

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA

ROBSON DA SILVA MEDEIROS

**TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE APLICADO A  
CORREDORES DE RUA: IMPLICAÇÕES NA PERFORMANCE E NA SAÚDE**

Uberlândia

2022

ROBSON DA SILVA MEDEIROS

**TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE APLICADO A  
CORREDORES DE RUA: IMPLICAÇÕES NA PERFORMANCE E NA SAÚDE**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências da Saúde, área de concentração Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Elmiro Santos Resende

Coorientador: Prof. Dr. Thiago Montes Fidale

Uberlândia

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

---

M488t  
2022      Medeiros, Robson da Silva, 1985-  
Treinamento intervalado de alta intensidade aplicado a corredores de rua [recurso eletrônico] : implicações na performance e na saúde / Robson da Silva Medeiros. - 2022.

Orientador: Elmiro Santos Resende.  
Coorientador: Thiago Montes Fidale.  
Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde.  
Modo de acesso: Internet.  
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.te.2022.5344>  
Inclui bibliografia.  
Inclui ilustrações.

1. Ciências médicas. I. Resende, Elmiro Santos, 1953-, (Orient.). II. Fidale, Thiago Montes, 1979-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.

---

CDU: 61

Glória Aparecida  
Bibliotecária - CRB-6/2047



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
 Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde  
 Av. Pará, 1720, Bloco 2H, Sala 11 - Bairro Umarama, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
 Telefone: (34) 3225-8628 - www.ppcs.famed.ufu.br - ppcs@famed.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências da Saúde				
Defesa de:	Tese de Doutorado Nº 014/PPCSA				
Data:	17.08.2022	Hora de início:	14:00h	Hora de encerramento:	18:30h
Matrícula do Discente:	11913CSD012				
Nome do Discente:	Robson da Silva Medeiros				
Título do Trabalho:	Treinamento intervalado de alta intensidade aplicado a corredores de rua: Implicações na performance e na saúde				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	2 - DIAGNÓSTICO, TRATAMENTO E PROGNÓSTICO DAS DOENÇAS E AGRAVOS À SAÚDE				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	EPIDEMIOLOGIA CLÍNICA E DIAGNÓSTICO DAS DOENÇAS DEGENERATIVAS DO APARELHO CARDIOVASCULAR				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Mconf-RNP, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Profs. Drs. Hanna Karen Moreira Antunes (UNIFESP), Romeu Paulo Martins Silva (UFCAT), Lara Ferreira Paraiso (IMEPAC), Guilherme Gularte de Agostini (UFU) e Elmiro Santos Resende (UFU), orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos, o presidente da mesa, Prof. Dr. Elmiro Santos Resende, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato, agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado.

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.

Documento assinado eletronicamente por **Guilherme Gularte de Agostini, Professor(a) do**



**Magistério Superior**, em 17/08/2022, às 16:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Romeu Paulo Martins Silva, Usuário Externo**, em 17/08/2022, às 17:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hanna Karen Moreira Antunes, Usuário Externo**, em 17/08/2022, às 17:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lara Ferreira Paraiso, Usuário Externo**, em 17/08/2022, às 17:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Elmiro Santos Resende, Professor(a) do Magistério Superior**, em 17/08/2022, às 17:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://www.sei.ufu.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3835608** e o código CRC **093DC5D1**.

Dedico este trabalho a minha querida Mãe,  
Maria Cleusa da Silva Medeiros (in  
memoriam), quem sempre me apoiou em  
todos os meus sonhos e projetos, desde os  
mais simples até os mais audaciosos

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças, nos momentos mais difíceis, para superar as dificuldades, mostrando-me os caminhos nas horas incertas; enfim, por ter me concedido graças, sem as quais eu não conseguiria finalizar esse trabalho.

À minha família, que sempre me incentivou e apoiou na busca de novas conquistas e melhores caminhos na vida. Em especial, à minha amada esposa Carla Patrícia, pelo apoio e companheirismo irrestrito em todas as etapas do doutorado. E minha filha Mariana Barreto Medeiros, minha fonte de inspiração diária. Amo muito todos vocês.

Ao Prof. Dr. Elmiro Santos Resende, meu orientador, que, com dedicação e paciência, mostrou-me o caminho para a ciência, guiando-me com muita competência neste árduo caminho de crescimento e aprendizagem.

Ao Prof. Dr. Thiago Montes Fidale, meu coorientador que, desde o início do projeto de pesquisa se mostrou entusiasta da ideia, contribui com seu grande conhecimento com toda metodologia e logística do estudo, sempre realizando colocações certas.

Ao Prof. Dr. Luiz Duarte de Ulhôa Rocha Júnior, pela sua contribuição nas análises estatísticas.

Agradeço a todos os atletas voluntários que colaboraram participando de todas as etapas do estudo. Sem eles, este trabalho não seria possível. Agradeço também aos professores treinadores destes atletas que muitos colaboraram.

Aos colegas do grupo de estudo em Medicina Experimental, Fanny Gonçalves de Lima, Fernanda Rodrigues de Souza e Jefferson Fernandes de Sousa, pela importante colaboração no período de coleta de dados. Muito obrigado por tudo!

Agradeço ao amigo Mario Eduardo Santos Rodrigues, pelo importante ajuda na aplicação dos testes físicos nos atletas voluntários.

Aos meus amigos e colegas educadores físicos, Danilo José de Faria e Guilherme Guimarães Nasser, obrigado pelas contribuições e ajuda na seleção de voluntários e principalmente pela sessão do espaço do Centro de Treinamento Danilo Faria para a realização dos testes e treinamentos físicos proposto pelo estudo. Eterna gratidão!

A todos os colegas e professores da pós-graduação em Ciências da Saúde, pelo convívio e aprendizado.

## RESUMO

A corrida atualmente é um dos exercícios físicos mais praticados no mundo. A adoção de uma boa rotina de treinamentos por parte dos adeptos desta modalidade esportiva é de fundamental importância, em especial por aqueles que visam desempenho. Para isso, são necessários programas e métodos de treinamentos dinâmicos e eficientes. Uma metodologia bastante difundida é a do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), caracterizado por períodos alternados e repetidos de estímulos de alta intensidade. O presente estudo teve como objetivo propor e testar um programa de quatro semanas de HIIT de corrida na esteira ergométrica, em corredores de rua adultos, e avaliar as implicações no desempenho e na saúde. Onze corredores bem treinados do sexo masculino realizaram um protocolo de HIIT de corrida de 1 minuto de esforço por 1 minuto de recuperação, em duas sessões semanais. Nas semanas 1, 2 e 3 a intensidade de esforço foi crescente, 90%, 100% e 110% da  $V_{pico}$  respectivamente e foram realizados estímulos máximos. Já na semana 4 foi mantida a intensidade de 110% da  $V_{pico}$  e os estímulos foram reduzidos para 50% da média da semana 3. O período de recuperação foi realizado de forma ativa, a 50% da intensidade da  $V_{pico}$ . Houve uma correção inversa e significativa em aumento na intensidade de corrida em (%) da  $V_{pico}$  e quantidade de estímulos ( $p=0,01$  /  $R^2 = 0,43$ ) - a média de estímulos foi de: 90% (35), 100% (22) e 110% (10). As comparações de  $VO_2$  máximo indireto e da  $V_{pico}$ , obtidas no teste incremental de corrida na esteira pré e pós-intervenção HIIT, não foram significativas. Já o desempenho de corrida na pista asfáltica melhorou 2,76% ( $p=0,00$ ), no teste de 2.400 metros. A composição corporal teve redução nas variáveis de peso ( $p=0,02$ ), IMC ( $p=0,02$ ) e percentual de gordura ( $p=0,00$ ). Houve aumento significativo nos níveis de leucócitos e linfócitos, e redução de neutrófilos segmentados de forma aguda após uma sessão de HIIT. Os demais exames realizados ao longo do estudo, ECO, dosagens de testosterona, cortisol e TSH séricos, de biomarcadores sanguíneos - Troponina T, CK total, CK-MB, TGO, TGP e PCR - não apresentaram diferenças significativas. O programa de HIIT proposto e testado se mostrou eficiente na melhora da performance de corrida e seguro do ponto de vista fisiológico para a saúde dos atletas.

**Palavras-chave:** HIIT, Corrida, Desempenho, Saúde.



## ABSTRACT

Running is one of the most practiced exercises in all world. Keeping a good workout routine is of fundamental importance for the people who do this activity, especially by those who aim at high performance. For this, dynamic and efficient training programs and methods are required. A widespread methodology is high intensity interval training (HIIT), characterized by alternating and repeated periods of high-intensity stimuli. The present study aimed to propose and test a four-week program of HIIT treadmill running in adult street runners, and to evaluate the implications for performance and health. Eleven well-trained male runners performed a HIIT protocol of running 1 minute of effort for 1 minute of recovery, in two weekly sessions. In weeks 1, 2 and 3, the effort intensity increased (90%, 100% and 110% of  $V_{peak}$ ) respectively and maximal stimuli were performed. In week 4, the intensity of 110% of the  $V_{peak}$  was maintained and the stimuli were reduced to 50% of the average of week 3. The recovery period was performed actively, at 50% of the  $V_{peak}$  intensity. There was no inverse and significant correlation between the increase in running intensity in (%) of  $V_{peak}$  and amount of stimuli ( $p=0.01/R^2=0.43$ ) - the average of stimuli was: 90% (35), 100% (22) and 110% (10). Comparisons of indirect  $VO_2$  max and  $V_{peak}$ , obtained in the incremental test of treadmill running before and after the HIIT intervention, were not significant. On the other hand, the running performance on the asphalt track improved by 2.76% ( $p=0.00$ ), in the 2,400-meter test. Body composition had a reduction in the variables of weight ( $p=0.02$ ), BMI ( $p=0.02$ ) and fat percentage ( $p=0.00$ ). There was a significant increase in the levels of leukocytes and lymphocytes, and reduction of segmented neutrophils acutely after a HIIT session. The other tests performed throughout the study, ECO, testosterone's dosage, cortisol and TSH, blood biomarkers - Troponin T, total CK, CK-MB, TGO, TGP and PCR - showed no significant differences. The proposed HIIT program and tested proved to be efficient in improving running performance and safe from a physiological point of view for the health of athletes.

**Keywords:** HIIT, Running, Performance, Health.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Desenho esquemático do protocolo experimental.....	40
Figura 2	Ordem e intervalos de aplicação dos testes de corrida .....	46
Figura 3	Frequencímetro POLAR® modelo RS800cx .....	50
Figura 4	Esteira Movement modelo E.740 .....	52
Figura 5	Suportes de segurança para corrida na esteira .....	53

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Características gerais dos participantes .....	56
Tabela 2	Perfil esportivo dos voluntários .....	57
Tabela 3	Velocidades dos treinos do protocolo experimental .....	58
Tabela 4	Relação entre aumento da intensidade e número de estímulos .....	60
Tabela 5	Frequência cardíaca obtida nos testes e treinamentos .....	63
Tabela 6	Lactato de repouso e em exaustão após atividade de corrida .....	64
Tabela 7	Média de quilometragem de corrida semanal .....	65
Tabela 8	Dados antropométricos dos atletas voluntários .....	65
Tabela 9	Dados de ecocardiograma pré e pós intervenção .....	66
Tabela 10	Exames Hormonais .....	66
Tabela 11	Análises hematológicas .....	67
Tabela 12	Comportamento dos biomarcadores sanguíneos .....	68

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Velocidade obtida por cada voluntário no teste incremental na esteira .....	58
Gráfico 2	Número de estímulos por sessão de treino de HIIT .....	59
Gráfico 3	Comparação do VO <sub>2</sub> máximo na esteira pré e pós intervenção .....	61
Gráfico 4	Comparação dos tempos individuais de corrida pré e pós intervenção .....	61
Gráfico 5	Comparação das médias de tempos na pista .....	62
Gráfico 6	Comportamento individual do lactato .....	64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a.C	Antes de Cristo
ACSM	Colégio Americano de Medicina do Esporte
cm	Centímetros
CPK	Creatinina Fosfoquinase
CK-BB	Creatinina Fosfoquinase Fração BB
CK-MB	Creatinina Fosfoquinase Fração MB
CK-MM	Creatinina Fosfoquinase Fração MM
CTnT	Troponina T Cardíaca
EAS	Exame de Urina Tipo1
ECG	Eletrocardiograma
ECO	Ecocardiograma
ES	Estatura
EUA	Estados Unidos da América
FAMED/UFU	Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia
FC	Frequência Cardíaca
HC/UFU	Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia
HIIT	Treinamento Intervalado de Alta Intensidade
IAM	Infarto Agudo do Miocárdio
IMC	Índice de Massa Corporal
Kg	Quilograma
Km	Quilômetro
Km/h	Quilômetro por hora
MC	Massa Corporal
MIIT	Treinamento Intervalado de Intensidade Moderada
MLG	Modelo Linear Generalizado

OMS	Organização Mundial da Saúde
PA	Pressão Arterial
PAD	Pressão Arterial Diastólica
PAR-Q	Questionário de Prontidão para Atividade Física
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PCR	Proteína C Reativa
PV	Volume Plasmático
RST	Treinamento de Sprint Repetido
s	Segundos
S1	Sessão 1
S2	Sessão 2
SIT	Treinamento Intervalado de Sprint
Taper	Período de Treinamento Modificado Pré-Competição
TC	Treinamento Contínuo
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TGO	Transaminase Glutamico Oxalacetica
TGP	Transaminase Glutamico Piruvica
TI	Treinamento intervalado
Tlim	Tempo de Corrida até a Exaustão
TP	Taper
TSH	Hormônio Tireotrófico
USA	Estados Unidos da América
VO <sub>2</sub> máx	Consumo Máximo de Oxigênio
Vpico	Pico de Velocidade de Corrida
vs	Versus
vVO <sub>2</sub> máx	Velocidade no Consumo Máximo de Oxigênio

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
2.1	Contextualizando a corrida .....	21
2.1.1	Corrida de rua .....	23
2.1.2	Métodos de treinamento de corrida .....	24
2.1.3	Treinamento intervalado de alta intensidade .....	26
2.1.4	Parâmetros cardíacos, hematológicos e bioquímicos associado ao exercício físico .....	29
<b>3</b>	<b>OBJETIVO</b> .....	35
3.1	Objetivo geral .....	35
3.1.1	Objetivos específicos .....	35
<b>4</b>	<b>MÉTODO</b> .....	36
4.1	Participantes .....	36
4.2	Procedimentos de recrutamento dos voluntários .....	36
4.3	Projeto piloto .....	37
4.4	Tempos de pandemia COVID-19 .....	38
4.4.1	Adaptações metodológicas frente a pandemia COVID-19 .....	39
4.5	Desenho esquemático do protocolo experimental .....	40
<b>5</b>	<b>PROTOCOLOS DE AVALIAÇÕES</b> .....	41
5.1	Questionário social, esportivo e clínico fisiológico .....	41
5.1.1	Questionário PAR-Q .....	41
5.2	Exames clínicos e laboratoriais .....	42
5.2.1	Eletrocardiograma .....	42
5.2.2	Ecocardiografia .....	42
5.2.3	Exame de sangue .....	42
5.2.4	Exame hematológico .....	43
5.2.5	Exames laboratoriais .....	43
5.2.6	Exames hormonais .....	44
5.2.7	Exame de urina .....	45
5.3	Avaliações físicas .....	45
5.3.1	Protocolo de familiarização da corrida na esteira .....	46

5.3.2	Teste incremental na esteira .....	46
5.3.3	Avaliação do Tlim na Vpico .....	47
5.3.4	Teste de corrida de 2400 metros na pista .....	48
<b>6</b>	<b>MEDIDAS, MENSURAÇÕES E MATERIAIS</b> .....	<b>48</b>
6.1	Antropometria .....	48
6.1.1	Verificação do peso corporal .....	49
6.1.2	Mensuração da pressão arterial .....	49
6.1.3	Frequência cardíaca .....	50
6.1.4	Análise do lactato sanguíneo .....	51
6.1.5	Esteira .....	51
6.1.6	Suportes de segurança para corrida de alta intensidade na esteira .....	52
<b>7</b>	<b>PROTOCOLO DE TREINAMENTO</b> .....	<b>53</b>
<b>8</b>	<b>ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....	<b>54</b>
<b>9</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>56</b>
<b>10</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>69</b>
<b>11</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	<b>80</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>81</b>
	<b>ANEXOS</b> .....	<b>114</b>
	ANEXO A - Protocolo do Comitê de Ética em Pesquisa .....	114
	ANEXO B - Questionário PAR-Q .....	115
	<b>APÊNDICES</b> .....	<b>116</b>
	APÊNDICE A - Declaração da Instituição Co-Participante .....	117
	APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	118
	APÊNDICE C - Questionário Social, Esportivo e Clínico Fisiológico .....	119



## 1 INTRODUÇÃO

O ato de correr faz parte da vida do homem desde os primeiros relatos de sua existência (ANTUNES, 2012; BRAMBLE; LIEBERMAN, 2004; YALOURIS, 2004). A corrida evoluiu e se desenvolveu com o passar dos séculos e, atualmente, é um dos exercícios físicos mais praticados no mundo. No meio esportivo, são muitas as modalidades que envolvem a ação de correr, seja em sua prática propriamente dita, seja no processo de preparação, como meio para aprimorar o condicionamento físico geral (BÖHME, 2003).

A corrida é também uma modalidade do atletismo, com diversas provas de diferentes distâncias (GRATÃO; ROCHA, 2016; ROJO et al., 2017a), que vem crescendo em número de praticantes, sobretudo nos últimos 50 anos. Ao longo desse período, observou-se um crescimento expressivo e contínuo no número de pessoas que aderiram à prática, em especial da corrida de rua (AUGUSTI; AGUIAR, 2011; DALLARI, 2009). Esse interesse se dá pela atividade ser uma modalidade esportiva e/ou uma forma de manter e aprimorar o condicionamento físico (SANFELICE et al., 2017; STEVINSON; HICKSON, 2014).

A adesão à prática da corrida leva, evidentemente, à necessidade da realização de treinamentos, ato que pode ser compreendido como um processo repetitivo e sistemático, através do qual se buscam o aperfeiçoamento físico e a melhoria do desempenho (ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011). Algumas variáveis fisiológicas, no entanto, são determinantes para o desempenho em corridas de média e longa distâncias, tais como: o consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2m\acute{a}x}$ ), a velocidade no consumo máximo de oxigênio ( $vVO_{2m\acute{a}x}$ ), economia de corrida, pico de velocidade de corrida ( $V_{pico}$ ), e a tolerância às concentrações de lactato (ALVERO-CRUZ et al., 2020; CONLEY; KRAHENBUHL, 1980; KUIPERS H et al., 2003; MOOSES et al., 2013; PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2014). Assim, os programas de treinamentos focados no ganho de performance de corrida devem avaliar e considerar estas variáveis na elaboração de treinos respeitando o princípio da individualidade biológica.

Neste contexto, um público de destaque são os atletas de corrida, indivíduos dotados de excelência técnica, física e de lógica de competição (AHMETOV et al., 2016; HEIKKALA, 1993). Quando aliados à disciplina e à dedicação aos treinamentos da modalidade, conseguem resultados expressivos de performance (SCANLAN et al.,

1993). No entanto, treinar atletas de corrida é um desafio que não se restringe apenas à aplicação de carga de treinos, é preciso considerar outros diversos fatores associados, tais como: hemodinâmicos, metabólicos, bioquímicos, sobrecarga, estresse, entre outros (BARROS, TURIBIO LEITE DE; ANGELI; BARROS, 2005).

Uma metodologia bastante conhecida no treinamento de corredores é o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), caracterizado por períodos curtos e repetidos de estímulos de alta intensidade, intercalados com intervalos curtos de recuperação, podendo ser ativos ou passivos (GILLEN; GIBALA, 2014; KILPATRICK; JUNG; LITTLE, 2014). Esta é uma estratégia considerada segura e, ao mesmo tempo, bastante eficiente no meio do treinamento físico, tanto para o condicionamento de atletas quanto para a promoção da saúde (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a, 2013b; GIBALA, 2007).

Um diferencial do HIIT é possibilitar a realização de exercícios de alta intensidade por períodos mais longos pela somatória do número de estímulos, quando comparado aos exercícios contínuos (BILLAT, 2001a). Essa estratégia de treinamento contribui para a melhora das capacidades aeróbia e anaeróbia (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a, 2013b; MIDGLEY; MCNAUGHTON; CARROLL, 2007; SCHMITZ et al., 2020b), sendo fundamental para a otimização dos programas de treinamento para atletas de corrida (LAURSEN; JENKINS, 2002).

Para a elaboração do treinamento de corrida, é essencial a realização de avaliações físicas, a fim de obter os parâmetros para a prescrição do treinamento individualizado. Determinar o pico de velocidade de corrida é um fator importante para a elaboração de um treinamento eficiente (BLONDEL et al., 2001; KUIPERS H et al., 2003). A obtenção da  $V_{pico}$  de atletas de corridas é possível através de testes geralmente voltados para a determinação do  $VO_2$  máximo (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996; DENADAI et al., 2006; JONES; CARTER, 2000; KUIPERS H et al., 2003; LAURSEN; JENKINS, 2002; MANOEL et al., 2017). Para isso, existem diferentes protocolos (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; BOSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002), que podem ser realizados em esteiras ergométricas e em pista de corrida (KUIPERS H et al., 2003; MAHSEREDJIAN; BARROS NETO; TEBEXRENI, 1999; MANOEL; PESERICO; MACHADO, 2022; SOUZA et al., 2014). Dentre as opções viáveis para cada realidade, cabe aos treinadores determinar qual teste melhor atende a um determinado atleta.

A  $V_{pico}$  e a  $vVO_{2m\acute{a}x}$  são boas referências para a prescrição de intensidades de treinamento para corredores (HILL; ROWELL, 1996; MANOEL et al., 2017; MILLET et al., 2003). Neste contexto, é importante separar os conceitos, a  $vVO_{2m\acute{a}x}$  é a menor velocidade onde é encontrado o  $VO_2$  máximo, nem sempre capaz de ser determinada em testes, por falta de equipamentos específicos, tais como o analisador de gases, já a  $V_{pico}$  é considerada a velocidade máxima do indivíduo no momento do teste de avaliação, e é altamente reprodutível quando determinada em esteira (MANOEL et al., 2017; PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2014).

Na elaboração de programas de HIIT, através da manipulação da velocidade de corrida, é possível obter diferentes modelos de treinos, possibilitando ajustes entre os ciclos, direcionados para respostas fisiológicas desejadas (BRANDÃO et al., 2020; KENNEALLY; CASADO; SANTOS-CONCEJERO, 2018). Nesta lógica, a elaboração é feita de forma individualizada, baseada na  $V_{pico}$  do corredor, a partir da qual são calculadas as intensidades das sessões de treinamento (MANOEL et al., 2017). Usualmente, utiliza-se porcentagens (%) da  $V_{pico}$ , que, por sua vez, são expressas em velocidades, na unidade de quilômetros por hora (km/h) (LAURSEN; JENKINS, 2002).

A identidade de um programa de HIIT está presente, basicamente, nas combinações de estímulos alternados de exercícios de alta e baixa intensidades, pré-fixados ou não, e no tempo de permanência em cada um deles, assim como o tempo total de duração da sessão de treino (LUCAS et al., 2009; ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011). No entanto, programas voltados para atletas corredores podem apresentar elaborações distintas, sendo o HIIT progressivo uma forma de realizar incrementos na carga de trabalho através de ajustes na velocidade de corrida, ainda que existam indefinições de como fazê-las e como distribuí-las ao longo das semanas de treinamento (SCHMITZ et al., 2020a).

Na elaboração de um programa de treinamento, deve-se atentar que os exercícios podem ser prescritos basicamente em três níveis de intensidades: submáxima, máxima e supramáxima (LUCAS et al., 2009). A atividade de corrida na intensidade máxima não é possível de ser mantida por um período muito longo, o que se torna ainda mais difícil na intensidade supramáxima (CARTER et al., 2002, 2006). Um estudo com corredores, realizou a verificação do tempo limite de corrida até a exaustão ( $T_{lim}$ ), nas intensidades de 90, 100, 120 e 140% da  $vVO_{2m\acute{a}x}$ , e encontrou resultados diferentes entre as intensidades, bem como entre os indivíduos, evidenciando a individualidade biológica e

a necessidade de estratégias personalizadas para a prescrição do HIIT (BLONDEL et al., 2001).

