



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

HENRIQUE SILVA SACRAMENTO

**EFEITOS AGUDOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO NA
CONTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA NO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE EM INDIVÍDUOS ATIVOS**

RECIFE

2023

HENRIQUE SILVA SACRAMENTO

**EFEITOS AGUDOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO NA
CONTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA NO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE EM INDIVÍDUOS ATIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós
Graduação em Educação Física da Universidade
Federal de Pernambuco, como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre em Educação Física

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento
Humano.

Linha de Pesquisa: Desempenho Físico e Esportivo
Orientador: Prof. Dr. Eduardo Zapaterro Campos

RECIFE

2023

Catalogação na fonte
Bibliotecária: Elaine Freitas, CRB4:1790

S123e Sacramento, Henrique Silva
Efeitos agudos da suplementação de nitrato de sódio na contribuição energética no exercício intervalado de alta intensidade em indivíduos ativos / Henrique Silva Sacramento. – 2023.
68 p. : il.

Orientador: Eduardo Zapatterra Campos.
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Educação Física. Recife, 2023.

Inclui referências e apêndices.

1. Nitrato de sódio. 2. Contribuição energética. 3. Treinamento intervalado de alta intensidade. 4. Suplementação. I. Campos, Eduardo Zapatterra (orientador). II. Título.

618.92 CDD (23.ed.) UFPE (CCS 2024 - 053)

HENRIQUE SILVA SACRAMENTO

**EFEITOS AGUDOS DA SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO NA
CONTRIBUIÇÃO ENERGÉTICA NO EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA
INTENSIDADE EM INDIVÍDUOS ATIVOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física. Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano

Aprovada em: 14/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Eduardo Zapatterra Campos

Prof. Dr. André dos Santos Costa

Prof. Dr. Fabrício Eduardo Rossi

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer de coração primeiramente a minha mãe, pois, de modo muito direto, sem ela não conseguiria qualquer coisa na minha vida, todo o suporte desde que nasci me fez conquistar tudo que pude, me fez ter uma educação básica de qualidade, me fez ter uma educação de ensino médio de qualidade e principalmente me permitiu de ter toda estrutura para ter o melhor da educação superior que poderia ter! Obrigado por tudo mãe! (You are the real MVP).

Também gostaria de agradecer muito meu pai, gostaria muito de ter ele comigo em vários momentos da minha vida. Presencialmente ele não esteve na minha formação do colégio, na formação da graduação, no meu casamento, no nascimento da minha filha e agora na finalização do mestrado. Deus sabe o quanto sempre sonhei com ele desde que ele se foi. Mas sei, que pode não estar presencialmente, mas no Céu orando por mim e toda minha família, ele está! Obrigado por toda craição pai!

Ao meu irmão querido, sempre ao meu lado, sempre juntos, sempre iguais. Temos tantas semelhanças que as diferenças se apagam. Divergências existem e sempre vão existir, porém, sempre no momento de maior ajuda estamos lá um para outro, e como sou o irmão mais velho, do fundo do meu coração posso dizer que tenho um imenso orgulho da pessoa que ele se tornou. Te amo irmão!

A minha esposa, não poderia deixar de agradecer! Estamos nesse exato momento ainda em uma caminhada difícil, cheia de percalços, desgaste físico e mental.... pensamentos se estamos no caminho certo, e quando conquistamos algo, vemos que estamos sim. Apesar das dificuldades, é nessa hora que observamos quem realmente caminha ao nosso lado pelo nosso bem, e nunca encontraria alguém melhor que ela. TUDO QUE ELA PÔDE FAZER POR MIM ELA FEZ. E por isso tenho só a agradecer a esposa maravilhosa e a essa mãe que ela se tornou! Te amo meu amor!

Minha filha provavelmente só vai ler essa dedicatória daqui a alguns anos, de qualquer forma agradeço a Deus imensamente por ter me dado essa filha linda, que trouxe uma felicidade tão grande para nossas vidas que me fez abrir os olhos para o que se era mais importante em tudo que fazemos, a família! Te amo demais filha!

Agradecer a toda minha família, família Silva, família Sacramento, família Costa e a família que escolhi ao longo da vida, os amigos sempre juntos. Obrigado por tudo! Um dia depois de escrever os agradecimentos pela primeira vez, meu tio chegou a falecer, não queria em um momento tão alegre receber uma notícia dessa, porém, da mesma forma não posso deixar de

registrar que meu tio era e sempre será um grande pilar de nossa família enorme, que Deus o tenha tio Adelmo!

Agradecer também ao meu orientador Eduardo Zapaterra, pois se não fosse por ele, hoje não seria um docente. Como ele sempre diz “a seleção natural vai acontecer”, as broncas e correções mais fortes não são nada mais além do que ajuda para se tornar não só um profissional melhor mas um docente preparado. Obrigado! E ao grande grupo NIDE, especialmente ao Willemax, Lucas e Camila, obrigado pela ajuda nessa caminhada, que todos vocês consigam alcançar seus objetivos!

RESUMO

A presente dissertação teve como objetivo verificar o efeito da suplementação aguda de nitrato na contribuição energética oxidativa, fosfocreatina e glicolítica (C_{OXI} , C_{PCr} e C_{LAC} , respectivamente) durante um exercício intervalado de alta intensidade (HIIE). Quinze indivíduos fisicamente ativos foram submetidos a teste incremental de corrida em esteira e duas sessões de HIIE (10 x 1 minuto na velocidade aeróbia máxima com 1 minuto de recuperação passiva) nas seguintes condições: nitrato de sódio (NS) ou Placebo (PL). A medida repetida ANOVA foi usada para comparar C_{OXI} e C_{PCr} nos 10 esforços, enquanto que o Teste t de *Student* foi usado para comparar a contribuição total (C_{TOTAL}), C_{LAC} e percentuais da contribuição oxidativa (%OXI) e não oxidativa (%PCr-LAC). Considerando os 10 esforços, C_{OXI} apresentou efeito principal para condição ($p = 0,001$; maior C_{OXI} para NS que PL) porém sem interação ($p = 0,415$), enquanto C_{PCr} apresentou efeito para condição ($p = 0,003$; menor C_{PCr} para NS que Placebo) e sem interação ($p = 0,507$). A contribuição oxidativa total e percentual foi maior ($p < 0,001$) após NS ($19,1 \pm 3,4$ L; $59,3 \pm 4,5\%$) do que PL ($16,7 \pm 3,1$ L; $52,7 \pm 2,9\%$), enquanto a contribuição não oxidativa total e percentual foi menor ($p = 0,002$) após NS ($12,4 \pm 2,5$ L; $40,6 \pm 4,5$ L) do que PL ($14,1 \pm 2,6$ L; $47,2 \pm 2,9\%$). A contribuição energética total não foi diferente entre os ensaios. A dose aguda de suplementação de NS melhorou a contribuição oxidativa durante o HIIE e reduziu a C_{PCr} . C_{OXI} mais elevado e C_{PCr} reduzido está provavelmente relacionado ao aumento da cinética do oxigênio e eficiência energética. Portanto, a suplementação de NS pode ser utilizada durante o HIIE para maximizar o metabolismo oxidativo.

Palavras-chave: nitrato de sódio; contribuição energética; exercício intermitente de alta intensidade; suplementação.

ABSTRACT

The present study aimed to verify the effect of acute nitrate supplementation on oxidative, phosphocreatine, and glycolytic energy contribution (C_{OXI} , C_{PCr} , and C_{LAC} respectively) during a high-intensity intermittent exercise (HIIE). Fifteen physically active subjects were submitted to incremental running test on a treadmill and two HIIE (10x1min at maximal aerobic speed with 1min of passive recovery) in the following conditions: sodium nitrate (SN) or Placebo (PL). Repeated measure Anova was used to compare C_{OXI} , and C_{PCr} within the 10 efforts. Student t test was used to compare total C_{OXI} , C_{PCr} , C_{LAC} , as well oxidative and non-oxidative contribution. Considering the 10 efforts, C_{OXI} presented main effect for condition ($p < 0.001$; higher C_{OXI} for SN than PL), and no interaction effect ($p = 0.424$), while C_{PCr} presented effect for condition ($p = 0.007$; lower C_{PCr} for SN than Placebo), and no interaction ($p = 0.507$). Higher C_{OXI} and lower C_{PCr} (relative to kg) after SN was found compared to PL. Total oxidative contribution were higher ($p < 0.001$) after SN (19.1 ± 3.4 L) than Placebo (16.7 ± 3.1 L), while total non-oxidative contribution were lower ($p = 0.002$) after SN (12.4 ± 2.5 L) than PL (14.1 ± 2.6 L). Total energy contribution were not different between trials. Acute dose of SN supplementation improved oxidative contribution during HIIE, and reduced C_{PCr} . Higher C_{OXI} is likely related to increased oxygen kinetics, while the lower C_{PCr} might be related to the improved energetic efficiency. Therefore, SN supplementation may be used during HIIE to maximize oxidative metabolism.

Key-words: nitrate supplementation; energy system contribution; high-intensity intermittent training; supplementation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Desenho experimental da intervenção	23
Figura 2 - Média e desvio padrão da contribuição do sistema energético fosfocreatina (C_{PCr} - A) e oxidativo (C_{OXI} - B) durante cada esforço de HIIE após NS (■) e Placebo (●)	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Suplementação de NO_3^- e suas respostas ergogênicas em meta-análises.....	15
Tabela 2 - Média e desvio padrão (DP) da idade, altura, massa corporal, desempenho na corrida de 5 km, VO_2max e velocidade aeróbia máxima (VAM) dos sujeitos ($n = 15$).....	30
Tabela 3 - Média e desvio padrão (DP) da contribuição do sistema energético do HIIE após NS e PL ($n = 15$).	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

$\Delta[\text{La}^-]$	Concentração líquida de lactato sanguíneo
ADP	Adenosina Difosfato
AOD	Déficit de oxigênio acumulado
ATP	Adenosina Trifosfato
C_{LAC}	Contribuição energética glicolítica
C_{OXI}	Contribuição energética oxidativa
CPCr	Contribuição energética fosfagênica
C_{TOTAL}	Contribuição energética total
eNOS	Óxido nítrico sintase endotelial
EPOC	Consumo excessivo de oxigênio pós exercício
HIIE	Exercício intervalado de alta intensidade
HIIT	Treinamento intervalado de alta intensidade
KNO_3^-	Nitrato de Potássio
La^-	Lactato sanguíneo
NaNO_3^-	Nitrato de Sódio
nNOS	Óxido nítrico sintase neuronal
NO	Óxido nítrico
NO_2^-	Nitrito
NO_3^-	Nitrato
NOS	Óxido nítrico sintase
NS	Nitrato de sódio
PCr	Fosfocreatina
Pi	Fosfato inorgânico
PL	Placebo
SIT	Treinamento intervalado de sprint
VO_2	Consumo de oxigênio
$\text{VO}_{2\text{máx}}$	Consumo máximo de oxigênio
$\text{VO}_{2\text{pico}}$	Consumo de pico de oxigênio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	EXERCÍCIO INTERMITENTE DE ALTA INTENSIDADE E SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO.....	17
1.2	MÉTODOS DE ESTIMATIVA DE CONTRIBUIÇÃO ANAERÓBIA.....	18
2	OBJETIVOS.....	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	MÉTODOS.....	22
3.1	DESENHO DO ESTUDO.....	22
3.2	LOCAL DO ESTUDO.....	22
3.3	SUJEITOS.....	22
3.4	SUPLEMENTAÇÃO DE NS.....	22
3.5	CEGAMENTO.....	23
3.6	CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE.....	23
3.7	VARIÁVEIS E INSTRUMENTOS.....	24
3.8	PROCEDIMENTOS DE COLETAS DE DADOS.....	24
3.8.1	Protocolo Experimental.....	24
3.8.2	Protocolo de Exercício Intervalado de Alta Intensidade.....	24
3.8.3	Protocolo de Quantificação de Contribuição Energética.....	24
3.9	ANÁLISE DE DADOS.....	25
3.10	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	25
4	RESULTADOS.....	26
4.1	ARTIGO 1 - O NITRATO DE SÓDIO MELHORA A CONTRIBUIÇÃO DE ENERGIA OXIDATIVA E REDUZ A CONTRIBUIÇÃO DE FOSFOCREATINA DURANTE EXERCÍCIOS INTERMITENTES DE ALTA INTENSIDADE.....	26
4.1.1	Introdução.....	26
4.1.1.1	Objetivos.....	27
4.1.2	Métodos.....	27
4.1.2.1	Tipo de estudo.....	27
4.1.2.2	Desenho do estudo.....	27

4.1.2.3	Amostra.....	27
4.1.2.4	Teste de exercício incremental.....	28
4.1.2.5	Suplementação de NS.....	28
4.1.2.6	Exercício intervalado de alta intensidade.....	28
4.1.2.7	Determinação da contribuição do sistema energético.....	29
4.1.2.8	Análise estatística.....	29
4.1.3	Resultados.....	29
4.1.4	Discussão.....	32
4.1.5	Considerações Finais.....	34
4.1.6	Referências.....	35
5	CONCLUSÃO.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	58
	APÊNDICE B - COMPROVANTE DE APROVAÇÃO NO COMITÊ DE	
	ÉTICA.....	61
	APÊNDICE C - QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE	
	FÍSICA.....	62
	APÊNDICE D - PAR-Q+.....	64
	APÊNDICE E - DADOS COLETADOS.....	68

1 INTRODUÇÃO

É bem estabelecida na literatura a importância do óxido nítrico (NO) em diversos processos intra e extracelulares (Moncada & Higgs, 1993), estando essa molécula envolvida em processos tão diversos como neurotransmissão (Philippu, 2016), na defesa imunológica (Bogdan, 2001), respiração mitocondrial (Poderoso et al., 2019) e função contrátil do músculo esquelético (Stamler; Meissner, 2001).

O NO é um radical livre que pode ser gerado por duas vias: endógena e exógena. Na via endógena, o NO é o produto da oxidação da L-arginina, em uma reação catalisada pela classe de enzimas óxido nítrico sintases (NOS), sendo dividida por 2 reações: a conversão de L-Arginina em N-Hidroxilarginina e posterior formação de L-Citrulina e NO (Mori; Gotoh, 2000). Enquanto que o NO exógeno é produzido a partir do nitrato (NO_3^-) dietético que após ser ingerido é absorvido pelas glândulas salivares e transportados ativamente para a cavidade bucal, onde posteriormente são reduzidos por bactérias orais anaeróbicas facultativas para nitrito (NO_2^-) para serem posteriormente absorvidos (Jones, 2014).

Uma porção do NO_2^- salivar que foi absorvido é posteriormente convertido a NO por uma variedade de reações catalisadas por enzimas no sangue e no ambiente ácido do estômago (Kobayashi; Ohtake; Uchida, 2015), e a porção de NO_2^- que não entra no meio ácido do estômago é direcionado para a corrente sanguínea atingindo os músculos esqueléticos (Lundberg; Weitzberg; Gladwin, 2008). Durante o exercício, em condições de baixa disponibilidade de oxigênio e baixo pH o NO_2^- se converte em NO e promove alterações importantes para melhorar o desempenho, como o aumento do fluxo sanguíneo (aumentando o aporte de oxigênio) e o aumento da captação de glicose pelo músculo esquelético (Ferguson et al., 2013; Francis; Busch; Corbin, 2010).

Nos últimos anos, a suplementação de NO_3^- (seja em forma de suco ou sal) passou a ser mais investigada no contexto do exercício (Kapil et al., 2010, 2015; Larsen et al., 2011; Muggeridge et al., 2017; Webb et al., 2008). Um dos primeiros estudos a investigar o efeito da suplementação de NO_3^- no exercício foi Larsen et al. (2007). Os autores mostraram, pela primeira vez, que a suplementação de NO_3^- reduz o custo de oxigênio no ciclismo em exercício submáximo. Larsen et al. (2007) atribuíram essa resposta a um menor vazamento de prótons sobre o interior da membrana mitocondrial e o aumento da razão fosfato/oxigênio (P/O; maior quantidade de ATP produzida por oxigênio consumido), indicando uma melhor eficiência mitocondrial.

