significância para ambas estratégias

de ritmo (cada 25% do trajeto e os 400m iniciais, 2400m e 400m finais) nas configurações analisadas ao longo dos 3.200m e os parâmetros de controle ( $p < 0,05$ ).

É possível observar na figura 3, que as estratégias utilizadas em ambas as condições placebo e suplemento demonstram ser semelhantes na análise a cada 25% do trajeto, mas do terço final ao final do trajeto elas se modificam. No momento suplementar os participantes empregam um ritmo elevado, seguido de um declínio gradual até o terço final e ao final do trajeto há um sprint, onde podemos caracterizar como uma estratégia em J-invertido (CARMO et al., 2012). Diferentemente, no momento placebo o ritmo apresenta seu maior pico no início do trajeto, seguido de um declínio até o meio da prova e eles empregam então um ritmo quase constante até o final, caracterizando como uma estratégia negativa (CARMO et al., 2012). A partir da figura 4 podemos observar que a estratégia analisada entre início (400m), meio (2.400m) e final (400m) ao longo do teste 3.200m se comportou semelhante nos referidos momentos, mas com um acréscimo na velocidade no momento suplementar no início e final. Observando também uma estratégia em J-invertido na situação suplementar e negativa para placebo (CARMO et al., 2012). Essas respostas podem estar atrelado as contribuições da suplementação de suco de beterraba rico em nitrato, como sua ação na função contrátil, em que algumas hipóteses destacam que óxido nítrico pode estar envolvidos em alguns processos para a ocorrência da liberação de cálcio, os quais seriam as modulações nas proteínas calsequestrin 1 e do receptor dihidropiridina (HERNANDEZ et al., 2012; COGGAN, PETERSON, 2014).

Alguns estudos (DAMASCENO et al., 2015; CARMO et al., 2012) vem investigando as estratégias utilizadas por corredores de resistência e como esta vem se comportando ao longo do percurso, Tucker, Lambert, Noakes et al., (2006) observou que os 5km e 10km dos recordes mundiais vem demonstrando uma estratégia em 'U', com início e fim mais rápidos em relação a fase intermediária. Estratégia também observada por Bertuzzi et al., (2014) em um contra relógio de 10km. Em consenso os autores (TUCKER, LAMBERT, NOAKES et al., 2006; BERTUZZI et al., 2014) reportam um elemento para este tipo estratégia, ou seja, para que ocorra novamente este incremento no ritmo na parte final deve-se ocorrer uma manutenção das reservas energéticas, uma vez que realizar um ritmo elevado pode preceder de uma fadiga precoce, isso poderia limitar o resultado final a ser atingido pelos corredores.

De Castro, et al., (2018), ao analisar a estratégia de ritmo colocado por sua amostra em um contra relógio de 10km com intervenção da suplementação de suco de beterraba, observou

uma estratégia negativa com valor de significância do quarto ao sétimo quilômetro na velocidade média empregada pela sua amostra. Inferindo que houve uma contribuição da suplementação de suco de beterraba em parâmetros como economia do exercício, onde o indivíduo conseguirá manter o mesmo consumo de oxigênio para uma velocidade elevada, bem como nas respostas a percepção subjetiva de esforço.

O contra-relógio de 1500m realizado por Shannon et al., (2017) demonstrou um ritmo inicial elevado quando a amostra consumiu a suplementação de suco de beterraba, uma estratégia semelhante à 'positiva'. De acordo com os autores, esse início superior no momento suplementar em relação ao placebo pode ter contribuído com o resultado final, o que reportou uma melhora significativa de 1,9% no tempo final, hipotetizando que a suplementação pode ter auxiliado neste processo, com a chegada de oxigênio a musculatura, diminuindo as perturbações metabólicas e o recrutamento das fibras, a exemplo.