A quantificação das sessões e o tempo total de duração dos programas de HIIT para atletas de corrida ainda não estão bem estabelecidos, podendo variar. De acordo com Seiler, (2010), duas sessões semanais, distribuídas ao longo de quatro a oito semanas, podem ser suficientes para promover adaptações fisiológicas e ganhos de desempenho. Estudos relatam que a partir de quatro semanas de HIIT já são observados resultados positivos (GOJANOVIC et al., 2015; SILVA et al., 2017; SMITH; COOMBES; GERAGHTY, 2003). Diante disso, fica claro que mesmo planos curtos de HIIT são eficientes para a melhora da performance.

No planejamento do treinamento de atletas de corrida, o HIIT pode ser uma estratégia eficiente para aprimorar o desempenho. Por isso, é muito utilizado em microciclos de choque, a fim de induzir adaptações direcionadas (DOLCI et al., 2020). Também está presente na rotina de treinos da temporada competitiva, de atletas de endurance (LAURSEN; JENKINS, 2002). Entretanto, os estudos não têm mostrado quais seriam as melhores estratégias de utilização do HIIT nestes períodos, tampouco alertam para os ajustes do HIIT dentro de um período de treinamento pré-competição, denominado como período Taper (MUJIKA; PADILLA, 2003; SPILSBURY et al., 2019), fundamental para otimizar o desempenho esportivo (MUJIKA et al., 2004; MUJIKA; PADILLA, 2000).

Na prática do exercício físico, a pesquisa científica tem um papel fundamental, especialmente na descoberta e na avaliação de propostas de treinamento observadas por meio de experimentação (BARTLETT; DRUST, 2020; BROCHERIE; BEARD, 2021; FULLAGAR et al., 2019; WARD; WINDT; KEMPTON, 2019). Para isso, muitos dos experimentos requerem ambientes controlados, como laboratórios e centro de treinamento equipados, possibilitando um maior controle e avaliação das múltiplas variáveis envolvidas no desempenho (MENDEL; CHEATHAM, 2008).

Neste contexto, alguns aspectos importantes do HIIT para atletas de corrida relacionados à segurança do treinamento na saúde do atleta, como as adaptações cardíacas, hematológicas, bioquímicas e hemodinâmicas e a relação delas com o desempenho dos corredores, ainda não estão bem esclarecidos. Sendo assim, são necessários novos estudos com possibilidades de análises das variáveis ao longo do programa, possibilitando verificar a eficiência e a segurança do método HIIT, permitindo ajustes se necessários, afim de potencializar os resultados. Nesta

perspectiva, o presente estudo buscou analisar a eficiência e a segurança de um programa de HIIT com quatro semanas de duração em atletas de corrida de rua.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Contextualizando a corrida**

A corrida é uma atividade que faz parte da vida do homem, desde a época dos primeiros primatas, com importância ímpar para a sua subsistência, pois através dela era possível capturar suas caças e também realizar fugas de animais potencialmente predadores (ANTUNES, 2012; BRAMBLE; LIEBERMAN, 2004). Vestígios históricos retratam a prática da corrida há milênios e em um vaso da civilização micênica do século 16 a.C., encontra-se a ilustração de duas pessoas correndo (YALOURIS, 2004).

A corrida é um movimento quase natural pois os humanos mudam o modo de andar, entre caminhar e correr, conforme a velocidade de locomoção é aumentada ou diminuída (RAFFALT et al., 2020). A corrida se difere da caminhada pela presença da fase aérea, onde os dois pés em determinado momento perdem, de forma simultânea, o contato com o solo (CAPPELLINI et al., 2006; DUGAN; BHAT, 2005; NOVACHECK, 1998), consistindo de uma sucessão de salto na horizontal onde se objetiva ganhar distância (HUDGINS et al., 2013; SILVA; FRAGA; GOLÇALVES, 2007).

A ação de correr aparenta ser simples, mas na verdade é um ato motor relativamente complexo, que envolve grande parte dos músculos do corpo (FRAGA et al., 2007; TANAKA; MATSUURA, 1982) e que depende de vários fatores fisiológicos e metabólicos (BRANDON, 1995; OLHER et al., 2019). Mesmo assim, está inserida na vida das pessoas de diferentes formas.

No cenário esportivo, um dos primeiros registros de uma competição de corrida remonta ao ano de 776 a.C., quando ocorreu a corrida pela pista do estádio da cidade de Olímpia, única prova da primeira Olimpíadas da história, realizada pelos antigos gregos (DE OLIVEIRA et al., 2000). Depois de mais de 1.500 anos sem a realização da competição, as Olimpíadas são retomadas, na cidade grega de Atenas, em 1.896, dando início aos Jogos Olímpicos da Era Moderna (DE OLIVEIRA et al., 2000; POP, 2013). Neste contexto histórico, a corrida, uma modalidade do atletismo (FRAINER; ABAD; PAZIN, 2017), volta a ser protagonista nos Jogos Olímpicos, tendo a criação da

maratona como um grande marco (PREDEL, 2014). A prova foi inspirada na história do soldado grego Pheidippides, que no ano 490 a.C. teria corrido cerca de 40 quilômetros entre Maratona e Atenas, para avisar seu povo da vitória dos gregos sobre os persas, em uma batalha travada na Planície de Maratona (AXELSEN; ROBINSON, 2009). Logo após ter cumprido a missão, ele teria morrido de cansaço (AXELSEN; ROBINSON, 2009). Assim, a primeira prova de maratona foi realizada no dia 10 de abril de 1896 e teve a distância de 40 km, em homenagem ao feito heroico de Pheidippiides (DE OLIVEIRA et al., 2000).

A maratona Olímpica foi um sucesso e teve grande visibilidade mas, mesmo assim, a corrida ainda continuou sendo uma modalidade praticada por poucos, geralmente em clubes e por atletas profissionais (NUNES; ROCHA, 2020; SCHEERDER; BREEDVELD; BORGERS, 2015). Até a década de 1960, correr de forma recreativa em ruas e parques era visto como uma atividade estranha, já que o pensamento vigente até então era de que se as pessoas corriam em público, era porque estavam com pressa (SCHEERDER; BREEDVELD; BORGERS, 2015).

O cenário começa a mudar, a partir de 1968, ano que em o doutor Kenneth Cooper desenvolveu um protocolo para avaliar a aptidão física de oficiais da Força Aérea dos Estados Unidos implementando um teste de 12 minutos de corrida que se mostrou bastante eficiente (COOPER, 1968). Nos anos seguintes, Kenneth Cooper passa a divulgar seu método de condicionamento físico baseado na corrida, o que ficou conhecido como “Jogging Boom”. O movimento começou nos EUA e se espalhou pelo mundo todo (ROJO et al., 2017a; SALGADO; MIKAIL, 2007), tornando-se essencial para despertar o interesse das pessoas pela corrida.

No Brasil, na década de 70, o método Cooper ajudou na construção discursiva da corrida de rua como meio de saúde, evidenciando a prática como uma forma de prevenção a doenças e de prolongamento da vida (TIBURTINO; SACRAMENTO, 2019). Acredita-se que a atividade de correr regularmente tem impacto significativo na longevidade. Calcula-se que os corredores têm um risco reduzido de 25% a 40% de mortalidade prematura, além de uma expectativa de vida aproximadamente 3 anos a mais do que as pessoas que não correm (LEE et al., 2017a).

Além dos potenciais benefícios à saúde, a corrida é uma modalidade bastante acessível pois não tem restrições de idade e sexo e não requer equipamentos caros ou instalações sofisticadas para a sua prática, fatores estes que contribuem para tornar a

corrida de rua uma modalidade cada vez mais popular (GARCÍA-PINILLOS; SOTO-HERMOSO; LATORRE-ROMÁN, 2016).

### 2.1.1 Corrida de rua

A corrida de rua, também denominada pedestrianismo na forma de esporte institucionalizado, é uma prova do atletismo que possui normas, regras e regulamentos específicos (GRATÃO; ROCHA, 2016; ROJO et al., 2017a). A partir do final da década de 1960 e início da década de 1970, a modalidade passou a crescer de forma expressiva na sociedade (AUGUSTI; AGUIAR, 2011; DALLARI, 2009), com muitos adeptos em todas as faixas etárias, caracterizando-se como uma atividade física popular de massa (FILMER, 2020; NUNES; ROCHA, 2020; SALGADO; MIKAIL, 2007).

Os eventos e competições deste tipo de corrida acontecem, geralmente, em ruas e avenidas, que são espaços amplos e abertos, com capacidade para reunir centenas ou milhares de corredores ao mesmo tempo (CIDELL, 2014; PRONI, 2011). Nos últimos anos, no Brasil e no mundo, houve uma evolução numérica das provas e de praticantes (DALLARI, 2009; DIAS, 2017; SALGADO; MIKAIL, 2007). De acordo com levantamentos da Running USA, mais de 10 milhões de pessoas daquele país participaram de provas de corrida de rua no ano de 2009 (LOHMAN; BALAN SACKIRIYAS; SWEN, 2011).

As competições de corrida são disputadas em diferentes distâncias, sendo as mais tradicionais as provas de 5 km e 10 km, com grande número de eventos e participantes (BELL; STEPHENSON, 2014; CUSHMAN; MARKERT; RHO, 2014; CUSHMAN et al., 2016). As meias maratonas (21 km) e as maratonas (42 km) também são provas que têm atraído muitos adeptos (NIKOLAIDIS; ČUK; KNECHTLE, 2019), ao passo que as ultramaratonas, eventos com distâncias superiores à maratona, também conquistaram seu público (KNECHTLE; NIKOLAIDIS, 2018). No universo dos corredores amadores, as preferências atuais, em nível mundial, são a distância de 5 km, seguida pela meia maratona (ANDERSEN, 2021).

É preciso observar, no entanto, que nem todos que praticam a corrida de rua no dia-a-dia participam de provas, da mesma forma que nem todos que se inscrevem em eventos ou competições são praticantes regulares da modalidade (DIAS, 2017). Neste contexto, é alto o número de indivíduos que correm. Somente nos EUA, por exemplo, estima-se que são cerca de 30 milhões de americanos, entre os que competem e os que

praticam a corrida por recreação e para condicionamento físico (ANDERSEN, 2021; CUSHMAN; MARKERT; RHO, 2014; NOVACHECK, 1998).

São muitos os fatores que levam as pessoas a praticar corrida, como a saúde, condicionamento físico, qualidade de vida, socialização, prazer e controle do estresse (BALBINOTTI et al., 2015; GRATÃO; ROCHA, 2016; GULA et al., 2020; ROJO; STAREPRAVO; SILVA, 2019; SANFELICE et al., 2017; TRUCCOLO; MADURO; FEIJÓ, 2008). Outro componente importante e motivador para os corredores é a competitividade (BALBINOTTI et al., 2015; ROJO et al., 2017a, 2017b) que pode acontecer em dois contextos: competição na busca por ser mais rápido e ganhar de outro competidor ou para superar o melhor tempo pessoal (CUSHMAN et al., 2016).

Ao tratarmos de corrida de rua e seus respectivos participantes competidores, eles podem receber diferentes classificações, dependendo do envolvimento e nível de desempenho individual no esporte. Algumas das classificações comumente utilizadas são participantes recreacionais e/ou amadores (THUANY et al., 2020), atletas bem treinados e/ou sub-elite (ABE et al., 1998) elite e profissionais (CASADO et al., 2020; SÁNCHEZ MUÑOZ et al., 2020; SWANN; MORAN; PIGGOTT, 2015; WILLIAMS et al., 2017a).

A capacidade de realizar diferenciações entre as categorias de atletas, principalmente a distinção entre atleta sub-elite e elite, não é uma tarefa fácil e ainda não está claramente definida (BRAAKHUIS, 2015; LORENZ et al., 2013). Foge do escopo da presente tese a discussão exaustiva a respeito de tal tópico. O que se sabe é que ambos fazem parte de um grupo de atletas altamente treinados, que geralmente apresentam um alto nível de performance e de dedicação ao esporte e que têm a necessidade de bons métodos de treinamento.

### **2.1.2 Métodos de treinamento de corrida**

O treinamento esportivo pode ser entendido como um processo repetitivo e sistemático, através do qual se busca o aperfeiçoamento físico e a melhoria da performance atlética (ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011). Cada modalidade, de acordo com suas características e peculiaridades, adota meios e métodos de treinamentos que melhor atendem às necessidades do praticante.



A corrida de rua é uma modalidade caracterizada por provas de média e longa distância, sendo as mais tradicionais as de 5 e 10 km, meia maratona, maratona e ultra maratonas (BELL; STEPHENSON, 2014; CUSHMAN; MARKERT; RHO, 2014; CUSHMAN et al., 2016; KNECHTLE; NIKOLAIDIS, 2018; NIKOLAIDIS; ČUK; KNECHTLE, 2019). Estas também recebem a denominação de provas de endurance, devido à necessidade de sustentação da resistência aeróbia por um período prolongado de tempo (PAULO; FORJAZ, 2001). Assim, a adoção de uma boa rotina de treinamentos por parte dos adeptos da corrida de endurance é de fundamental importância, em especial para aqueles que visam manter ou melhorar o desempenho.

Os treinamentos de corrida podem ser realizados em diferentes ambientes, tais como ruas de asfalto, estradas e trilhas de terra, pistas de atletismo e esteiras. Um estudo recente verificou a absorção de choque nestes ambientes e encontrou valores médios de 0,0% (asfalto), 37,4% (tartan) e 71,3% (esteira), enquanto que a restituição de energia foi em média 90,8%, 62,6%, e 37,0%, respectivamente. A absorção de choque foi consideravelmente maior na esteira do que na superfície de asfalto e tartan; por outro lado isso leva a uma redução na quantidade de energia devolvida ao atleta, o que por sua vez aumenta o estresse fisiológico e a avaliação do esforço percebido durante a corrida de resistência na esteira (COLINO et al., 2020).

A manutenção e melhora do desempenho em corredores altamente treinados dependem da combinação de treinamentos em diferentes ambientes e a adoção de meios e métodos de treinamentos, que ofereçam estímulos ao metabolismo aeróbio e anaeróbio, através do treinamento contínuo (TC) e do treinamento intervalado (TI) de corrida (BONET et al., 2020; CASADO et al., 2019; MERCIER; AFTALION; HANLEY, 2021; MILANOVIĆ; SPORIŠ; WESTON, 2015). Também tem-se mostrado importante a associação de atividades complementares de força, potência, flexibilidade, treinos funcionais e educativos de corrida, entre outros (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ; SANTOS-CONCEJERO; GRIVAS, 2016; BARNES; KILDING, 2015; BLAGROVE et al., 2020; FESTA et al., 2019; MENZ et al., 2019). Neste contexto, há muitas metodologias de treinos e treinamentos direcionados aos corredores e com diversas maneiras de manipulá-los e combiná-los.

As diferentes formas de TI e suas combinações são bastante utilizadas no treinamento de atletas de endurance (ROSENBLAT et al., 2021), sendo fundamentais para a melhoria da performance (DEMARIE; KORALSZTEIN; BILLAT, 2000; SEILER, 2010). Porém, o êxito do TI depende da sua associação com o treinamento

aeróbico contínuo, de alto volume, que também induz importantes adaptações fisiológicas (LAURSEN, 2010; SEILER, 2010; YAMAMOTO et al., 2008).

De acordo com os resultados encontrados em um estudo de meta-análise de ensaios clínicos randomizados, a distribuição da intensidade em um programa de treinamento, voltado para a melhora da performance de atletas de endurance, deve incluir, aproximadamente, 20% do volume total de exercício de alta intensidade e 80% de moderada e baixa intensidade (ROSENBLAT; PERROTTA; VICENZINO, 2019). Um estudo anterior já havia sugerido esta mesma distribuição (SEILER, 2010). Embora, em um contexto geral, o TI apresente um percentual menor da composição de um programa de treino de atletas de corrida de endurance, quando comparado ao TC, o mesmo é determinante para a melhora da performance de corrida, e deve ser incluído na periodização dos atletas (ENOKSEN; TJELTA; TJELTA, 2011; LAURSEN; JENKINS, 2002).

Períodos de treinamento modificado, denominado de período Taper (TP), é uma estratégia também a ser considerada na preparação de atletas corredores, geralmente realizados antes de competições e de períodos de transição (MUJIKÁ; PADILLA, 2003; SPILSBURY et al., 2019). Este processo é realizado através da manipulação da carga, volume, frequência e intensidade do treinamento (HOUMARD, JOSEPH, 1991; MUJIKÁ, 1998, 2010) na tentativa de reduzir o estresse fisiológico e psicológico do treinamento diário e otimizar o desempenho esportivo (BOSQUET et al., 2007; MUJIKÁ et al., 2004; MUJIKÁ; PADILLA, 2000).

### **2.1.3 Treinamento intervalado de alta intensidade**

O exercício intervalado de alta intensidade tem sido aplicado em esportes competitivos há mais de 100 anos (TSCHAKERT; HOFMANN, 2013). Alguns dos principais corredores de média e longa distância da história usavam o treinamento intervalado para treinarem em velocidades próximas ou superiores às suas velocidades de competição. Entre estes lendários atletas, destacam-se os finlandeses Hannes Kolehmainen (três vezes campeão olímpico em Estocolmo 1912, nas provas de 5.000 metros, 10.000 metros e nos 3.000 metros Cross Country por equipe) e Pavo Nurmi (nove vezes campeão olímpico entre 1920 e 1928), mas foi através do corredor tchecoslovaco Emil Zatopek (ganhador de três ouros na mesma Olimpíada, em Helsinque, em 1952, nas provas de 5.000 metros, 10.000 metros e da Maratona), que o

método se popularizou e passou a ser utilizado por atletas de diversas partes do mundo (BILLAT, 2001b; TSCHAKERT; HOFMANN, 2013).

Naquela época, os treinadores realizavam a prescrição do TI baseados nas velocidades específicas de competição, de provas de 800 a 5.000 metros, não levando em consideração parâmetros fisiológicos (BILLAT, 2001b; TSCHAKERT; HOFMANN, 2013). O TI foi descrito em uma publicação científica pela primeira vez em 1959 (REINDELL; ROSKAMM, 1959). No ano seguinte, 1960, já sugeriram as primeiras publicações envolvendo o exercício físico e TI, com foco nas respostas agudas de lactato, consumo de oxigênio e frequência cardíaca (ÅSTRAND et al., 1960; CHRISTENSEN; HEDMAN; SALTIN, 1960). Desde então, este método de treinamento vem se tornando cada vez mais utilizado, aprimorado e pesquisado por atletas, técnicos e cientistas (BILLAT, 2001b; LAURSEN; JENKINS, 2002; LUCAS et al., 2009).

O treinamento intervalado caracteriza-se por períodos alternados de exercício relativamente intenso, com períodos de esforço de menor intensidade ou repouso completo recuperação/alívio (GILLEN; GIBALA, 2014). A lógica por trás dos programas de TI é que o tempo total acumulado de exercício vigoroso é maior do que poderia ser alcançado durante uma sessão de exercício contínuo, na mesma intensidade até a exaustão (MACDOUGALL; SALE, 1981; TSCHAKERT; HOFMANN, 2013). É considerado um dos meios mais eficazes de melhorar a função cardiorrespiratória e metabólica e, por sua vez, o desempenho físico de atletas (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a).

Há, na literatura, uma grande variedade de termos e siglas que buscam definir e subdividir os tipos de treinos que envolvem o TI, porém ainda existem muitas divergências entre os autores (TSCHAKERT; HOFMANN, 2013). Algumas das definições mais presentes nos estudos são: treinamento intervalado de intensidade moderada (MIIT), treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), treinamento de sprint repetido (RST) e treinamento intervalado de sprint (SIT) (GENTIL; DEL VECCHIO, 2017; MACINNIS; GIBALA, 2017; SCHOENMAKERS; HETTINGA; REED, 2019; WESTON et al., 2014).

Usualmente o MIIT é realizado em intensidades moderadas (75-90% VO<sub>2</sub>máx), os estímulos e as sessões tem um tempo de duração mais elevados, enquanto que o HIIT tem intensidades mais altas (90-120% VO<sub>2</sub>máx), e a duração dos estímulos e das sessões varia bastante (BILLAT, 2001b; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b). Já o

treinamento de Sprint é realizado na intensidade “all-out”, termo em inglês que pode ser interpretado como “máximo esforço” (GIBALA; HAWLEY, 2017; LITTLE et al., 2010). São subdivididos em sprints curtos (RST) com duração de 3 a 10s, intercalados com períodos de recuperação menores de 60s, e sprints longos (SIT) com estímulos de 15 a 30s, e intervalos de recuperação de 2 a 4 minutos (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; SCHOENMAKERS; HETTINGA; REED, 2019; VIANA et al., 2018).

A elaboração do TI para atletas de corridas de endurance deve visar o aprimoramento das variáveis determinantes para a melhora do desempenho esportivo (ALVERO-CRUZ et al., 2020; MOOSES et al., 2013). Assim, alguns autores sugerem que cada modelo pode ser prescrito a fim de gerar adaptações direcionadas, por exemplo, para o MIIT - limiar de lactato (LUCAS et al., 2009), para o HIIT e SIT -  $VO_{2máx}$  e  $vVO_{2máx}$  (KORAL et al., 2018; MIDGLEY; MC NAUGHTON, 2006), para o RST - economia de corrida (GOJANOVIC et al., 2015; NUMMELA et al., 2006). Diante do exposto, para simplificar, é preciso ressaltar que nosso escopo é o treinamento intervalado de alta intensidade, representado por muitos estudos pelo termo "HIIT". Considerações mais aprofundadas sobre diferentes definições para o TI podem ser obtidas no estudo de Macinnis e Gibala, 2017.

A prescrição do TI envolve a manipulação dos principais componentes fisiológicos envolvidos no desempenho de endurance, tais como:  $VO_{2máx}$ ,  $vVO_{2máx}$ , tempo limite ( $T_{lim}$ ), frequência cardíaca (FC) e concentração de lactato sanguíneo (BILLAT et al., 1994; LUCAS et al., 2009; TSCHAKERT; HOFMANN, 2013). Este processo também inclui a manipulação das variáveis, como intensidade do trabalho, duração do trabalho, intensidade do intervalo de alívio, duração do intervalo de alívio, modalidade de exercício, número de intervalos, número de séries, recuperação entre séries e intensidades de recuperação entre séries (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; VIANA et al., 2018). No entanto, ainda não está totalmente esclarecido na literatura científica quais são as combinações ideais para cada modelo de TI, ou seja, aquelas que melhor maximizem o desempenho de endurance (ROSENBLAT et al., 2021).

Dentre as diversas possibilidades de programas de HIIT de corrida, modelos de 60 segundos de trabalho por 60 segundos de recuperação parecem ser uma opção bastante interessante (GIBALA, 2015; VOURIMAA; VASANKARI; RUSKO, 2000). A recuperação ativa é geralmente recomendada (KEMI et al., 2020), podendo contribuir para diminuir as concentrações de lactato no sangue e, assim, aumentar o tempo de exercício até atingir a exaustão (BILLAT, 2001b; BILLAT et al., 2001). Estudos

clássicos demonstraram que a recuperação ativa otimiza a remoção de lactato em comparação com a recuperação passiva (BONEN; BELCASTRO, 1976; TAOUTAOU et al., 1996). A intensidade de 50% da velocidade aeróbica máxima é um bom parâmetro a ser adotado na recuperação ativa nos TI de corrida (BEN ABDERRAHMAN et al., 2013; MIDGLEY; MC NAUGHTON, 2006).

Em relação à intensidade que o TI deve ser prescrito, Gentil e Del Vecchio, 2017, pontuam que não é uma questão de “quanto mais, melhor”, mas que a eficiência parece ser uma questão de escolher a intensidade adequada. Nesta linha, um aspecto importante a ser considerado é o fato que muitos atletas de endurance podem não estar habituados a realizar TI em suas rotinas de treinos. Dessa forma, uma estratégia para a inclusão poderia acontecer primeiramente com a incorporação do MIIT, que geralmente é realizado em intensidades mais brandas, servindo como uma etapa pré-HIIT, dentro de um programa de treinamento que favoreça adaptações e aderência (JIMÉNEZ-PAVÓN; LAVIE, 2017). Muito embora, uma grande vantagem do HIIT é que ele permite infinitas combinações de intensidade, duração e recuperação, que podem ser adaptadas às necessidades exclusivas do indivíduo (OLNEY et al., 2018).