Alguns anos depois, Bailey et al. (2010) observaram que a suplementação de NO_3^- por meio

do suco de beterraba reduziu um custo total de ATP para um mesmo exercício, reduzindo a degradação da fosfocreatina (PCr) e apresentando menores concentrações de adenosina difosfato (ADP) e fosfato inorgânico (Pi) após exercício em diferentes intensidades. Os autores hipotetizaram que o NO_3^- melhora a eficiência contrátil durante o exercício, o que foi confirmado com os estudos de Whitfield et al. (2016) e Haider et al. (2014). Whitfield et al. (2016) não verificaram mudança em aspectos celulares relacionado à eficiência mitocondrial, conforme apresentado por Larsen et al. (2007) o que foi confirmado por outros estudos (Whitfield et al., 2017; Pappas et al., 2023). Considerando a melhoria da eficiência contrátil após a suplementação de NO_3^- , diversos estudos avaliaram o efeito da suplementação de NO_3^- (de diferentes formas) em exercícios de diferentes configurações (exercício de longa duração, exercício intermitente, exercício de alta intensidade e exercício de força/potência) (Cermak; Gibala; Van loon, 2012; Muggeridge et al., 2013; Pinna et al., 2014; Wylie et al., 2013; Jovik et al., 2021). Devido à relação entre suplementação de NO_3^- e economia de movimento (menor consumo de oxigênio – VO_2) (Larsen et al., 2007) os estudos iniciais priorizaram exercícios de média ou longa duração com maior dependência do metabolismo oxidativo. Com o passar os anos, e os achados de melhoria da eficiência contrátil relacionada à suplementação de NO_3^- , passou-se a investigar os efeitos do NO_3^- em exercícios de alta intensidade e curta duração. A Tabela 1 sumariza as principais metanálises realizadas nos últimos anos.

Hoon et al. (2013) investigaram o efeito da suplementação de NO_3^- e exercícios de tempo até exaustão e provas contra-relógio. Ao analisar 17 estudos com indivíduos saudáveis, os autores verificaram efeito favorável da suplementação no tempo até exaustão, porém não foram observados efeitos favoráveis no contra-relógio. As avaliações do tipo contra-relógio são geralmente mais aceitas como um indicador de desempenho no mundo real devido às semelhanças com a competição (Hopkins et al., 2001). A melhora no tempo até exaustão pode ser justificada pela sua maior variabilidade entre os sujeitos do que os protocolos contra-relógio (Jeukendrup et al., 1996; Hinckson et al., 2005; Amann et al., 2008). Jeukendrup et al. (2005) sugeriram que a diferença na variabilidade entre os protocolos pode ser atribuída a capacidade de resistência maior relacionada ao tempo até exaustão.

Devido ao pequeno número de estudos ($n=17$) e ao pequeno efeito da suplementação nos indicadores, anos depois, McMahon et al. (2016) investigaram o desempenho da suplementação em adultos saudáveis em 47 estudos, e encontraram efeitos similares aos encontrados em Hoon et al. (2013), porém, com um efeito significativamente maior no tempo até exaustão comparado ao placebo. Esse melhor desempenho no tempo até exaustão pode ser devido à melhor eficiência contrátil (reduzindo o custo de O_2) (Bailey et al., 2015; Affourtit et al., 2015). Visando ampliar

a análise dos efeitos da suplementação de NO_3^- na performance atlética e em medidas cardiorrespiratórias, Gao et al. (2021) analisaram potência, consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$), lactato sanguíneo e distância percorrida. Foram observados, além da melhora no tempo até exaustão, efeitos favoráveis da suplementação de NO_3^- na potência e na distância percorrida

Tabela 1 - Suplementação de NO_3^- e suas respostas ergogênicas em meta-análises.

Autores/Ano	Estudos	Objetivo	Conclusões
Hoon et al./2013	17	Desempenho em exercícios de endurance em jovens saudáveis	$\leftrightarrow$ CR; $\uparrow$ TE
McMahon et al./2017	47	Desempenho em exercícios de endurance.	$\uparrow$ TE; $\leftrightarrow$ CR
Campos et al./2018	53	Desempenho em diferentes níveis de condicionamento físico	$\uparrow$ D, (não atletas); $\leftrightarrow$ D (atletas)
Senefeld et al./2020	80	Potencial ergogênico	$\uparrow$ D (homens em hipóxia e normóxia); $\leftrightarrow$ D (atletas e mulheres)
Gao et al./2021	73	Desempenho em exercícios de endurance em adultos saudáveis	$\uparrow$ P, $\uparrow$ TE, $\uparrow$ DP; $\leftrightarrow$ PE, $\leftrightarrow$ CR, $\leftrightarrow$ LC, $\leftrightarrow$ $\text{VO}_{2\text{máx}}$
Wong et al./2021	17	Desempenho em HIIT e SIT	$\leftrightarrow$ PM; $\leftrightarrow$ PP; $\uparrow$ DP
Esen et al./2022	19	Propriedade contrátil do músculo esquelético	$\uparrow$ PM; $\uparrow$ PP; $\uparrow$ TPP

Legenda: CR: contra-relógio; TE: tempo até exaustão; D: desempenho; P: potência; DP: distância percorrida; PS: percepção subjetiva; LS: lactato sanguíneo; $\text{VO}_{2\text{máx}}$: consumo máximo de oxigênio; PM: potência muscular; PP: potência de pico; TPP: tempo para potência de pico; $\uparrow$: aumentou o desempenho; $\leftrightarrow$: sem efeito no desempenho.

Os estudos que analisaram o efeito da suplementação de NO_3^- no desempenho físico observaram divergências entre níveis atléticos dos sujeitos (Jonvik et al., 2015; Hulstrom et al., 2015). Devido à essas divergências, Campos et al. (2018) propuseram uma metanálise que

objetivou analisar separadamente o desempenho físico com a suplementação de NO_3^- em diferentes níveis atléticos. Os autores encontraram melhora pequena no desempenho em não atletas ($d=0,33$) e não melhora em atletas ($d=0,05$). Os efeitos ergogênicos da suplementação de NO_3^- não foram significativos em atletas pois provavelmente já têm níveis ideais de NO (Porcelli et al., 2015) circulante, como também possuem uma maior atividade de sintase óxido nítrico (NOS) (Mcconell et al., 2007), o que pode tornar o caminho $\text{NO}_3^- - \text{NO}_2^- - \text{NO}$ menos importante para produção de NO. Além desses fatores, Porcelli et al. (2015) sugeriram que atletas de alto rendimento podem apresentar uma dieta enriquecida em NO_3^- com os alimentos vegetais como beterraba, alface, rúcula e espinafre, sendo fixados ao menos em 150g (Van Der Avoort et al., 2018).

Colaborando com o estudo de Campos et al. (2018), e devido a variedade de respostas encontradas anteriormente, Senefeld et al. (2020) então decidiram investigar sob diferentes níveis atléticos a magnitude do potencial ergogênico da suplementação de NO_3^- sobre a dose e o tempo da suplementação, fatores ambientais (como hipóxia) e diferenças entre os sexos. Investigaram 80 estudos e encontraram pequena melhora no desempenho em homens não atletas, tanto em condições de normóxia como em hipóxia, e além da não melhora em atletas ($\text{VO}_{2\text{pico}} > 64,9 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) também não houve melhora em mulheres. O resultado em relação ao ambiente de hipóxia em atletas se mostrou interessante pois a condição ambiental poderia influenciar no desempenho (Champman et al, 2016) pela maior biodisponibilidade de NO em ambientes de baixa disponibilidade de O_2 (Lundberg et al., 2008), o que não foi potencializado.

Para além da interferência da aptidão física dos sujeitos, outras variáveis podem interferir no efeito ergogênico do NO_3^- durante o exercício como: a quantidade ingerida, o tempo para ingestão e a forma de ingestão. Sobre a forma de ingestão pode ser consumido através do suco de beterraba, por meio do gel rico em NO_3^- ou sob a forma de sal (nitrato de sódio - NaNO_3^- ou nitrato de potássio - KNO_3^-) (Kapil et al., 2010; Larsen et al., 2011; Muggeridge et al., 2017), utilizando o protocolo de $0,1\text{mmol.kg}^{-1}$ (Larsen et al., 2007) que corresponde a quantidade em 150g a 250g diárias de NO_3^- em vegetais como beterraba, espinafre ou alface (Lundberg et al., 2004). Até o momento, a maioria dos estudos utilizaram o suco de beterraba com fonte suplementar de NO_3^- (Lansley et al., 2011; Dominguez et al., 2017) devido a maior facilidade da conversão de NO_2^- em NO que pode ser catalisada por polifenóis, vitamina C e outros antioxidantes (Flueck et al., 2016).

Efeitos positivos da ingestão aguda de NO_3^- foram mostrados apenas quando foi ingerido 150 min antes do exercício (Nyakayiru et al., 2017), que também está alinhado com o pico de

NO_2^- plasmático ocorrendo aproximadamente 150 min após ingestão de NO_3^- (Wylie et al., 2013), e foi corroborada com a recente metanálise de Silva et al. (2022). Em relação a quantidade de ingestão, os dados atuais sugerem que a dose ideal aguda pode variar entre 5 e 14,9 mmol de NO_3^- , tendo efeitos positivos similares (Silva et al., 2022). Outra estratégia para potencializar o efeito da suplementação é o não uso de enxaguante bucal antibacteriano, pois o uso de enxaguante bucal antibacteriano pode diminuir a quantidade de bactérias orais redutoras de NO_3^- , quase anulando sua capacidade, levando a concentrações mais baixas de NO_2^- no sangue e na saliva, o que reduz a biodisponibilidade de NO (Govoni et al., 2008).

1.1 EXERCÍCIO INTERMITENTE DE ALTA INTENSIDADE E SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO

Considerando que a transformação do NO_2^- em NO é potencializado em ambiente com menor concentração de oxigênio, os estudos passaram a hipotetizar que a suplementação de NO_3^- seria melhor em exercícios que utilizassem maior quantidade de fibras Tipo II (Ferguson et al., 2015; Jones et al., 2016). Recentemente Wong et al. (2021) realizaram uma metanálise investigando os efeitos da suplementação em protocolos de exercícios intermitentes, como treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) ou treinamento intervalado de sprint (SIT), pois poderiam ser beneficiados através da maior liberação e recaptção de cálcio no retículo sarcoplasmático (Hernandez et al., 2012), auxiliando com uma velocidade de encurtamento muscular mais rápida e um acúmulo reduzido de metabólitos associados a fadiga muscular (Dominguez et al., 2018), o que foi corroborado pela metanálise recente de Esen et al. (2022), evidenciando que a suplementação de NO_3^- reduz a duração do potencial da unidade motora, induzindo maior liberação de acetilcolina, e conseqüentemente maior liberação de cálcio e produção de força.

Na revisão de Wong et al. (2021) em 17 estudos foi verificado uma melhora de desempenho na distância percorrida, porém, não encontraram efeito significativo a favor da suplementação na potência média e na potência de pico nos protocolos de HIIT e SIT. Esses achados podem ser explicados pela diferença nos protocolos de exercícios, com a variação na duração de sprint (esforços curtos [$<45\text{s}$] a longos [2–4 min], ou esforços “all-out” curtos [$\leq 10\text{s}$] a longos [20–30s]), no tempo de recuperação e na duração total da sessão (5–40 minutos) (Buchheit; Laursen, 2013). Por exemplo, em alguns estudos com um sprint isolado (Wingate test) a potência de pico melhorou (Dominguez et al., 2017; Cuenca et al., 2018; Jodra et al., 2020), além da melhora encontrada na distância percorrida, que foram verificadas no Yo-Yo test, (Thompson et al., 2016; Wylie et al., 2013; Nyakayiru et al., 2017).

Os exercícios de alta intensidade (HIIT e SIT) são comumente utilizados como uma estratégia tempo eficiência para melhora da aptidão física, principalmente relacionado à índices aeróbios (VO_2pico , limiar anaeróbio, economia de corrida) (Buchheit; Laursen, 2013; Garcíá-Pinillos et al., 2017; Gibala et al., 2012). De acordo com Buccheit e Laursen, para garantir melhores adaptações ao treinamento de alta intensidade é importante que os sujeitos permaneçam com VO_2 próximo dos valores máximos. Sendo assim, uma melhora na cinética do consumo de oxigênio, pode ser eficaz para atingir maiores valores de VO_2 durante o exercício, onde um típico protocolo de HIIE (10 x 1min na velocidade aeróbia máxima (VAM): 1min de recuperação passiva), que seria de ideal utilização pela investigação na demanda aeróbia e anaeróbia nos marcadores e viabilidade de saúde (Little et al., 2010; Lira et al., 2017) pode ser potencializado.

Estudos verificaram que, para além da melhora no desempenho, o NO_3^- pode acelerar a cinética de oxigênio em exercícios de alta intensidade (domínio severo) aumentando a tolerância ao exercício (Bailey et al., 2015; Breese et al., 2013). Intervenções que reduzem a contante tempo da taxa de desenvolvimento do componente lento de VO_2 impactam positivamente na tolerância ao exercício (Burnley; Jones, 2007). Além que, a PO_2 microvascular (que reflete o equilíbrio dinâmico entre a entrega e a utilização de O_2) diminui mais rapidamente durante as contrações de fibra tipo II em comparação à tipo I (Behnke et al., 2003; Mcdonough et al., 2005), portanto, o NO_3^- poderia aumentar a distribuição relativa e absoluta do fluxo de sangue em direção a contração da fibra tipo II (Ferguson et al., 2013) e dessa forma aumentar o fornecimento de VO_2 muscular.

Sendo corroborado pelo estudo de Cocksedge et al. (2020), onde a suplementação de NO_3^- aumentou a cinética de VO_2 , o que provavelmente foi realizado por uma maior contribuição oxidativa (C_{OXI}), e que este aumento no turnover de C_{OXI} diminuiu o declínio das reservas finitas da contribuição anaeróbia (C_{PCR}) e o acúmulo de metabólitos implicados no processo de fadiga (Poole et al., 2012). Porém, de acordo com os autores (Cocksedge et al., 2020) ainda não se descartava se a maior tolerância ao exercício poderia ter sido pelo melhor manuseio de cálcio da miofibra (Bailey et al., 2009) e não pela maior C_{OXI} .

1.2 MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA CONTRIBUIÇÃO ANAERÓBIA

Para estimar a contribuição anaeróbia temos dois métodos, um é o mais conhecido, o déficit de oxigênio acumulado (AOD) (Medbo et al., 1988), e o outro método é o conjunto da fase rápida do consumo de oxigênio pós exercício (EPOC) e mudanças no lactato sanguíneo (La^-) (Panissa et al., 2018). O AOD consiste em estimar uma demanda energética ($\dot{\text{V}}\text{O}_2$) para cargas supramáximas através da progressão linear da relação construída entre $\dot{\text{V}}\text{O}_2$ e intensidade do

exercício ($\dot{V}O_2$ -intensidade). Medbo et al. (1988) propuseram que se construísse uma equação linear com vários testes submáximos, e, a partir dela, estimar o $\dot{V}O_2$ para cargas supramáximas, definindo, então, o AOD como sendo o $\dot{V}O_2$ estimado menos o $\dot{V}O_2$ obtido. Diante disso, o método AOD tornou-se muito utilizado e com ampla variação metodológica (Muniz-Pumares et al., 2017). Para a construção da relação $\dot{V}O_2$ -intensidade, Medbo et al. (1988) propuseram um mínimo de 20 esforços submáximos. Posteriormente, Noordhof et al. (2010) em sua revisão de literatura, concluíram que 10 esforços já seriam o suficiente para construir uma relação robusta. Entretanto, a limitação deste método, está no fato se a eficiência mecânica permanece constante com o aumento da intensidade (Stirling et al., 2008), e se a relação $\dot{V}O_2$ -intensidade é linear, devido a presença do componente lento do $\dot{V}O_2$ presente em esforços acima do limiar de lactato (LL) (Özyener et al., 2003; Scheuermann et al., 2001).

O débito de oxigênio, originalmente apresentado por Margaria et al. (1933) é composto pelo débito de oxigênio alático e láctico. Dessa forma, o método consiste em determina-los separadamente: a contribuição alática (C_{PCr}) é obtida através da fase rápida da curva de recuperação de O_2 pós-exercício, e a contribuição láctica (C_{LAC}), estimado a partir da concentração líquida de lactato ($\Delta[La^-]$), ou seja, diferença algébrica entre a concentração de lactato pico ($[La^-]_{pico}$) atingida durante o exercício e a concentração de lactato em repouso ($[La^-]_{rep}$) (Di Prampero, 1981). Os estudos de Margaria et al. (1971) e di Prampero & Ferretti (1999) definiram o coeficiente estequiométrico de 1,0 mmol de lactato que apresentavam valores de equivalência energética de 2,7 a 3,3 mL O_2 ·kg⁻¹.

A contribuição alática (C_{PCr}) a partir do componente alático de O_2 tem se mostrado uma medida confiável (Roberts; Morton, 1978), uma vez que a fase rápida da curva de recuperação do $\dot{V}O_2$ tem sido relacionada a taxa de ressíntese da PCr no músculo quadríceps em humanos (Hultman et al., 1967) e ao tempo de ressíntese de fosfato em músculo gastrocnêmico canino (Piiper; Spiller, 1970). Para quantificar a contribuição alática, é necessário seu ajuste pela cinética da curva de recuperação do $\dot{V}O_2$, que pode utilizar uma equação biexponencial (Guidetti et al., 2008; Li et al., 2018) ou monoexponencial (Figueiredo et al., 2011) e a partir do produto entre a amplitude do componente rápido e o tempo médio de resposta (MRT) da fase rápida, obtém-se o valor do metabolismo alático (Beneke et al., 2002). Panissa et al. (2018) validaram o método do conjunto da fase rápida do consumo de oxigênio pós exercício (EPOC) e mudanças no lactato sanguíneo (La^-) ao se assemelhar no resultado de gasto total de energia anaeróbia ao método de AOD, se tornando um método ideal para analisar a contribuição glicolítica (C_{lac}) e fosfagênica (C_{pcr}) de forma separadas.