Ao analisar as estratégias de ritmo e os comportamentos da PSE dos participantes da atual pesquisa, podemos observar que os mesmos obtiveram valores PSE semelhantes em ambas as condições, mesmo empregando um ritmo acima quando estavam suplementados. Sabendo dos potenciais efeitos da suplementação como a ocorrência da vasodilatação, modulações do cálcio, respiração mitocondrial dentre outros, podemos ressaltar a sua contribuição nas estratégias empregadas pelos participantes da atual pesquisa, uma vez que os múltiplos sinais, centrais e periféricos estão interligados as interpretações enviadas ao córtex sensorial a partir do esforço (NAKAMURA, MOREIRA, AOKI, 2010). Assim a suplementação pode ter contribuindo para uma fase inicial rápida e a medida que foi ocorrendo um acúmulo de metabólitos essa velocidade diminui, retornando com um sprint na parte final, e como algumas evidências apontam que a conversão de nitrito a óxido nítrico ocorre em momento de baixo pH (JONES et al., 2016; BASU et al., 2008), podemos hipotetizar que foi substancial para a conclusão da tarefa mais rápida, 2,6s, ainda que pequena, mas que em momentos decisivos é fundamental. Cabendo ressaltar que alguns estudos (MURPHY et al., 2012; CASADO et al., 2021) vem retratando a contribuição da suplementação na percepção subjetiva de esforço de corredores submetidos a eventos de resistência.

Já a frequência cardíaca nas configurações analisadas, também não reportou valores significativos mediante as estratégias utilizadas pelos participantes, assim como retrata De Castro et al., (2019b) ao descrever os resultados obtidos após intervenção com a

suplementação, em que a frequência cardíaca analisada não reportou níveis de significância. Mas é possível observar uma sucinta elevação na condição suplementar em relação ao placebo na análise a cada 25%, no início e final, assim como na configuração observada início, meio e fim, retratando que no início obteve um sucinto aumento da frequência. No entanto, o comportamento da frequência cardíaca nas estratégias observadas ao longo do teste pode estar relacionado com as respostas fisiológicas mediante a realização do esforço máximo empregado no momento em que eles estavam suplementados.

## **5 CONCLUSÃO**

Podemos concluir que apesar da pesquisa não relatar valores significativos nas estratégias de ritmo observadas em ambas as configurações por corredores em um contra relógio 3.200m após a ingestão da suplementação de suco de beterraba rica em nitrato, é notório seus potenciais efeitos no ponto de magnitude em ambas configurações investigadas, demonstrando auxiliar para um início e fim mais rápido (a cada 25%, e início (400m), meio (2400m) e final (400m)) de corrida, obtendo uma conclusão positiva no teste de 2,6s. Fornecendo respostas importantes para momentos de competições e/ou treinamento, auxiliando nos objetivos/táticas a serem escolhidas.

## REFERÊNCIAS

- ABBISS CR, LAURSEN PB. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. *Sports Med.* 2008;38(3):239-52. doi: 10.2165/00007256-200838030-00004. PMID: 18278984.
- BARBANTI, V. J.. Treinamento esportivo: as capacidades motoras dos esportistas. Manole, São Paulo, 2010, p. 245
- BARNES, K. R.; KILDING, A. E.. Strategies to Improve Running Economy. *Sports Medicine*, [S.L.], v. 45, n. 1, p. 37-56, 28 ago. 2014. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s40279-014-0246-y>.
- BASU, S., A., *et al.*, Nitrite Reductase Activity of Cytochrome c. *Journal of Biological Chemistry*, v. 283, n. 47, 2008, p. 32590–32597. doi:10.1074/jbc.m806934200
- BEZERRA, Á. D. L.. Efeito da suplementação de nitrato dietético na forma de uma dose aguda de suco de beterraba na resposta pressórica pós-exercício em homens com obesidade / Ágnes Denise de Lima Bezerra.- 2017.93f.: il.
- BERTUZZI, R, *et al.*, Pacing strategy determinants during a 10-km running time trial: Contributions of perceived effort, physiological, and muscular parameters. *J Strength Cond Res* 28(6): 1688–1696, 2014.
- CARMO, E. C. *et al.* Estratégia de corrida em média e longa distância: como ocorrem os ajustes de velocidade ao longo da prova?. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* [online]. 2012, v. 26, n. 2 [Acessado 23 Novembro 2022] , pp. 351-363. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000200016>>. Epub 03 Jul 2012. ISSN 1981-4690. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092012000200016>.
- CASADO, Arturo *et al.* Influence of Sex and Acute Beetroot Juice Supplementation on 2 KM Running Performance. *Applied Sciences*, [S.L.], v. 11, n. 3, p. 977, 22 jan. 2021. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app11030977>.
- COGGAN, A.R. and L.R. PETERSON. Dietary nitrate enhances the contractile properties of human skeletal muscle. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 46, No. 4, pp. 254–261, 2018
- DAMASCENO, M, *et al.* Effects of strength training on bioenergetics parameters determined at velocity corresponding to maximal oxygen uptake in endurance runners. *Sci sports* (2018), <https://doi.org/10.1016/j.scispo.2018.04.004>
- DÍAZ JJ, FERNÁNDEZ-OZCORTA EJ, SANTOS-CONCEJERO J. The influence of pacing strategy on marathon world records. *Eur J Sport Sci.* 2018 Jul;18(6):781-786. doi: 10.1080/17461391.2018.1450899. Epub 2018 Mar 20. PMID: 29557279.
- DE CASTRO, T. F. *et al.* Effect of beetroot juice supplementation on 10-km performance in recreational runners. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 44, n. 1, p. 90–94, jan. 2019a.