Planos de treinamento de corrida contendo de duas a três sessões semanais de HIIT, combinado com sessões de corrida contínua, podem apresentar efeitos positivos na performance de corredores de endurance, melhorando o consumo máximo de oxigênio e a economia de corrida, juntamente com adaptações musculares e metabólicas (GARCÍA-PINILLOS; SOTO-HERMOSO; LATORRE-ROMÁN, 2016). Assim, mesmo em períodos curtos, de duas a quatro semanas, a combinação de TI e TC pode produzir aumentos no desempenho na casa de 2 a 4%, em atletas bem treinados (LAURSEN, 2010).

O treinamento intervalado, além de melhorar a performance de endurance, apresenta efeitos diversos nos parâmetros, sanguíneos, respiratórios e cardíacos dos atletas (MAZOOCHI; FATEMINEZHAD; MAZOOCHI, 2013).

#### **2.1.4 Parâmetros cardíacos, hematológicos e bioquímicos associados ao exercício físico**

A participação segura em exercícios físicos e esportes requer uma triagem pré-participação e um controle de rotina regular das condições de saúde dos esportistas, por meio de acompanhamento médico e da realização de exames clínicos e laboratoriais

(GERLING, 2020; HEINRICH et al., 2006). Através do auxílio da avaliação médica e de exames complementares, é possível realizar diagnósticos precoces de possíveis doenças, o que pode contribuir para uma redução considerável de riscos à saúde e de morte súbita cardíaca durante a prática esportiva (LEYK et al., 2008; WINKELMANN; CROSSWAY, 2017). O risco de um evento cardiovascular agudo diminui com a prática regular de exercícios físicos (MITTLEMAN et al., 1993; SISCOVICK et al., 1984). No entanto, muitos corredores podem desconhecer a presença de condições de risco pré-existentes ou até mesmo vir a desenvolvê-las ao longo da vida esportiva (SCHWABE et al., 2018; SHARMA et al., 2018).

O treinamento físico de endurance, realizado de forma assídua, requer grandes demandas cardiovasculares, o que pode provocar uma sobrecarga no coração e, em longo prazo, resultar em mudanças estruturais e elétricas adaptativas, habitualmente denominadas de coração de atleta (ABULÍ; DE LA GARZA; SITGES, 2020; BROSNAN; RAKHIT, 2018; PARRY-WILLIAMS; SHARMA, 2020). Estas adaptações geralmente levam a um aumento harmônico de todas as câmaras cardíacas e do tônus vagal (GALDERISI et al., 2015). No entanto, mesmo atletas experientes e bem treinados podem desenvolver mudanças estruturais cardíacas marcantes sendo, em alguns casos, necessárias investigações mais profundas, a fim de diferenciá-las de cardiopatias reais (BROSNAN; RAKHIT, 2018; GERLING, 2020; PARRY-WILLIAMS; SHARMA, 2020).

O campo da cardiologia do esporte é desafiador e, às vezes, surpreendente, visto que a participação em esportes competitivos pode desencadear arritmias e outras cardiopatias ou até mesmo acelerar a progressão de doenças (HEIDBUCHEL, 2018). Alguns atletas de endurance apresentam, ao longo da vida, aumentos nos escores de cálcio nas artérias coronárias, fibrose miocárdica, disfunção ventricular direita, fibrilação atrial e doença do nó sinusal, e as suas causas e consequências, muitas vezes, são desconhecidas (PARRY-WILLIAMS; SHARMA, 2020; SHARMA et al., 2018).

Assim, a avaliação cardíaca de rotina de atletas deve ser realizada por um médico cardiologista e incluir, inicialmente, a realização de exames como o eletrocardiograma (ECG) e ecocardiograma (ECO) (ALATTAR; MAFFULLI, 2014; HEINRICH et al., 2006; WINKELMANN; CROSSWAY, 2017). Para os atletas com suspeita de doenças cardíacas, a investigação deve também incluir o ECG de esforço e, no caso de resultado inconclusivo, considerar a realização da ecocardiografia sob estresse, de tomografia ou ressonância magnética cardíaca e demais exames que o

médico responsável julgar necessário (ANGELINI et al., 2018; GALDERISI et al., 2015; GRAZIOLI et al., 2017).

Está bem estabelecido que o exercício físico regular é benéfico para a saúde cardiovascular (MYERS, 2003; PEDISIC et al., 2020), no entanto existem preocupações, principalmente na relação de exercício extenuante de alta intensidade e possíveis prejuízos cardíacos (NEUMAYR et al., 2001; PARRY-WILLIAMS; SHARMA, 2020). Este tipo de exercício provoca, em alguns casos, a liberação de biomarcadores cardíacos na corrente sanguínea dos atletas (DONALDSON et al., 2019; RICHARDSON et al., 2018). Os biomarcadores cardíacos são muito usados na medicina para diversos diagnósticos em pacientes, por exemplo, com suspeita de infarto agudo do miocárdio (IAM) (AYDIN et al., 2019; WANG et al., 2020). Entre os diversos biomarcadores, a troponina T cardíaca (cTnT) é a mais utilizada na verificação de lesões miocárdicas, sendo considerada padrão ouro (ARSLAN et al., 2020; KATRUKHA, 2013; MCRAE et al., 2017).

No meio esportivo, muitos estudos têm verificado o comportamento da cTnT após a exposição ao exercício físico, especialmente nas provas de endurance de longa duração (BAKER et al., 2019b; RICHARDSON et al., 2018) e nos treinamentos intermitentes de alta intensidade (DONALDSON et al., 2019; LI et al., 2020; NIE et al., 2018). Embora a maioria destes estudos tenham encontrado alterações na cTnT após a realização dos referidos exercícios, ainda não há consenso sobre os possíveis efeitos deletérios para o sistema cardiovascular (LI et al., 2021; PARRY-WILLIAMS; SHARMA, 2020).

Nesta mesma linha, a creatinofosfoquinase (CK) é uma proteína envolvida no metabolismo muscular e sua concentração no plasma pode ser considerada um marcador de estresse físico (MOGHADAM-KIA; ODDIS; AGGARWAL, 2016). Três isoenzimas de CK de ocorrência natural são encontrados no tecido humano: CK-MM (músculo esquelético), CK-MB (músculo cardíaco) e CK-BB (cérebro) (SCHNEIDER et al., 1995). Assim, a análise da CK e de sua porção CK-MB também estão presentes na lista de exames laboratoriais bioquímicos enzimáticos mais utilizados na rotina para o diagnóstico de IAM (GUZY, 1977; JARROS; JUNIOR, 2014).

A prática de alguns exercícios físicos pode, igualmente, levar a alterações nestes mesmos marcadores (APPLE et al., 1984; CARMONA et al., 2019; NOAKES et al., 1983). Apesar das modificações, sobretudo na CK-MB associada ao exercício físico extenuante, serem semelhantes às encontradas em eventos de IAM com necrose

muscular, as evidências neste sentido após o exercício parecem falsas (LÓPEZ-LÓPEZ; PAREJA-GALEANO, 2018). Índícios sugerem que as mudanças nos níveis de CK-MB podem ocorrer devido à degradação de fibras musculares que também apresentam pequenas concentrações desta enzima (STÄUBLI et al., 1985). Já a respeito da CK total, já está bem consolidado o conhecimento de seu aumento transitório devido à realização de ações físicas esportivas de grande esforço (BRANCACCIO; MAFFULLI; LIMONGELLI, 2007; CERQUEIRA et al., 2020).

Atletas de endurance podem também experimentar modificações hematológicas relacionadas às atividades de treinamentos e competições. Um estudo envolvendo corredores bem treinados investigou o comportamento de variáveis hematológicas após um incremento drástico de cerca de três vezes no volume diário de corrida, e encontrou redução no número de glóbulos vermelhos, hemoglobina e hematócrito, na ordem de 6,5%, 5,1% e 6,7%, respectivamente (RODRIGUES DOS SANTOS, 2018). Já outro estudo, com corredores competidores em nível regional e nacional, especialistas nas distâncias de 10 km e meia maratona, testou e comparou o desempenho de corrida com alterações hematológicas em dois modelos de periodização de treinamento ao longo de 12 semanas, divididos em três etapas de quatro semanas (bloco - alto volume, alta intensidade, taper) vs. (reversa - alta intensidade, alto volume, taper). Apenas o modelo de periodização reversa aumentou a performance de corrida anaeróbica, no entanto os dois programas demonstram ser uma estratégia eficaz para aumentar o desempenho de corrida aeróbica, mantendo os valores hematológicos de eritrócitos, hematócrito, hemoglobina, ferritina, glicose e triglicerídeos (GÓMEZ MARTÍN; CLEMENTE-SUÁREZ; RAMOS-CAMPO, 2020).

Neste contexto, os marcadores hematológicos, CK, lactato desidrogenase e cortisol, também apresentam boa confiabilidade para o monitoramento e gerenciamento de cargas de exercício em atletas (PALACIOS et al., 2015; REICHEL et al., 2020). A relação dos hormônios cortisol e testosterona pode ser usada como indicador de equilíbrio entre anabolismo e catabolismo, entretanto a intensidade e a duração do exercício físico, bem como o número elevado de competições e treinamentos intensos, podem influenciar nesta relação (HACKNEY, 1989; HOUMARD et al., 1990; URHAUSEN; GABRIEL; KINDERMANN, 1995). Existem poucos trabalhos analisando a variação dos parâmetros hematológicos em atletas por longos períodos de tempo e, principalmente, durante toda uma temporada competitiva (BANFI et al., 2011). Acredita-se que o treinamento extenuante, mesmo com aumento considerável de



volume e intensidade em atletas bem treinados, não provoque alterações hematológicas importantes para a saúde (RIETJENS et al., 2005).

O treinamento intervalado de alta intensidade, é uma metodologia de treinamento muito utilizada para melhorar a performance esportiva e também para a melhoria dos parâmetros de saúde (GIBALA et al., 2012). Este modelo de exercício proporciona uma série de modificações e adaptações fisiológicas em seus adeptos (GIBALA; JONES, 2013).

Alguns estudos têm buscado estudar a influência do HIIT nos parâmetros cardíacos e, segundo eles, aparentemente, a maioria das implicações e adaptações são transitórias, tais como: aumento do débito cardíaco (ASTORINO et al., 2017, 2018), melhora da função contrátil do ventrículo esquerdo (HUANG et al., 2019), aumento da variabilidade do intervalo RR (KIVINIEMI et al., 2014), diminuição da pressão arterial (PA) (GARCÍA-SUÁREZ et al., 2020; WAY et al., 2019), aumento da fração de ejeção (TUCKER et al., 2019), entre outros. Este tipo de exercício físico tem sido muito utilizado inclusive em ambientes de reabilitação cardíaca, onde tem se mostrado bastante eficiente (DUN et al., 2019; GUIRAUD et al., 2012; ITO, 2019). Em atletas de endurance de alto nível, o HIIT também induz uma série de adaptações cardíacas, a princípio de padrão saudável e não patológico (SANCHIS-GOMAR et al., 2016).

Em relação ao comportamento hematológico frente ao HIIT, um estudo com homens jovens sedentários mostrou que a porcentagem de hematócrito, valores de hemoglobina, contagem de glóbulos vermelhos, volume celular médio, contagem de plaquetas, contagem total de leucócitos e contagens dos subgrupos de leucócitos, aumentaram imediatamente após o HIIT agudo e seus valores começaram a retornar aos níveis de repouso três horas após o exercício, voltando completamente aos níveis de repouso seis horas após o exercício (BELVIRANLI; OKUDAN; KABAK, 2017). Já um outro estudo, realizado em atletas bem treinados, examinou os efeitos de 11 sessões de HIIT ao longo de 3 semanas nas adaptações hematológicas da massa total de hemoglobina, volume sanguíneo e volume plasmático e seus efeitos no VO<sub>2</sub>máx, e não encontrou alterações em nenhum dos aspectos investigados (MENZ et al., 2015).

Acredita-se que a maioria das adaptações fisiológicas ocasionadas pelo exercício físico, incluindo o HIIT, são benéficas para a saúde humana (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; GIBALA; JONES, 2013). No entanto, neste processo mesmo pequenas alterações, agudas ou crônicas, podem ocasionar desequilíbrios, que, se não corrigidos, podem levar a prejuízos à saúde e perdas progressivas de performance (LEE et al.,

2017b). Assim, torna-se fundamental o acompanhamento de rotina destes parâmetros por atletas e técnicos.

Diante do exposto, a ciência no esporte é de fundamental importância, envolve equipes interdisciplinares de pesquisadores, que estão sempre na busca das melhores estratégias para aprimorar a performance dos atletas, através de metodologias de treinamento inovadoras e, ao mesmo tempo, cuidando da saúde física e mental dos mesmos, a fim de deixá-los capazes de executar e atingir o limite absoluto de suas capacidades (BROCHERIE; BEARD, 2021; HODSON, 2021; LIPPI et al., 2012; PUJALTE; MAYNARD, 2020).

### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 Objetivo geral:**

Analisar os efeitos de um programa de quatro semanas de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) realizado em esteira ergométrica, no desempenho e na saúde de atletas corredores.

##### **3.1.1 Objetivos específicos:**

Avaliar as implicações do programa de HIIT de corrida em esteira ergométrica proposto:

- No desempenho dos corredores ao longo das sessões de HIIT;
- No VO<sub>2</sub> máximo, no T<sub>lim</sub> e na V<sub>pico</sub>;
- No desempenho no teste de 2400m em pista;
- Nas concentrações do lactato sanguíneo;
- Nas variáveis antropométricas;
- Nas variáveis cardiovasculares;
- Nas variáveis hematológicas, bioquímicas e hemodinâmicas.

## **4 MÉTODO**

O presente estudo foi realizado, nas dependências da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), utilizando de suas estruturas físicas e de pessoal, bem como no Centro de Treinamento Danilo Faria (Danilo Faria Assessoria Esportiva Ltda-ME.), local de realização dos testes em esteira ergométrica e das sessões de HIIT (APÊNDICE A). Trata-se de um estudo de campo, experimental, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia, através da plataforma Brasil (CAE:13624419.2.0000.5152) (ANEXO A), e pelo Registro Brasileiro de Ensaio Clínicos (RBR-106tgthm).

### **4.1 Participantes**

Foram convidados para participar, de forma voluntária, atletas treinados na modalidade corrida de rua.

Os critérios de inclusão foram: sexo masculino; ter idade entre 18 e 39 anos; ausência de disfunção tireoidiana e de doenças cardíacas diagnosticadas; ser atleta de corrida de rua, com experiência mínima de 2 anos na modalidade; ter marcas pessoais recentes de até 21 minutos em provas de 5 km; ausência de lesões que os impedissem de cumprir os testes e o treinamento; obtenção de autorização para a prática de exercícios por um cardiologista após exames clínicos; aceitar participar do estudo e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE B).

Já os critérios de exclusão foram: contraindicação por fatores associados a doenças cardíacas; presença de disfunção tireoidiana; lesões que impossibilitassem os treinamentos; duas faltas aos treinamentos ou avaliações; desistência de participar do estudo.

A amostra do estudo foi composta por 11 atletas corredores de provas de corrida de rua, residentes na cidade de Uberlândia-MG. Foram incluídos todos os que aceitaram participar da pesquisa, e atenderam os critérios de inclusão e assinaram o TCLE. O presente estudo seguiu todas as recomendações do comitê de ética em pesquisa com seres humanos, e foi conduzido em conformidade com as recomendações da Declaração de Helsinque (KROCKENBERGER; BRUNS; ZIEGLER, 2014).

### **4.2 Procedimentos de recrutamento dos voluntários**

A seleção dos voluntários foi feita de forma aleatória por conveniência. Observando os resultados das últimas provas de 5 km realizadas na cidade de Uberlândia-MG, foi possível identificar os potenciais voluntários residentes em Uberlândia que atendiam aos critérios iniciais de inclusão do estudo. Em um segundo momento, também foram realizados contatos telefônicos com os treinadores das equipes e assessorias de corrida da cidade, a fim de expor os objetivos da pesquisa, bem como foi solicitada ajuda no sentido de indicação dos atletas com o perfil pretendido para a composição da amostra.

Por telefone, foi formalizado aos corredores o convite para participação no estudo e agendada uma data para esclarecimentos sobre a pesquisa e para a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido em duas vias. Uma das vias do TCLE será arquivada por um período mínimo de cinco anos, com garantia de sigilo dos dados, conforme orientação do comitê de ética.

### **4.3 Projeto piloto**

Antes do início da pesquisa, foi realizado um projeto piloto, a fim de testar e alinhar os passos a serem seguidos durante o estudo experimental. Participaram do processo dois voluntários corredores, sendo um deles o pesquisador principal do estudo, que tem experiência como atleta de corrida de rua. Durante o piloto, foram feitos ajustes necessários aos protocolos estabelecidos e o treinamento para a equipe de colaboradores.

Um ponto importante observado durante o piloto foi o risco de quedas do atleta durante a realização de testes máximos e treinos supramáximos realizados em esteira ergométrica. O risco de quedas poderia levar a graves lesões ou o atleta poderia não atingir seu desempenho máximo por medo de cair.

Assim, após o ensaio piloto, foi desenvolvido um suporte que se acopla à esteira ergométrica, com capacidade de sustentar o atleta no caso de uma queda. Também foi necessário a confecção de um colete de segurança e de uma cinta com regulagem para fazer a ligação do colete vestido no atleta ao suporte. Tais procedimentos são apresentados na Figura 5.

Dando continuidade ao projeto piloto, o segundo voluntário (atleta de corrida de rua), repetiu todos os procedimentos já utilizando o colete acoplado ao suporte da esteira, colocando em prática os ajustes.

Assim, ao final do mês de março de 2020, seria realizada a seleção dos voluntários da amostra, no entanto, este processo precisou ser adiado devido à pandemia de COVID-19, que naquele período já apresentava transmissão comunitária no Brasil (DE, 2020) e chegava à cidade de Uberlândia (MG).

#### **4.4 Tempos de pandemia COVID-19**

Em novembro de 2019, surgiu na cidade de Wuhan, na China, uma doença até então desconhecida, causada por um vírus e inicialmente chamada de Síndrome Respiratória Grave (PERETTO; SALA; CAFORIO, 2020; RAMANATHAN et al., 2020). Posteriormente, descobriu-se que é causada por um coronavírus denominado SARS-CoV-2, e assim recebeu o nome de COVID-19 (MCFEE, 2020; SUN et al., 2020). Este vírus se mostrou altamente contagioso, com o quadro clínico variando de infecções assintomáticas a quadros graves e mortes (SINGHAL, 2020; STASZKIEWICZ; CHOMIAK-ORSA; STASZKIEWICZ, 2020).

A COVID-19 se espalhou rapidamente por diversos países do mundo, o que levou a Organização Mundial da Saúde (OMS) a decretar pandemia de interesse Mundial (PERETTO; SALA; CAFORIO, 2020; SHRESTHA; SHRESTHA, 2020). A partir de então, passou-se a aconselhar a adoção de diversas medidas preventivas, na tentativa de minimizar e controlar o ritmo de disseminação do vírus, em um esforço para não colapsar os sistemas de saúde (EL-GUEBALY, 2020).

Entre as recomendações, uma série de ações de proteção e higiene pessoal (uso de máscara, lavagem das mãos, uso de álcool em gel) passaram a ser utilizadas (ADHIKARI et al., 2020; GÜNER; HASANOĞLU; AKTAŞ, 2020). Os serviços de saúde foram orientados a suspender temporariamente os atendimentos de rotina ou de menor complexidade e priorizar apenas os casos graves de urgência e emergência, a fim de concentrar esforço para atendimentos aos casos de COVID-19 (MEREDITH; HIGH; FREISCHLAG, 2020). Também foi sugerido aos governantes a adoção de medidas de distanciamento social e, neste sentido, muitas cidades restringiram a circulação de pessoas e o funcionamento de estabelecimentos, mantendo apenas atividades e serviços

considerados essenciais (EL-GUEBALY, 2020; GÜNER; HASANOĞLU; AKTAŞ, 2020; TESLYA et al., 2020).

As atividades esportivas e de exercícios físicos não foram classificados como serviços essenciais. Assim, eventos e competições esportivas foram cancelados ou adiados, e os clubes, parques e academias fechados (EVANS et al., 2020; GRANT; LAHORE; ROCKWELL, 2020; HAGEN et al., 2020; JUKIC et al., 2020; PILLAY et al., 2020; SCHEER et al., 2021; SERAPHIN, 2021; WONG et al., 2020).

#### **4.4.1 Adaptações metodológicas frente à pandemia de COVID-19**

Diante da realidade imposta pela COVID-19, foram necessárias algumas adequações na logística do presente estudo. Após a finalização do projeto piloto, no final do mês de março de 2020, os pesquisadores pretendiam de imediato iniciar a pesquisa, mas diante dos desafios e incertezas da pandemia, foi preciso repensar a programação visto que, para a realização do experimento proposto pela pesquisa, seria necessária a utilização das dependências do Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia (HC/UFU) para a realização de exames, do campus da Faculdade de Educação Física da UFU (FAEFI-UFU) para os testes de pista e de espaço de academia para a realização dos testes e treinamentos. Estes espaços, naquele momento, não podiam ser utilizados para os fins pretendidos, devido às restrições frente à pandemia.

No final do mês de agosto, a pandemia apresentou um momento de maior controle e, assim, iniciou-se o processo de reabertura das academias na cidade de Uberlândia (MG). Também já era possível a utilização das dependências do HC/UFU para procedimentos de rotina. Neste contexto, os pesquisadores visualizaram a possibilidade de iniciar a pesquisa. No decorrer do mês de setembro foi realizada a seleção dos primeiros voluntários e, posteriormente, no dia 02 (dois) de outubro de 2020, efetivada a inclusão e iniciado o protocolo de pesquisa

Todos os atletas voluntários participantes da pesquisa mantiveram as rotinas de treinamento de corrida durante a pandemia, bem como a participação nas competições de corridas virtuais (WATTANAPISIT et al., 2020), um tipo de prova que tornou-se bastante comum durante a pandemia.

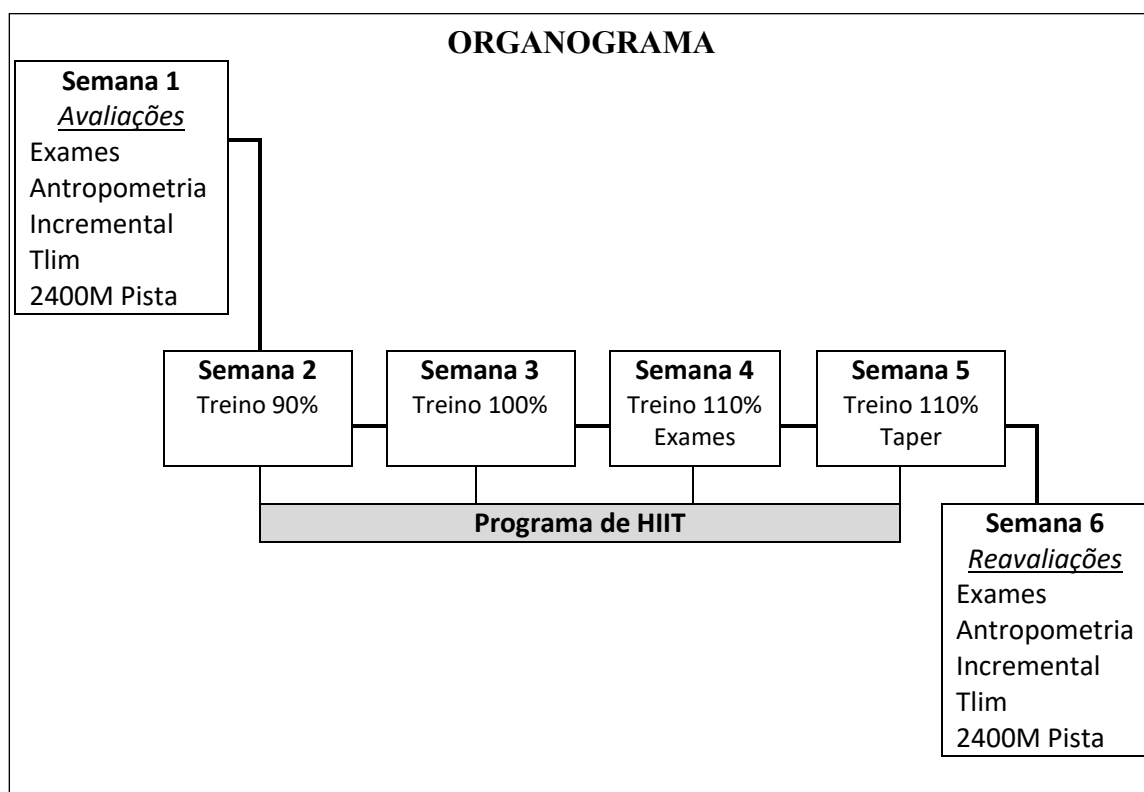
Para o desenvolvimento da pesquisa foram adotados protocolos de proteção para evitar a transmissão e contágio do COVID-19. Os testes e sessões de treino foram

realizados por agendamento com no máximo dois voluntários e dois pesquisadores no mesmo horário e local. Foram utilizados termômetro digital, tapete sanitizador, higienização das mãos com água e sabão, bem como uso de álcool em gel; foi mantido o distanciamento social sempre que possível, uso de máscara de proteção facial por todos (exceto o atleta no momento da corrida), uso de garrafa de água e toalha individuais. Foi realizada a limpeza do local e higienização do espaço e dos equipamentos após cada coleta (GENTIL et al., 2020; HAGEN et al., 2020; SUD, 2020).