Consequentemente, dados os efeitos conhecidos do NO_3^- na cinética do VO_2 (Breese et al.,

2013), levanta-se a hipótese de que a suplementação de nitrato de sódio (NaNO_3 [NS]) aumentaria a contribuição de energia oxidativa total (C_{OXI}), ao mesmo tempo que reduziria a contribuição de fosfocreatina (C_{PCr}) durante o HIIE, dessa forma melhorando a economia de corrida e a tolerância ao exercício, aumentando as adaptações fisiológicas (cardiovasculares e periféricas) relacionadas ao treinamento. Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos agudos da suplementação de nitrato (na forma de nitrato de sódio, NS) na demanda energética (C_{OXI} , C_{PCr} e contribuição glicolítica [C_{LAC}]) durante um protocolo de HIIE em indivíduos fisicamente ativos.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito agudo da suplementação de nitrato de sódio na contribuição energética submetidos ao exercício intervalado de alta intensidade e o consumo de oxigênio submetido à um protocolo de exercício submáximo em indivíduos fisicamente ativos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Verificar o efeito da suplementação de nitrato de sódio sobre a contribuição oxidativa e não oxidativa (fosfocreatina e glicolítica), analisando o consumo de oxigênio e as concentrações sanguíneas de lactato durante o protocolo de exercício intervalado de alta intensidade.

Analisar o consumo de oxigênio em um protocolo de 7 minutos em uma velocidade à 75% da VAM.

3 MÉTODOS

3.1 DESENHO DO ESTUDO

Os sujeitos participaram de 2 etapas distintas, totalizando 5 (ou 6 caso necessário) visitas ao laboratório conforme apresentado na Fig 1. Na primeira e na segunda visita, os sujeitos foram familiarizados com o exercício incremental (se a diferença fosse superior a 2 estágios, era feita uma nova familiarização). Posteriormente os participantes foram submetidos a um teste incremental de corrida em esteira na 3ª visita. Na 4ª e 5ª visita, os sujeitos realizaram aleatoriamente o HIIE 2h30min após a suplementação de NS ou PL.

3.2 LOCAL DO ESTUDO

O estudo foi realizado no Departamento de Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

3.3 SUJEITOS

Quinze sujeitos fisicamente ativos participaram do presente estudo. As características dos sujeitos são apresentadas na Tabela 2. O poder amostral foi calculado a posteriori. Utilizando a média do C_{OXI} de ambos os grupos, e sua correlação ($r = 0,87$) e tamanho do efeito (0,81), quinze sujeitos apresentam um poder de 0,91. O Conselho de Revisão Institucional para Seres Humanos da universidade (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos) aprovou os procedimentos, que estavam de acordo com os princípios declarados na Declaração de Helsinque (Apêndice B).

3.4 SUPLEMENTAÇÃO DE NS

Os sujeitos receberam aleatoriamente (por pesquisador independente) a suplementação de NaNO_3^- (NS) ou Placebo (PL) 2h30min antes do HIIE. A suplementação foi duplo-cega. Os indivíduos ingeriram $8,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de NS, ou a mesma concentração de PL (amido) em cápsulas semelhantes, que corresponde a quantidade em 150g a 250g diárias de NO_3^- em vegetais como beterraba, espinafre ou alface (Lundberg et al., 2004). Os indivíduos foram orientados a não fazer uso de cafeína e álcool 24 horas antes do teste e também a abster-se do uso de antibacterianos, enxaguante bucal e de comer alimentos ricos em nitratos durante todo o estudo.

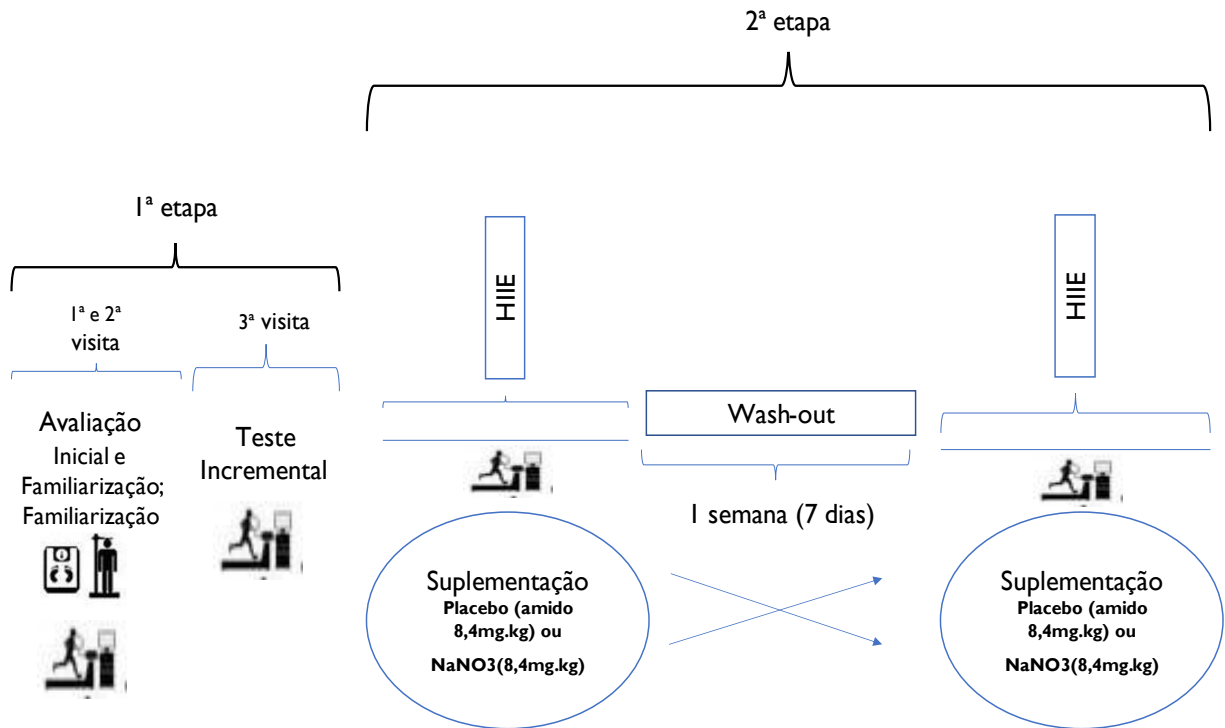


Figura 1 - Desenho experimental da intervenção

3.5 CEGAMENTO

Após a visita onde os sujeitos realizaram o teste incremental, um pesquisador não envolvido no estudo realizou a randomização do protocolo por meio de um website (randomization.com). O sigilo de alocação foi realizado por meio de potes brancos e opacos, os quais foram selados e numerados aos indivíduos selecionados para o estudo. Durante o período do estudo, o avaliador e os sujeitos permaneceram cegos a respeito do protocolo do qual o sujeito estava submetido.

3.6 CRITÉRIOS DE ELEGIBILIDADE

Critérios de inclusão: Foram selecionados indivíduos ativos, com idade entre 18 a 35 anos, determinados pelo Questionário Internacional de atividade Física (IPAQ) (Apêndice C) (Matsudo et al., 2011); com ausência de doenças cardiovasculares, metabólicas, respiratórias e ortopédicas.

Critérios de exclusão: Foram excluídos os indivíduos que apresentarem intolerância ou alergia após a suplementação; se recusarem a ingerir a suplementação; e terem dificuldade de adaptação com o protocolo.

3.7 VARIÁVEIS E INSTRUMENTOS

Dependente: Contribuição energética aeróbia (C_{OXI}) e anaeróbia (C_{PCr} e C_{LAC}).

Independente: Nitrato de sódio ($NaNO_3$) e Exercício Intervalado de Alta Intensidade (HIIE).

Na avaliação da composição foram mensurados a Massa Corporal Total (kg), foi utilizada uma balança Filizola (modelo 160/300, Brasil). A análise do VO_2 foi feita por um analisador de gases VO2000 (Inbramed). A análise de sangue foi por meio de um lactímetro (modelo 2700, YSI, Ohio, EUA).

3.8 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

3.8.1 Protocolo Experimental

O teste ergométrico incremental foi realizado em esteira ergométrica (Super ATL, Inbrasport®, Porto Alegre, Brasil). Antes os sujeitos do teste se aqueceram por 6 minutos a $6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Após cinco minutos de descanso, os sujeitos iniciaram o teste de exercício incremental a $7 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ com incremento de $1 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ a cada 2 minutos até a exaustão voluntária. A média dos 30 segundos finais de cada estágio do protocolo incremental foi o VO_2 referente ao estágio e o $VO_{2\text{máx}}$ foi considerado o maior valor encontrado. Todos os 15 sujeitos encontraram o platô de VO_2 (diferença $> 2.1 \text{ mL} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ entre dois estágios completos). A velocidade aeróbia máxima (VAM) foi considerada a velocidade final do teste corrigida conforme apresentado por Kuipers et al. (1985).

3.8.2 Protocolo de Exercício Intervalado de Alta Intensidade

No ensaio HIIE, os participantes descansaram por 30 minutos quando chegaram ao laboratório, totalizando 2 horas e 30 minutos após a ingestão da suplementação. Em seguida, os sujeitos aqueceram por 7 minutos a 75% da VAM, descansaram por 5 minutos e então iniciaram o HIIE. O HIIE consistiu em esforços de 10×1 minuto a 100% da VAM com 1 minuto de descanso passivo. O VO_2 foi medido (VO2000, Inbrasport®, Porto Alegre, Brasil) (Campos et al., 2012) por meio do HIIE e durante 30 minutos após o protocolo. Imediatamente antes e após 3, 5 e 7 minutos do HIIE, foram coletados 25 μL de sangue do lóbulo da orelha para análise da concentração de lactato ($[Lac^-]$) (YSI2300, Yellow Spring, Ohio, EUA).

3.8.3 Protocolo de quantificação de contribuição energética

O C_{OXI} foi determinado pela soma da integral do VO_2 consumido durante os esforços em litros (L). O C_{PCr} foi determinado conforme proposto por Panissa et al. (2018), assumindo que a recuperação de um minuto foi destinada à ressíntese de PCr. Portanto, a integral da recuperação passiva foi considerada C_{PCr} . O C_{LAC} foi assumido como a diferença entre $[Lac^-]$ antes do HIIE e o pico $[Lac^-]$ depois do HIIE, conforme proposto por di Prampero e Ferreti (1999), e utilizado por outros ($C_{ABRAL-SANTOS}$ et al., 2017). A contribuição energética total

(CTOTAL) foi considerada a soma de C_{OXI} , C_{PCr} e C_{LAC} . Toda contribuição energética foi expressa em litros (L).

3.9 ANÁLISE DE DADOS

Para comparar a contribuição total do sistema energético após a suplementação de NS, o C_{OXI} , C_{PCr} , C_{LAC} e o percentual de contribuição oxidativa, PCr e glicolítica foram comparados pelo teste t de Student dependente. O tamanho do efeito foi calculado pelo d de Cohen, com a seguinte interpretação: trivial (abaixo de 0,2), pequeno (0,2 – 0,5), médio (0,5 – 0,8), grande (acima de 0,8). A comparação do C_{OXI} e da C_{PCr} de cada esforço e da cinética do VO_2 durante 75% da velocidade aeróbica máxima foi realizada por ANOVA medida repetida com duas condições (PL e SN) e 10 momentos (para C_{OXI} e C_{PCr} ; 1º ao 10º esforço), e 3 momentos (para VO_2 a 75% da velocidade aeróbia máxima; valor médio de: 0-15 seg, 60-75 seg e 120-135 seg). A esfericidade foi testada pelo teste de Mauchly, e corrigida por Greenhouse-Geisser, quando necessário. Foi utilizado o post-hoc de Bonferroni. Em todos os casos o nível de significância foi fixado em 5%.

3.10 CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa com o número do parecer: 3.669.804 e registrado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBec), com número de identificação RBR-9gj9mn. Antes do início da pesquisa todos os participantes tiveram conhecimento sobre a relevância e os objetivos da pesquisa, bem como os objetivos e riscos associados. Ao concordarem em participar, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A) devidamente datado, conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde, e o PAR-Q+ (Apêndice D).

4 RESULTADOS

4.1 ARTIGO 1 - O NITRATO DE SÓDIO MELHORA A CONTRIBUIÇÃO DE ENERGIA OXIDATIVA E REDUZ A CONTRIBUIÇÃO DE FOSFOCREATINA DURANTE EXERCÍCIOS INTERMITENTES DE ALTA INTENSIDADE.

4.1.1 Introdução

A suplementação de nitrato de sódio ganhou atenção significativa como uma ajuda ergogênica para melhorar a resistência, o desempenho de alta intensidade e a força e potência (Bescos et al., 2011; Cermak et al., 2012; Thompson et al., 2016; Bailey et al., 2016; Bailey et al., 2010; Hoon et al., 2014; Coggan e Peterson, 2018; Fernandez et al., 2020; Townsend et al., 2021). As primeiras pesquisas sugeriram que as melhorias de desempenho estavam ligadas ao aumento da eficiência mitocondrial (Larsen et al., 2011). No entanto, investigações subsequentes revelaram mecanismos adicionais, como a redução no custo energético do exercício (Bailey et al., 2009; Whitfield et al., 2016) e alterações na ativação da unidade motora (Bailey et al., 2009; Whitfield et al., 2009; Whitfield et al., 2009; Whitfield et al., 2009; Whitfield et al., 2016; et al., 2017), que coletivamente contribuem para a melhoria geral do desempenho no exercício.

Recentemente, Esen et al. (2022) conduziram um estudo que fornece evidências de que a suplementação de NO_3^- leva a uma redução na duração do potencial da unidade motora. Esta redução pode ter diversas implicações para o funcionamento da junção neuromuscular, incluindo um aumento potencial na liberação de acetilcolina, velocidade de condução mais rápida das fibras musculares e, subsequentemente, maior liberação de cálcio e produção de força. Coletivamente, esses efeitos na junção neuromuscular poderiam ser responsáveis pela diminuição observada nas necessidades energéticas após a suplementação de NO_3^- . Além disso, estudos de Bailey et al. (2015) e Breese et al. (2013) demonstraram que a suplementação de NO_3^- pode acelerar a cinética do consumo de oxigênio (VO_2) durante o exercício realizado no domínio de intensidade severa. Uma possível hipótese para explicar este fenômeno é que a suplementação de NO_3^- melhora a extração de oxigênio nas fibras musculares do tipo II, aumentando assim a tolerância ao exercício neste domínio de intensidade específico (Breese et al., 2013). A cinética aumentada do VO_2 observada após a suplementação de NO_3^- sugere que a contribuição oxidativa total (C_{OXI}) durante o exercício com duração semelhante provavelmente aumentaria. Além disso, foi demonstrado que a suplementação de NO_3^- reduz a contribuição de fosfocreatina (C_{PCr}), bem como os níveis de ADP e Pi, sem alterar significativamente a contribuição glicolítica (C_{LAC}) (Bailey et al., 2010). Estas alterações nos

parâmetros metabólicos sugerem uma mudança para um perfil metabólico mais oxidativo na presença de suplementação de NO_3^- .

O exercício intervalado de alta intensidade (HIIE) tem sido amplamente utilizado em vários estudos para melhorar a aptidão física (Gibala e Jones, 2013; Batacan et al., 2017; Girard et al., 2017; Brocherie et al., 2017), particularmente devido à sua capacidade de aumentar a procura de energia não oxidativa e oxidativa (Cabral-Santos et al., 2016). Buchheit e Laursen (2013) propuseram que períodos prolongados de consumo de oxigênio próximos ao consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{máx}}$) levam a maiores adaptações ao treinamento intervalado. Consequentemente, dados os efeitos conhecidos do NO_3^- na cinética do VO_2 (Breese et al., 2013), levanta-se a hipótese de que a suplementação de NO_3^- aumentaria a contribuição de energia oxidativa total (C_{OXI}), ao mesmo tempo que reduziria a contribuição de fosfocreatina (C_{PCr}) durante o HIIE. Portanto, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos agudos da suplementação de NO_3^- , na forma de nitrato de sódio (NS), na demanda energética (C_{OXI} , C_{PCr} e contribuição glicolítica [C_{LAC}]) durante um protocolo de HIIE em indivíduos fisicamente ativos.

4.1.1.1 Objetivo

Investigar os efeitos agudos da suplementação de NO_3^- , na forma de nitrato de sódio (NS), na demanda energética (C_{OXI} , C_{PCr} e contribuição glicolítica [C_{LAC}]) durante um protocolo de HIIE em indivíduos fisicamente ativos.