DE CASTRO, T. F. *et al.* Effects of chronic beetroot juice supplementation on maximum oxygen uptake, velocity associated with maximum oxygen uptake, and peak velocity in recreational runners: a double-blinded, randomized and crossover study. *European Journal of Applied Physiology*, v. 119, n. 5, p. 1043–1053, maio 2019b.

FOSTER, C. *et al.* A New Approach to Monitoring Exercise Training. p. 7, [s.d.].

HERNÁNDEZ, A. *et al.* Dietary nitrate increases tetanic  $[Ca^{2+}]_{i}$  and contractile force in mouse fast-twitch muscle. *The Journal Of Physiology*, [S.L.], v. 590, n. 15, p. 3575-3583, 27 jul. 2012. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1113/jphysiol.2012.232777>.

HURST, P., SAUNDERS, S., COLEMAN, D.. No Differences Between Beetroot Juice and Placebo on Competitive 5-km Running Performance: A Double-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2020 May 29;30(4):295-300. doi: 10.1123/ijsnem.2020-0034. PMID: 32470923

JONES, A.M.. Dietary Nitrate Supplementation and Exercise Performance. *Sports Med* 44, 35–45 (2014a). <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0149-y>

JONES, A.M., *et al.*,... Fiber type-specific effects of dietary nitrate. *Exerc. Sport Sci. Rev.*, Vol. 44, No. 2, pp. 53Y60, 2016

KONING JJ, *et al.* (2011) Regulation of Pacing Strategy during Athletic Competition. *PLoS ONE* 6(1):e15863. doi:10.1371/journal.pone.0015863

LEAL, L. D. dos S. *et al.*,. Effect of acute and chronic nitrate supplementation on the performance of endurance athletes: a systematic review. *Multidisciplinary Reviews, [S. l.]*, v. 5, n. 2, p. e2022009, 2022. DOI: 10.31893/multirev.2022009. Disponível em: <https://malque.pub/ojs/index.php/mr/article/view/309>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MAUGHAN, R. J. *et al.* IOC Consensus Statement: Dietary Supplements and the High-Performance Athlete. p. 22, 2018.

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

NAKAMURA, F. Y., MOREIRA, A., AOKI, M. S.. Monitoramento da carga de treinamento: a percepção subjetiva do esforço da sessão é um método confiável?. *Revista da Educação Física/Uem*, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 01-12, 27 mar. 2010. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/reveducfis.v21i1.6713>.

SHANNON, O. M., *et al.*,. Dietary nitrate supplementation enhances short but not longer duration running time-trial performance. *European Journal Of Applied Physiology*, [S.L.], v. 117, n. 4, p. 775-785, 1 mar. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00421-017-3580-6>.