#### 4.5 Desenho esquemático do protocolo experimental

O protocolo experimental teve duração de seis semanas. A primeira semana e a última foram destinadas aos testes e avaliações. O HIIT teve duração de quatro semanas, com ajustes na intensidade do estímulo a cada semana, conforme Figura 1.

**Figura 1: Desenho esquemático do protocolo experimental**



Treino 90% = Treino a 90% da Vpico - Treino 100% = Treino a 100% da Vpico - Treino 110% = Treino a 110% da Vpico - Tlim - Teste Tempo Lime - 2400M Pista = Teste de 2400 metros contrarrelógio na pista.  
Referência: *Banco de dados do autor.*



## **5 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÕES**

Foram organizados pelos pesquisadores encontros com os atletas que se enquadraram nos critérios de inclusão e se prontificaram a ser voluntários no estudo. Nos encontros foram formalizados, verbalmente, os convites para a participação na pesquisa e esclarecidas eventuais dúvidas. Em seguida foi solicitada a assinatura do TCLE e o preenchimento do questionário social, esportivo e clínico-fisiológico, e também do questionário de prontidão para atividade física (PAR-Q). Oportunamente aproveitou-se o momento para o agendamento e repasse das orientações para os exames clínicos e laboratoriais, além das avaliações físicas. Foi solicitado aos indivíduos que abstivessem da ingestão de álcool por todo período do estudo. Os voluntários também foram orientados a evitar exercícios extenuantes por um período mínimo de 24 horas, antes das atividades propostas pelo experimento.

### **5.1 Questionário social, esportivo e clínico fisiológico**

As informações sociais, clínicas e esportivas dos voluntários da pesquisa foram obtidas através de um questionário elaborado e aplicado pelos pesquisadores antes do início do protocolo de treinamento (APÊNDICE C).

O questionário foi composto por perguntas sobre: dados pessoais dos voluntários (sexo, idade, escolaridade, profissão, número de refeições diárias); dados esportivos (iniciação no esporte, principal modalidade praticada, tempo de prática, número de sessões e horas de treinos semanais, realização de exercícios complementares, orientação profissional, objetivo primário e secundário do treinamento, número de competições anuais, distância de corrida preferida, melhor tempo de performance nos 5 km, experiência com treinamento de corrida em esteira e se realizam treinamento intervalado de HIIT) e informações clínicas e fisiológicas (presença de doenças crônicas, checkup de saúde, horas de sono por noite, lesões esportivas, uso de medicação, acompanhamento nutricional, uso de suplementos).

#### **5.1.1 Questionário PAR-Q**

Todos os voluntários responderam ao questionário PAR-Q (ANEXO B), com intuito de identificar prováveis restrições à prática de atividade física (ADAMS, 1999;

THOMAS; READING; SHEPHARD, 1992). Caso alguém respondesse de forma positiva à uma das perguntas do PAR-Q, o voluntário somente seria incluído no estudo após avaliações aprofundadas e posterior liberação por um médico cardiologista.

## **5.2 Exames clínicos e laboratoriais**

Os voluntários fizeram ECG e Ecocardiograma antes da intervenção com HIIT, como critério de liberação para a participação, e após o HIIT, afim de identificar possíveis adaptações provenientes do treinamento (PANHUYZEN-GOEDKOOOP; JØRSTAD; SMEETS, 2018).

### **5.2.1 Eletrocardiograma**

O eletrocardiograma (ECG) foi realizado no laboratório de pesquisa clínica no HC-UFU, através de um eletrocardiógrafo digital, marca TEB de 12 derivações simultâneas (São Paulo, SP, Brasil). O ECG foi laudado por um médico cardiologista, seguindo as recomendações internacionais para interpretação eletrocardiográfica em atletas (SHARMA et al., 2018; (GRAZIOLI et al., 2015).

### **5.2.2 Ecocardiografia**

A ecocardiografia (ECO) foi realizada no HC-UFU, por um médico cardiologista, através de um aparelho de Ultrassom marca Philips modelo Affiniti 70® - (Bothell, WA, USA). Os exames foram feitos de acordo com os parâmetros contidos nas recomendações da European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI) (LANG et al., 2015).

### **5.2.3 Exame de sangue**

Os testes hematológicos e bioquímicos foram propostos a fim de monitorar o estado de saúde e os efeitos das cargas de treinamento nos voluntários (PEDLAR; NEWELL; LEWIS, 2019; (NIKOLAIDIS et al., 2003).

Os exames de sangue foram realizados em três momentos distintos. Uma primeira coleta ocorreu antes do início do HIIT, uma segunda coleta após a sessão dois

de HIIT na intensidade de 110% da Vpico, semana 4 de intervenção, e uma terceira coleta após o final do HIIT. A primeira e a terceira coletas e análises de sangue foram realizadas no laboratório de análises clínicas do HC/UFU, no período da manhã (7:00h às 8:30h), com os participantes em jejum de 8 horas.

Já a segunda coleta de sangue, foi realizada na semana 4 e foi realizada no centro de treinamento em que aconteceu a intervenção, logo após o final da segunda sessão de treino na intensidade 110% da Vpico, também no período da manhã (7:00h às 8:30h), com os atletas em desjejum. As amostras foram armazenadas e transportadas de imediato para serem analisadas no laboratório de análises clínicas do HC/UFU.

As coletas de sangue aconteceram pelo procedimento a vácuo, utilizando agulha múltipla 32x88mm 21G 1 ¼ BD Vacutainer® (Curitiba/PR, Brasil), adaptada em um suporte, chamado de canhão, em que foram colocados tubos específicos, com vácuo, e assim realizado a punção venosa. Foram coletados 9,0 ml de sangue venoso total, divididos em dois tubos BD Vacutainer® (Curitiba/PR, Brasil), sendo, 4,0 ml de sangue em 01 tubo EDTA/K2 e 5,0 ml de sangue em 01 tubo SST™.

Todas as coletas foram realizadas por profissionais devidamente treinados e capacitados, seguindo as orientações padrão para coleta, armazenamento e preparação de células sanguíneas humanas (ANDRIOLO et al., 2014; DAGUR; MCCOY, 2015; MCCOY, JR., 1997).

#### **5.2.4 Exame hematológico**

A realização do hemograma utilizou o método de citometria de fluxo, através de um aparelho analisador marca SYSMEX modelo XN-3000 (Bornbarch 1, Norderstedt, Germany). Foram utilizados os reagentes Lysercell™ WNR, Lysercell™ WDF, CELLPACK™, SLS SULFOLYSER™ (São José dos Pinhais, PR, Brasil) e Fluorocell™ WNR, Fluorocell™ WDF (Wakinohama-Kaigandori, Chuo-ku, Japan), todos da marca SYSMEX.

As análises hematológicas processadas pelo presente estudo incluíram a contagem de hemácias, de hemoglobina, de hematócrito, de leucócitos, de linfócitos e de plaquetas e a concentração de neutrófilos segmentados.

#### **5.2.5 Exames laboratoriais**

O exame de hemoglobina glicada foi realizado através de um aparelho analisador marca Bio-Rad Laboratories, modelo D-10 Hemoglobin Testing System (Hercules, Califórnia, Estados Unidos), abastecido com reagente Bio-Rad D-10 Dual Program Reirder Pack 220-0201 (Lagoa Santa, MG, Brasil).

Os demais exames laboratoriais do sangue foram realizados através de um aparelho analisador marca Roche Diagnostics modelo cobas® c 501 (Rotkreuz, Switzerland). Entretanto, cada exame utilizou métodos e reagentes específicos, do mesmo fabricante do aparelho analisador:

- *Glicose* – método enzimático-hexoquinase, reagente GLUC3 Glucose HK Gen.3;
- *Transaminase Glutâmico Oxalacética (TGO)* – método colorimétrico enzimático-IFCC, reagente AspartateAminotransferase ativado;
- *Transaminase Glutâmico Pirúvica (TGP)* – método colorimétrico-enzimático-IFCC, reagente ALTL - AlanineAminotransferase;
- *Creatinofosfoquinase (CPK)* – método teste UV, reagente CreatineKinase;
- *Creatinofosfoquinase-MB-Massa (CPK)* – método eletroquimioluminescência (ECLIA), reagente Creatine-Kinase-MB;
- *Dosagem de Troponina T* – método eletroquimioluminescência (ECLIA), reagente ElecsysTroponin T hs;
- *Proteína C Reativa (PCR)* – método imonoturbidimétrico, reagente CRPL3 - C-Reactive Protein Gen. 3;
- *Creatinina Sangue* – método colorimétrico-jafé, reagente CREJ2 - CretinineJafféGen 2;
- *Ureia Sangue* – método cinético Urease e GlutamatoDesidrogenase, reagente Ureal - Urea/BUN;

### 5.2.6 Exames hormonais

As dosagens hormonais foram feitas através de um aparelho analisador marca Roche Diagnostics modelo cobas® e 601 (SandhoferManheim, Alemanha). Cada exame utilizou métodos e reagentes específicos, do mesmo fabricante do aparelho analisador:

- *Dosagem Testosterona* – método eletroquimioluminescência (ECLIA), reagente ElecsysTestosterone II;

- *Cortisol Sanguíneo* – método eletroquimioluminescência (ECLIA), reagente Elecsys Cortisol II;
- *Hormônio Tireotrófico (TSH)* – método eletroquimioluminescência (ECLIA), reagente Elecsys TSH.

### 5.2.7 Exame de urina

Os voluntários realizaram exames de urina, em dois momentos: pré-intervenção e pós-intervenção. As coletas e análises de urina aconteceram no laboratório do HC/UFU, no período da manhã (7:00 h às 8:30 h), com os sujeitos em retenção urinária mínima de 2 horas. Os indivíduos foram orientados a desprezar o primeiro jato de urina, e, em seguida, colher cerca de 20 ml de urina no frasco específico.

O exame de urina tipo 01 (EAS) foi realizado através de um aparelho analisador marca SIEMENS, modelo Clinitek Advantus<sup>TM</sup>, equipado com tiras reativas Multistix® 10 SG SIEMENS (Tarrytown, NY, Estados Unidos).

### 5.3 Avaliações físicas

As avaliações tiveram o objetivo de verificar a condição física e de performance dos atletas e ocorreram em dois momentos distintos, antes e após o HIIT, nas semanas 1 e 6. Foram realizados os seguintes testes e avaliações e mantidas as respectivas ordens de aplicação:

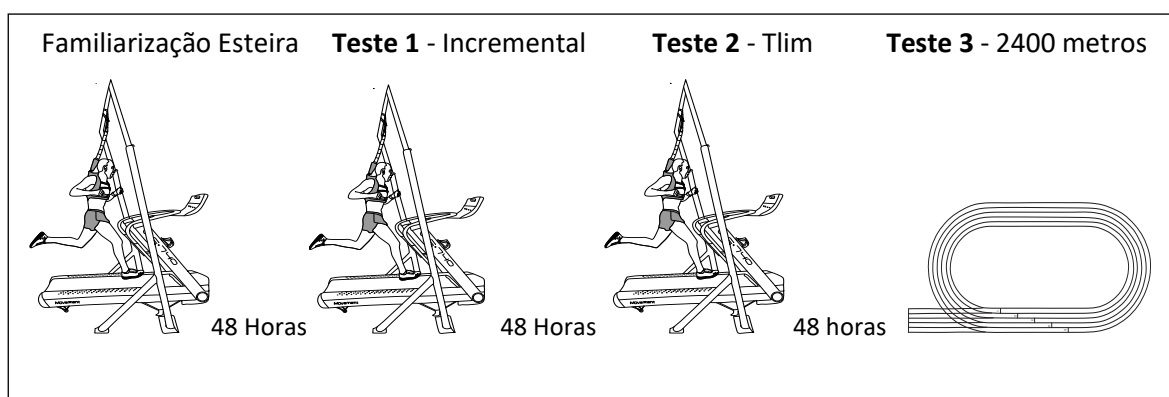
1. Medidas antropométricas (peso, altura e dobras cutâneas);
2. Teste incremental na esteira (VO<sub>2</sub> máximo indireto, V<sub>pico</sub>, frequência cardíaca, lactato sanguíneo);
3. Teste de tempo no limiar anaeróbio - T<sub>lim</sub> (tempo máximo de permanência na V<sub>pico</sub>, frequência cardíaca, lactato sanguíneo);
4. Teste de corrida de 2400 metros na pista (tempo de performance, frequência cardíaca, lactato sanguíneo).

As medidas antropométricas foram realizadas no mesmo dia e anterior à realização do teste incremental na esteira. Na semana 1, os corredores também foram submetidos a um protocolo de familiarização da corrida na esteira. A sequência e os intervalos de tempo entre os testes estão apresentados na figura 2.

Os sujeitos foram orientados a evitar atividades físicas extenuantes 24 horas antes dos testes, apenas consumir refeições leves duas horas antes e a não ingerir bebidas com conteúdo de cafeína ou álcool. Assim, nas semanas 1 e 6, foi solicitado aos voluntários dedicação exclusiva aos testes, com a não realização de qualquer outra atividade de treinamento físico.

Para a realização dos testes de corrida, os atletas foram instruídos a usar trajes apropriados para a prática. Antes de iniciá-lo, os voluntários realizaram um aquecimento livre de 10 minutos de corrida (CAPUTO; DENADAI, 2004).

**Figura 2: Ordem e intervalos de aplicação dos testes de corrida**



*Figura ilustrativa dos testes realizados e do intervalado de dois dias entre os protocolos. Referência: Banco de dados do autor.*

### 5.3.1 Protocolo de familiarização da corrida na esteira

Antes da aplicação dos testes e do treinamento, todos os voluntários foram submetidos a um protocolo de familiarização de corrida na esteira (LINDORFER; KRÖLL; SCHWAMEDER, 2020). A familiarização consistiu de nove minutos de corrida, divididos em três estágios de três minutos (FRAGA et al., 2014). Foram utilizadas intensidades progressivas e estabelecidas as velocidades de 10, 11 e 12km/h.

Foi estipulado um intervalo mínimo de 48 horas entre a familiarização e a realização do teste incremental na esteira.

### 5.3.2 Teste incremental na esteira

O teste incremental foi realizado em uma esteira ergométrica da Marca Movement, Modelo E.740, com capacidade de corrida até 25 km/h e de inclinação de -

5% a 15%. Após o aquecimento, o teste iniciou-se na velocidade de 10 km/h, foi realizado incremento de 1 km/h a cada 2 minutos, sem pausas entre os estágios. Os atletas foram instruídos e encorajados verbalmente a se manterem em exercício pelo maior tempo possível, até atingirem a exaustão (CHANG et al., 2020; SANTANA et al., 2010). A inclinação da esteira foi mantida em 1% durante todo o teste (JONES; DOUST, 1996).

A Velocidade máxima ( $V_{\text{máx}}$ ) foi calculada pela equação de correção para estágios incompletos, proposta por Kuipers H et al., 2003, também descrita no estudo de Arantes et al., 2017.

$$V_{\text{máx}} = V_{\text{completa}} + t/T \times V_{\text{incrementada}}$$

Onde: t é o tempo (segundos) sustentado durante o estágio incompleto, T é o tempo total (segundos) estabelecido para o estágio completo (120 segundos) e  $V_{\text{incrementada}}$  é a velocidade incrementada a cada estágio (1 km).

O VO2 máximo foi calculado de forma indireta através da fórmula proposta pela ACSM (2007) (GLASS S, 2007; KOUTLIANOS et al., 2013):

$$\text{VO2máx} = (0.2 \times \text{velocidade}) + (0.9 \times \text{velocidade} \times \text{inclinação}) + 3,5$$

Onde: a inclinação foi igual a 1%, a velocidade máxima em quilômetros por hora (km/h) obtida no teste incremental, foi denominada de  $V_{\text{pico}}$ .

### 5.3.3 Avaliação do Tlim na $V_{\text{pico}}$

A avaliação do Tlim teve início após um aquecimento livre de 10 minutos de corrida na esteira. Em seguida, a velocidade da esteira foi aumentada até atingir a  $V_{\text{pico}}$  do avaliado - obtida previamente através do teste incremental. Após comando do avaliador, o voluntário entrou na esteira já na  $V_{\text{pico}}$  e iniciou-se simultaneamente a contagem do tempo que o atleta permaneceu em esforço até a exaustão.

Durante a avaliação do Tlim os participantes foram encorajados verbalmente a se manterem em exercício pelo maior tempo possível. Foi considerada exaustão voluntária quando o avaliado apertou o botão de segurança ou deixou a esteira com as mãos apoiadas sobre corrimão (CAPUTO; DENADAI, 2004).

O resultado do Tlim foi o tempo total de esforço mantido na Vpico, expresso em minutos e segundos. A distância em metros percorrida durante o teste foi determinada pela equação:

$$\frac{\text{Velocidade (em km/h)} \times \text{Tempo (em segundo)}}{3,6} = \text{Distância}$$

### 5.3.4 Teste de corrida de 2400 metros na pista

O teste de corrida de 2400 metros teve como objetivo verificar o desempenho máximo dos atletas voluntários na referida distância e foi realizado em uma pista de 200 metros com piso asfáltico, localizada no interior do campus da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia da Universidade Federal de Uberlândia. Para a realização dos testes, utilizou-se a raia de número dois, pois a mesma tem exatos 200 metros. Assim foi possível realizar o início e o final da corrida no mesmo ponto, sendo necessárias 12 voltas completas para percorrer a distância de 2400 metros. A corrida foi realizada no sentido anti-horário.

Os tempos foram aferidos volta a volta por um avaliador treinado, através de um cronômetro digital da marca Vollo modelo VL-510 (Importado por Vollo Brasil, fabricado na China). Para calcular o VO<sub>2</sub> máximo foi utilizada a fórmula adaptada de Cooper, 1968, através da equação publicada no estudo de Santos, 2012:

$$\text{VO}_{2\text{Máximo}} = \frac{(\text{D} \times 60 \times 0,2) + 3,5 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}}{\text{Tempo em segundos}}$$

Onde: D = distância (m); sendo distância = 2400 metros

## 6 MEDIDAS, MENSURAÇÕES E MATERIAIS

### 6.1 Antropometria

A medidas antropométricas foram realizadas em uma sala de avaliação física, todas realizadas com o atleta em repouso, no mesmo dia e anterior à realização do teste incremental na esteira.



Para a determinação da composição corporal dos voluntários, foram coletadas as medidas antropométricas de estatura (ES), com unidade de medida de 0,1 cm e massa corporal (MC), com unidade de medida de 0,05 kg, através de uma balança eletrônica acoplada com um estadiômetro, marca Prix Toledo modelo 2098PP (São Bernardo do Campo, SP, Brasil). O cálculo do índice de massa corporal (IMC) foi feito através da fórmula:  $[\text{Peso Corporal (kg)} / \text{Altura}^2(\text{m})]$ .

Também foram medidas as dobras cutâneas (subescapular, supra-íliaca, tricipital, peitoral, axilar média, abdominal e coxa), para obtenção do percentual de gordura, segundo o protocolo de sete dobras de Jackson & Pollock, 1978. Foi utilizado um adipômetro científico, com sensibilidade de 0,1 mm, amplitude de leitura 85 mm e pressão de 10g/mm<sup>2</sup>, marca Cescorf (Porto Alegre, RS, Brasil) (OKANO et al., 2008).

Todas as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador, utilizando-se do mesmo adipômetro. As dobras cutâneas foram pinçadas com o dedo polegar e indicador, do lado direito do corpo do atleta; foram feitas três medidas no mesmo local e usado o valor da média.

A densidade corporal foi obtida através da fórmula de Jackson & Pollock, 1978:  $\text{Densidade corporal} = [1.112 - 0.00043499 \times (\sum 7 \text{ dobras}) + 0.00000055 \times (\sum 7 \text{ dobras})^2 - 0.00028826 \times (\text{idade})]$ .

Para converter a densidade corporal em percentagem de gordura corporal, foi utilizada a equação proposta por (SIRI, 1961):  $\% \text{ gordura} = [(4,95/\text{densidade corporal}) - 4,50] \times 100$ . Todas as avaliações antropométricas foram realizadas antes e após as quatro semanas de HIIT.

### **6.1.1 Verificação do peso corporal**

A verificação do peso corporal dos voluntários foi feita pré e pós a atividade de corrida, nos dias dos treinamentos de HIIT na esteira. Foi utilizada uma balança digital marca WISO modelo W835 (Crivitta Diagnóstica Ltda., São José, Santa Catarina, Brasil).

### **6.1.2 Mensuração da pressão arterial**

A pressão arterial dos atletas foi avaliada em dois momentos distintos: repouso e pós-corrida, em todos os testes e sessões de HIIT realizados na esteira e também nos

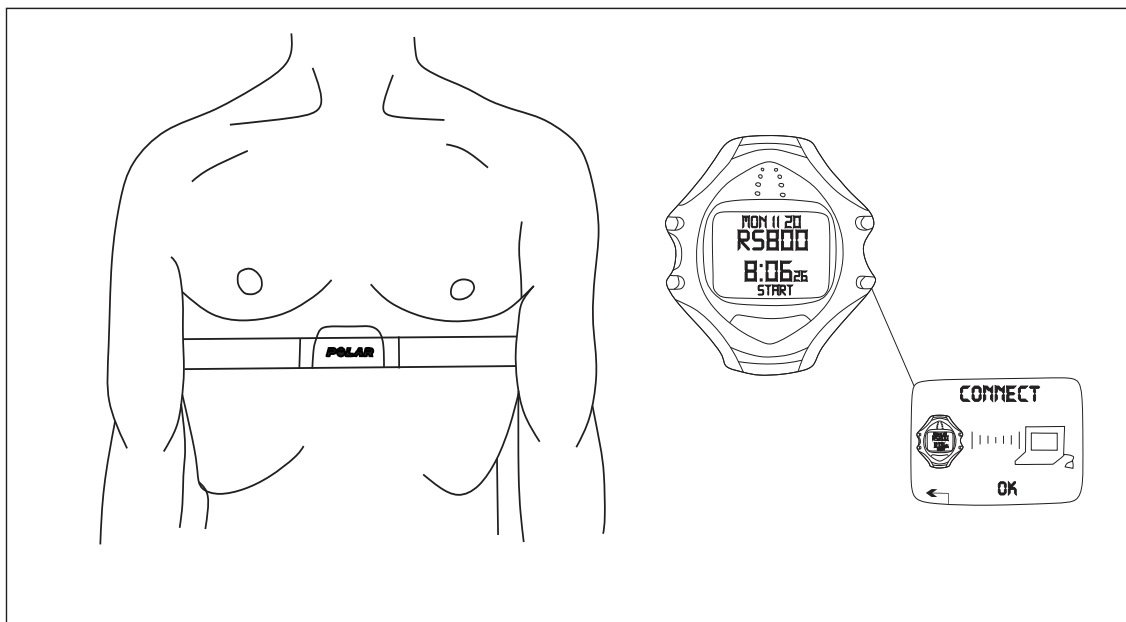
testes de 2400m na pista. Para a mensuração da PA em repouso, os voluntários permaneceram sentados e em silêncio por 02 minutos, já a aferição pós-corrída foi realizada nos 02 minutos subsequentes à finalização da corrida, também com o atleta sentado.

Foi utilizado um monitor portátil de pulso automático, calibrado e validado (TAKAHASHI; YOKOI; YOSHIKA, 2013) (Omron® - RS6 - HEM-6221-E, Shimogyo-ku, Kyoto, Japão). O mesmo foi colocado no pulso esquerdo do voluntário para aferir a PA sistólica (PAS) e a PA diastólica (PAD) em todas as avaliações e intervenções de corrida.