4.1.2 Métodos

4.1.2.1 Tipo de estudo

Ensaio clínico randomizado cruzado.

4.1.2.2 Desenho do estudo

Os sujeitos visitaram o laboratório em seis visitas. Na primeira e na segunda visita, os sujeitos foram familiarizados com o exercício incremental (se a diferença fosse superior a 2 estágios, era feita uma nova familiarização). Posteriormente os participantes foram submetidos a um teste incremental de corrida em esteira. Na 5ª e 6ª visita, os sujeitos realizaram aleatoriamente o HIIE 2h30min após a suplementação de NS ou PL.

4.1.2.3 Amostra

Quinze sujeitos fisicamente ativos participaram do presente estudo. As características dos sujeitos são apresentadas na Tabela 2. O poder amostral foi calculado a posteriori. Utilizando a média do C_{OXI} de ambos os grupos, e sua correlação ($r = 0,87$) e tamanho do efeito ($0,81$), quinze sujeitos apresentam um poder de $0,91$. O Conselho de Revisão Institucional para

Seres Humanos da universidade (Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos) aprovou os procedimentos, que estavam de acordo com os princípios declarados na Declaração de Helsinque. Os sujeitos foram informados sobre os procedimentos experimentais e riscos, e ambos preencheram um termo de consentimento livre e esclarecido autorizando a participação dos atletas no estudo.

4.1.2.4 Teste de exercício incremental

O teste ergométrico incremental foi realizado em esteira ergométrica (Super ATL, Inbrasport®, Porto Alegre, Brasil). Antes os sujeitos do teste se aqueceram por 6 minutos a 6 km·h⁻¹. Após cinco minutos de descanso, os sujeitos iniciaram o teste de exercício incremental a 7 km·h⁻¹ com incremento de 1 km·h⁻¹ a cada 2 minutos até a exaustão voluntária. A média dos 30 segundos finais de cada estágio do protocolo incremental será o VO₂ referente ao estágio e o VO₂máx será considerado o maior valor encontrado. Todos os 15 sujeitos encontraram o platô de VO₂ (diferença > 2.1 mL·kg⁻¹·min⁻¹ entre dois estágios completos). A velocidade aeróbia máxima (VAM) foi considerada a velocidade final do teste corrigida conforme apresentado por Kuipers et al. (1985).

4.1.2.5 Suplementação de NS

Os sujeitos receberam aleatoriamente (por pesquisador independente) a suplementação (NS ou PL) 2h30min antes do HIIE. A suplementação foi duplo-cega. Os indivíduos ingeriram 8,4 mg·kg⁻¹ de NS, ou a mesma concentração de amido (PL) em cápsulas semelhantes. Os indivíduos foram orientados a não fazer uso de cafeína e/ou álcool 24 horas antes do teste e também a abster-se do uso de enxaguante bucal e abster-se de comer alimentos ricos em NO₃⁻ durante todo o estudo.

4.1.2.6 Exercício intervalado de alta intensidade

No ensaio HIIE, os participantes descansaram por 30 minutos quando chegaram ao laboratório. Em seguida, os sujeitos aqueceram por 7 minutos a 75% da VAM, descansaram por 5 minutos e então iniciaram o HIIE. O HIIE consistiu em esforços de 10 x 1 minuto a 100% da VAM com 1 minuto de descanso passivo. O VO₂ foi medido (VO2000, Inbrasport®, Porto Alegre, Brasil) (Campos et al., 2012) por meio do HIIE e durante 30 minutos após o protocolo. Imediatamente antes e após 3, 5 e 7 minutos do HIIE, foram coletados 25 µL de sangue do lóbulo da orelha para análise da concentração de lactato ([Lac-]) (YSI2300, Yellow Spring, Ohio, EUA).

4.1.2.7 Determinação da contribuição do sistema energético

O C_{OXI} foi determinado pela soma da integral do VO_2 consumido durante os esforços em litros. O C_{PCr} foi determinado conforme proposto por Panissa et al. (2018), assumindo que a recuperação de um minuto foi destinada à ressíntese de PCr. Portanto, a integral da recuperação passiva foi considerada CP_{Cr} . O C_{LAC} foi assumido como a diferença entre [Lac-] antes do HIIE e o pico [Lac-] depois do HIIE, conforme proposto por di Prampero e Ferreti (1999), e utilizado por outros (Cabral-Santos et al., 2017). A contribuição energética total (CTOTAL) foi considerada a soma de C_{OXI} , C_{PCr} e C_{LAC} . Toda contribuição energética foi expressa em litros (L).

4.1.2.8 Análise estatística

Para comparar a contribuição total do sistema energético após a suplementação de SN, o C_{OXI} , C_{PCr} , C_{LAC} e o percentual de contribuição oxidativa, PCr e glicolítica foram comparados pelo teste t de Student dependente. O tamanho do efeito foi calculado pelo d de Cohen, com a seguinte interpretação: trivial (abaixo de 0,2), pequeno (0,2 – 0,5), médio (0,5 – 0,8), grande (acima de 0,8). A comparação do C_{OXI} e da C_{PCr} de cada esforço e da cinética do VO_2 durante 75% da velocidade aeróbica máxima foi realizada por ANOVA medida repetida com duas condições (PL e NS) e 10 momentos (para C_{OXI} e C_{PCr} ; 1º ao 10º esforço), e 3 momentos (para VO_2 a 75% da velocidade aeróbica máxima; valor médio de: 0-15 seg, 60-75 seg e 120-135 seg). A esfericidade foi testada pelo teste de Mauchly, e corrigida por Greenhouse-Geisser, quando necessário. Foi utilizado o post-hoc de Bonferroni. Em todos os casos o nível de significância foi fixado em 5%.

4.1.3 Resultados

A comparação entre a contribuição do sistema energético após a suplementação de NS e PL é apresentada na Tabela 3. Foi encontrada diferença significativa entre C_{OXI} , C_{PCr} , %PCr + LAC e %OXI, sem diferença na contribuição energética total durante o HIIE. O comportamento do VO_2 no aquecimento à 75% da VAM apresentou efeito grupo ($F = 5,98$; $p = 0,02$; $\eta^2=0,30$), com NS apresentando maior VO_2 total ($25,2 \pm 4,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), comparado ao PL ($20,6 \pm 3,3 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e efeito momento ($F = 156,6$; $p < 0,001$; $\eta^2 = 0,92$). Não foi encontrado efeito de interação ($F = 0,97$; $p = 0,388$; $\eta^2 = 0,06$).

Tabela 2 - Média e desvio padrão (DP) da idade, altura, massa corporal, desempenho na corrida de 5 km, VO₂max e velocidade aeróbia máxima (VAM) dos sujeitos (n = 15).

Variável	Média	DP
Idade (anos)	23,2	5,3
Altura (cm)	176,8	5,7
Massa corporal (kg)	73,8	9,2
Desempenho de 5 km (min)	26,8	2,7
VO ₂ máx (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	36,6	5,9
VAM (km·h ⁻¹)	15,2	1,5

Tabela 3 - Média e desvio padrão (DP) da contribuição do sistema energético do HIIE após NS e PL (n = 15).

Variável	NS	PL	t	p	d
75%VO ₂ (mL·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	30,7±4,2	29,2±4,4	1,27	0,224	0,34
COXI (L)	19,1±3,4	16,7±3,1	4,21	<0,001	0,73
CPCr(L)	12,4±2,5	14,1±2,6	3,79	0,002	0,66
CLAC (L)	0,6±0,4	0,8±0,5	1,23	0,236	0,44
CTOTAL (L)	32,2±5,2	31,7±5,4	0,68	0,502	0,11
%PCr + LAC	40,6±4,5	47,2±2,9	5,86	<0,001	1,74
%OXI	59,3±4,5	52,7±2,9	5,86	<0,001	1,74

C_{OXI}: contribuição oxidativa; C_{PCr}: contribuição de fosfocreatina; C_{LAC}: contribuição glicolítica; C_{TOTAL}: contribuição energética total; %PCr + LAC: percentual de contribuição de fosfocreatina e glicolítica; %OXI: percentual de contribuição oxidativa.

A Figura 2 mostra o C_{PCr} e C_{OxI} após cada esforço de HIIE. C_{PCr} apresentou efeito principal para condição ($F = 13,4$; $p = 0,003$; $\eta^2: 0,48$), momento ($F = 13,7$; $p < 0,001$; $\eta^2: 0,49$) e nenhuma interação ($F = 1,2$; $p = 0,317$; $\eta^2: 0,08$) (Figura 2A). C_{OxI} apresenta efeito principal para condição ($F = 16,7$; $p = 0,001$; $\eta^2: 0,54$), momento ($F = 21,3$; $p < 0,001$; $\eta^2: 0,60$), mas não interação ($F = 0,99$; $p = 0,415$; $\eta^2: 0,06$) (Figura 2B).

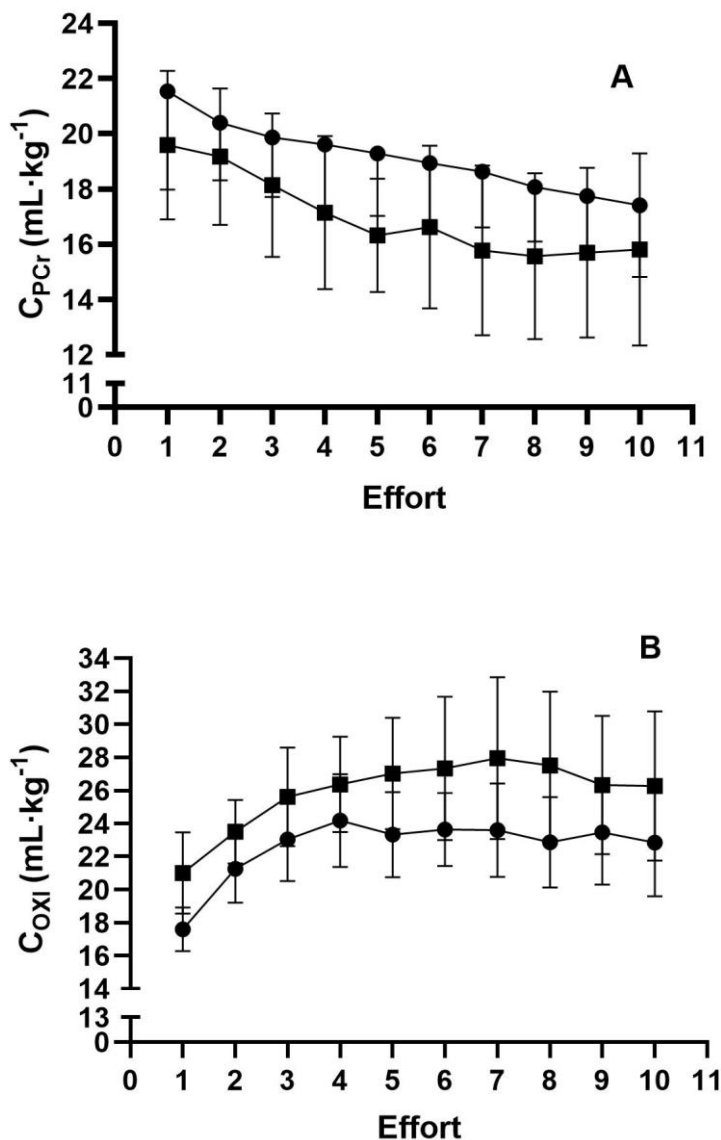


Figura 2 - Média e desvio padrão da contribuição do sistema energético fosfocreatina (C_{PCr} - A) e oxidativo (C_{OxI} - B) durante cada esforço de HIIE após NS (■) e Placebo (●).

4.1.4 Discussão

O objetivo do presente estudo foi investigar o impacto da suplementação aguda de nitrato na demanda energética (C_{OXI} , C_{PCr} e C_{LAC}) durante exercício intervalado de alta intensidade (HIIE) em indivíduos fisicamente ativos. A suplementação com NS melhorou a contribuição oxidativa (C_{OXI}) durante o HIIE, provavelmente melhorando a cinética do oxigênio, e reduziu os níveis de fosfato de creatina (C_{PCr}) durante o HIIE, sem alterar a contribuição energética geral. Este resultado pode delimitar a utilidade potencial do NS no aumento das adaptações ao treino de alta intensidade, devido ao aumento da contribuição oxidativa durante o HIIE (Buchheit e Laursen, 2013), bem como à redução da perturbação metabólica resultante da diminuição dos subprodutos do metabolismo da PCr (Hureau et al., 2022).

Ao contrário dos achados de Larsen et al. (2007), não foi observado alterações no VO_2 a 75% da VAM. Larsen et al. (2007) utilizaram um protocolo de suplementação de NO_3^- de três dias para obtenção de acúmulo de NO_3^- e NO_2^- plasmático, enquanto no presente estudo uma dose única de NO_3^- foi administrada. No entanto, outros estudos indicaram que uma dose única de NO_3^- pode melhorar a economia de movimento como Gholami et al. (2019) e Ghiorone et al. (2017). Uma explicação mais plausível para a disparidade nos resultados pode estar relacionada à intensidade do exercício selecionada no presente estudo, Larsen et al. (2007) observaram que a suplementação de NO_3^- não teve efeito na economia do ciclismo utilizando 85% do VO_{2pico} . Os autores sugeriram que nessa intensidade os indivíduos estavam acima do limiar anaeróbio, levando a um aumento na contribuição energética não oxidativa, reduzindo assim o efeito do nitrato no VO_2 . Embora não tenha sido observada diferença entre os valores finais do VO_2 , o VO_2 durante os primeiros 2 minutos de exercício foi significativamente maior no grupo suplementado com NS em comparação ao grupo PL, provavelmente denotando uma velocidade na cinética do VO_2 .

A contribuição oxidativa (excluindo o período de recuperação) foi significativamente maior após a suplementação de NS, reforçando o achado da aceleração da cinética do VO_2 durante a transição da intensidade de exercício moderada para intensa, melhorando consequentemente a tolerância ao exercício, como encontrados nos estudos de Breese et al. (2013) e Cocksedge et al., (2020). Por outro lado, os achados contrastam com os de Ghiorone et al. (2017), que não relataram efeito significativo da suplementação de NO_3^- na cinética do VO_2 da fase II em diferentes domínios de intensidade (moderada, intensa e grave), sugerindo que a suplementação aguda de NO_3^- afetaria apenas o componente lento do VO_2 durante intensidades de exercício

em que o componente lento do VO_2 é capaz de atingir um estado estacionário (Poole; Jones, 2012).

A maior contribuição oxidativa observada durante o HIIE após a suplementação de NS sugere que a suplementação crônica de NS poderia potencialmente melhorar a adaptação ao treinamento, como também foi sugerido por Thompson et al. (2016). Alguns estudos mostraram resultados significativos em programas de treinamento (≥ 3 semanas) juntamente com a suplementação de NO_3^- na taxa de trabalho e no tempo até a exaustão (TTE), como na produção de potência máxima durante testes de exercício incrementais de ciclismo e capacidade de exercício (Muggeridge et al., 2017; Thompson et al. 2017; 2018). No entanto, nenhum estudo investigou ainda os efeitos da suplementação de NO_3^- durante o treinamento intermitente de alta intensidade como Laursen (2013) propôs, que quanto maior o tempo gasto próximo ao consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{max}}$) durante o exercício, maior será a adaptação ao treinamento intervalado.

Além da maior contribuição oxidativa, a suplementação de NS também levou a uma redução nos níveis de fosfocreatina (C_{PCr}) durante o HIIE, corroborando com os resultados de Bailey et al. (2010), que demonstraram que a suplementação de NO_3^- reduz a C_{PCr} . porém, os autores também observaram uma redução no consumo de oxigênio (C_{OXI}) após a suplementação, o que pode ser explicada nas modalidades de exercício (contração voluntária máxima vs. corrida em esteira) e intensidades (30% da contração voluntária máxima vs. 100% da velocidade aeróbia máxima). A suplementação de NS melhorou a contribuição oxidativa durante o exercício em intensidade severa e reduziu a contribuição não oxidativa total (%PCr-LAC) durante o HIIE, principalmente devido à redução nos níveis de C_{PCr} e não a redução da C_{LAC} pois nenhuma diferença significativa foi observada nos níveis de lactato, consistente com estudos anteriores (Bailey et al., 2010; Larsen et al., 2007).