TAN, R. *et al.*,. The Effects of Dietary Nitrate Supplementation on Explosive Exercise Performance: a systematic review. *International Journal Of Environmental Research And*

**Public Health**, [S.L.], v. 19, n. 2, p. 762, 11 jan. 2022. MDPI AG.  
<http://dx.doi.org/10.3390/ijerph19020762>.

TANAKA, H., MONAHAN, K.D., SEALS, D.R.. Age-predicted maximal heart rate revisited. *J Am Coll Cardiol*. 2001 Jan;37(1):153-6. doi: 10.1016/s0735-1097(00)01054-8. PMID: 11153730.

TUCKER, R., LAMBERT, M. I., & NOAKES, T. D. (2006). An analysis of pacing strategies during men's world-record performances in track athletics. *International journal of sports physiology and performance*, 1(3), 233–245. <https://doi.org/10.1123/ijsp.1.3.233>

VIANA, A. DA S. *et al.* Comparação entre três protocolos por dobra cutânea para estimativa da gordura corporal relativa em homens e mulheres universitários. *RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento*, v. 12, n. 76, p. 1150–1156, 2018.

WELTMAN, A. *et al.* Prediction of Lactate Threshold (LT) and Fixed Blood Lactate Concentrations (FBLC) from 3200-m Running Performance in Women. p. 6, 1990.

ZAMANI, H. *et al.* The benefits and risks of beetroot juice consumption: a systematic review. *Critical Reviews In Food Science And Nutrition*, [S.L.], v. 61, n. 5, p. 788-804, 15 abr. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408398.2020.1746629>.

## APÊNDICE

### APÊNDICE A

#### Anamnese

IDENTIFICAÇÃO
<p>Nome Completo:</p> <p>Data de nascimento:</p> <p>Quanto tempo você pratica corrida de rua?</p> <p>Possui acompanhamento específico na corrida de rua?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Quantos dias você realiza corrida na semana ?</p> <p>Já teve alguma lesão? Se sim qual? A quanto tempo?</p> <p>Faz acompanhamento nutricional?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>Faz uso de algum recurso ergogênico/suplementação? Se sim qual?</p> <p>Possui alguma doença (cardíaca, respiratória, etc)? Se sim qual (is)?</p> <p>Faz uso de algum medicamento contínuo? Se sim qual (is)?</p> <p>Possui alguma limitação física? Se sim qual(is)?</p> <p>É fumante? Se sim a quanto tempo? Qual a frequência?</p> <p>Faz uso de bebida alcoólica? Qual a frequência?</p> <p>Você foi infectado pela COVID-19? Se sim, a quanto tempo? Obteve sintomas leve, moderados ou graves?</p> <p>Você já tomou todas as doses da vacina da COVID-19? Ou dose única?</p>
Questionário de Prontidão para Atividade Física (PAR-Q)
<p>Este questionário tem o objetivo de identificar a necessidade de avaliação por um médico antes do início da atividade física. Caso você responda “SIM” a uma ou mais perguntas, converse com seu médico ANTES de aumentar seu nível atual de atividade física. Mencione este questionário e as perguntas às quais você respondeu “SIM”.</p> <p><b>Por favor, assinale “SIM” ou “NÃO” às seguintes perguntas:</b></p> <p>1. Algum médico já disse que você possui algum problema de coração e que só deveria realizar atividade física supervisionado por profissionais de saúde?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>2. Você sente dores no peito quando pratica atividade física?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>3. No último mês, você sentiu dores no peito quando praticou atividade física?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>4. Você apresenta desequilíbrio devido à tontura e/ ou perda de consciência?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>5. Você possui algum problema ósseo ou articular que poderia ser piorado pela atividade física?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p> <p>6. Você toma atualmente algum medicamento para pressão arterial e/ou problema de coração?</p> <p><input type="checkbox"/> Sim    <input type="checkbox"/> Não</p>