### 6.1.3 Frequência cardíaca

A frequência cardíaca foi monitorada em todos os testes e nas sessões de treinamentos de HIIT na esteira, através de um relógio frequencímetro, equipado com fita torácica POLAR® modelo RS800cx (Polar, Kempele, Finlândia) (frequência de gravação: 1000Hz). Os dados foram gravados no relógio e exportados através do dispositivo infravermelho adaptador Polar IrDA USB, para o programa POLAR PROTRAINER 5™, instalado nos computadores dos pesquisadores (ESSNER et al., 2013; VASCONCELLOS et al., 2015; WILLIAMS et al., 2017b), figura 3.

**Figura 3** Frequencímetro POLAR® modelo RS800cx



*Ilustração da cinta torácica e do relógio monitor cardíaco, bem como da interface com o software para transferência dos dados.*

#### **6.1.4 Análise do lactato sanguíneo**

As medições do lactato no sangue foram feitas antes e imediatamente após os testes: incremental na esteira; Tlim na esteira; teste de 2400 metros na pista; e também na segunda sessão de treinamento de HIIT na esteira, na intensidade 110% da Vpico. As coletas foram realizadas por meio da perfuração do dedo indicador direito através de uma caneta lancetadora equipada com lancetas descartáveis, ambas da marca G. TECH (Tianjin Huahong Technology, Tianjin, China). Para a análise do sangue foi utilizado um Lactímetro Accutrend® Plus system portátil (Roche Diagnostics, Mannheim, Alemanha) e tiras testes BM-Lactate (Roche Diagnostics, Mannheim, Alemanha).

Os voluntários permaneceram sentados durante a coleta, utilizou-se algodão e álcool para assepsia, foi feito o descarte da primeira gota de sangue (NUNES et al., 1998). Todas as coletas foram realizadas pelo mesmo pesquisador, devidamente habilitado para a coleta (BALDARI et al., 2009).

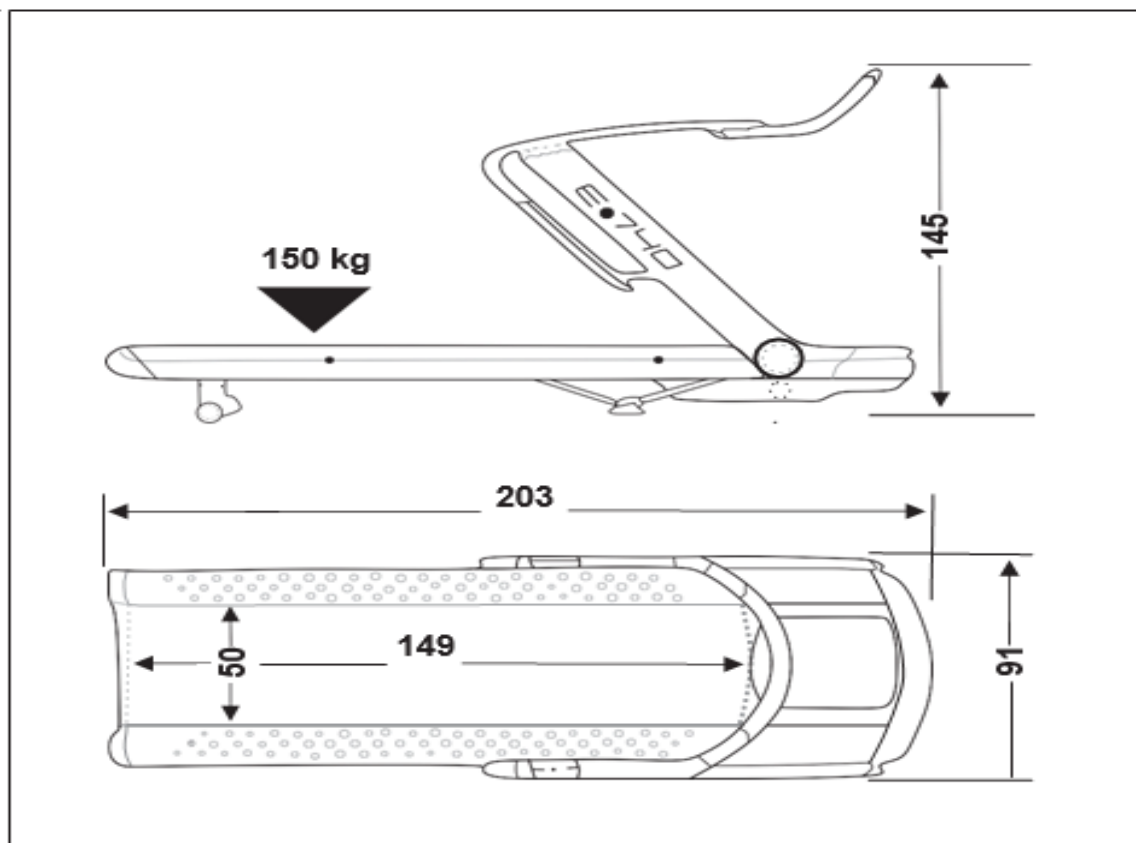
#### **6.1.5 Esteira**

Para a aplicação dos testes Incremental e Tlim e dos treinamentos de HIIT propostos, foi utilizada uma esteira da Marca Movement, Modelo E.740 (Pompéia - São Paulo, Brasil), com velocidade máxima de 25 km/h e capacidade de inclinação de -5% a 15%. De acordo com as especificações técnicas do fabricante da esteira, a área útil da manda é de 149 cm x 50 cm (Comprimento x Largura), a altura do painel em relação ao solo é de 145 cm, e o peso máximo suportado é de 150 kg, conforme ilustrado na figura 4.

Ao longo de todo o processo da pesquisa a esteira passou por manutenção preventiva semanalmente, onde era verificado o funcionamento geral da mesma, e cuidados especiais com o ajuste e lubrificação da lona.

A esteira foi mantida com 1% de inclinação para todos os testes e treinos, condição que reflete mais precisamente o custo energético da corrida em ambientes abertos (JONES; DOUST, 1996).

**Figura 4 - Esteira Movement modelo E.740**



*Ilustração da esteira utilizada no estudo*

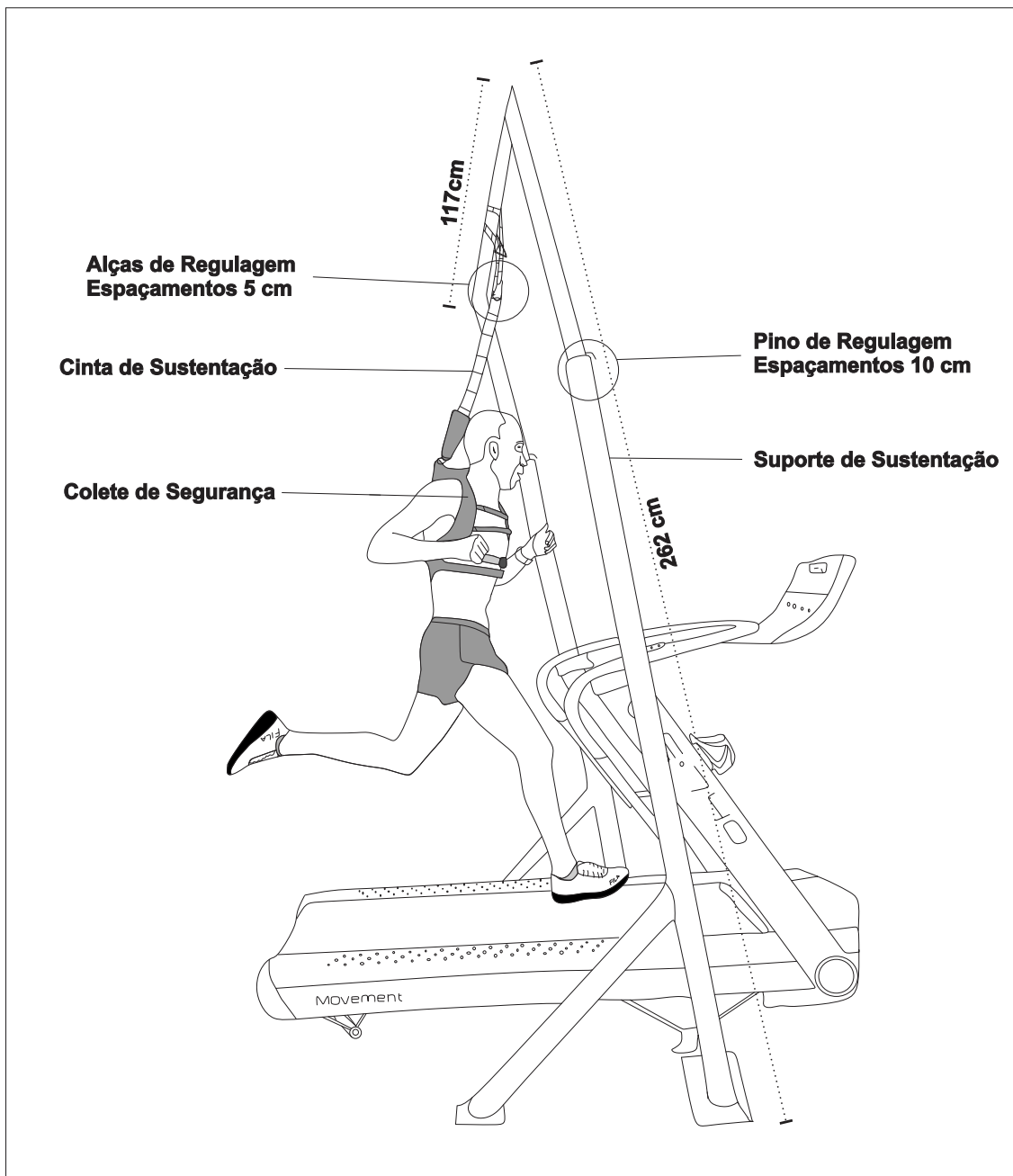
### **6.1.6 Suportes de segurança para corrida de alta intensidade na Esteira**

Visando a segurança dos atletas voluntários durante a realização dos testes e das sessões de treino, foi desenvolvido um equipamento de proteção, minimizando os riscos de uma queda. O equipamento é composto por um suporte de sustentação acoplado à esteira e fixo no solo, um colete de segurança vestido no atleta e uma cinta de sustentação com o objetivo de realizar a ligação do colete ao suporte (Figura 5).

O suporte foi construído utilizando tubos de aço e na fabricação do colete, utilizou-se fita de poliéster, espuma revestida em tecido, quatro meias argolas de metal niquelado, fita velcro macho/fêmea, linha de costura de nylon extraforte. Para fazer a ligação do colete vestido ao atleta ao suporte foi utilizada uma cinta de sustentação, também feita em fita de poliéster e linha de nylon extraforte, bem como dois mosquetões para a ancoragem.

Todos os equipamentos foram testados e ajustados antes do início da pesquisa com os voluntários.

**Figura 5 - Suportes de segurança para corrida na esteira**



*Figura ilustrativa dos suportes de segurança desenvolvidos. Referência: Banco de dados do autor.*

## 7 PROTOCOLO DE TREINAMENTO

O protocolo de treinamento foi desenvolvido baseado nos princípios científicos do treinamento intervalado de alta intensidade (BILLAT, 2001a; BILLAT et al., 2001; BLONDEL et al., 2001; GIBALA, 2007; GILLEN; GIBALA, 2014).

O treinamento foi realizado em esteira ergométrica, teve duração total de quatro semanas, com duas sessões de treino semanais, separadas por um intervalo de 72 horas. A intensidade do treino foi individualizada a partir da  $V_{pico}$  obtida no teste incremental realizado previamente e foi estabelecida em 90% da  $V_{pico}$  para a primeira semana, 100% da  $V_{pico}$  na segunda semana e 110% da  $V_{pico}$  na terceira e quarta semanas. Os estímulos tiveram duração de 1 minuto, seguidos de um intervalo ativo de 1 minuto a 50% da  $V_{pico}$ , e foram realizados até a exaustão voluntária nas três primeiras semanas, com um limite de tempo de 90 minutos para interrupção do treino. Na quarta semana, “Semana *Taper*”, foram feitos a 50% da média individual do número de estímulos realizados nas duas sessões da semana 3.

Antes do início de cada sessão de treinamento realizou-se aquecimento livre, de 5 a 10 minutos. Ao término desta etapa foi concedido um intervalo de 2 a 5 minutos, para que os voluntários pudessem se hidratar, usar o banheiro, entre outros procedimentos. As mudanças de velocidades na esteira foram realizadas de forma manual por um avaliador devidamente treinado. Para calcular as velocidades a serem empregadas nos treinamentos de HIIT foi utilizada a equação:  $V_{HIIT} = (\% \text{ Intensidade}) V_{pico}$ .

Os voluntários foram orientados a realizar adequações nas planilhas de treino. Para as atividades de corrida realizadas além das duas sessões de HIIT, um dia de folga ao longo da semana e, nas demais sessões, realização de corrida contínua com intensidade de moderada a baixa ( $\leq 75\% V_{pico}$ ) e tempo total menor que 1 hora e 30 minutos por sessão, alcançando volume máximo da quilometragem semanal de até 90 km.

## 8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o cálculo amostral foi utilizado o Software G Power (FAUL et al., 2009), versão 3.1.9.4, com os seguintes parâmetros: detectar um tamanho de efeito de 1,0 na variável tempo do teste de pista de 2.400 metros, com poder de teste de 0.80 e nível de significância de  $p < 0,05$ .

Para determinar quais testes estatísticos seriam utilizados, foi realizado previamente o teste de Shapiro-Wilk, a fim de verificar a normalidade dos dados. O resultado do teste informou que os dados apresentaram o pressuposto da normalidade. A estatística descritiva foi usada para resumir, organizar e apresentar os dados sociais,

clínicos e esportivos dos voluntários (foram selecionadas as medidas de tendência central e dispersão - média e desvio padrão).

Para a comparação de pares em variáveis contínuas nas amostras independentes, foi realizado o teste “t” de Student. Já para as comparações entre variáveis contínuas em amostras pareadas, ou seja, em que o dado foi coletado em tempos diferentes, foi utilizado o teste “t” de Student para amostras pareadas.

Nas comparações entre variáveis contínuas em amostras independentes com 3 ou mais variáveis, foi realizada a análise de variância (ANOVA). Para as comparações de 3 ou mais variáveis pareadas, foi utilizado o modelo linear generalizado (MLG). Tanto na ANOVA, quanto no MLG foi utilizado o pós-teste de Tukey para determinar entre quais variáveis as diferenças se localizavam.

Com o objetivo de verificar a associação entre as variáveis de intensidade (%) da Vpico (variável dependente) e a quantidade de estímulos máximos nas sessões de treino (variável independente), foi utilizado o teste de regressão linear simples.

Todos os dados foram sumarizados no programa *Microsoft Excel*® 2016 e transportados para o *Software Statistical Package for the Social Sciences for Windows-version 23.0(SPSS)* para análise estatística.

Para todos os testes estatísticos, o nível de significância foi de  $p < 0,05$ .

## 9 RESULTADOS

Participaram e concluíram todas as etapas do estudo 11 voluntários do sexo masculino, sendo todos atletas treinados da modalidade corrida de rua. Um voluntário precisou ser excluído no início do protocolo por motivo de lesão muscular não relacionada à pesquisa que ocorreu após sofrer uma queda de bicicleta e não conseguir se recuperar em tempo hábil.

Todos os participantes relataram, no momento da inclusão no estudo, estarem em atividade de treinamento de corrida e livres de lesões. Também afirmaram desconhecerem a presença de qualquer tipo de doenças crônicas e relataram a não utilização de medicamentos de uso contínuo. Quanto ao consumo de suplementação alimentar, 72,73% (oito voluntários) citaram que fazem uso dela, (sete) 63,64% disseram receber orientação e acompanhamento nutricional. Informações sobre o perfil antropométrico, horas de sono, refeições diárias, escolaridade e acompanhamento de saúde dos voluntários são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1 - Características gerais dos participantes**

<b>Dados Pessoais</b>					
	Idade (anos)	Peso (kg)	Altura (cm)	Horas de Sono Noite	Número de Refeições Diárias
<b>Média</b>	31,09	65,40	176,00	6,55	5,18
<b>DP (±)</b>	5,79	9,20	0,06	1,21	1,25
<b>Escolaridade</b>			<b>Checkup Anual de Saúde</b>		
<b>Ensino Médio</b>	9,1% (1)		Sim	63,64% (7)	
<b>Superior Incompleto</b>	9,1% (1)		Não	36,36% (4)	
<b>Superior Completo</b>	81,8% (9)				

*Legenda:* DP = Desvio Padrão; kg = Quilograma; cm = Centímetros. *Observações:* Os dados apresentados na tabela de peso e altura foram obtidos na primeira avaliação antropométrica pré HIIT, demais dados relatados pelos próprios voluntários no questionário social, esportivo e clínico fisiológico.

Para 81,8% (9) dos voluntários participantes da presente pesquisa, a performance é o principal objetivo almejado com os treinamentos. Como propósito secundário, foi indicada a saúde por 63,64% (7). Quando perguntados se já sofreram



algum tipo de lesões, 72,73% (8) responderam que sim. Em todos os relatos as lesões foram musculares. A Tabela 2 detalha o perfil esportivo dos voluntários do estudo.

**Tabela 2 - Perfil esportivo dos voluntários**

<b>Dados da Modalidade</b>			
	Tempo de Prática (anos)	Horas de Treinos de Corrida Semanais	Número de Sessões Semanais
<b>Média</b>	10,23	8,32	6,58
<b>DP (±)</b>	6,11	4,02	1,16
	Número de Competições Anuais	Melhor Marca 5km Treino (min/seg)	Melhor Marca 5km Prova Oficial (min/seg)
<b>Média</b>	11,08	16,40	16,10
<b>DP (±)</b>	7,00	2,52	2,16
	Recebe Orientação Profissional	Experiência de Treinos em Esteira	Experiência com HIIT
<b>Sim</b>	72,73% (8)	45,46% (5)	45,46% (5)
<b>Não</b>	27,27% (3)	54,54% (6)	54,54% (6)
	Lesões Relacionadas a Corrida	Treinamento Resistido Complementar	Prática Esporte Secundário
<b>Sim</b>	63,64% (7)	72,73% (8)	54,54% (6)
<b>Não</b>	36,36% (4)	27,27% (3)	45,46% (5)
<b>Distância da Prova Preferida</b>			
<b>5 km - 27,27% (3)</b>	<b>10 km - 36,36% (4)</b>	<b>21 km - 27,27% (3)</b>	<b>42 km - 9,1% (1)</b>

*Legenda:* DP = Desvio Padrão; Km = Quilômetros. *Observação:* Os dados apresentados na tabela foram relatados pelos próprios voluntários no questionário social, esportivo e clínico fisiológico.

Todos os voluntários apresentaram resultados normais, de acordo com os padrões de referência, para os procedimentos de pré-participação em exercícios físicos adotados pelo estudo: Questionário PAR-Q, ECG, ECO e análise sanguínea do TSH.

O primeiro teste de corrida realizado pelos voluntários foi o incremental na esteira. A finalidade foi avaliar variáveis associadas à performance dos atletas, dentre elas a Vpico, que foi parâmetro para a elaboração dos treinos de HIIT do protocolo experimental de pesquisa. Os valores individuais estão apresentados no Gráfico 1.

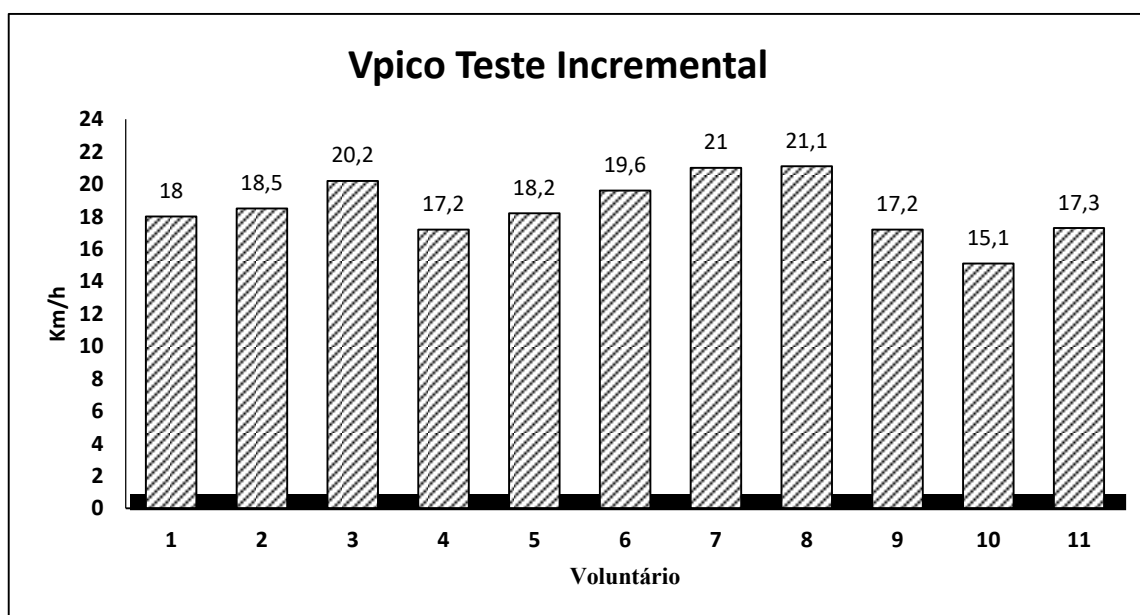
**Gráfico 1 - Velocidade obtida por cada voluntário no teste incremental na esteira**

Gráfico ilustrativo da Vpico individual em quilômetros por hora.

As velocidades dos treinos de HIIT do protocolo de pesquisa, foram baseadas nos resultados individuais da Vpico, obtidas no teste incremental na esteira pré-intervenção (Gráfico 1). Na tabela 3, estão apresentadas as velocidades de treinamento dos voluntários, calculadas de acordo com as intensidades propostas.

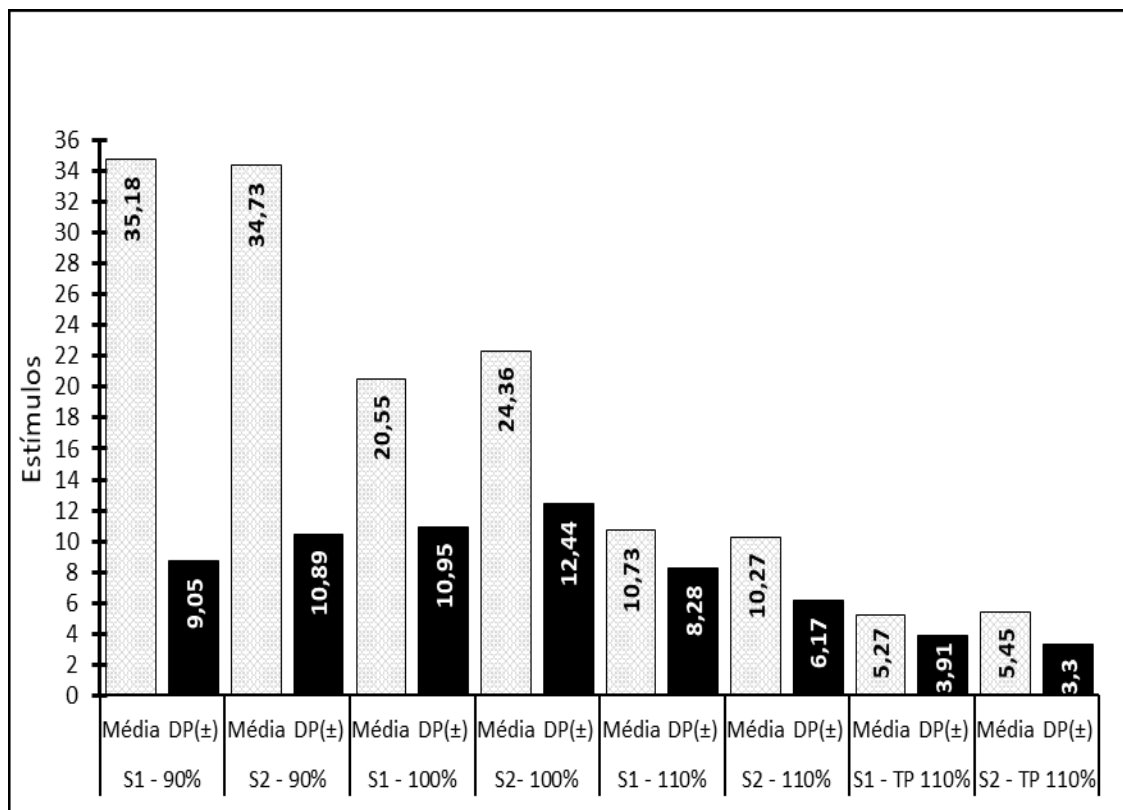
**Tabela 3 - Velocidades dos treinos do protocolo experimental**

Voluntário	Percentuais da Vpico (km/h)			
	50%	90%	100%	110%
1	9,0	16,2	18,0	19,8
2	9,3	16,7	18,5	20,4
3	10,1	18,2	20,2	22,2
4	8,6	15,5	17,2	18,9
5	9,1	16,4	18,2	20,0
6	9,8	17,6	19,6	21,6
7	10,5	18,9	21,0	23,1
8	10,6	19,0	21,1	23,2
9	8,6	15,5	17,2	18,9
10	7,6	13,6	15,1	16,6
11	8,7	15,6	17,3	19,0
<b>Média</b>	9,3	16,7	18,5	20,3
<b>Desvio Padrão (<math>\pm</math>)</b>	0,9	1,6	1,8	2,0

Legenda: DP = Desvio Padrão; Km/h = Quilômetros por hora.