Os mecanismos que podem explicar a maior C_{OXI} e menor C_{PCr} durante o HIIE estão provavelmente relacionados a melhorias no fornecimento de oxigênio (Bailey et al., 2015; Ferguson et al., 2015). Durante o exercício de alta intensidade, a pressão microvascular das fibras musculares do tipo II é menor do que a das fibras do tipo I (Mcdonough et al., 2005; Behnke et al., 2003) devido à dinâmica de fornecimento de oxigênio mais rápida das fibras musculares do tipo I em relação ao VO_2 , no entanto, Ferguson et al. (2015) demonstraram que a suplementação de NO_3^- melhora a pressão microvascular nas fibras musculares do tipo II, aumentando a sua capacidade de manter o fornecimento de oxigênio em relação ao VO_2 . Uma possível explicação é que a redução de NO_2^- é facilitada em maior extensão nos músculos de

contração rápida, como resultado de menor contração de pressão parcial microvascular de oxigênio (PO_{2mv}) nas fibras do tipo II do que na tipo I (McDonough et al., 2005; Behnke et al., 2003). Isto é apoiado por Cosby et al. (2003), que demonstraram a redução de NO_2^- é potencializada em ambientes com baixa pressão parcial de oxigênio (PO_2) e pH durante o exercício. Além disso, a atividade da família de enzimas do óxido nítrico sintase (nNOS e eNOS) podem ser reduzidas sob tais condições permitindo que o caminho $NO_3^- - NO_2^- - NO$ desempenhe um papel complementar na regulamentação local de biodisponibilidade de NO (Lundberg et al., 2008).

Pela redução significativa na C_{PCr} no presente estudo, a suplementação de NS pode ter atenuado a incompatibilidade entre a oferta de oxigênio e a demanda muscular de oxigênio, levando a melhores ajustes de VO_2 durante os esforços de HIIE (Bailey et al., 2015), o que reduziria o acúmulo de metabólitos conhecidos por contribuir para a fadiga muscular (Hureau et al., 2022). Outra explicação plausível é que a suplementação de NS tem sido associada à vasodilatação no músculo esquelético (Bentley et al., 2017). O óxido nítrico produzido a partir do $NaNO_3^-$ pode promover a dilatação dos vasos sanguíneos que irrigam o tecido muscular resultando em aumento do fluxo sanguíneo para os músculos. Além disso, a vasodilatação pode auxiliar na remoção de metabólitos e resíduos metabólicos, como o lactato, contribuindo para uma recuperação mais rápida após o exercício (Bescós et al., 2012).

O presente estudo tem algumas limitações. Amostras de sangue não foram coletadas dos participantes para confirmar maiores concentrações de NO_3^- e NO_2^- no sangue após a suplementação, como também não foi controlado a ingestão de energia dos participantes antes do HIIE, sendo solicitado apenas o não consumo de alimento ricos em NO_3^- . Apesar das amostras de sangue não coletadas, os estudos de Gholami et al. (2019) e Guiarone et al. (2017) observaram efeitos significativos após a suplementação aguda de NO_3^- em indivíduos do sexo masculino, Gholami et al. (2019) demonstraram um aumento da relação NO_2^- / NO_3^- plasmático, enquanto Guiarone et al. (2017) observaram alterações no componente lento do VO_2 .

4.1.5 Considerações Finais

O estudo verificou que uma dose única de nitrato de sódio (NS) não afetou o VO_2 durante o exercício a 75% da velocidade aeróbia máxima, mas aumentou o C_{OXI} e reduziu a C_{PCr} durante o HIIE, provavelmente devido à cinética mais rápida do VO_2 . Estas descobertas podem apoiar o uso de suplementação de NO_3^- durante o HIIE para potencialmente reduzir a fadiga muscular e melhorar a adaptação ao exercício, particularmente no contexto do treino intermitente de alta

intensidade. Mais pesquisas poderiam explorar os efeitos do treinamento intervalado crônico de alta intensidade combinado com a suplementação de NO_3^- .

4.1.6 Referências

BAILEY, Stephen J. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. *Journal of applied physiology*, v. 109, n. 1, p. 135-148, 2010.

BAILEY, Stephen J. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O_2 cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of applied physiology*, 2009.

BAILEY, Stephen J. et al. Inorganic nitrate supplementation improves muscle oxygenation, O_2 uptake kinetics, and exercise tolerance at high but not low pedal rates. *Journal of applied physiology*, v. 118, n. 11, p. 1396-1405, 2015.

BEHNKE, Brad J. et al. Oxygen exchange profile in rat muscles of contrasting fibre types. *The Journal of physiology*, v. 549, n. 2, p. 597-605, 2003.

BENTLEY, Robert F. et al. Dietary nitrate restores compensatory vasodilation and exercise capacity in response to a compromise in oxygen delivery in the noncompensator phenotype. *Journal of Applied Physiology*, v. 123, n. 3, p. 594-605, 2017.

BESCÓS, Raúl et al. Acute administration of inorganic nitrate reduces $\text{VO}_{2\text{peak}}$ in endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc*, v. 43, n. 10, p. 1979-86, 2011.

BESCÓS, Raúl et al. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. *Sports medicine*, v. 42, p. 99-117, 2012.

BREESE, Brynmor C. et al. Beetroot juice supplementation speeds O_2 uptake kinetics and improves exercise tolerance during severe-intensity exercise initiated from an elevated metabolic rate. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, v. 305, n. 12, p. R1441-R1450, 2013.

BROCHERIE, Franck et al. Effects of repeated-sprint training in hypoxia on sea-level performance: a meta-analysis. *Sports Medicine*, v. 47, p. 1651-1660, 2017.

CABRAL-SANTOS, C. et al. Impact of high-intensity intermittent and moderate-intensity continuous exercise on autonomic modulation in young men. *International journal of sports medicine*, p. 431-435, 2016.

CABRAL-SANTOS, Carolina et al. Physiological acute response to high-intensity intermittent and moderate-intensity continuous 5 km running performance: implications for training prescription. *Journal of Human Kinetics*, v. 56, p. 127, 2017.

- CAMPOS, E. Z. et al. The effects of physical fitness and body composition on oxygen consumption and heart rate recovery after high-intensity exercise. *International journal of sports medicine*, p. 621-626, 2012.
- CERMAK, Naomi M.; GIBALA, Martin J.; VAN LOON, Luc JC. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. *International journal of sport nutrition and exercise metabolism*, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2012.
- COGGAN, Andrew R.; PETERSON, Linda R. Dietary nitrate enhances the contractile properties of human skeletal muscle. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 46, n. 4, p. 254, 2018.
- COSBY, Kenyatta et al. Nitrite reduction to nitric oxide by deoxyhemoglobin vasodilates the human circulation. **Nature medicine**, v. 9, n. 12, p. 1498-1505, 2003.
- ESEN, Ozcan; DOBBIN, Nick; CALLAGHAN, Michael J. The effect of dietary nitrate on the contractile properties of human skeletal muscle: A systematic review and meta-analysis. *Journal of the American Nutrition Association*, v. 42, n. 4, p. 327-338, 2023.
- FERGUSON, Scott K. et al. Microvascular oxygen pressures in muscles comprised of different fiber types: Impact of dietary nitrate supplementation. *Nitric Oxide*, v. 48, p. 38-43, 2015.
- GHIARONE, Thaysa et al. Effect of acute nitrate ingestion on $\dot{V}O_2$ response at different exercise intensity domains. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 42, n. 11, p. 1127-1134, 2017.
- GHOLAMI, Farhad et al. High doses of sodium nitrate prior to exhaustive exercise increases plasma peroxynitrite levels in well-trained subjects: randomized, double-blinded, crossover study. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 44, n. 12, p. 1305-1310, 2019.
- GIBALA, Martin J.; JONES, Andrew M. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. *Limits of human endurance*, v. 76, p. 51-60, 2013.
- GIRARD, Olivier; BROCHERIE, Franck; MILLET, Grégoire P. Effects of altitude/hypoxia on single-and multiple-sprint performance: a comprehensive review. *Sports medicine*, v. 47, p. 1931-1949, 2017.
- HOON, Matthew W. et al. Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 39, n. 9, p. 1043-1049, 2014.
- HUREAU, Thomas J. et al. On the role of skeletal muscle acidosis and inorganic phosphates as determinants of central and peripheral fatigue: A ^{31}P -MRS study. *The Journal of physiology*, v. 600, n. 13, p. 3069-3081, 2022.

- KUIPERS, Harm et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. *International journal of sports medicine*, v. 6, n. 04, p. 197-201, 1985.
- LARSEN, F. J. et al. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta physiologica*, v. 191, n. 1, p. 59-66, 2007.
- LARSEN, Filip J. et al. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell metabolism*, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2011.
- MCDONOUGH, Paul et al. Control of microvascular oxygen pressures in rat muscles comprised of different fibre types. *The Journal of physiology*, v. 563, n. 3, p. 903-913, 2005.
- NOROUZIRAD, Reza et al. Dietary inorganic nitrate attenuates hyperoxia-induced oxidative stress in obese type 2 diabetic male rats. *Life sciences*, v. 230, p. 188-196, 2019.
- POOLE, David C.; JONES, Andrew M. Oxygen uptake kinetics. **Compr Physiol**, v. 2, n. 2, p. 933-96, 2012.
- RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, Alejandro et al. Beetroot juice supplementation increases concentric and eccentric muscle power output. Original investigation. *Journal of science and medicine in sport*, v. 24, n. 1, p. 80-84, 2021.
- systematic review and meta-analysis of intervention studies. *British journal of sports medicine*, v. 51, n. 6, p. 494-503, 2017.
- THOMPSON, Christopher et al. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. *Nitric Oxide*, v. 61, p. 55-61, 2016.
- THOMPSON, Christopher et al. Discrete physiological effects of beetroot juice and potassium nitrate supplementation following 4-wk sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, v. 124, n. 6, p. 1519-1528, 2018.
- THOMPSON, Christopher et al. Influence of dietary nitrate supplementation on physiological and muscle metabolic adaptations to sprint interval training. *Journal of Applied Physiology*, v. 122, n. 3, p. 642-652, 2017.
- TOWNSEND, Jeremy R. et al. Influence of dietary nitrate supplementation on physical performance and body composition following offseason training in Division I athletes. *Journal of Dietary Supplements*, v. 19, n. 4, p. 534-549, 2022.
- WHITFIELD, J. et al. Beetroot juice supplementation reduces whole body oxygen consumption but does not improve indices of mitochondrial efficiency in human skeletal muscle. *The Journal of physiology*, v. 594, n. 2, p. 421-435, 2016.

WHITFIELD, Jamie et al. Beetroot juice increases human muscle force without changing Ca^{2+} -handling proteins. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 49, n. 10, p. 2016-2024, 2017.

5 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que uma dose única de nitrato de sódio (NS) não afetou o VO_2 durante o exercício a 75% da velocidade aeróbia máxima, mas aumentou o $\text{C}_{\text{O}_{\text{XI}}}$ e reduziu a C_{PCr} durante o HIIE, provavelmente devido à cinética mais rápida do VO_2 . Considerando as adaptações que podem acontecer ao realizar uma sessão de HIIE, estas descobertas podem apoiar o uso de suplementação de nitrato por praticantes para potencialmente reduzir a fadiga muscular e melhorar a adaptação cardiovascular e periférica ao exercício, particularmente no contexto do treino intervalado de alta intensidade, que refletem de perto os momentos durante os jogos de esportes competitivos, como futebol e rugby. Além disso, as evidências relacionadas as adaptações junto ao achado deste estudo podem sugerir que futuras pesquisas explorem os efeitos da suplementação de nitrato no treinamento intervalado de alta intensidade de forma crônica.

REFERÊNCIAS

- AFFOURTIT, Charles et al. On the mechanism by which dietary nitrate improves human skeletal muscle function. **Frontiers in physiology**, v. 6, p. 211, 2015.
- ALDERTON, Wendy K.; COOPER, Chris E.; KNOWLES, Richard G. Nitric oxide synthases: structure, function and inhibition. **Biochemical journal**, v. 357, n. 3, p. 593-615, 2001.
- AMANN, Markus; HOPKINS, William G.; MARCORA, Samuele M. Similar sensitivity of time to exhaustion and time-trial time to changes in endurance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 40, n. 3, p. 574-578, 2008.
- BAILEY, Stephen J. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. **Journal of applied physiology**, v. 109, n. 1, p. 135-148, 2010.
- BAILEY, Stephen J. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. **Journal of applied physiology**, 2009.
- BAILEY, Stephen J. et al. Inorganic nitrate supplementation improves muscle oxygenation, O₂ uptake kinetics, and exercise tolerance at high but not low pedal rates. **Journal of applied physiology**, v. 118, n. 11, p. 1396-1405, 2015.
- BATACAN, Romeo B. et al. Effects of high-intensity interval training on cardiometabolic health: a systematic review and meta-analysis of intervention studies. **British journal of sports medicine**, v. 51, n. 6, p. 494-503, 2017.
- BEHNKE, Brad J. et al. Oxygen exchange profile in rat muscles of contrasting fibre types. **The Journal of physiology**, v. 549, n. 2, p. 597-605, 2003.
- BENEKE, R. *et al.* How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans?. **International Journal of Sports Medicine**, v.87, n. 4, p. 388-392, 2002.

BENEKE, R.; POLLMANN, C.; BLEIF, I.; LEITHAUSER, R. M.; HUTLER, M. How anaerobic is the Wingate Anaerobic Test for humans? **European Journal of Applied Physiology**, vol. 87, n. 4 – 5, p. 388 – 392, 2002.

BENTLEY, Robert F. et al. Dietary nitrate restores compensatory vasodilation and exercise capacity in response to a compromise in oxygen delivery in the noncompensator phenotype. **Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 3, p. 594-605, 2017.

BERTUZZI, R. C. M. et al. Predicting MAOD using only a supramaximal exhaustive test. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 07, p. 477-481, 2010.

BESCO, Rauúl et al. The effect of nitric-oxide-related supplements on human performance. **Sports medicine**, v. 42, p. 99-117, 2012.

BESCÓS, R.; RODRÍGUEZ, F.A.; IGLESIAS, X.; FERRER, M.D.; IBORRA, E.; PONS, A. Acute administration of inorganic nitrate reduces VO₂(peak) in endurance athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2011 Oct;43(10):1979- 86.

BESCÓS, Raúl et al. Acute administration of inorganic nitrate reduces VO₂ (peak) in endurance athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 43, n. 10, p. 1979-86, 2011.

BILLAT, L. Véronique. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. **Sports medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.

BILLAT, V. L.; BLONDEL, Nicolas; BERTHOIN, Serge. Determination of the velocity associated with the longest time to exhaustion at maximal oxygen uptake. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 80, n. 2, p. 159-161, 1999.

BOGDAN, Christian. Nitric oxide and the immune response. **Nature immunology**, v. 2, n. 10, p. 907-916, 2001.

BREESE, Brynmor C. et al. Beetroot juice supplementation speeds O₂ uptake kinetics and improves exercise tolerance during severe-intensity exercise initiated from an elevated

metabolic rate. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 305, n. 12, p. R1441-R1450, 2013.

BROCHERIE, Franck et al. Effects of repeated-sprint training in hypoxia on sea-level performance: a meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, p. 1651-1660, 2017.

BUCHHEIT, Martin et al. Supramaximal training and postexercise parasympathetic reactivation in adolescents. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 40, n. 2, p. 362-371, 2008.

BUCHHEIT, Martin; LAURSEN, Paul B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle. **Sports medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013.

BURNLEY, Mark; JONES, Andrew M. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. **European Journal of Sport Science**, v. 7, n. 2, p. 63-79, 2007.

CABRAL-SANTOS, C. et al. Impact of high-intensity intermittent and moderate-intensity continuous exercise on autonomic modulation in young men. **International journal of sports medicine**, p. 431-435, 2016.

CABRAL-SANTOS, Carolina et al. Physiological acute response to high-intensity intermittent and moderate-intensity continuous 5 km running performance: implications for training prescription. **Journal of Human Kinetics**, v. 56, p. 127, 2017.

CAMPOS, E. Z. et al. The effects of physical fitness and body composition on oxygen consumption and heart rate recovery after high-intensity exercise. **International journal of sports medicine**, p. 621-626, 2012.

CAMPOS, Helton O. et al. Nitrate supplementation improves physical performance specifically in non-athletes during prolonged open-ended tests: a systematic review and meta-analysis. **British journal of nutrition**, v. 119, n. 6, p. 636-657, 2018.

CERMAK, N. M.; GIBALA, M. J.; VAN LOON, L. J. C. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 22, n. 1, p. 64–71, 2012.

CERMAK, Naomi M.; GIBALA, Martin J.; VAN LOON, Luc JC. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2012.

CERMAK, Naomi M.; GIBALA, Martin J.; VAN LOON, Luc JC. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. **International journal of sport nutrition and exercise metabolism**, v. 22, n. 1, p. 64-71, 2012.

CHAPMAN, Robert F. et al. Living altitude influences endurance exercise performance change over time at altitude. **Journal of applied physiology**, v. 120, n. 10, p. 1151-1158, 2016.

CHRISTENSEN, Peter Møller; NYBERG, M.; BANGSBO, Jens. Influence of nitrate supplementation on VO₂ kinetics and endurance of elite cyclists. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 23, n. 1, p. e21-e31, 2013.

COCKSEDGE, Stuart P. et al. Influence of muscle oxygenation and nitrate-rich beetroot juice supplementation on O₂ uptake kinetics and exercise tolerance. **Nitric Oxide**, v. 99, p. 25-33, 2020.