## APÊNDICE C

### Ficha de caracterização

Identificação - Caracterização
Nome: Data: Período: ( ) Manhã ( ) Tarde ( ) Noite Nº garrafa: ( ) 1 ( ) 2

Composição corporal / Medidas antropométricas			
Altura (cm)	Peso (kg)		Ultrassom
		Coxa	
		Abdômen	
		Peito	
		%G	

Pressão Arterial	Freq. Cardíaca

Salto Vertical com Contra Movimento	
<b>Tempo ar</b>	
<b>Altura</b>	
<b>Pot (w)</b>	
<b>Pot (w/kg)</b>	

## APÊNDICE D

### Ficha de anotação dos dados nas intervenções

Identificação				
Nome:				
Data:				
Período: ( ) Manhã ( ) Tarde ( ) Noite				
Nº garrafa: ( ) 1 ( ) 2				
Suplementação				
<b>Horas/ingestão nitrato</b>		Início:		Teste:
<b>Horas/ingestão barra cereal</b>				
Composição corporal / Medidas antropométricas				
Altura (cm)	Peso (kg)		Ultrassom	Adipômetro
		Coxa		
		Abdômen		
		Peito		
		%G		

Ordem	Horas	Pressão Arterial	Freq. Cardíaca	Glicose	Oxímetro
Pré					
1					
2					
3					
Pós					

Salto Vertical com Contra Movimento		
	Antes	Depois
<b>Tempo ar</b>		
<b>Altura</b>		
<b>Pot (w)</b>		
<b>Pot (w/kg)</b>		

**APÊNDICE E****Ficha de anotação dos dados no teste de 3.200m**

Identificação			
Nome:			
Data:			
Voltas	Tempo	PSE	FC
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
Tempo Total:			
PSE Final:			

## ANEXOS

## ANEXO A

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
LAVRAS

## PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

## DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS E AS RESPOSTAS A DISTINTOS PROGRAMAS DE ATIVIDADE FISICA

**Pesquisador:** Sandro Fernandes da Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 20221419.7.0000.5148

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Lavras

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

## DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.663.376

**Apresentação do Projeto:**

A utilização de suplementos nutricionais sem a devida prescrição é uma realidade no dia a dia, essa utilização indiscriminada não está diretamente relacionada a melhora do rendimento físico. Assim estudar uma gama de suplementos nutricionais e verificar as distintas respostas no desempenho é uma forma de se esclarecer o funcionamento biopsicofisiológico desses suplementos e ainda apresentar a sociedade quais são seguros e confiáveis a população.

**Objetivo da Pesquisa:**

Analisar o efeito de diferentes suplementos nutricionais no rendimento físico de homens e mulheres em diferentes atividades físicas

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Bem delineados

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Pesquisa relevante e exequível

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Declaração das academias foram anexadas.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências éticas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Ao Final do experimento o pesquisador deverá enviar relatório final, indicando ocorrências e efeitos adversos quando houver.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1428579.pdf	25/09/2019 13:59:12		Aceito
Outros	CARTAACADEMIAS.pdf	25/09/2019 13:59:00	Sandro Fernandes da Silva	Aceito
Outros	cartaresposta.doc	25/09/2019 13:58:32	Sandro Fernandes da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetosuplementos0409.pdf	04/09/2019 11:15:51	Sandro Fernandes da Silva	Aceito
Outros	ComentariosEticosuplementos.docx	04/09/2019 11:14:26	Sandro Fernandes da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLESuplementos.docx	04/09/2019 11:12:12	Sandro Fernandes da Silva	Aceito
Folha de Rosto	folharostoasinada.pdf	04/09/2019 11:11:13	Sandro Fernandes da Silva	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

LAVRAS, 25 de Outubro de 2019

---

**Assinado por:**  
**RAMON GOMES COSTA**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Campus Universitário Cx Postal 3037

**Bairro:** PRP/COEP

**CEP:** 37.200-000

**UF:** MG

**Município:** LAVRAS

**Telefone:** (35)3829-5182

**E-mail:** coep@nintec.ufla.br

## ANEXO B

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

*Prezado(a), você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa de forma totalmente voluntária da Universidade Federal de Lavras. Antes de concordar, é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Será garantida, durante todas as fases da pesquisa: sigilo; privacidade; e acesso aos resultados.*

#### **I - IDENTIFICAÇÃO DO PROJETO**

**Título do trabalho experimental:** Efeito da suplementação de suco de beterraba rica NO<sub>3</sub>- em corredores de rua.