Na quantificação dos estímulos conseguidos pelos atletas, não foram encontradas diferenças significativas entre S1 e S2 nas respectivas intensidades: (90% -  $p = 0,86$ ); (100% -  $p = 0,20$ ); (110% -  $p = 0,77$ ) e (TP 110% -  $p = 0,75$ ). Os números médios de estímulos, conseguidos nas intensidades especificadas estão no Gráfico 2.

**Gráfico 2 - Número de estímulos por sessão de treino de HIIT**



*Legenda:* DP = Desvio Padrão; S1 90% = Sessão 1 de treino na intensidade 90% da Vpico; S2 90% = Sessão 2 de treino na intensidade 90% da Vpico; S1 100% = Sessão 1 de treino na intensidade 100% da Vpico; S2 100% = Sessão 2 de treino na intensidade 100% da Vpico; S1 110% = Sessão 1 de treino na intensidade 110% da Vpico; S2 110% = Sessão 2 de treino na intensidade 110% da Vpico; S1-TP 110% = Sessão 1 de treino na intensidade 110% da Vpico Semana Taper; S2-TP 110% = Sessão 2 de treino na intensidade 110% da Vpico Semana Taper.

Com o aumento da intensidade dos treinos de HIIT, de forma crescente ao longo das três primeiras semanas de intervenção - 90%, 100% e 110% da Vpico – observou-se uma redução no número máximo de estímulos conseguidos pelos atletas. Os valores estão apresentados na Tabela 4.

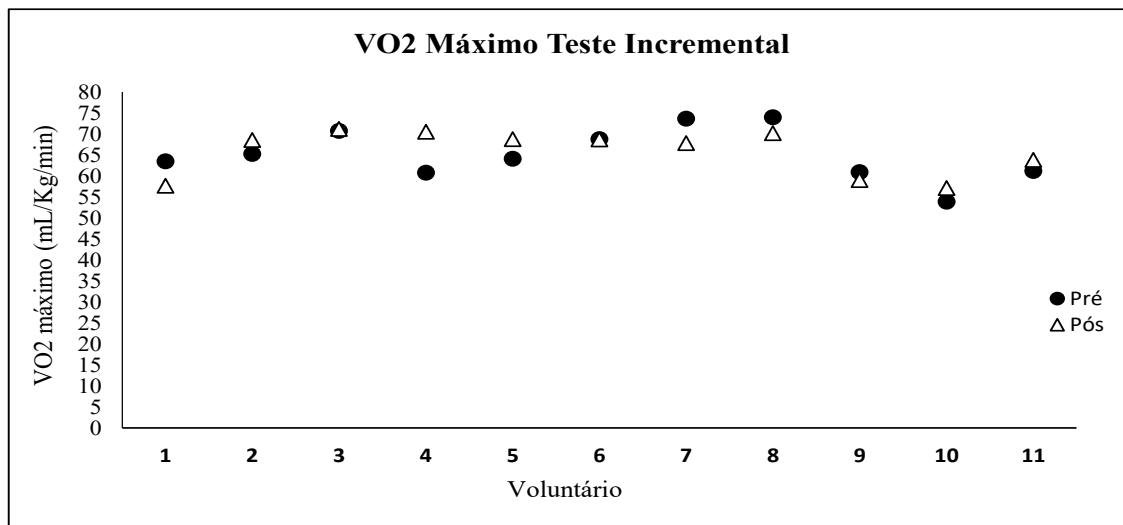
**Tabela 4 - Relação entre aumento da intensidade e número máximo de estímulos**

Treino	Nº Máx. Estímulos	Média Estímulos	Redução (%)	p* Valor	R <sup>2</sup>
S1 90%	35,18	34,96	35,76	0,01*	0.43
S2 90%	34,73				
S1 100%	20,55	22,46	53,25	0,01*	0.43
S2 100%	24,36				
S1 110%	10,73	10,5			
S2 110%	10,27				

*Legenda:* \* diferença estatisticamente significativa (Teste “t” de Student); Nº = Número; Máx. = Máximo; R<sup>2</sup> regressão linear simples; S1 90% = Sessão 1 de treino na intensidade 90% da Vpico; S2 90% = Sessão 2 de treino na intensidade 90% da Vpico; S1 100% = Sessão 1 de treino na intensidade 100% da Vpico; S2 100% = Sessão 2 de treino na intensidade 100% da Vpico; S1 110% = Sessão 1 de treino na intensidade 110% da Vpico; S2 110% = Sessão 2 de treino na intensidade 110% da Vpico.

Em todas as sessões de HIIT na esteira, foi realizado a pesagem corporal dos atletas, pré e pós-treinamento. Não foram encontradas diferenças significativas de peso (kg) na comparação entre S1 e S2 nas intensidades 90% ( $p = 0,12$ ); 100% ( $p = 0,13$ ) e 110% ( $p = 0,61$ ). Já na semana TP 110%, houve diferença estatisticamente significativa S1( $0,28 \pm 0,21\text{kg}$ ) vs. S2 ( $0,49 \pm 0,23$ ) ( $p=0,01$ ). A maior perda média de peso foi encontrada em S2-90% ( $-1,43 \pm 0,47$  kg) e a menor em S1-Taper ( $-0,28 \pm 0,21$  kg), diferença de 1,15 kg, ( $p=0,00$ ).

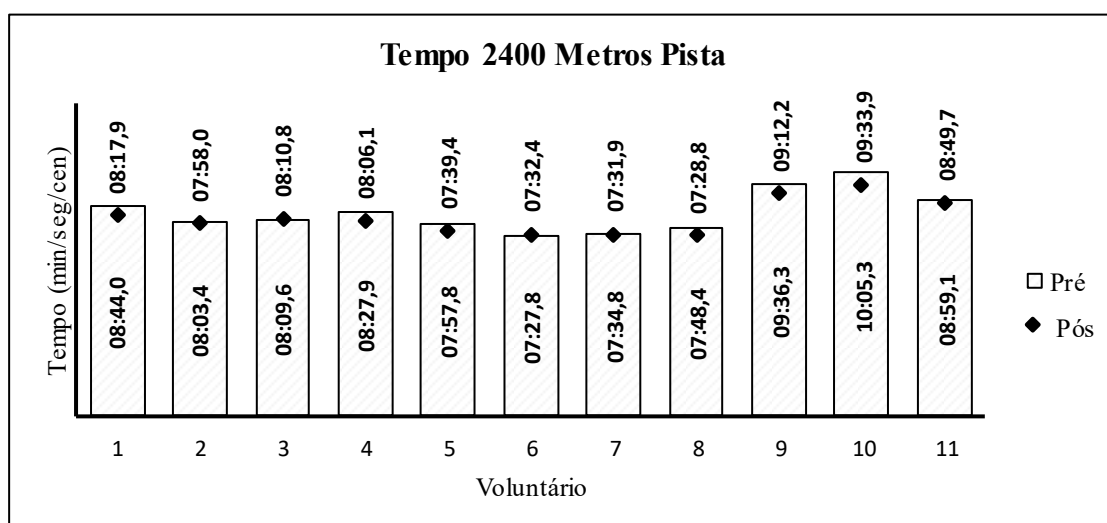
No teste incremental na esteira, realizado pré e pós-intervenção HIIT, não foram encontradas diferenças significativas nas comparações dos valores médios das variáveis de: Vpico (km/h), pré ( $18,49 \pm 1,84$ ) vs. pós ( $18,67 \pm 1,62$ ) ( $p=0,68$ ) e VO<sub>2</sub> máximo (mL/kg/min), pré ( $65,14 \pm 6,16$ ) vs. pós ( $66,24 \pm 6,76$ ) ( $p=0,36$ ). Os dados de VO<sub>2</sub> máximo obtidos por cada atleta voluntário podem ser visualizados no Gráfico 3.

**Gráfico 3 - Comparação do VO2 máximo na esteira pré e pós-intervenção**

Legenda: Pré = Pré Intervenção HIIT; Pós = Pós Intervenção HIIT.

O teste Tlim também foi realizado antes e após a intervenção com HIIT, utilizando a Vpico obtida previamente no teste incremental, efetuado em cada um destes momentos. Pré (Vpico =  $18,5 \pm 1,8$  km/h - Tlim =  $6,27 \pm 1,75$  min), pós (Vpico =  $18,7 \pm 1,62$  km/h - Tlim =  $6,18 \pm 2,33$  min). Não foi encontrada diferença estatística significativa ( $p=0,93$ ).

No teste de corrida de 2.400 metros na pista, os voluntários foram instruídos a correr a distância do teste no menor tempo possível. Todos os tempos obtidos estão no Gráfico 4.

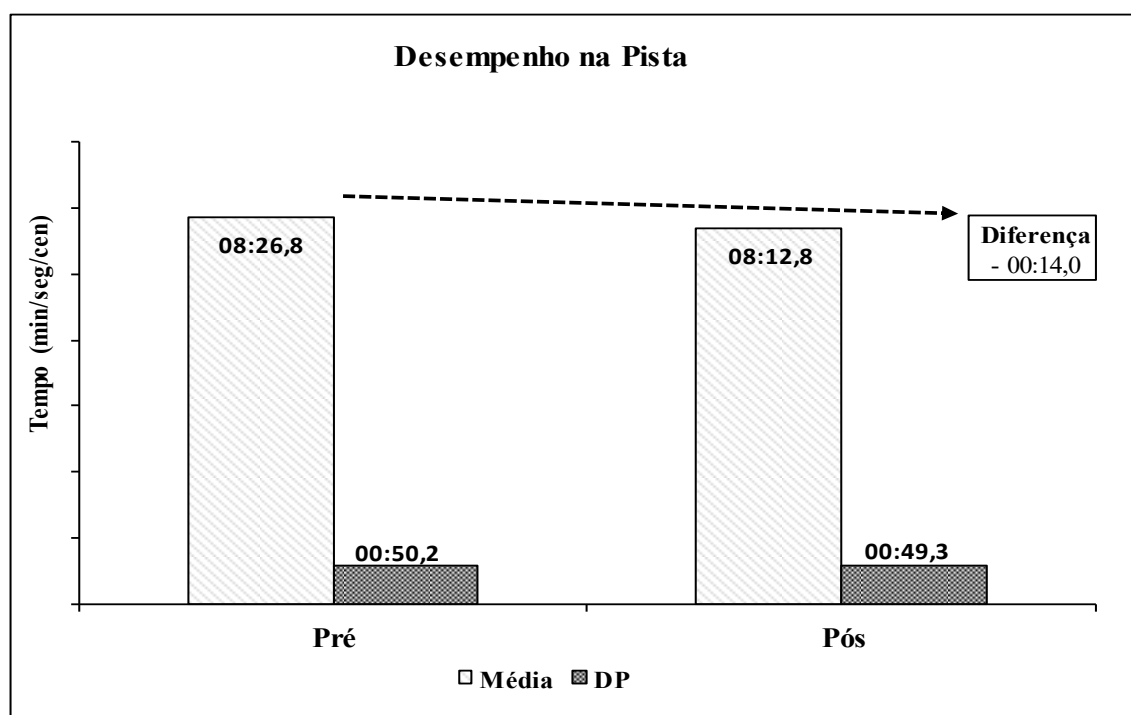
**Gráfico 4 - Comparação dos tempos individuais de corrida pré e pós-intervenção**

Legenda: Pré = Pré Intervenção; Pós = Pós Intervenção; min = Minutos; seg = Segundos; cen = Centésimo de Segundos.

Nas comparações entre os dois testes de corrida de 2.400 metros realizados na pista, pré e pós-intervenção HIIT, foram encontradas diferenças significativas nas variáveis de: tempo de corrida para os 2.400 metros (Min/Seg/Cen), pré (08:26,8 ± 00:50,2) vs. pós (08:12,8 ± 00:49,3) ( $p=0,00$ ); VO2 máximo (ml/kg/min), pré (57,38 ± 5,40) vs. pós (58,89 ± 4,84) ( $p=0,00$ ) e na velocidade média do teste (km/h), pré (17,21 ± 1,62) vs. pós (17,66 ± 1,45) ( $p=0,00$ ).

Neste contexto, o desempenho de corrida nos 2.400 metros na pista dos atletas estudados apresentou uma melhora significativa, em termos percentuais uma evolução de 2,76% no desempenho, resultando em uma diminuição no tempo gasto para correr a referida distância, como pode ser observado no Gráfico 5.

**Gráfico 5 - Comparação das médias de tempos na pista**



*Legenda:* DP = Desvio Padrão; Pré = Pré Intervenção HIIT; Pós = Pós Intervenção HIIT; min = Minutos; seg = Segundos; cen = Centésimo de Segundos.

A pressão arterial (sistólica e diastólica) dos voluntários foi mensurada em todos os testes e treinamentos (em repouso pré-atividade de corrida e logo após) e não foram constatadas diferenças significativas nas comparações pré e pós-intervenção nos valores obtidos no teste Incremental, Tlim e Pista. Também não foram encontradas diferenças nas medidas de PA obtidas nos treinamentos de HIIT, nas comparações entre S1 e S2 na mesma intensidade da Vpico.

A frequência cardíaca dos atletas também foi monitorada em todos os testes e treinamentos. Nas comparações realizadas foram encontradas diferenças estatísticas significantes apenas em medidas de repouso. Os dados da FC de repouso, média e máxima, estão descritos na Tabela 5.

**Tabela 5 - Frequência cardíaca obtida nos testes e treinamentos**

	FC Repouso			FC Média			FC Máxima		
	Média	DP(±)	p	Média	DP(±)	p	Média	DP(±)	p
<b>Incremental</b>									
Pré	58,00	6,66	0,48	152,64	9,01	0,23	185,45	6,17	0,61
Pós	56,73	6,66		149,00	12,39		184,18	11,52	
<b>Tlim</b>									
Pré	58,82	7,65	0,89	155,45	11,08	0,85	183,09	8,37	0,35
Pós	59,18	6,54		154,55	7,37		179,82	6,52	
<b>2400 Pista</b>									
Pré	60,82	8,72	0,67	156,27	7,68	0,86	182,00	8,20	0,65
Pós	62,45	7,61		156,91	13,54		183,36	8,62	
<b>TR - 90%</b>									
S1	61,09	7,42	0,04*	155,91	8,87	0,13	175,18	6,98	0,22
S2	64,91	7,48		152,55	6,53		172,36	9,16	
<b>TR - 100%</b>									
S1	61,27	7,58	0,34	154,64	7,85	0,74	176,82	5,60	0,63
S2	63,00	7,01		155,55	9,03		175,91	9,44	
<b>TR- 110%</b>									
S1	60,18	9,00	0,78	153,55	9,17	0,24	177,00	8,72	0,62
S2	59,45	8,39		151,09	9,20		177,73	8,71	
<b>TR - TP</b>									
S1	54,73	8,17	0,02*	145,27	12,46	0,22	177,64	11,00	0,97
S2	61,45	9,93		148,45	11,64		177,73	10,95	

*Legenda:* FC = Frequência Cardíaca; DP = Desvio Padrão; p = p valor \* - diferença estatisticamente significativa (Teste “t” de Student); Pré = Pré Intervenção HIIT; Pós = Pós Intervenção HIIT; S1 = Sessão 1; S2 = Sessão 2; TR - 90% = Treino 90% Vpico ; TR - 100% = Treino 100% Vpico; TR - 110% = Treino 110% Vpico; TR-TP = Treino Taper 110% da Vpico.

As médias do lactato (mmol/l) de repouso foram semelhantes em todas as coletas, sem diferenças estatísticas. Quanto ao lactato coletado nos momentos de exaustão pós-atividades de corrida, não foram encontradas diferenças significativas nas comparações do teste incremental, pré-HIIT ( $11,03 \pm 3,3$ ) vs. pós-HIIT ( $9,64 \pm 2,6$ ) ( $p=0,28$ ) e do teste Tlim, pré-HIIT ( $11,07 \pm 3,5$ ) vs. pós-HIIT ( $10,44 \pm 2,7$ ) ( $p=0,54$ ). Já no teste de 2.400 metros de corrida na pista, pré-HIIT ( $13,53 \pm 4,5$ ) vs. pós-HIIT ( $10,40 \pm 3,0$ ), foram observadas diferenças estatisticamente significativas ( $p=0,02$ ).

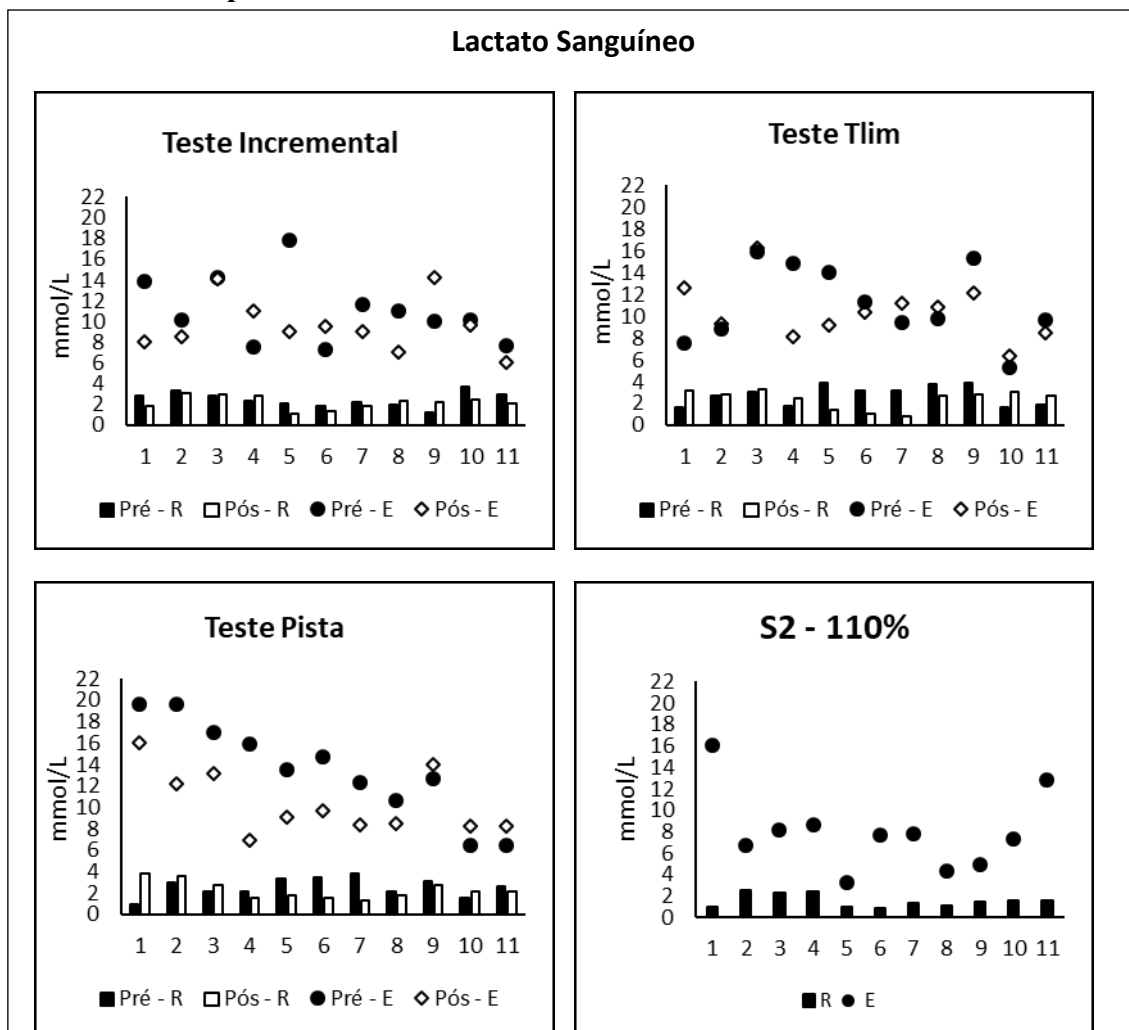
O comportamento do lactato sanguíneo de cada atleta voluntário pode ser observado no Tabela 6 e no Gráfico 6.

Tabela 6: Lactato de repouso e em exaustão após atividade de corrida

	Lactato Repouso			Lactato Exaustão		
	Média	DP(±)	P	Média	DP(±)	P
<b>Incremental</b>						
Pré	2,48	0,7	0,21	11,03	3,3	0,28
Pós	2,19	0,6		9,64	2,6	
<b>Tlim</b>						
Pré	2,78	0,9	0,89	11,07	3,5	0,54
Pós	2,40	0,9		10,44	2,7	
<b>2400 Pista</b>						
Pré	2,55	0,9	0,56	13,53	4,5	0,02*
Pós	2,29	0,8		10,40	3,0	

Legenda: P = P valor - \* – diferença estatisticamente significativa (Teste “t” de Student)

Gráfico 6 - Comportamento individual do lactato



Legenda: Pré - R =Lactato Pré Intervenção Repouso – Pós - R =Lactato Pós Intervenção Repouso – Pré - E =Lactato Pré Intervenção Exaustão pós atividade de corrida – Pós - E = Lactato Pós Intervenção Exaustão pós atividade de corrida – S2 - 110% = Sessão 2 de treino na intensidade 110% da Vpico – R = Repouso - E = Exaustão.



Ao longo das semanas de estudo, os atletas participantes reportaram aos pesquisadores o total de quilometragem de corrida semanal realizada. Na semana 1 e 6 os atletas foram orientados a não realizar treinos de corrida. As médias de quilometragem reportadas estão na Tabela 7.

**Tabela 7 - Média de quilometragem de corrida semanal**

Avaliações				Treinamentos				
Total Km	SE 1	SE 6	P Valor	SE 2	SE 3	SE 4	SE 5	p Valor
<b>Média</b>	15,00	15,05	0,91	68,3	69,75	72,34	62,46	0,86
<b>DP(±)</b>	2,36	2,24		36,34	33,24	27,03	24,33	

*Legenda:* p Valor = Teste “t” de Student; DP = Desvio Padrão; SE 1 = Semana 1; SE 2 = Semana 2; SE 3 = Semana 3; SE 4 = Semana 4; SE 5 = Semana 5; SE 6 = Semana 6.

As medidas antropométricas dos participantes foram coletadas nos momentos pré e pós-intervenção HIIT. Foram observadas diferenças significativas nas variáveis de peso corporal, IMC e percentual de gordura, conforme mostra Tabela 8.

**Tabela 8 - Dados antropométricos dos atletas voluntários**

Composição Corporal			
	Média	DP(±)	p* valor
<b>Peso Corporal (Kg)</b>			
Pré	65,40	9,20	0,02*
Pós	64,51	8,97	
<b>IMC (Kg/m<sup>2</sup>)</b>			
Pré	21,15	2,24	0,02*
Pós	20,87	2,23	
<b>Percentual de Gordura (%)</b>			
Pré	8,52	4,89	0,00*
Pós	7,75	4,40	

*Legenda:* \* – diferença estatisticamente significativa (Teste “t” de Student); DP = Desvio Padrão; Pré = Pré Intervenção HIIT; Pós = Pós Intervenção HIIT; IMC = Índice de Massa Corpórea

Nos ecocardiogramas realizados pré e pós-intervenção HIIT, não foram verificadas diferenças estatísticas nos dados avaliados, conforme demonstrado na Tabela 9.