COGGAN, Andrew R.; PETERSON, Linda R. Dietary nitrate enhances the contractile properties of human skeletal muscle. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 46, n. 4, p. 254, 2018.

COSBY, Kenyatta et al. Nitrite reduction to nitric oxide by deoxyhemoglobin vasodilates the human circulation. **Nature medicine**, v. 9, n. 12, p. 1498-1505, 2003.

CRAIG, Neil P. et al. Aerobic and anaerobic indices contributing to track endurance cycling performance. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, v. 67, n. 2, p. 150-158, 1993.

CUENCA, Eduardo 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**, v. 10, n. 9, p. 1222, 2018.

DE CASTRO, Talitha 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, 2019.

DI PRAMPERO, Pietro Enrico et al. Energy sources and mechanical efficiency of anaerobic work in dog gastrocnemius. **Pflügers Archiv**, v. 389, n. 3, p. 257-262, 1981.

DI PRAMPERO, Pietro Enrico; FERRETTI, Guido. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration physiology**, v. 118, n. 2-3, p. 103-115, 1999.

DI PRAMPERO, Pietro Enrico; FERRETTI, Guido. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration physiology**, v. 118, n. 2-3, p. 103-115, 1999.

DOMÍNGUEZ, Raul et al. Effects of beetroot juice supplementation on a 30-s high-intensity inertial cycle ergometer test. **Nutrients**, v. 9, n. 12, p. 1360, 2017.

DOMÍNGUEZ, Raúl et al. Effects of beetroot juice supplementation on intermittent high-intensity exercise efforts. **Journal of the international society of sports nutrition**, v. 15, n. 1, p. 2, 2018.

DUNCAN, Callum et al. Chemical generation of nitric oxide in the mouth from the enterosalivary circulation of dietary nitrate. **Nature medicine**, v. 1, n. 6, p. 546-551, 1995.

DUSSE, L.M.S.; VIEIRA, L.M.; CARVALHO, M.G. Revisão sobre óxido nítrico. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Clínica*. 2003, 39(4):343-50.

ESEN, Ozcan; DOBBIN, Nick; CALLAGHAN, Michael J. The effect of dietary nitrate on the contractile properties of human skeletal muscle: A systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Nutrition Association**, v. 42, n. 4, p. 327-338, 2023.

ESEN, Ozcan; DOBBIN, Nick; CALLAGHAN, Michael J. The effect of dietary nitrate on the contractile properties of human skeletal muscle: A systematic review and meta-analysis. **Journal of the American Nutrition Association**, v. 42, n. 4, p. 327-338, 2023.

FERGUSON, S. K. et al. Impact of dietary nitrate supplementation via beetroot juice on exercising muscle vascular control in rats. **Journal of Physiology**, v. 591, n. 2, p. 547–557, 2013.

FERGUSON, Scott K. et al. Microvascular oxygen pressures in muscles comprised of different fiber types: Impact of dietary nitrate supplementation. **Nitric Oxide**, v. 48, p. 38-43, 2015.

FIGUEIREDO, P.; ZAMPARO, P.; SOUSA, A.; VILAS-BOAS, J. P.; FERNANDES, R. J. An energy balance of the 200m front crawl race. **European Journal of Applied Physiology**, vol. 111, n. 5, p. 767 – 777, 2011.

FLUECK, Joelle Leonie et al. Is beetroot juice more effective than sodium nitrate? The effects of equimolar nitrate dosages of nitrate-rich beetroot juice and sodium nitrate on oxygen consumption during exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 4, p. 421-429, 2016.

FRANCIS, S. H.; BUSCH, J. L.; CORBIN, J. D. cGMP-dependent protein kinases and cGMP phosphodiesterases in nitric oxide and cGMP action. **Pharmacological Reviews**, v. 62, n. 3, p. 525–563, 2010.

GAO, Chloe et al. The effects of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance and cardiorespiratory measures in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 18, n. 1, p. 55, 2021.

GARCÍA-PINILLOS, F. et al. A high intensity interval training (HIIT)- Based running plan improves athletic performance by improving muscle power. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 1, p. 146–153, 2017.

GHIARONE, Thaysa et al. Effect of acute nitrate ingestion on $\dot{V}O_2$ response at different exercise intensity domains. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 11, p. 1127-1134, 2017.

GHOLAMI, Farhad et al. High doses of sodium nitrate prior to exhaustive exercise increases plasma peroxynitrite levels in well-trained subjects: randomized, double-blinded, crossover study. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 44, n. 12, p. 1305-1310, 2019.

GIBALA, Martin J.; JONES, Andrew M. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. **Limits of human endurance**, v. 76, p. 51-60, 2013.

GIRARD, Olivier; BROCHERIE, Franck; MILLET, Grégoire P. Effects of altitude/hypoxia on single-and multiple-sprint performance: a comprehensive review. **Sports medicine**, v. 47, p. 1931-1949, 2017.

GLADWIN, Mark T. et al. Role of circulating nitrite and S-nitrosohemoglobin in the regulation of regional blood flow in humans. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, n. 21, p. 11482-11487, 2000.

GOLDSTEIN, Richard. Power and sample size via MS/PC-DOS computers. **The American Statistician**, v. 43, n. 4, p. 253-260, 1989.

GOVONI, Mirco et al. The increase in plasma nitrite after a dietary nitrate load is markedly attenuated by an antibacterial mouthwash. **Nitric oxide**, v. 19, n. 4, p. 333-337, 2008.

GRASSI, B.; POOLE, D. C.; RICHARDSON, R. S.; KNIGHT, D. R.; ERICKSON, B. K.; WAGNER, P. D. Muscle $\dot{V}O_2$ uptake kinetics in humans: implications for metabolic control. *Stanford, J. Appl. Physiol.*, v. 80, n. 3, p. 988-998, 2000.

GUIDETTI, L.; EMERENZIANI, G. P.; GALLOTTA, M. C.; DA SILVA, S. G.; BALDARI, C. Energy cost and energy sources of a ballet dance exercise in female adolescents with different technical ability. **European Journal of Applied Physiology**, vol.103, n. 3, p. 315 – 321, 2008.

HAIDER, Georg; FOLLAND, Jonathan P. Nitrate supplementation enhances the contractile properties of human skeletal muscle. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 46, n. 12, p. 2234-2243, 2014.

HARRISON, C. B. et al. Aerobic fitness for young athletes: combining game-based and high-intensity interval training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 94, n. 11, p. 929-934, 2015.

HERNÁNDEZ, Andrés et al. Dietary nitrate increases tetanic $[Ca^{2+}]_i$ and contractile force in mouse fast-twitch muscle. **The Journal of physiology**, v. 590, n. 15, p. 3575-3583, 2012.

HINCKSON, Erica A.; HOPKINS, Will G. Reliability of time to exhaustion analyzed with critical-power and log-log modeling. **Med Sci Sports Exerc**, v. 37, n. 4, p. 696-701, 2005.

HOON, Matthew W. et al. Nitrate supplementation and high-intensity performance in competitive cyclists. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 39, n. 9, p. 1043-1049, 2014.

HULTMAN, E.; BERGSTROM, J.; MCLENNON-ANDERSON, N. Breakdown and resynthesis of phosphorylcreatine and adenosine-triphosphate in connection with muscular work in man. **Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation**, vol. 19, n. 1, p. 56 – 66, 1967.

HULTSTRÖM, Michael et al. Commentaries on Viewpoint: Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation?. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md.: 1985)**, 2015.

HUREAU, Thomas J. et al. On the role of skeletal muscle acidosis and inorganic phosphates as determinants of central and peripheral fatigue: A ³¹P-MRS study. **The Journal of physiology**, v. 600, n. 13, p. 3069-3081, 2022.

JEDLIČKOVÁ, Vera; PALUCH, Zoltán; ALUŠÍK, Štefan. Determination of nitrate and nitrite by high-performance liquid chromatography in human plasma. *Journal of Chromatography B*, v. 780, n. 1, p. 193-197, 2002.

JENSEN, L.; BANGSBO, J.; HELLSTEN, Y. Effect of high intensity training on capillarization and presence of angiogenic factors in human skeletal muscle. **The Journal of physiology**, v. 557, n. 2, p. 571-582, 2004.

JEUKENDRUP, A. E. et al. A new validated endurance performance test. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 28, n. 2, p. 266-270, 1996.

JEUKENDRUP, Asker E.; CURRELL, Kevin. Should time trial performance be predicted from three serial time-to-exhaustion tests?. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 37, n. 10, p. 1820-1821, 2005.

JODRA, Pablo et al. Effect of beetroot juice supplementation on mood, perceived exertion, and performance during a 30-second Wingate test. **International journal of sports physiology and performance**, v. 15, n. 2, p. 243-248, 2020.

JONES, Andrew M. Dietary nitrate supplementation and exercise performance. **Sports medicine**, v. 44, n. Suppl 1, p. 35-45, 2014.

JONES, Andrew M. et al. Fiber type-specific effects of dietary nitrate. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 44, n. 2, p. 53-60, 2016.

JONVIK, Kristin L. et al. Can elite athletes benefit from dietary nitrate supplementation?. **Journal of applied physiology**, v. 119, n. 6, p. 759-761, 2015.

JONVIK, Kristin L. et al. The impact of beetroot juice supplementation on muscular endurance, maximal strength and countermovement jump performance. **European Journal of Sport Science**, v. 21, n. 6, p. 871-878, 2021.

JULIO, U. F. *et al.* Energy System Contributions in Upper and Lower Body Wingate Tests in Highly Trained Athletes. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v.90, n. 2, p. 244-250, 2019.

KAPIL, V. et al. Inorganic nitrate supplementation lowers blood pressure in humans: Role for nitrite-derived no. **Hypertension**, v. 56, n. 2, p. 274–281, 2010.

KAPIL, Vikas et al. Dietary nitrate provides sustained blood pressure lowering in hypertensive patients: a randomized, phase 2, double-blind, placebo-controlled study. **Hypertension**, v. 65, n. 2, p. 320-327, 2015.

KELLY, James et al. Effects of short-term dietary nitrate supplementation on blood pressure, O₂ uptake kinetics, and muscle and cognitive function in older adults. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 304, n. 2, p. R73-R83, 2013.

KOBAYASHI, J.; OHTAKE, K.; UCHIDA, H. No-rich diet for lifestyle-related diseases.

KUIPERS, Harm et al. Variability of aerobic performance in the laboratory and its physiologic correlates. **International journal of sports medicine**, v. 6, n. 04, p. 197-201, 1985.

LANSLEY, Katherine E. et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of walking and running: a placebo-controlled study. **Journal of applied physiology**, v. 110, n. 3, p. 591-600, 2011.

LARSEN, F. J. et al. Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise. *Free Radical Biology and Medicine*, v. 48, n. 2, p. 342–347, 2010.

LARSEN, F. J. et al. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. **Acta physiologica**, v. 191, n. 1, p. 59-66, 2007.

LARSEN, F.J.; SCHIFFER, T.A.; BORNIQUEL, S.; SAHLIN, K.; EKBLOM, B.; LUNDBERG, J.O.; WEITZBERG, E. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. *Cell Metab.* 2011 Feb 2;13(2):149-59.

LARSEN, F.J.; WEITZBERG, E.; LUNDBERG, J.O.; EKBLOM, B. Effectsof dietary nitrate on oxygen cost during exercise. *Acta Physiol (Oxf)*. 2007 Sep;191(1):59-66.

LARSEN, Filip J. et al. Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans. **Cell metabolism**, v. 13, n. 2, p. 149-159, 2011.

LI, Y.; NIESSEN, M.; CHEN, X.; HARTMANN, U. Method-induced differences of energy contributions in women's kayaking. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, vol. 13, n. 1, p. 9 – 13, 2018.

LIRA, Fabio Santos et al. Short-term high-and moderate-intensity training modifies inflammatory and metabolic factors in response to acute exercise. **Frontiers in physiology**, v. 8, p. 856, 2

LITTLE, Jonathan P. et al. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. **The Journal of physiology**, v. 588, n. 6, p. 1011-1022, 2010.

LUNDBERG, J. O.; WEITZBERG, E.; GLADWIN, M. T. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 7, n. 2, p. 156–167, 2008.

MAEDA, Seiji et al. Effects of exercise training of 8 weeks and detraining on plasma levels of endothelium-derived factors, endothelin-1 and nitric oxide, in healthy young humans. **Life sciences**, v. 69, n. 9, p. 1005-1016, 2001.

MARGARIA, R.; AGHEMO, P.; SASSI, G. Lactic acid production in supramaximal exercise. **Pflügers Archiv**, v. 326, p. 152-161, 1971.

MARGARIA, RODOLFO; EDWARDS, H. T.; DILL, DAVID BRUCE. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal of Physiology-Legacy Content**, v. 106, n. 3, p. 689-715, 1933.

MARGARIA, RODOLFO; EDWARDS, H. T.; DILL, DAVID BRUCE. The possible mechanisms of contracting and paying the oxygen debt and the role of lactic acid in muscular contraction. **American Journal of Physiology-Legacy Content**, v. 106, n. 3, p. 689-715, 1933.

MATSUDO S, ARAUJO T, MATSUDO V, ANDRADE D, ANDRADE E, OLIVEIRA LC, et al. Questionário internacional de atividade física (IPAQ): estudo de validade e reprodutibilidade no Brasil. *Rev Bras Ativ Fis Saude* 2011;6(2):5-18.

MCCONELL, Glenn K. et al. Skeletal muscle nNOS μ protein content is increased by exercise training in humans. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 293, n. 2, p. R821-R828, 2007.

MCDONOUGH, Paul et al. Control of microvascular oxygen pressures in rat muscles comprised of different fibre types. **The Journal of physiology**, v. 563, n. 3, p. 903-913, 2005.

MCMAHON, Nicholas F.; LEVERITT, Michael D.; PAVEY, Toby G. The effect of dietary nitrate supplementation on endurance exercise performance in healthy adults: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, v. 47, p. 735-756, 2017.

MEDBO, Jon Ingulf et al. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. **Journal of applied physiology**, v. 64, n. 1, p. 50-60, 1988.

MEDBO, Jon Ingulf et al. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. **Journal of applied physiology**, v. 64, n. 1, p. 50-60, 1988.

MIDGLEY, Adrian W.; MCNAUGHTON, Lars R.; WILKINSON, Michael. Is there an optimal

training intensity for enhancing the maximal oxygen uptake of distance runners?. **Sports medicine**, v. 36, n. 2, p. 117-132, 2006.

MILIONI, Fabio et al. Energy systems contribution in the running-based anaerobic sprint test. **International journal of sports medicine**, v. 38, n. 03, p. 226-232, 2017.

MODIN, A. et al. Nitrite-derived nitric oxide: a possible mediator of 'acidic-metabolic' vasodilation. **Acta physiologica scandinavica**, v. 171, n. 1, p. 9-16, 2001.

MONCADA, S.; HIGGS A. The L-arginine-nitric oxide pathway. **N Engl J Med**. 1993 Dec 30;329(27):2002-12.

MORI, M.; GOTOH, T. Regulation of nitric oxide production by arginine metabolic enzymes. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v. 275, n. 3, p. 715– 719, 2000.

MUGGERIDGE, D. J. et al. Erratum: The effects of a single dose of concentrated beetroot juice on performance in trained flatwater kayakers (International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism 23:5). **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v. 23, n. 6, p. 642, 2013.

MUGGERIDGE, David J. et al. The effects of dietary nitrate supplementation on the adaptations to sprint interval training in previously untrained males. **Journal of science and medicine in sport**, v. 20, n. 1, p. 92-97, 2017.

MUNIZ-PUMARES, Daniel et al. A comparison of methods to estimate anaerobic capacity: accumulated oxygen deficit and W' during constant and all-out work-rate profiles. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 23, p. 2357-2364, 2017.

MUNIZ-PUMARES, Daniel et al. Accumulated oxygen deficit during exercise to exhaustion determined at different supramaximal work rates. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. 3, p. 351-356, 2017.

N FERNANDEZ. et al. Enrichment of nitrite-dependent anaerobic methane oxidizing bacteria

in a membrane bioreactor. **Chemical Engineering Journal**, v. 347, p. 721-730, 2018.

NOORDHOF, Dionne A.; DE KONING, Jos J.; FOSTER, Carl. The maximal accumulated oxygen deficit method: a valid and reliable measure of anaerobic capacity?. **Sports medicine**, v. 40, p. 285-302, 2010.

NOORDHOF, Dionne A.; SKIBA, Philip F.; DE KONING, Jos J. Determining anaerobic capacity in sporting activities. **International Journal of Sports Physiology & Performance**, v. 8, n. 5, 2013.

NOROUZIRAD, Reza et al. Dietary inorganic nitrate attenuates hyperoxia-induced oxidative stress in obese type 2 diabetic male rats. **Life sciences**, v. 230, p. 188-196, 2019.
Nutrients, v. 7, n. 6, p. 4911–4937, 2015.

NYAKAYIRU, Jean et al. Beetroot juice supplementation improves high-intensity intermittent type exercise performance in trained soccer players. **Nutrients**, v. 9, n. 3, p. 314, 2017.