**Pesquisador(es) responsável(is):** Docente: Dr. Sandro Fernandes da Silva.

Discente: Paula Souza Alves dos Santos

**Instituição/Departamento:** UFLA - DNU

**Telefone para contato:** (35) 3829-9727

**Local da coleta de dados:** Universidade Federal de Lavras.

**II – OBJETIVO** – Analisar a influência da ingestão do suco de beterraba rico em nitrato no rendimento aeróbio.

**III – JUSTIFICATIVA** – O suco de beterraba rico em nitrato vem ganhando bastante atenção nos últimos anos, devido a sua contribuição em modalidades que requer um maior consumo de oxigênio, onde umas de suas principais ações é a vasodilatação. Assim, indivíduos engajados com a corrida de rua podem se beneficiar deste recurso durante o trabalho empregado que apresente uma maior demanda de oxigênio, além de contribuir na eficiência mitocondrial e na contratilidade das fibras, dentre outras ações.

**III – PROCEDIMENTOS DO EXPERIMENTO** – Serão analisados indivíduos do sexo masculino da cidade de Lavras MG, que estejam engajados com a corrida, que não façam uso de recursos ergogenicos que possam influenciar na pesquisa, além de não apresentarem lesões.

O procedimento será dividido em dois momentos: a) O primeiro será reservado para apresentação da pesquisa e assinatura do termo junto a explicações dos procedimentos, além da aplicação da anamnese.

b) O segundo momento será às intervenções.

1) A primeira intervenção será destinada a caracterização, coletando antropometria e composição corporal através de dois métodos, além de receber informações para anotar a alimentação 24hrs antes das intervenções.

2) As demais intervenções ocorrerá em 2 encontros no LEMOH - UFLA, em que os indivíduos realizará a ingestão da suplementação de beterraba, aferindo a pressão arterial, frequência cardíaca, glicemia, antropometria e composição corporal em dois métodos, e salto vertical com contramovimento. Após 2hrs para efeito da suplementação será realizada o teste de 3200m na pista de atletismo coletando algumas variáveis, como tempo, pse, frequência cardíaca outros. Ao final será realizado nova análise de pressão arterial, frequência cardíaca, glicemia e questionário de dor muscular de início tardio.

É válido lembrar que a pesquisa tem a duração de 3 horas totais no máximo. Durante o período da pesquisa deverá evitar o uso de suplementações, além de alimentos que contenham nitrato como beterraba, rúcula, aipo, nabo, espinafre, alface, repolho, salsa, endívias, além da cafeína (está não sendo utilizado apenas nas 24 horas antes do teste e no dia do teste).

**V – RISCOS ESPERADOS** – A coleta antropométrica a ser realizada com os participantes poderá apresentar desconforto e constrangimento. Para que esses fatores sejam minimizados, a mesma ocorrerá em um local reservado. Além de dores musculares e/ou de cabeça devido ao esforço nos testes, bem como a ingestão da suplementação pode apresentar algum desconforto devido a textura e gosto. Cabe ressaltar que o pesquisador manterá total sigilo das obtenções das coletas.

**VI – BENEFÍCIOS** – De uma maneira geral, a pesquisa poderá beneficiar a área da Educação Física e Nutrição, além da população engajada com modalidades aeróbias em específico a corrida de rua. Ao participante o conhecimento da composição corporal através de dois métodos, assim como Vo<sub>2</sub>máx e pico outros, e ao final será ofertado recomendações nutricionais mediante as coletas obtidas individualmente.