**Tabela 9 - Dados de ecocardiograma pré e pós intervenção HIIT**

<b>Ecocardiograma Transtorácico</b>				
	Média	DP(±)	p valor	V Referência
<b>Diâmetro Diastólico - VE (mm)</b>				
Pré	48,64	3,50	0,22	43,0 - 55,3
Pós	46,64	7,05		
<b>Diâmetro Sistólico - VE (mm)</b>				
Pré	30,91	2,81	0,11	25,4 - 35,3
Pós	30,27	2,97		
<b>Fração de Ejeção - VE (%)</b>				
Pré	66,64	2,58	0,22	63,9 - 76,6
Pós	67,45	2,94		
<b>Parede Posterior (mm)</b>				
Pré	7,55	0,52	0,17	7,6 - 9,6
Pós	7,36	0,50		

*Legenda:* p valor = Teste “t” de Student; DP = Desvio Padrão; Pré = Pré Intervenção HIIT; Pós = Pós Intervenção HIIT; V Referência = Valores de Referência.

Através de análises sanguíneas, foram verificados os níveis dos hormônios – testosterona, cortisol e TSH – nos momentos pré e pós-intervenção HIIT, não sendo encontradas diferenças significativas, como evidenciado na Tabela 10.

**Tabela 10 - Exames hormonais**

<b>Concentrações Hormonais</b>				
	Média	DP(±)	p valor	V Referência
<b>Testosterona (nmol/L)</b>				
Pré	21,53	9,56	0,78	8,64 - 29,0
Pós	21,81	9,40		
<b>Cortisol (mcg/DL)</b>				
Pré	12,98	4,26	0,41	6,24 - 18,0
Pós	12,56	6,46		
<b>TSH (microIU/mL)</b>				
Pré	2,26	2,03	0,73	0,270 - 4,20
Pós	2,21	1,67		

*Legenda:* p valor = Teste “t” de Student; DP = Desvio Padrão; Pré = Pré Intervenção; Pós = Pós Intervenção; TSH = Hormônio Tireotrófico; V Referência = Valores de Referência.

Análises hematológicas foram realizadas em três momentos: pré-intervenção HIIT, semana 3 de intervenção HIIT e pós-intervenção HIIT. Foram encontradas diferenças estatísticas nos valores de leucócitos, linfócitos e neutrófilos segmentados, como pode ser observado na Tabela 11.

**Tabela 11 - Análises hematológicas**

	Hemograma			V Referência
	Média	DP ( $\pm$ )	p* Valor	
<b>Leucocitos (mil/mm<sup>3</sup>)</b>				3,5 - 10,5
Pré	5,19 <sup>a</sup>	1,20	0,00*	
Pós S2 110%	9,07 <sup>ab</sup>	2,01		
Pós	5,01 <sup>b</sup>	1,42		
<b>Hemácias (milhões/mm<sup>3</sup>)</b>				4,30 - 5,70
Pré	5,08	0,43	0,69	
Pós S2 110%	5,25	0,47		
Pós	5,11	0,53		
<b>Hemoglobina (g/dL)</b>				13,5 - 17,5
Pré	15,33	0,91	0,19	
Pós S2 110%	16,13	1,11		
Pós	15,40	1,21		
<b>Hematócrito (%)</b>				39 - 50
Pré	44,26	3,06	0,16	
Pós S2 110%	46,81	3,18		
Pós	44,44	3,59		
<b>Plaquetas (mil/mm<sup>3</sup>)</b>				150 - 450
Pré	218,00	60,20	0,20	
Pós S2 110%	250,90	40,76		
Pós	208,55	61,47		
<b>Linfócitos (%/mm<sup>3</sup>)</b>				900 - 2.900
Pré	34,67 <sup>a</sup>	9,87	0,04*	
Pós S2 110%	45,10 <sup>a</sup>	9,56		
Pós	36,65	8,94		
<b>Neutrófilos segmentados (%/mm<sup>3</sup>)</b>				1.700 - 8.000
Pré	53,55 <sup>a</sup>	10,31	0,01*	
Pós S2 110%	42,10 <sup>ab</sup>	6,33		
Pós	52,06 <sup>b</sup>	9,38		

*Legenda:* \* – diferença estatisticamente significativa; DP = Desvio Padrão; Pré = Pré Intervenção; Pós = Pós Intervenção; Pós S2 110% = Pós Sessão 2 de treino na intensidade 110% da Vpico; V Referência = Valores de Referência.

Também foram analisados os biomarcadores sanguíneos: CK, CK-MB, Troponina T, TGO, TGP e PCR. As coletas sanguíneas foram efetuadas na pré-intervenção HIIT, semana 3 de intervenção (em exaustão após S2) e pós-intervenção

HIIT. Nas comparações realizadas não foram encontradas diferenças significativas (Tabela 12).

**Tabela 12 - Comportamento dos biomarcadores sanguíneos**

<b>Marcadores Sangue</b>				
	Média	DP ( $\pm$ )	p Valor	Valor Normal
<b>CPK (U/L)</b>				< 190
Pré	437,09	350,88	0,74	
Pós S2 110%	398,45	340,46		
Pós	335,00	247,54		
<b>CK-MB (ng/ml)</b>				até 4,87
Pré	5,02	3,07	0,66	
Pós S2 110%	4,45	2,41		
Pós	4,04	2,02		
<b>Troponina T (U/L)</b>				< 0,014
Pré	0,008	0,004	0,85	
Pós S2 110%	0,008	0,003		
Pós	0,007	0,003		
<b>TGO (U/L)</b>				10 a 50
Pré	32,91	15,88	0,36	
Pós S2 110%	33,25	9,67		
Pós	27,18	5,13		
<b>TGP (U/L)</b>				10 a 50
Pré	29,09	15,93	0,34	
Pós S2 110%	26,25	7,66		
Pós	22,27	6,56		
<b>PCR (mg/dL)</b>				< 0,5
Pré	0,05	0,03	0,57	
Pós S2 110%	0,04	0,02		
Pós	0,04	0,01		

*Legenda:* p valor = ANOVA modelo linear generalizado; DP = Desvio Padrão; Pré = Pré Intervenção; Pós = Pós Intervenção; Pós S2 110% = Pós Sessão 2 de treino na intensidade 110% da Vpico; CK= Creatina Fosfoquinase; CK-MB = Creatina Fosfoquinase-MB-Massa; TGO = Transaminase Glutâmico Oxalacética; TGP =Transaminase Glutamico Piruvica; PCR = Proteina C Reativa.

Exames para verificar os níveis de hemoglobina glicada, glicose, creatinina, ureia e urina tipo 1 (EAS) também foram realizados no pré e pós-intervenção. Os resultados ficaram dentro dos valores de referência e não foi encontrada nenhuma diferença estatística.

## 10 DISCUSSÃO

O programa de treinamento utilizado na presente pesquisa foi feito utilizando-se protocolo de HIIT realizado em esteira ergométrica. O treino foi baseado nos princípios do HIIT, (BILLAT, 2001a; BILLAT et al., 2001; BLONDEL et al., 2001; GIBALA, 2007; GILLEN; GIBALA, 2014) buscando cobrir lacunas de conhecimento ainda existentes na literatura quanto aos aspectos do HIIT relacionados ao desempenho e à saúde.

A elaboração das sessões de HIIT foi realizada de forma individualizada, tendo como parâmetro a  $V_{pico}$ , obtida previamente através do teste incremental máximo em esteira, e assim foram calculadas as velocidades individuais dos treinos, de acordo com as intensidades pretendidas. Estudos anteriores já vêm destacando a importância da  $V_{pico}$  no desenvolvimento de avaliações e na elaboração de treinamentos de corrida (MANOEL et al., 2017; PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2014). Os resultados obtidos no presente estudo reforçam este entendimento de que a  $V_{pico}$  é um bom parâmetro de intensidade para a prescrição do HIIT em esteira ergométrica.

Um importante resultado obtido se refere ao número de estímulos máximos conseguidos em diferentes intensidades do treinamento realizados na proporção de um minuto de esforço por um minuto de recuperação 1/1. Embora o modelo de treinamento intervalado de corrida de 1/1 minuto seja bastante popular (GIBALA, 2015; VOURIMAA; VASANKARI; RUSKO, 2000), a quantidade de estímulos por sessão e sua relação com a intensidade é uma informação importante para a prescrição do treinamento, visto que uma alocação eficiente do HIIT dentro de um programa de treinamento deve considerar a intensidade e também o volume da sessão (GIBALA; JONES, 2013; LUCAS et al., 2009; MACINNIS; GIBALA, 2017; ROSCHEL; TRICOLI; UGRINOWITSCH, 2011).

No presente estudo identificamos que a média de estímulos máximos conseguidos para três diferentes intensidades de HIIT, com base em percentuais da  $V_{pico}$  foram de 35 estímulos a 90%, 22 estímulos a 100% e 10 estímulos à 110%. Por meio de testes estatísticos de regressão, verificamos uma diminuição no tempo total de duração das sessões de HIIT conforme ocorrem aumentos de 10% na intensidade de corrida, tendo como parâmetro a  $V_{pico}$ . É esperado que quanto mais elevada for a velocidade de corrida, mais difícil se torna de mantê-la por um período mais longo de tempo (BLONDEL et al., 2001; KACHOURI et al., 1996).

Neste sentido, um estudo anterior (VANDEWALLE et al., 1996) avaliou sete atletas no desempenho de corrida intermitente na pista, em que o tempo de corrida intensa foi igual ao tempo de recuperação em corrida lenta. No estudo em questão, foi efetuado o incremento de 10% na intensidade, de 95% para 105% da velocidade crítica de corrida, e assim analisado o número máximo de estímulos conseguido em cada uma das intensidades. Contrários aos achados do presente estudo, não foram encontradas diferenças estatísticas, podendo os resultados estarem relacionados às grandes disparidades encontradas nos valores individuais obtidos por cada participante.

Outra observação importante do presente programa de HIIT trata-se da “Semana Taper”, alocada na quarta semana de treinamento, onde foi mantida a intensidade de 110% da  $V_{pico}$  da semana 3, com o número de estímulos reduzido em 50%, de acordo com a média individual. Na semana Taper foi solicitado aos voluntários que também reduzissem 50% do volume das demais sessões de corrida na semana.

Períodos de treinamento modificado, através da manipulação da carga, volume, frequência e intensidade são bastante comuns no meio esportivo (HOUMARD, JOSEPH, 1991; MUJIK, 1998, 2010; MUJIK; PADILLA, 2003; SPILSBURY et al., 2019) e, em geral, têm como objetivo reduzir o estresse fisiológico e psicológico do treinamento diário e otimizar a performance (MUJIK et al., 2004; MUJIK; PADILLA, 2000).

Outra informação importante relacionada à intensidade e ao tempo de duração das sessões de treinamento, trata da perda de peso corporal, possivelmente relacionada à perda de líquidos corporais. No experimento atual, por meio da pesagem antes e após as sessões de treino, observamos uma maior perda de peso corporal após o treino a 90% da  $V_{pico}$ , sessão que apresentou maior tempo de duração. É sabido que os atletas perdem água e eletrólitos como consequência da sudorese durante o exercício (BAKER, 2017). A quantidade de líquido perdido pode estar associada a diversos fatores, entretanto, podemos destacar a intensidade, o tempo de duração do exercício e as condições de temperatura ambiental (BAKER et al., 2019a; CARVALHO; MARA, 2010).

O treinamento desportivo visa desenvolver ou manter determinadas capacidades biomotoras em função da repetição sistemática de exercícios físicos (GOMES, 2009). Nas comparações do  $VO_{2max}$  indireto e da  $V_{pico}$  antes e após o HIIT, observamos que o treinamento proposto foi efetivo para a manutenção do desempenho dos voluntários, não sendo encontradas diferenças estatísticas significativas. Silva e colaboradores (2017), estudaram dezesseis corredores de longa distância comparando dois grupos com

oito atletas em cada. Um grupo manteve seu treinamento regular e o outro foi submetido a duas sessões de HIIT semanais, ao longo de 4 semanas. Em concordância com o presente estudo, também não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos para  $VO_2$ máx em avaliações através do teste incremental máximo. Outro estudo semelhante também não encontrou diferenças no  $VO_2$  máximo, no entanto encontrou aumento significativo na  $vVO_2$ máx pós-treinamento (DENADAI et al., 2006). Estes dados reforçam que a treinabilidade e a consequente melhoria destas variáveis em atletas corredores bem treinados é limitada.

Embora o  $VO_2$ máx e a  $V_{pico}$  tenham importante contribuição na avaliação e na prescrição de treinamentos voltados a aprimorar o desempenho de corredores (MANOEL et al., 2017; MIDGLEY; MCNAUGHTON; WILKINSON, 2006; PESERICO; ZAGATTO; MACHADO, 2014), há outras variáveis, como limiar anaeróbio, intensidade da máxima fase estável de lactato, economia de corrida, entre outros, que devem ser considerados, pois também exercem grande influência na performance (DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004; LUCAS et al., 2009; BARNES; KILDING, 2015; GOJANOVIC et al., 2015; NUMMELA et al., 2006).

Também é preciso considerar que participaram do presente estudo corredores experientes, bem treinados, e que quanto mais elevado é o nível de condicionamento de um atleta, mais difícil de se obter resultados expressivos de melhora em alguns fatores envolvidos na performance (LAURSEN; JENKINS, 2002). Neste contexto, pequenos ganhos ou até mesmo a manutenção de determinados aspectos físicos e fisiológicos são valiosos no contexto da preparação do atleta.

O tempo de permanência na  $V_{pico}$  (Tlim), é um teste também bastante utilizado para avaliar a performance de corredores (BILLAT et al., 1996; DENADAI; ORTIZ; MELLO, 2004). No presente estudo, não foi encontrada diferença estatística significativa no Tlim realizado na esteira, antes e após as quatro semanas de HIIT. De acordo com Billat e Koralsztein (1996), há uma relação inversa entre Tlim em  $vVO_2$ máx e  $VO_2$ máx. Isso explicaria, em parte, nossos achados, visto que mesmo não apresentando diferenças significativas, os valores da  $V_{pico}$  e  $VO_2$ máx foram sutilmente superiores pós-intervenção HIIT. Os testes de Tlim foram realizados pré e pós-intervenção HIIT, utilizando-se da  $V_{pico}$  obtida previamente no teste incremental, efetuado em cada um destes momentos. Outro fato refere-se ao histórico e ao perfil de treinamento dos corredores, que podem exercer um papel significativo no desempenho do Tlim (BASSET; CHOUINARD; BOULAY, 2003).

Os atletas corredores, muitas vezes se submetem a exercícios em laboratórios a fim de obter informações preditivas sobre seu desempenho (MUGELE et al., 2018). No entanto, os testes e treinamentos realizados em ambientes controlados e em laboratórios ainda geram questionamentos sobre a transferência dos ganhos de performance para as condições da prática diária (KRANENBURG; SMITH, 1996; PESSÔA FILHO et al., 2018). Há divergências sobre treinos realizados em esteira ergométrica, tendo em vista o princípio da especificidade e as diferenças fisiológicas e biomecânicas impostas pela corrida terrestre (MILLER et al., 2019; MUGELE et al., 2018; VAN HOOREN et al., 2020). Assim, o atual estudo avaliou o desempenho dos voluntários no teste de corrida de 2.400 metros em pista, antes e após o HIIT realizado na esteira ergométrica.

Um dos principais achados do presente estudo foi a melhora significativa no tempo de corrida dos atletas avaliados no teste de pista de 2.400 metros que demonstrou que o HIIT, mesmo realizado em esteira ergométrica, contribui para o aprimoramento do desempenho dos corredores em teste de pista. Observamos uma melhora de 2,76% no desempenho dos voluntários no teste de corrida de 2400 metros em pista, aumento importante levando-se em consideração que são voluntários treinados em corrida.

Este resultado corrobora o estudo de Laursen (2010), onde o autor relata que períodos curtos de exercícios de HIIT (seis a oito sessões, durante 2 a 4 semanas), consistindo de exercícios repetidos em sessões realizadas perto ou bem acima da intensidade máxima de captação de oxigênio, intercalados com exercícios de baixa intensidade ou repouso completo, podem provocar aumento de 2 a 4% no desempenho em atletas bem treinados.

Contrariamente aos nossos achados, Silva e colaboradores (2017) analisaram a influência do HIIT realizado duas vezes por semana ao longo de 4 semanas por corredores, como estratégia de estimulação para a prova de corrida de 5 km, e não encontraram diferenças na percepção de esforço, estratégia de ritmo ou desempenho geral. No entanto, os autores mencionaram melhora na economia de corrida e na velocidade máxima na esteira.

Foram realizadas avaliações físicas e fisiológicas de forma criteriosa ao longo de todas as etapas do presente estudo. Neste contexto inclui-se a pressão arterial (PA), mensurada antes e após as atividades de corrida e em todos os testes e treinamentos. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas nas comparações. Entretanto, investigações anteriores reportaram resultados diferentes. Em um estudo, em que foi avaliado o efeito de 6 semanas de HIIT na PA de dezessete homens treinados em



endurance, os participantes foram divididos em 2 grupos (HIIT- 85 = 85% da potência aeróbia máxima - N=8) e (115% da potência aeróbia máxima - N=9), e foi identificada redução na PA sistólica e na pressão arterial média, independentemente da intensidade do treinamento (MAHJOUB et al., 2019).

Há também estudos reportando redução da PA logo após sessão de HIIT e persistindo por até 45 minutos após o término do treinamento (KETELHUT et al., 2016). Embora o exercício físico, de modo geral, tenha efeito benéfico sobre a PA (MONTEIRO; SOBRAL FILHO, 2004; PASSARO, 1997; PEREZ-QUILIS et al., 2017), ainda não existe um consenso sobre o que é uma resposta normal de PA ao exercício em indivíduos altamente condicionados (RICHARD; HODGES; KOEHLE, 2021).

A frequência cardíaca (FC) também foi monitorada em todos os testes e sessões de HIIT ao longo do estudo. Não foi encontrada diferença estatística na FC média e máxima obtida durante as atividades de corrida. Já para a FC de repouso foram observados valores significativos, nas comparações entre S1 e S2 ao longo da semana 1 e 4 de HIIT, entretanto, possivelmente sem relação com o treinamento de HIIT. A FC é bastante utilizada tanto na prescrição quanto no monitoramento de treinamentos de corrida (ACHTEN; JEUKENDRUP, 2003; LAMBERT; MBAMBO; GIBSON, 1998; PLEWS et al., 2013). Embora a FC apresente comportamentos individuais, atletas bem treinados tendem a apresentar pouca variação na FC, especialmente em sessões de treinamentos semelhantes (BOUZAS MARINS; DELGADO FERNANDEZ, 2004; HOTTENROTT; HOOS, 2017). Isso contribui para o entendimento de nossos achados. No entanto, ressaltamos a importância do monitoramento da FC dos atletas, de forma a acompanhar a intensidade dos estímulos, bem como monitorar a saúde destes indivíduos.

Foram realizadas análises comparativas entre as concentrações de lactato sanguíneo, e não houve diferença significativa entre os valores pré e pós intervenção HIIT, para o teste incremental máximo na esteira e para o teste Tlim. O lactato sanguíneo também foi analisado antes e após uma das sessões de HIIT na intensidade 110% da  $V_{pico}$  e pudemos observar, após a sessão, concentrações de lactato menores do que as obtidas nos testes incremental máximo na esteira, Tlim e 2.400 m na pista. Este resultado já era esperado, visto que a característica intermitente do HIIT, aliada à recuperação ativa, contribui para a remoção do lactato sanguíneo, permitindo maior tempo de exercício em altas intensidades (DEMARIE; KORALSZTEIN; BILLAT,

2000; GIBALA, 2015; TAOUTAOU et al., 1996; VOURIMAA; VASANKARI; RUSKO, 2000). A presente pesquisa não avaliou o lactato entre as sessões de HIIT, uma vez que um estudo anterior já havia realizado esta investigação, não encontrando diferenças nas concentrações de lactato ao longo de nove sessões de HIIT (ASTORINO et al., 2019).

Outro achado importante do presente estudo trata-se das análises do lactato sanguíneo após o teste contrarrelógio de 2.400 metros de corrida na pista nas quais foram encontradas diferenças estatisticamente significantes na comparação antes e após o HIIT, com menores valores de lactato no pós-teste realizado após o HIIT. Vale lembrar que no referido teste os atletas também apresentaram melhora no desempenho da corrida, concluindo a distância em um menor tempo. O acúmulo de lactato sanguíneo aumenta em resposta ao incremento da carga de trabalho e uma menor concentração de lactato associada ao aumento da intensidade, evidenciado pelo menor tempo no teste, podem indicar uma adaptação metabólica positiva para o desempenho dos corredores (BENEKE; LEITHÄUSER; OCHENTEL, 2011; FAUDE; KINDERMANN; MEYER, 2009).

Os ajustes na carga de treinamento são fundamentais para que corredores alcancem melhoras na performance (NAPIER et al., 2020; PAQUETTE et al., 2020). Antes do início do estudo os voluntários foram orientados sobre a intensidade e o volume dos treinos semanais realizados além do HIIT proposto pela pesquisa. Ao longo das duas semanas de testes e avaliações e das quatro semanas de realização do protocolo de HIIT, os atletas reportaram aos pesquisadores seus treinamentos diários. As médias da quilometragem de corrida semanal dos voluntários se mantiveram controladas, conforme orientações preliminares, sem diferenças estatísticas nos volumes semanais.

Em relação à composição corporal, foram observadas mudanças estatisticamente significativas tendo havido diminuição do peso corporal, do IMC e do percentual de gordura, nas comparações das avaliações antes e após o HIIT. Este resultado pode impactar positivamente no desempenho dos atletas, visto que menor peso corporal pode levar a uma diminuição do gasto energético e, possivelmente, maior desempenho de corrida (MACIEJCZYK et al., 2014; MALDONADO; MUJIKI; PADILLA, 2002; MOOSES; HACKNEY, 2017). Embora o HIIT seja bastante utilizado para mudança da composição corporal em pessoas não atletas (MAILLARD; PEREIRA; BOISSEAU,

2018; VIANA et al., 2019), em atletas corredores é preciso considerar outros fatores não investigados no presente estudo, tais como os ajustes na dieta.

Nas análises das variáveis ecocardiográficas antes e após o HIIT, não foram encontradas diferenças significantes para a fração de ejeção, volumes e diâmetros diastólico e sistólico das cavidades e espessura da parede posterior, demonstrando ser este um modelo seguro para os voluntários do ponto de vista cardíaco. Estudos anteriores apontam possíveis influências do exercício físico nestes parâmetros cardíacos, como aumento do volume sistólico e do diâmetro diastólico final do ventrículo esquerdo em atletas de resistência (D'ANDREA et al., 2010), aumento da fração de ejeção (TUCKER et al., 2019), e aumentos na espessura da parede posterior (MONTE et al., 2015).

Neste contexto, podemos destacar ao menos dois pontos importantes que devem ser considerados. Primeiro o histórico de treinamento dos voluntários, que possivelmente já apresentavam adaptações cardíacas positivas, e segundo, o tempo de duração do HIIT, podendo não ter sido suficiente para provocar mudanças significativas na estrutura cardíaca em atletas treinados em corrida. Importante ressaltar que o HIIT pode induzir adaptações cardíacas em atletas de endurance, geralmente de padrão saudável e não patológico (SANCHIS-GOMAR et al., 2016).

O HIIT proposto pelo presente estudo não provocou mudanças significativas nas concentrações dos hormônios testosterona, cortisol e TSH dos voluntários. Um estudo de revisão e meta-análise recente analisou o efeito agudo de uma sessão de HIIT sobre os níveis de testosterona e cortisol em indivíduos saudáveis e verificou um aumento imediatamente após a finalização da sessão, depois queda abaixo dos níveis basais, e, então, retorno aos valores basais após 24 horas (DOTE-MONTERO et al., 2021). Achados semelhantes foram obtidos também em atletas (COFRÉ-BOLADOS et al., 2019) já que o TSH parece seguir a mesma linha, com alterações apenas agudas após sessões de HIIT e exercícios de alta intensidade (CILOGLU et al., 2005; HACKNEY et al., 2012). Tais constatações corroboram os achados da nossa pesquisa em que o HIIT não provocou alterações nos níveis basais de testosterona, cortisol e TSH.