ÖZYENER, F. et al. Influence of exercise intensity on the on-and off-transient kinetics of pulmonary oxygen uptake in humans. **The Journal of physiology**, v. 533, n. 3, p. 891-902, 2001.

ÖZYENER, F. et al. Negative accumulated oxygen deficit during heavy and very heavy intensity cycle ergometry in humans. **European journal of applied physiology**, v. 90, p. 185-190, 2003.

PANISSA, Valeria LG et al. Is oxygen uptake measurement enough to estimate energy expenditure during high-intensity intermittent exercise? Quantification of anaerobic contribution by different methods. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 868, 2018.

PAPPAS, Gregory; WILKINSON, Melissa L.; GOW, Andrew J. Nitric oxide regulation of cellular metabolism: Adaptive tuning of cellular energy. **Nitric Oxide**, 2022.

PÉRONNET, François; AGUILANIU, Bernard. Lactic acid buffering, nonmetabolic CO₂ and

exercise hyperventilation: a critical reappraisal. **Respiratory physiology & neurobiology**, v. 150, n. 1, p. 4-18, 2006.

PHILIPPU, Athineos. Nitric oxide: a universal modulator of brain function. **Current medicinal chemistry**, v. 23, n. 24, p. 2643-2652, 2016.

PIIPER, J.; SPILLER, P. Repayment of O₂ debt and resynthesis of high energy phosphates in gastrocnemius muscle of the dog. **Journal of Applied Physiology**, vol. 28, n. 5, p. 657 – 662, 1970.

PINNA, M. et al. Effect of beetroot juice supplementation on aerobic response during swimming. **Nutrients**, v. 6, n. 2, p. 605–615, 2014.

PODEROSO, Juan José; HELFENBERGER, Katia; PODEROSO, Cecilia. The effect of nitric oxide on mitochondrial respiration. **Nitric Oxide**, v. 88, p. 61-72, 2019.

POOLE, David C.; JONES, Andrew M. Oxygen uptake kinetics. **Compr Physiol**, v. 2, n. 2, p. 933-96, 2012.

PORCELLI, Simone et al. Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 47, n. 8, p. 1643-1651, 2015.

ROBERTS, A. et al. Total and alactic oxygen debts after supramaximal work. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.38, n. 4, p. 281-289, 1978.

RODRÍGUEZ-FERNÁNDEZ, Alejandro et al. Beetroot juice supplementation increases concentric and eccentric muscle power output. Original investigation. **Journal of science and medicine in sport**, v. 24, n. 1, p. 80-84, 2021.

ROSS, Renee M. et al. Local nitric oxide synthase inhibition reduces skeletal muscle glucose uptake but not capillary blood flow during in situ muscle contraction in rats. **Diabetes**, v. 56, n. 12, p. 2885-2892, 2007.

ROWLAND, I. R. et al. Effect of dietary arginine on urinary nitrate excretion in germ-free rats. **Food and chemical toxicology**, v. 34, n. 6, p. 555-558, 1996.

SCHEUERMANN, Barry W.; MCCONNELL, Joyce H. Tripse; BARSTOW, Thomas J. EMG and oxygen uptake responses during slow and fast ramp exercise in humans. **Experimental physiology**, v. 87, n. 1, p. 91-100, 2002.

SENEFELD, Jonathon W. et al. Ergogenic effect of nitrate supplementation: A systematic review and meta-analysis. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 52, n. 10, p. 2250, 2020.

SILVA, Kaio Vinicius C. et al. Factors that moderate the effect of nitrate ingestion on exercise performance in adults: A systematic review with meta-analyses and meta-regressions. **Advances in Nutrition**, v. 13, n. 5, p. 1866-1881, 2022.

STAMLER, Jonathan S.; MEISSNER, Gerhard. Physiology of nitric oxide in skeletal muscle. **Physiological reviews**, v. 81, n. 1, p. 209-237, 2001.

STIRLING, J. R.; ZAKYNTHINAKI, M. S.; BILLAT, V. Modeling and analysis of the effect of training on kinetics and anaerobic capacity. **Bulletin of mathematical biology**, v. 70, n. 5, p. 1348-1370, 2008.

TAN, Rachel et al. Beetroot juice ingestion during prolonged moderate-intensity exercise attenuates progressive rise in O₂ uptake. **Journal of Applied Physiology**, v. 124, n. 5, p. 1254-1263, 2018.

THOMPSON, Christopher et al. Dietary nitrate supplementation improves sprint and high-intensity intermittent running performance. **Nitric Oxide**, v. 61, p. 55-61, 2016.

THOMPSON, Christopher et al. Discrete physiological effects of beetroot juice and potassium nitrate supplementation following 4-wk sprint interval training. **Journal of Applied Physiology**, v. 124, n. 6, p. 1519-1528, 2018.

THOMPSON, Christopher et al. Influence of dietary nitrate supplementation on physiological and muscle metabolic adaptations to sprint interval training. **Journal of Applied Physiology**, v. 122, n. 3, p. 642-652, 2017.

TOTZECK M, HENDGEN-COTTA UB, RAMMOS C, FROMMKE LM, KNACKSTEDT C, PREDEL HG, KELM M, RASSAF T. Higher endogenous nitrite levels are associated with superior exercise capacity in highly trained athletes. **Nitric Oxide**. 2012 Aug 15;27(2):75-81.

TOWNSEND, Jeremy R. et al. Influence of dietary nitrate supplementation on physical performance and body composition following offseason training in Division I athletes. **Journal of Dietary Supplements**, v. 19, n. 4, p. 534-549, 2022.

UMBRELLO M, DYSON A, FEELISCH M, SINGER M. The Key Role of Nitric Oxide in Hypoxia: Hypoxic Vasodilation and Energy Supply-Demand Matching. *Antioxid Redox Signal*. 2013.

VAN DER AVOORT, Cindy MT et al. Increasing vegetable intake to obtain the health promoting and ergogenic effects of dietary nitrate. **European Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 11, p. 1485-1489, 2018.

VANHATALO, Anni et al. Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, 2010.

VANHATALO. et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. **Journal of applied physiology**, v. 109, n. 1, p. 135-148, 2010.

WEBB, A. J. et al. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. **Hypertension**, v. 51, n. 3, p. 784– 790, 2008.

WHITFIELD, J. et al. Beetroot juice supplementation reduces whole body oxygen consumption but does not improve indices of mitochondrial efficiency in human skeletal muscle. **The Journal of physiology**, v. 594, n. 2, p. 421-435, 2016.

WHITFIELD, Jamie et al. Beetroot juice increases human muscle force without changing Ca²⁺-handling proteins. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 49, n. 10, p. 2016-2024, 2017.

WILKERSON, Daryl P. et al. Influence of acute dietary nitrate supplementation on 50 mile time trial performance in well-trained cyclists. **European journal of applied physiology**, v. 112, n. 12, p. 4127-4134, 2012.

WONG, Tak Hiong; SIM, Alexiaa; BURNS, Stephen F. The effect of beetroot ingestion on high-intensity interval training: a systematic review and meta-analysis. **Nutrients**, v. 13, n. 11, p. 3674, 2021.

WYLIE, L. J. et al. Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 7, p. 1673–1684, 2013.



APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE

PERNAMBUCO CENTRO DE

CIÊNCIAS DA SAÚDE

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU
EMANCIPADOS - Resolução 466/12)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa **“EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE ASSOCIADO À SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO SOBRE PARÂMETROS AERÓBIOS E DESEMPENHO DE SUJEITOS FISICAMENTE ATIVOS”**, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) **Willemax dos Santos Gomes**, residente na Rua 02, Loteamento Teto do Povo, nº52, Tracunhaém/PE, CEP 55805-000 – Telefone (81) 999564102, email willemaxsantos@gmail.com. O projeto está sob orientação do Prof. Dr. Eduardo Zapatterra Campos - Telefone (81) 997820005 email: zacampos@yahoo.com.br.

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

O presente projeto de pesquisa tem por objetivo verificar o efeito agudo e crônico do treinamento intermitente de alta intensidade associado à suplementação de nitrato de sódio sobre o desempenho aeróbico de indivíduos fisicamente ativos. Para a coleta de dados, você participará de três etapas diferentes. Inicialmente, você será convidado a participar de uma sessão de familiarização, a fim de conhecer o procedimento do teste incremental, e logo após você fará um teste progressivo máximo em uma esteira ergométrica, onde você realizará um aquecimento de 7 minutos à 7km/h. A velocidade inicial do teste será de 8km/h e terá um aumento de 1km/h a cada 2 minutos até você chegar a exaustão voluntária. Logo após o término do teste, você receberá um suplemento do pesquisador e tomará em sua casa durante três dias, sendo que, no terceiro dia de suplementação, você voltará ao local de avaliação 2 horas após a ingestão da última dose, para ser submetido a um esforço de 10 minutos

a uma intensidade proposta pelo pesquisador. Posteriormente, você fará um teste de desempenho de 5km (cinco quilômetros) na pista de atletismo, onde será avaliado o tempo em que você consegue concluir esta distância. Antes e após este teste, será retirada da sua orelha uma pequena gota de sangue que será usada para análise por pessoal especializado.

Após uma semana em casa, os procedimentos iniciais serão repetidos e você novamente irá receber do pesquisador uma suplementação, onde tomará em sua casa durante três dias. Uma semana após estes procedimentos, você participará por 8 semanas de um programa de treinamento intervalado de alta intensidade, que consiste em 10 esforços de alta intensidade com duração de 60s seguidos por períodos de recuperação de 60s entre cada esforço. Na quarta semana de treinamento, você será reavaliado, onde fará um novo teste progressivo na esteira, tendo como objetivo a adaptação da velocidade correspondente a nova intensidade do treinamento.

Ao final das 8 semanas, você realizará um novo teste progressivo máximo na esteira e novamente repetirá a primeira etapa, que consiste do uso de uma suplementação durante 3 dias, e posteriormente a realização do teste de desempenho na pista de atletismo.

- São **RISCOS** diretos para o voluntário: Embora a probabilidade de lesões ocorrerem sejam pequenas, você poderá alcançar níveis de fadiga e cansaço maiores que o habitual devido aos esforços máximos que você será submetido durante a intervenção, no entanto, antes de cada sessão você realizará um aquecimento de intensidade moderada e/ou alongamento.
- São **BENEFÍCIOS diretos e indiretos** para os voluntários: Possíveis melhoras do desempenho no final da intervenção, recebimento de dados e informações referente as avaliações do seu atual nível de condicionamento.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (consumo máximo de oxigênio, limiares ventilatórios, economia de corrida e análises sanguíneas), ficarão armazenados em pastas de arquivo e computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador Willemax dos Santos Gomes, na Rua 02, Loteamento Teto do Povo, n. 52, Tracunhaém-PE, pelo período mínimo de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos

da UFPE no endereço: (**Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br**).

(assinatura do pesquisador)

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo **“EFEITOS AGUDOS E CRÔNICOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE ASSOCIADO À SUPLEMENTAÇÃO DE NITRATO DE SÓDIO SOBRE PARÂMETROS AERÓBIOS E DESEMPENHO DE SUJEITOS FISICAMENTE ATIVOS”**, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade.

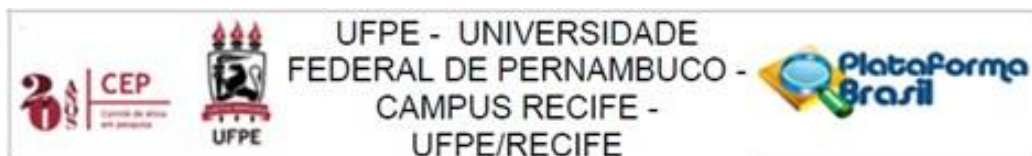
Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Impressã
odigital
(opcional)

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Efeitos Agudos e Crônicos do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade associado à Suplementação de Nitrato de Sódio sobre Parâmetros Aeróbios e Desempenho de Sujeitos Fisicamente Ativos.

Pesquisador: WILLEMEX DOS SANTOS GOMES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 19918119.3.0000.5208

Instituição Proponente: Pós-Graduação em Educação Física

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.669.804

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA



QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: _____

Data: ____/____/____ Idade : ____ Sexo: F () M ()

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são MUITO importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar MUITO mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar UM POUCO mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza **por pelo menos 10 minutos contínuos** de cada vez.

1a Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias _____ por **SEMANA** () Nenhum

1b Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando **por dia?**

horas: _____ Minutos: _____

2a. Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (**POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA**)

dias_____ por **SEMANA** () Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas:_____Minutos: _____

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias_____ por **SEMANA** () Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas:_____Minutos: _____

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um **dia de semana**?
_____horas_____minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um **dia de final de semana**?

_____horas_____minutos

PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? () Sim () Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? () Sim () Não

APÊNDICE D – PAR-Q+

PAR-Q+ em português

Questionário de Prontidão para Atividade Física para Todos

Os benefícios da atividade física regular para a saúde são evidentes. Mais pessoas deveriam praticar atividade física todos os dias da semana. Fazer atividade física é muito seguro para a MAIORIA das pessoas. Este questionário indicará se você precisa de orientação adicional de um médico OU profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, antes de se tornar mais ativo fisicamente.

PERGUNTAS GERAIS SOBRE A SAÚDE

Leia as 7 perguntas abaixo cuidadosamente e responda com sinceridade, assinalando SIM ou NÃO.	SIM	NÃO
1) O médico alguma vez disse que você tem problema de coração ☐ OU pressão alta ☐ ?	☐	☐
2) Você sente dor no peito em repouso, ao fazer suas atividades cotidianas comuns OU ao praticar atividade física?	☐	☐
3) Você perde o equilíbrio devido a tontura OU ficou inconsciente nos últimos 12 meses? Responda NÃO se sua tontura estiver associada a respiração rápida e/ou profunda (inclusive durante exercícios intensos).	☐	☐
4) Você foi diagnosticado com alguma outra condição crônica de saúde (que não seja pressão alta ou doença cardíaca)? LISTE AS CONDIÇÕES AQUI: _____	☐	☐
5) Você está tomando medicamentos prescritos pelo médico para uma condição crônica de saúde? LISTE AS CONDIÇÕES E OS MEDICAMENTOS AQUI: _____	☐	☐
6) Você atualmente tem (ou teve nos últimos 12 meses) um problema ósseo, articular ou de tecido mole (músculo, ligamento ou tendão) que poderia se agravar se você se tornasse mais ativo fisicamente? Responda NÃO se você tiver tido um problema que hoje não limita mais a sua capacidade de fazer atividade física. LISTE AS CONDIÇÕES AQUI: _____	☐	☐
7) O médico alguma vez disse que você só deveria fazer atividade física sob supervisão médica?	☐	☐

 **Se você respondeu NÃO a todas as perguntas acima, você está liberado para fazer atividade física. Por favor assine a DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE. Você não precisa preencher as páginas 2 e 3.**

-  Comece a ser muito mais ativo fisicamente – comece devagar e aumente o ritmo aos poucos
-  Siga as recomendações da Organização Mundial de Saúde para a sua idade contidas em International Physical Activity Guidelines (https://www.who.int/dietphysicalactivity/factsheet_recommendations/en/).
-  Você está liberado para participar de avaliações de saúde e condicionamento físico.
-  Se você tiver acima de 45 anos e **NÃO** estiver acostumado a fazer exercícios intensos ou de esforço máximo, consulte um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, antes de participar de exercícios dessa intensidade.
-  Caso tenha alguma dúvida adicional, entre em contato com um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico.

DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE

Se você for menor de idade ou precisar do consentimento de um responsável, seu pai, mãe, responsável legal ou cuidador também precisa assinar este formulário.

Eu, abaixo-assinado, li, compreendi satisfatoriamente e preenchi este questionário. Reconheço que esta liberação para a prática de atividade física é válida por no máximo 12 meses a partir da data do preenchimento, e será invalidada caso minha condição de saúde mude. Reconheço também que o estabelecimento onde irei praticar atividade física pode guardar uma cópia deste formulário para registro. Neste caso, ele manterá a confidencialidade do mesmo, respondendo às leis e regulamentações aplicáveis.

NOME _____ DATA _____

ASSINATURA _____ TESTEMUNHA _____

ASSINATURA DO PAI/MÃE/RESPONSÁVEL/CUIDADOR _____

 **Se você respondeu SIM a uma ou mais perguntas, PREENCHA AS PÁGINAS 2 E 3.**

 **Deixe para ficar mais ativo mais tarde se:**

-  Você tiver uma infecção aguda, como resfriado ou febre – é melhor esperar até se sentir bem.
-  Você estiver grávida – fale com um profissional de saúde, um médico, um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, e/ou preencha o formulário ePARmed-X+ (www.eparmedx.com) antes de se tornar mais ativo fisicamente.
-  Sua saúde mudar – responda às perguntas das páginas 2 e 3 deste documento e/ou fale com um médico ou um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, antes de continuar com qualquer programa de atividade física.