**VII – CRITÉRIOS PARA SUSPENDER OU ENCERRAR A PESQUISA** – Os critérios para suspender ou encerrar as pesquisas poderão ser de ordem operacional, inclusive pela possibilidade de haver recusas em participar do estudo, bem como o pesquisador perceba algum risco ou dano à saúde do sujeito participante da pesquisa, a exemplo atual conjectura, pandemia COVID-19.

**Após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto a participação a minha no presente Projeto de Pesquisa.**

Lavras, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
**Nome (legível) / RG**

\_\_\_\_\_  
**Assinatura**

ATENÇÃO! Por sua participação, você: não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira; nem será ressarcido de despesas que ocorrerem (tais como gastos com transporte, que serão pagos pelos pesquisadores aos participantes ao início dos procedimentos); nem será indenizado em caso de eventuais danos decorrentes da pesquisa; tendo o direito de desistir a qualquer momento, retirando o consentimento, sem nenhuma penalidade e sem perder quaisquer benefícios. Em caso de dúvida quanto aos seus direitos, escreva para o Comitê de Ética em Pesquisa em seres humanos da UFLA. Endereço – Campus Universitário da UFLA, Pró-reitoria de pesquisa, COEP, caixa postal 3037. Telefone: 3829-5182.

**Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma cópia será arquivada com o pesquisador responsável e a outra será fornecida a você.**

*No caso de qualquer emergência entrar em contato com o pesquisador responsável do Programa de Pós Graduação no Departamento de Nutrição e Saúde. Telefones de contato: 035 3829-9727.*

## ANEXO C

*J Appl Physiol* 130: 2022–2023, 2021.  
doi:10.1152/jappphysiol.00327.2021



**JOURNAL OF  
APPLIED PHYSIOLOGY**

**VIEWPOINT**
**Commentaries on Viewpoint: Stewart's approach to quantitative acid-base physiology should replace traditional bicarbonate-centered models**
**Role of carnosine in the acid-base control of muscles**

**João Pedro Assis Moreira,<sup>1,2</sup>**

**Thais Melo Marques,<sup>1,2</sup>**

**Ludmila Dias dos Santos Leal,<sup>1,2</sup>**

**Paula Souza Alves Santos,<sup>1,2</sup>**

**Joao Pedro de Souza Ferreira,<sup>1,2</sup>**

**Raul Dominguez,<sup>1,3</sup> and**

**Sandro Fernandes da Silva<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Grupo de estudo e pesquisa em respostas neuromusculares, Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil;*

<sup>2</sup>*Programa de Pós-Graduação em Nutrição e Saúde Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brazil; and*

<sup>3</sup>*Departamento de Motricidad Humana y Rendimiento Deportivo, Universidad de Sevilla, Sevilla, Spain*

TO THE EDITOR: We read Rubin's recent Viewpoint very carefully (1). The hypothesis of the role of bicarbonate in acid-base balance was established at the very first stage (1). However, considering bicarbonate as the only muscle buffer system may be a limited interpretation of the whole system. Currently, carnosine, a dipeptide formed by  $\beta$ -alanine and

**VIEWPOINT**

**Commentaries on Viewpoint: Using  $\dot{V}O_{2\max}$  as a marker of training status in athletes – can we do better?**

**Aerobic capacity is a more important factor for training control than  $\dot{V}O_{2\max}$**

**Guilherme Pereira Saborosa,<sup>1,2</sup>  
Raphael Dinalli de Oliveira Freitas,<sup>1,2</sup>  
Paula Souza Alves dos Santos,<sup>1,2</sup>  
João Pedro de Souza Ferreira,<sup>1,2</sup>  
Francisco de Assis Manoel,<sup>1</sup> and  
Sandro Fernandes da Silva<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Study Group and Research in Neuromuscular Responses, University of Lavras, Lavras, Brazil; and <sup>2</sup>Postgraduate Program in Nutrition and Health, University of Lavras, Lavras, Brazil

TO THE EDITOR: We carefully reviewed Podlogar et al.'s recent Viewpoint (1). This research agrees with the hypothesis they made on  $\dot{V}O_{2\max}$ . For the evaluation and control of performance, factors such as critical velocity ( $V_{\text{crit}}$ ) and peak velocity ( $V_{\text{peak}}$ ) are more determinant. Hence, adopting sub-

## ANÁLISE DO DESEMPENHO DA FORÇA E DA POTÊNCIA MUSCULAR DURANTE AS FASES DO CICLO MENSTRUAL

Paula Souza Alves dos Santos<sup>1</sup>, João Pedro de Souza Ferreira<sup>2</sup>, Ariane Aparecida Adilson<sup>3</sup>  
Poliana de Lima Costa Loures<sup>4</sup>, Cintia Campolina Duarte Rocha da Silva<sup>5</sup>  
Sandro Fernandes da Silva<sup>6</sup>

## RESUMO

As mulheres estão cada dia mais engajadas com treinamento esportivo e, por esta razão, algumas lacunas necessitam ser preenchidas para um planejamento adequado, respeitando assim suas individualidades. Uma variável a ser analisada é o ciclo menstrual, o qual poderá apresentar influências no desempenho dessas mulheres, devido às alterações hormonais que ocorrem em cada fase (folicular, ovulatória, lútea). O seguinte estudo buscou avaliar os possíveis efeitos das diferentes fases do ciclo menstrual na força e na potência muscular. Participaram desta pesquisa nove mulheres, todas familiarizadas ao treinamento resistido, com idade média de  $24,44 \pm 6,56$  (anos), massa corporal média  $60,72 \pm 6,14$  (kg) que não faziam o uso de método contraceptivo oral ou injetável, além de possuírem ciclo menstrual regular. Todas foram submetidas a uma anamnese, avaliação antropométrica, teste de repetição máxima (1RM), teste de contração voluntária isométrica máxima (CVIM) e análise da potência muscular, sendo as coletas realizadas de acordo com as fases do ciclo menstrual. Utilizou-se a análise estatística descritiva, além do teste anova One Way com post hoc de Tuckey para distribuição paramétrica e teste t para amostras pareadas. Os resultados do presente estudo indicaram haver diferenças significativas na potência muscular durante a fase ovulatória, quando comparados à fase folicular e lútea, sem quaisquer alterações significativas na força muscular. Conclui-se que as alterações hormonais decorrentes do ciclo menstrual podem provocar alterações no desempenho neuromuscular e isso deve ser levado em consideração durante a prescrição de treinamento.

**Palavras-chave:** Ciclo Menstrual. Potência Muscular. Velocidade de Movimento.

1 - Educação Física, mestranda em Nutrição Saúde e membro do GEPREN na Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, Brasil.

## ABSTRACT

Analysis of strength and power performance during the three phases of the menstrual cycle

Women are increasingly engaged in sports training and, for this reason, some gaps need to be filled for adequate planning, thus respecting their individuality. A variable to be analyzed is the menstrual cycle, which may influence the performance of these women, due to the hormonal changes that occur in each phase (follicular, ovulatory, luteal). The following study sought to assess the possible effects of different phases of the menstrual cycle on muscle strength and power. Nine women participated in this research, all familiarized with resistance training, with a mean age of  $24.44 \pm 6.56$  (years), mean body mass  $60.72 \pm 6.14$  (kg) who were not using oral or injectable, in addition to having a regular menstrual cycle. All were submitted to anamnesis, anthropometric evaluation, maximum repetition test (1RM), maximum isometric voluntary contraction test (MVIC) and muscle power analysis, with collections performed according to the phases of the menstrual cycle. Descriptive statistical analysis was used, in addition to the One Way anova test with Tuckey's post hoc for parametric distribution and t test for paired samples. The results of the present study indicated that there were significant differences in muscle power during the ovulatory phase, when compared to the follicular and luteal phases, without any significant changes in muscle strength. It is concluded that hormonal changes resulting from the menstrual cycle can cause changes in neuromuscular performance and this should be taken into account when prescribing training.

**Key word:** Menstrual Cycle. Muscle Power. Movement speed.

2 - Educação Física, mestrando em Nutrição Saúde e membro do GEPREN na Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras-MG, Brasil.