PAR-Q+ em português

PERGUNTAS ADICIONAIS SOBRE PROBLEMA(S) DE SAÚDE

1. Você tem artrite, osteoporose ou problemas de coluna?

Se a resposta for positiva, responda às perguntas 1a–1c

Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 2

- 1a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 1b. Você tem problemas articulares que causam dor, uma fratura recente ou fratura causada por osteoporose ou câncer, vértebra deslocada (como espondilolistese) e/ou espondilólise/defeito da pars interarticularis (fratura no anel ósseo na parte posterior da coluna vertebral)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 1c. Você recebeu injeções de esteroides ou tomou comprimidos de esteroides regularmente por mais de 3 meses? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

2. Você tem algum tipo de câncer?

Se a resposta for positiva, responda às perguntas 2a–2b

Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 3

- 2a. O seu diagnóstico de câncer inclui algum destes tipos: pulmão/broncogênico, mieloma múltiplo (câncer de células plasmáticas), cabeça e/ou pescoço? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 2b. Você está recebendo tratamento para o câncer (como quimioterapia ou radioterapia)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

3. Você tem algum problema cardíaco ou cardiovascular? Isto inclui doença arterial coronariana, insuficiência cardíaca, anormalidade do ritmo cardíaco

Se a resposta for positiva, responda às perguntas 3a–3d

Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 4

- 3a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 3b. Você tem batimentos cardíacos irregulares que requerem acompanhamento médico (como fibrilação atrial, contração ventricular prematura)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 3c. Você tem insuficiência cardíaca crônica? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 3d. Você foi diagnosticado com doença arterial coronariana (cardiovascular) e não praticou atividades físicas regulares nos últimos 2 meses? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

4. Você tem pressão alta?

Se a resposta for positiva, responda às perguntas 4a–4b

Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 5

- 4a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 4b. Você tem pressão arterial em repouso igual ou superior a 160/90 mmHg com ou sem medicação? (Responda **SIM** se você não souber sua pressão arterial em repouso) **SIM** ☐ **NÃO** ☐

5. Você tem algum problema metabólico? Isto inclui diabetes tipo 1, diabetes tipo 2, pré-diabetes

Se a resposta for positiva, responda às perguntas 5a–5e

Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 6

- 5a. Você costuma ter dificuldade em controlar seus níveis de açúcar no sangue com a alimentação, com medicamentos, ou com outros tratamentos prescritos por médicos? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 5b. Você costuma ter sinais e sintomas de pouco açúcar no sangue (hipoglicemia) após exercícios e/ou durante suas atividades cotidianas? Sinais de hipoglicemia podem incluir tremores, nervosismo, irritabilidade fora do comum, transpiração excessiva, tontura, confusão mental, dificuldade para falar, fraqueza ou sonolência. **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 5c. Você tem algum sinal ou sintoma de complicações do diabetes, como doença cardíaca ou vascular e/ou complicações que afetam seus olhos, os rins **OU** perda de sensibilidade nos pés e dedos dos pés? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 5d. Você tem outros problemas metabólicos (como diabetes gestacional, doença renal crônica ou problemas no fígado)? **SIM** ☐ **NÃO** ☐
- 5e. Você planeja fazer, num futuro próximo, exercícios que para você são mais intensos/vigorosos que o normal? **SIM** ☐ **NÃO** ☐

PAR-Q+ em português

- 6. Você tem problemas de saúde mental ou dificuldades de aprendizagem?** Isto inclui Alzheimer, transtorno de ansiedade, depressão, demência, transtorno alimentar, transtorno psicótico, disfunção intelectual, síndrome de Down
Se a resposta for positiva, responda às perguntas 6a-6b Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 7
- 6a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) SIM ☐ NÃO ☐
- 6b. Você tem síndrome de Down **E** problemas na coluna que afetam nervos ou músculos? SIM ☐ NÃO ☐
-
- 7. Você tem alguma doença respiratória?** Isto inclui doença pulmonar obstrutiva crônica, asma, hipertensão arterial pulmonar
Se a resposta for positiva, responda às perguntas 7a-7d Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 8
- 7a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) SIM ☐ NÃO ☐
- 7b. O médico alguma vez disse que você tem baixos níveis de oxigênio no sangue em repouso ou durante exercícios e/ou que você precisa de terapia de oxigênio suplementar? SIM ☐ NÃO ☐
- 7c. Se asmático, você atualmente apresenta sintomas como sensação de aperto no peito, respiração sibilante, dificuldade em respirar, tosse constante (mais de 2 dias/semana) ou você usou sua medicação de resgate mais de 2 vezes na última semana? SIM ☐ NÃO ☐
- 7d. O médico alguma vez disse que você tem pressão alta nos vasos sanguíneos dos pulmões? SIM ☐ NÃO ☐
-
- 8. Você tem alguma lesão na medula espinhal?** Isto inclui tetraplegia e paraplegia
Se a resposta for positiva, responda às perguntas 8a-8c Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 9
- 8a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) SIM ☐ NÃO ☐
- 8b. Você costuma apresentar pressão arterial baixa em repouso a ponto de causar tonturas e/ou desmaios? SIM ☐ NÃO ☐
- 8c. O médico alguma vez mencionou que você apresenta surtos repentinos de pressão arterial alta (conhecidos como disreflexia autonômica)? SIM ☐ NÃO ☐
-
- 9. Você já teve derrame cerebral alguma vez?** Isto inclui ataque isquêmico transitório ou acidente vascular cerebral
Se a resposta for positiva, responda às perguntas 9a-9c Se **NÃO** ☐ pule para a pergunta 10
- 9a. Você tem dificuldade em controlar sua condição com medicamentos ou outros tratamentos prescritos por médicos? (Responda **NÃO** se não estiver tomando medicamentos ou fazendo outros tratamentos no momento) SIM ☐ NÃO ☐
- 9b. Você tem dificuldade para caminhar ou mobilidade comprometida? SIM ☐ NÃO ☐
- 9c. Você sofreu um derrame ou teve comprometimento nos nervos ou músculos nos últimos 6 meses? SIM ☐ NÃO ☐
-
- 10. Você tem qualquer outro problema de saúde não listado acima, ou você tem dois ou mais problemas de saúde?**
Se tiver outras condições, responda às perguntas 10a-10c Se **NÃO** ☐ leia as recomendações da página 4
- 10a. Você sofreu de escurecimento da visão, desmaio ou perda de consciência como resultado de lesão na cabeça nos últimos 12 meses **OU** você teve uma concussão cerebral diagnosticada nos últimos 12 meses? SIM ☐ NÃO ☐
- 10b. Você tem um problema de saúde que não está listado (como epilepsia, problemas neurológicos, problemas renais)? SIM ☐ NÃO ☐
- 10c. Você tem atualmente dois ou mais problemas de saúde? SIM ☐ NÃO ☐
- LISTE OS SEU(S) PROBLEMA(S) DE SAÚDE _____
- E RESPECTIVO(S) MEDICAMENTO(S) AQUI: _____

Vá até a página 4 para obter recomendações sobre sua condição atual de saúde e assine a DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE.

PAR-Q+ em português



Se você respondeu NÃO a todas as perguntas ADICIONAIS (páginas 2-3) sobre problemas de saúde, você está apto a se tornar mais ativo fisicamente - Assine a DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE abaixo.

- ▶ É aconselhável que você consulte um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, para ajudá-lo a desenvolver um plano de atividades físicas seguro e eficaz para atender às suas necessidades de saúde.
- ▶ É recomendável que você comece devagar e aumente o ritmo aos poucos – 20–60 minutos de exercícios de intensidade baixa a moderada, 3–5 dias por semana, incluindo exercícios aeróbios e de fortalecimento muscular.
- ▶ Ao progredir, tente acumular 150 minutos ou mais de atividades físicas de intensidade moderada por semana.
- ▶ Se você tiver mais de 45 anos e **NÃO** estiver acostumado a fazer exercícios intensos ou de esforço máximo, consulte um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, antes de participar de exercícios dessa intensidade.



Se você respondeu SIM a uma ou mais das perguntas adicionais sobre sua condição de saúde:

Você deve se informar melhor antes de se tornar mais ativo fisicamente ou de fazer uma avaliação física. Complete o programa on-line de recomendações para triagem e exercícios, especialmente projetado para esses casos, o ePARmed-X+ (www.eparmedx.com) e/ou consulte um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, para trabalhar com você usando o ePARmed-X+ e para obter mais informações.



Deixe para ficar mais ativo depois se:

- ✔ Você tiver uma infecção aguda, como resfriado ou febre – é melhor esperar até se sentir bem.
- ✔ Você estiver grávida – fale com um profissional de saúde, um médico, um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, e/ou preencha o ePARmed-X+ (www.eparmedx.com) antes de se tornar mais ativo fisicamente.
- ✔ Sua saúde mudar – fale com um médico ou um profissional de saúde qualificado para atuar com exercício físico, antes de continuar com qualquer programa de atividade física.

- Incentivamos que você faça uma cópia do PAR-Q+. Você deve usar todo o questionário, e alterações NÃO são permitidas.
- Os autores, a PAR-Q+ Collaboration, as organizações parceiras e seus agentes, não assumem qualquer responsabilidade por pessoas que fazem atividades físicas e/ou utilizam o PAR-Q+ ou o ePARmed-X+. Em caso de dúvida após preencher o questionário, consulte um médico antes de fazer alguma atividade física.

DECLARAÇÃO DO PARTICIPANTE

- Pedimos a todos os que preencheram o PAR-Q+ que leiam e assinem a declaração abaixo.
- Se você for menor de idade ou precisar do consentimento de um responsável, seu pai, mãe, responsável legal ou cuidador também precisa assinar este formulário.

Eu, abaixo-assinado, li, compreendi satisfatoriamente e preenchi este questionário. Reconheço que esta liberação para a prática de atividade física é válida por no máximo 12 meses a partir da data do preenchimento, e será invalidada caso minha condição de saúde mude. Reconheço também que o estabelecimento onde irei praticar atividade física pode guardar uma cópia deste formulário para registro. Neste caso, ele manterá a confidencialidade do mesmo, respondendo às leis e regulamentações aplicáveis.

NOME _____ DATA _____

ASSINATURA _____ TESTEMUNHA _____

ASSINATURA DO PAI/MÃE/RESPONSÁVEL/CUIDADOR _____

Para mais informações, entre em contato com

www.eparmedx.com
E-mail: eparmedx@gmail.com

Citação para o PAR-Q+ em português:

Schwartz J, Oh P, Takito MY, Saunders B, Dolan E, Franchini E, Rhodes RE, Bredin SSD, Coelho JP, Santos P, Mazzucco M, and Warburton DER. Translation, cultural adaptation, and reproducibility of the Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+): the Brazilian Portuguese version. *Front. Cardiovasc. Med.* doi: 10.3389/fcvm.2021.712696. 2021

Principais referências:

1. Warburton DER, Jamnik VK, Bredin SSD, and Gledhill N on behalf of the PAR-Q+ Collaboration. The Physical Activity Readiness Questionnaire for Everyone (PAR-Q+) and Electronic Physical Activity Readiness Medical Examination (ePARmed-X+). *Health & Fitness Journal of Canada* 4(2):3-23, 2011.
2. Jamnik VK, Warburton DER, Makarski J, McKenzie DC, Shephard RJ, Stone J, and Gledhill N. Enhancing the effectiveness of clearance for physical activity participation: background and overall process. *APNM* 36(S1):S3-S13, 2011.
3. Warburton DER, Gledhill N, Jamnik VK, Bredin SSD, McKenzie DC, Stone J, Charlesworth S, and Shephard RJ. Evidence-based risk assessment and recommendations for physical activity clearance; Consensus Document. *APNM* 36(S1):S266-S298, 2011.
4. Chisholm DM, Collis ML, Kulak LL, Davenport W, and Gruber N. Physical activity readiness. *British Columbia Medical Journal*. 1975;17:375-378.
5. Thomas S, Reading J, and Shephard RJ. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Science* 1992;17:4 338-345.

Traduzido por Bianca Bold (tradutora profissional) e Juliano Schwartz (CAPES/UBC), com apoio financeiro da University Health Network

O PAR-Q+ foi criado usando o processo AGREE baseado em evidências (1) pela PAR-Q+ Collaboration, presidida pelo Dr. Darren E. R. Warburton com o Dr. Norman Gledhill, a Dra. Veronica Jamnik e o Dr. Donald C. McKenzie (2). A produção deste documento tornou-se possível graças a contribuições financeiras da Public Health Agency of Canada e do BC Ministry of Health Services. As opiniões aqui expressas não representam necessariamente os pontos de vista da Public Health Agency of Canada ou do BC Ministry of Health Services.

Copyright © PAR-Q+ Collaboration 4 / 4

APÊNDICE E – DADOS COLETADOS

Dados Nítrato Agudo, EPOC e 75% VO2 - Excel

Henrique Sacramento

ArquivoPágina InicialInserirLayout da PáginaFórmulasDadosRevisãoExibirAjuda

Colar

Área de Transferência

Calibri11A A

N I U B A

Fonte

≡ ≡ ≡ > <

Alinhamento

≡ ≡ ≡ > <

Alinhamento

Fonte

Geral

% 000 00 00

Número

Formatação Condicional

Formatar como Tabela

Estilos de Célula

Células

Estilos

Inserir

Excluir

Formatar

Células

& Σ ∑ A 🔍

Classificar e Filtrar

Localizar e Selecionar

Suplementos

Suplementos

Suplementos

AF41

< > ✖ ↑ f x

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
		Suplemento	Idade	Peso	Estatura	VO2MAX	vVO2MAX	VMA	5km_1	5km_2	5km_SUP	VO2_75	MO_REP	Ala_1	Ala_2	Ala_3	Ala_4	Ala_5
1		NOME																
2		Abdias	A	19	80	185	47,71	11	13,1	25,85417	25:51:15	28,12	16,81	20,23	21,93	20,71	20,66	20,8
3		Abdias	B	19	80	185	47,71	11	13,1	26,86667	26:52:00	37,96	14,75	17,61	18,5	13,75	15,9	15,74
4		Abraão	A	18	59	175	45,31	17,4	17,4	23,62528	23:37:31	28,25	5,87	16,4	15,35	15,27	15,41	15,28
5		Abraão	B	18	59	175	45,31	17,4	17,4	23,98056	23:58:50	31,41	7,17	19,73	17,19	17,53	16,79	16,78
6	Bernardo Miguel	A	18	58	173	32,09	13	15,2	15,2	28,1675	28:10:03	31,78	3,68	18,99	19,31	18,81	18,13	18,84
7		B	18	58	173	32,09	13	15,2	15,2	29,57167	29:34:18	35,62	23,3	18,45	16,81	19,52	13,79	14,91
8	Frederico	A	30	79	174	40,46	16	18,3	18,3	22,51056	22:30:38	38,22	8,27	24,23	22,93	20,08	19,66	18,8
9	Frederico	B	30	79	174	40,46	16	18,3	18,3	21,93333	21:56:00	29,41	7,17	21,61	20,5	18,75	15,9	15,74
10	Hudson	A	20	73	181	38,86	16,4	16,4	16,4	25,04555	25:00:94	28,56	5,07	19,65	20,1	18,6	17,79	16,78
11	Hudson	B	20	73	181	38,86	16,4	16,4	16,4	23,89528	23:53:43	30,04	21,19	19,62	18,09	16,6	16,86	15,22
12	Jonas	A	35	70	165	34,38	16,3	16,3	16,3	23,74056	23:44:26	32,62	8,61	29,38	22,14	23,06	22,93	22,25
13	Jonas	B	35	70	165	34,38	16,3	16,3	16,3	23,23417	23:14:03	25,57	4,66	22,88	18,8	18,08	17,9	17,8
14	Josias	A	19	74	183	33,1	16,4	16,4	16,4	28,09722	28:05:50	24,14	22,32	25,8	22,9	23,2	23	22,9
15	Josias	B	19	74	183	33,1	16,4	16,4	16,4	28,17111	28:10:16	30,36	5,76	18,1	19,5	19,3	19,3	18,5
16	Marcelo	A	21	62	166	32,31	13	15,2	15,2	24,58417	24:35:03	24,04	21,19	19,5	20,8	19,9	20,1	20,37
17	Marcelo	B	21	62	166	32,31	13	15,2	15,2	25,89722	25:53:50	27,62	8,61	20,2	20,09	19,6	18,86	16,22
18	Matheus	A	21	94	183	34,09	10	12,5	12,5	788:47:59	32:15:67	29,41	7,17	23,8	22,31	22,48	21	21,1
19	Matheus	B	21	94	183	34,09	10	12,5	12,5	34,28333	34:17:00	30,56	5,2	20,8	21,4	21,4	20,9	20,1
20	Onildo Bernardo	A	25	70	174	33,42	13,2	13,2	13,2	29,61111	29:47:69	31,86	8,71	20,3	21,9	20,4	20,9	20,18

< >

Agudo

75% vo2

EPOC

+

<