Análises clínicas e laboratoriais têm sido utilizadas para a avaliação e o monitoramento de atletas (BANFI et al., 2012; PEDLAR; NEWELL; LEWIS, 2019). No presente estudo, foram realizadas análises hematológicas em três momentos, antes e após o HIIT com os atletas em repouso mínimo de 24 horas, e na semana 3, logo após o fim da sessão 2 de HIIT a 110% da  $V_{pico}$ . Observou-se aumentos agudos nos níveis de

leucócitos e de linfócitos, e uma diminuição nos níveis de neutrófilos segmentados após a sessão 2 de HIIT à 110% da  $V_{pico}$ , ao serem comparados com os valores basais antes do HIIT. Já na comparação com os valores basais encontrados após o HIIT, leucócitos aumentaram e neutrófilos segmentados diminuíram, ambos apresentaram diferenças significativas.

O exercício físico máximo induz um aumento no número de leucócitos e linfócitos (FERRY et al., 1990; MATHES et al., 2017; OSHIDA et al., 1988). Estas alterações ocorrem devido à maior mobilização de células imunes marginais no fígado, baço, pulmão e nas paredes dos vasos por meio da ação de catecolaminas e também pelo aumento da tensão mediada por maior perfusão sanguínea (SIMPSON et al., 2015; WALZIK et al., 2021). Um estudo com atletas de natação de elite constatou que o estresse agudo do exercício de natação de alta intensidade provocou mudanças significativas mas transitórias na distribuição e proporções dos níveis de leucócitos, linfócitos e suas subclasses (KARGOTICH et al., 1997).

Neste contexto, nossos achados se assemelham aos estudos supracitados, visto que as alterações encontradas nos níveis de leucócitos e linfócitos advém das amostras sanguíneas obtidas imediatamente após a finalização de uma sessão de HIIT de corrida na intensidade de 110% da  $V_{pico}$  e sugerindo que tais mudanças estejam associadas ao efeito agudo do exercício de alta intensidade.

Já os neutrófilos desempenham importante papel na resposta imune, sendo geralmente a primeira célula recrutada em processos inflamatórios, inclusive do tecido muscular promovidos pelo exercício. As ações destas células são orquestradas por numerosas citocinas e pela expressão de seus receptores (BUTTERFIELD; BEST; MERRICK, 2006; TERRA et al., 2012). Em geral, o exercício de alta intensidade suprime a maioria das funções dos neutrófilos de forma aguda (SMITH, 1997). Estudos apontam haver decréscimo na quimiotaxia de neutrófilos após exercícios aeróbios, alteração que também pode ser influenciada pela interdependência - volume e intensidade (GAVRIELI et al., 2008; TERRA et al., 2012). Tais constatações, ajudam na interpretação dos resultados obtidos na presente pesquisa, em que houve um decréscimo significativo na concentração de neutrófilos segmentados, após a finalização da sessão 2 de HIIT de corrida na esteira na intensidade de 110% da  $V_{pico}$ , exercício este considerado de altíssima intensidade.

Os níveis de hemoglobina, hematócrito e plaquetas também foram analisados pelo estudo, no entanto não foram observadas diferenças estatísticas. Corredores bem

treinados que apresentam boa performance de corrida, geralmente têm valores de hemoglobina e hematócrito mais elevados (WILBER; PITSILADIS, 2012). Já quanto às plaquetas, um estudo avaliou a concentração após uma sessão HIIT e uma de SIT de ciclismo em triatletas, verificando um aumento significativo imediatamente após as sessões, com retorno aos níveis basais entre 30 e 60 minutos pós-exercício (WAHL et al., 2020). Entretanto, os mecanismos envolvidos no treinamento que aumentam ou diminuem estes níveis, ainda não são totalmente compreendidos (BANFI et al., 2011; MAIRBÄURL, 2013; MONTERO; LUNDBY, 2018). Estas colocações permeiam a compreensão de nossos achados, visto que os voluntários do estudo foram todos atletas corredores bem treinados com anos de experiências na modalidade, o que pode explicar o comportamento das variáveis hematológicas analisadas, que não sofreram influência significativa da sessão de HIIT analisada por já estarem adaptadas a estímulos de exercícios de corrida de alta intensidade, devido ao histórico de treinamento.

Os biomarcadores sanguíneos são comumente utilizados em esportes e exercícios, no monitoramento da saúde, desempenho e recuperação dos atletas (LEE et al., 2017b). Elevações nas concentrações de CK e de CK-MB vêm sendo, ao longo dos anos, frequentemente relatadas em estudos com praticantes de exercícios físicos extenuantes e de alta intensidade (COLLINSON et al., 1995; PERETTI et al., 2018; SANDVIK et al., 1981).

Entretanto, nas análises sanguíneas efetuadas no decorrer da atual investigação não foram obtidas alterações significantes nas concentrações de CK e CK-MB frente à intervenção de HIIT de corrida. Um estudo parecido, realizado com dez homens, também não encontrou diferenças nas concentrações de CK, já que após a aplicação de um protocolo de corrida intermitente de alta intensidade, as concentrações não aumentaram significativamente após o exercício ou durante o período subsequente de 7 dias (JOO, 2015). Em contrapartida, um estudo recente ao comparar dois protocolos de HIIT de corrida, com diferentes durações de trabalho e recuperação, verificou elevação da creatinoquinase em ambos (BRANDÃO et al., 2020).

Embora a CPK seja utilizada como um indicador de dano frente ao treinamento, podem haver grandes variabilidades interindividuais no comportamento da mesma, associada a fatores como: tipo de exercício avaliado, nível de treinamento dos indivíduos, volume da sessão e grupos musculares envolvidos (BAIRD et al., 2012; KOCH; PEREIRA; MACHADO, 2014; MOUGIOS, 2007). Neste sentido, a característica dos voluntários quanto ao histórico de treinamento de corrida e a

metodologia da coleta para as análises destes marcadores, sendo em repouso e imediatamente após S2 a 110% Vpico, pode ter contribuído para a não observância de alterações nas concentrações de CK e CK-MB.

As concentrações de troponinas cardíacas também podem aumentar agudamente após exercícios prolongados e extenuantes (AAKRE; OMLAND, 2019; PERRONE et al., 2020; RICHARDSON et al., 2018), e após exercícios de curta duração, de alta intensidade, e de características intermitentes (DONALDSON et al., 2019; GRESSLIEN; AGEWALL, 2016; LI et al., 2020). Na presente pesquisa, foi observado o comportamento da troponina T frente à intervenção de HIIT de corrida, e não foram encontradas diferenças significativas. Acredita-se que este seja um achado positivo, tendo em vista que alterações nas concentrações de troponinas cardíacas, embora comumente consideradas fisiológicas e sem consequências adversas, não descartam totalmente a possibilidade de pequenas lesões miocárdicas induzidas pelo exercício, que podem se tornar clinicamente relevante se repetidas por um período prolongado (AAKRE; OMLAND, 2019; DONNELLAN; PHELAN, 2018; PERRONE et al., 2020).

Os biomarcadores TGO, TGP e PCR também foram avaliados antes do protocolo de HIIT, durante na semana 3 em exaustão após S2 a 110% da Vpico e após ser finalizado o protocolo de HIIT. Não foram encontradas diferenças significativas nas comparações realizadas. Estes biomarcadores são utilizados no processo no monitoramento das condições de saúde de atletas (LEE et al., 2017b; SILVA; PAIS DE LACERDA, 2012) e também como marcadores de possíveis danos musculares associados à prática de exercícios físicos e esportes (KHATRI et al., 2021; NOWAKOWSKA et al., 2019; PEDLAR; NEWELL; LEWIS, 2019; SJOGREN, 2007). Estes resultados estão de acordo com os obtidos nas análises com os demais marcadores avaliados no decorrer do estudo.

É importante pontuar a dinâmica de como aconteceram as coletas sanguíneas para as análises efetuadas ao longo do estudo. Pré e pós-intervenção HIIT foram realizadas coletas com os atletas em repouso mínimo de 24 horas de prática de exercício físico. Já a coleta pós S2 na intensidade 110% da Vpico foi realizada imediatamente após a finalização da corrida, com os atletas em exaustão. Tais colocações se fazem necessárias, visto que o tempo entre o exercício físico e a coleta da amostra de sangue para análise, pode influenciar na dinâmica do comportamento e concentração de alguns marcadores sanguíneos, em especial da Troponina T (NIE et al., 2018; ROCA et al.,

2017; SCHERR et al., 2011), e da creatina quinase (BRANDÃO et al., 2020; MINAHAN et al., 2020).

Os riscos e potenciais efeitos deletérios do exercício físico intermitente de alta intensidade para saúde humana, embora ainda não estejam totalmente excluídos, parecem não se sobrepor aos reais benefícios produzidos (EIJSSVOGELS; FERNANDEZ; THOMPSON, 2016; FRANKLIN et al., 2020; O'KEEFE et al., 2012).

O presente estudo apresenta algumas limitações metodológicas. O VO2 Máximo foi avaliado de forma indireta, apesar deste tipo de teste ser muito utilizado, principalmente devido sua praticidade e boa eficiência, os valores podem não ter a mesma fidedignidade do teste com a utilização de aparelhos específicos para a avaliação do VO2 Máximo de forma direta. Entretanto, os altos custos de aquisição e manutenção destes equipamentos acabam deixando-os inviáveis para muitas realidades (KRAVCHYCHYN et al., 2015).

Outra questão refere-se à dinâmica da coleta de sangue pós HIIT, realizada uma única vez, apenas após a finalização da sessão 2 a 110% da  $V_{pico}$ , com os atletas ainda em exaustão, o que possibilitou observar apenas a ação aguda do HIIT nos marcadores sanguíneos. Os níveis destes marcadores após a realização de exercícios físicos de alta intensidade podem apresentar comportamentos diferentes ao longo de horas e até dias, conforme já verificado anteriormente por outros estudos (BRANDÃO et al., 2020; MINAHAN et al., 2020; NIE et al., 2018). Entretanto, a logística e os recursos disponíveis na presente investigação não permitiram este tipo de comparações.

## 11 CONCLUSÕES

O presente estudo permite concluir que o programa de HIIT realizado em esteira ergométrica e aplicado a atletas corredores de rua foi eficiente para a melhora do desempenho de corrida no teste de 2.400 metros, evidenciado pelo aumento da velocidade média de corrida, pela redução significativa no tempo do teste e pela diminuição da concentração de lactato sanguíneo pós-teste. O HIIT também foi efetivo para a manutenção do VO<sub>2</sub>máximo, do T<sub>lim</sub> e dos níveis de lactato, não prejudicando as medidas de desempenho.

Conclui-se também que após uma sessão de HIIT realizada a 110% da V<sub>pico</sub> ocorrem alterações hematológicas transitórias observadas nos aumentos dos níveis de leucócitos e linfócitos, e redução dos neutrófilos segmentados. Estas alterações não foram evidenciadas nas análises realizadas após o final do protocolo de HIIT.

A partir dos resultados obtidos nas avaliações físicas e nos exames clínicos, hematológicos e bioquímicos realizadas ao longo do estudo, podemos concluir que o programa de HIIT realizado, além de eficiente para a redução significativa do percentual de gordura, do peso corporal total e IMC, se mostrou seguro do ponto de vista fisiológico, cardiovascular e metabólico.

Esses resultados reforçam os benefícios do treinamento intervalado de alta intensidade realizado na esteira ergométrica em atletas corredores de rua melhorando o desempenho de corrida. Também se confirma, do ponto de vista fisiológico, a segurança do procedimento para a saúde dos atletas. Os profissionais da área da ciência do esporte e do treinamento esportivo devem considerar o uso dessa metodologia no processo de preparação de atletas corredores.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AAKRE, K. M.; OMLAND, T. Physical activity, exercise and cardiac troponins: Clinical implications. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v. 62, n. 2, p. 108-115, mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2019.02.005>

ABE, D. et al. Assessment of middle-distance running performance in sub-elite young runners using energy cost of running. *European Journal of Applied Physiology*, v. 77, n. 4, p. 320-325, 1 mar. 1998. <https://doi.org/10.1007/s004210050340>

ABULÍ, M.; DE LA GARZA, M. S.; SITGES, M. Differentiating Athlete's Heart from Left Ventricle Cardiomyopathies. *Journal of Cardiovascular Translational Research*, v. 13, n. 3, p. 265-273, 14 jun. 2020. <https://doi.org/10.1007/s12265-020-10021-8>

ACHTEN, J.; JEUKENDRUP, A. E. Heart Rate Monitoring. *Sports Medicine*, v. 33, n. 7, p. 517-538, 2003. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333070-00004>

ADAMS, R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. *Canadian family physician Medecin de famille canadien*, v. 45, p. 992, 995, 1004-5, abr. 1999.

ADHIKARI, S. P. et al. Epidemiology, causes, clinical manifestation and diagnosis, prevention and control of coronavirus disease (COVID-19) during the early outbreak period: a scoping review. *Infectious Diseases of Poverty*, v. 9, n. 1, p. 29, 17 dez. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40249-020-00646-x>

AHMETOV, I. I. et al. Genes and Athletic Performance: An Update. v. 61, p. 41-54, 2016. <https://doi.org/10.1159/000445240>

ALATTAR, A.; MAFFULLI, N. The Validity of Adding ECG to the Preparticipation Screening of Athletes An Evidence Based Literature Review. *Translational medicine @ UniSa*, v. 11, n. 2, p. 2-13, 2014.

ALVERO-CRUZ, J. et al. Predictive Performance Models in Long-Distance Runners: A Narrative Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 21, p. 8289, 9 nov. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218289>

ANDERSEN, J. J. The State of Running 2019. Disponível em: <<https://runrepeat.com/state-of-running>>. Acesso em: 17 mar. 2021.

ANDRIOLO, A. et al. Coleta e preparo da amostra biológica. Barueri, SP : Manole : Minha Editora, v. 4, n. 8, p. 1-3, 65-70, 245,305, 2014.

ANGELINI, P. et al. High-Risk Cardiovascular Conditions in Sports-Related Sudden Death: Prevalence in 5,169 Schoolchildren Screened via Cardiac Magnetic Resonance. *Texas Heart Institute Journal*, v. 45, n. 4, p. 205-213, 1 ago. 2018. <https://doi.org/10.14503/THIJ-18-6645>

ANTUNES, A. C. Pré-história : reflexão sobre sua importância para a Educação Física. EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires, v. 15, n. 166, p. 1-5, 2012.

APPLE, F. S. et al. Comparison of serum creatine kinase and creatine kinase MB activities post marathon race versus post myocardial infarction. Clinica Chimica Acta, v. 138, n. 1, p. 111-118, mar. 1984. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(84\)90359-0](https://doi.org/10.1016/0009-8981(84)90359-0)

ARANTES, F. J. et al. Pode o consumo máximo de oxigênio e a frequência cardíaca máxima medidos em teste laboratorial serem preditos por equações em corredores amadores? Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício, v. 11, n. 8, p. 343-352, 2017.

ARSLAN, M. et al. Serial high-sensitivity cardiac troponin T measurements to rule out acute myocardial infarction and a single high baseline measurement for swift rule-in: A systematic review and meta-analysis. European Heart Journal: Acute Cardiovascular Care, v. 9, n. 1, p. 14-22, 8 fev. 2020. <https://doi.org/10.1177/2048872618819421>

ASTORINO, T. A. et al. High-Intensity Interval Training Increases Cardiac Output and V̇O<sub>2</sub>max. Medicine & Science in Sports & Exercise, v. 49, n. 2, p. 265-273, fev. 2017. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001099>

ASTORINO, T. A. et al. Increased cardiac output and maximal oxygen uptake in response to ten sessions of high intensity interval training. Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, v. 58, n. 1-2, p. 164-171, 2018. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.06606-8>

ASTORINO, T. A. et al. Blood Lactate Concentration Is Not Related to the Increase in Cardiorespiratory Fitness Induced by High Intensity Interval Training. International Journal of Environmental Research and Public Health, v. 16, n. 16, p. 2845, 9 ago. 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16162845>

ÅSTRAND, I. et al. Intermittent Muscular Work. Acta Physiologica Scandinavica, v. 48, n. 3-4, p. 448-453, ago. 1960. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1960.tb01879.x>

AUGUSTI, M.; AGUIAR, C. M. A corrida de rua : aspectos históricos e culturais. EFDeportes.com, Revista Digital, v. 16, n. 161, p. 1-5, 2011.

AXELSEN, M.; ROBINSON, R. N. S. Race around the world: Identifying a research agenda for the distance runner. Annals of Leisure Research, v. 12, n. 2, p. 236-257, jan. 2009. <https://doi.org/10.1080/11745398.2009.9686820>

AYDIN, S. et al. Biomarkers in acute myocardial infarction: current perspectives. Vascular Health and Risk Management, v. Volume 15, p. 1-10, jan. 2019. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S166157>

BAIRD, M. F. et al. Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. *Journal of Nutrition and Metabolism*, v. 2012, p. 1-13, 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/960363>

BAKER, L. B. Sweating Rate and Sweat Sodium Concentration in Athletes: A Review of Methodology and Intra/Interindividual Variability. *Sports Medicine*, v. 47, n. S1, p. 111-128, 22 mar. 2017. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0691-5>

BAKER, L. B. et al. Exercise intensity effects on total sweat electrolyte losses and regional vs. whole-body sweat [Na<sup>+</sup>], [Cl<sup>-</sup>], and [K<sup>+</sup>]. *European Journal of Applied Physiology*, v. 119, n. 2, p. 361-375, 6 fev. 2019a. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-4048-z>

BAKER, P. et al. Exercise-induced cardiac troponin elevation: An update on the evidence, mechanism and implications. *IJC Heart & Vasculature*, v. 22, p. 181-186, mar. 2019b. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2019.03.001>

BALBINOTTI, M. A. A. et al. Perfis motivacionais de corredores de rua com diferentes tempos de prática. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 37, n. 1, p. 65-73, jan. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2013.08.001>

BALDARI, C. et al. Accuracy, reliability, linearity of Accutrend and Lactate Pro versus EBIO plus analyzer. *European Journal of Applied Physiology*, v. 107, n. 1, p. 105-111, 14 set. 2009. <https://doi.org/10.1007/s00421-009-1107-5>

BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; SANTOS-CONCEJERO, J.; GRIVAS, G. V. Effects of Strength Training on Running Economy in Highly Trained Runners: A Systematic Review With Meta-Analysis of Controlled Trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 8, p. 2361-2368, ago. 2016. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001316>

BANFI, G. et al. Seasonal variations of haematological parameters in athletes. *European Journal of Applied Physiology*, v. 111, n. 1, p. 9-16, 15 jan. 2011. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1641-1>

BANFI, G. et al. Metabolic markers in sports medicine. In: *Advances in Clinical Chemistry*. 1. ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2012. v. 56p. 1-54. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394317-0.00015-7>

BARNES, K. R.; KILDING, A. E. Strategies to Improve Running Economy. *Sports Medicine*, v. 45, n. 1, p. 37-56, 28 jan. 2015. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0246-y>

BARROS, TURIBIO LEITE DE; ANGELI, G.; BARROS, L. F. F. L. DE. Preparação do atleta de esportes competitivos / The right performance athlete training. *Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo*, v. 15, n. 2, p. 114-120, 2005.

BARTLETT, J. D.; DRUST, B. A framework for effective knowledge translation and performance delivery of Sport Scientists in professional sport. *European Journal of Sport Science*, v. 0, n. 0, p. 1-9, 29 nov. 2020.

BASSET, F. A.; CHOUINARD, R.; BOULAY, M. R. Training Profile Counts for Time-to-Exhaustion Performance. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 28, n. 4, p. 654-666, 1 ago. 2003. <https://doi.org/10.1139/h03-050>

BELL, N.; STEPHENSON, A. L. Variation in motivations by running ability: using the theory of reasoned action to predict attitudes about running 5K races. *Journal of Policy Research in Tourism, Leisure and Events*, v. 6, n. 3, p. 231-247, 2 set. 2014. <https://doi.org/10.1080/19407963.2014.933227>

BELVIRANLI, M.; OKUDAN, N.; KABAK, B. The Effects of Acute High-Intensity Interval Training on Hematological Parameters in Sedentary Subjects. *Medical Sciences*, v. 5, n. 3, p. 15, 19 jul. 2017. <https://doi.org/10.3390/medsci5030015>

BEN A BDERRAHMAN, A. et al. Effects of recovery mode (active vs. passive) on performance during a short high-intensity interval training program: a longitudinal study. *European Journal of Applied Physiology*, v. 113, n. 6, p. 1373-1383, 11 jun. 2013. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2556-9>

BENEKE, R.; LEITHÄUSER, R. M.; OCHENTEL, O. Blood Lactate Diagnostics in Exercise Testing and Training. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 6, n. 1, p. 8-24, mar. 2011. <https://doi.org/10.1123/ijsp.6.1.8>

BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental Exercise Test Design and Analysis. *Sports Medicine*, v. 37, n. 7, p. 575-586, 2007. <https://doi.org/10.2165/00007256-200737070-00002>

BILLAT, L. V. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. *Sports Medicine*, v. 31, n. 2, p. 75-90, 2001a. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131020-00001>

BILLAT, L. V. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. *Sports Medicine*, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001b. <https://doi.org/10.2165/00007256-200131010-00002>

BILLAT, L. V.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the Velocity at &OV0312;O<sub>2</sub>max and Time to Exhaustion at this Velocity. *Sports Medicine*, v. 22, n. 2, p. 90-108, ago. 1996. <https://doi.org/10.2165/00007256-199622020-00004>

BILLAT, V. et al. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO<sub>2</sub>max and modeling of the time-limit / velocity relationship in elite longdistance runners. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 69, n. 3, p. 271-273, maio 1994. <https://doi.org/10.1007/BF01094801>

BILLAT, V. et al. Gender effect on the relationship of time limit at 100%  $\dot{V}O_2$ max with other bioenergetic characteristics. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 28, n. 8, p. 1049-1055, ago. 1996. <https://doi.org/10.1097/00005768-199608000-00016>

BILLAT, V. et al. Very Short (15 s - 15 s) Interval-Training Around the Critical Velocity Allows Middle-Aged Runners to Maintain  $\dot{V}O_2$  max for 14 minutes. *International Journal of Sports Medicine*, v. 22, n. 03, p. 201-208, 31 dez. 2001. <https://doi.org/10.1055/s-2001-16389>

BLAGROVE, R. C. et al. Strength and Conditioning Habits of Competitive Distance Runners. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 5, p. 1392-1399, maio 2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002261>

BLONDEL, N. et al. Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140 % of  $\dot{V}O_2$ max and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. *International Journal of Sports Medicine*, v. 22, n. 1, p. 27-33, jan. 2001. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11357>

BÕHME, M. T. S. Relações entre aptidão física, esporte e treinamento esportivo. *Rev. bras. ciênc. mov*, p. 97-104, 2003.

BONEN, A.; BELCASTRO, A. N. Comparison of self-selected recovery methods on lactic acid removal rates. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 8, n. 3, p. 176-178, 1976. <https://doi.org/10.1249/00005768-197600830-00008>

BONET, J. B. et al. Inter-Individual Different Responses to Continuous and Interval Training in Recreational Middle-Aged Women Runners. *Frontiers in Physiology*, v. 11, n. October, p. 1-9, 22 out. 2020. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.579835>

BOSQUET, L. et al. Effects of Tapering on Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 39, n. 8, p. 1358-1365, ago. 2007. <https://doi.org/10.1249/mss.0b013e31806010e0>

BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to Determine Aerobic Endurance. *Sports Medicine*, v. 32, n. 11, p. 675-700, 2002. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232110-00002>

BOUZAS MARINS, J. C.; DELGADO FERNANDEZ, M. Comparação da frequência cardíaca máxima por meio de provas com perfil aeróbico e anaeróbico. *Fitness & Performance Journal*, v. 3, n. 3, p. 166-174, 1 maio 2004. <https://doi.org/10.3900/fpj.3.3.166.p>

BRAAKHUIS, A. J. Learning styles of elite and sub-elite athletes. *Journal of Human Sport and Exercise*, v. 10, n. 4, p. 927-935, 2015. <https://doi.org/10.14198/jhse.2015.104.08>

BRAMBLE, D. M.; LIEBERMAN, D. E. Endurance running and the evolution of Homo. *Nature*, v. 432, n. 7015, p. 345-352, 2004. <https://doi.org/10.1038/nature03052>

BRANCACCIO, P.; MAFFULLI, N.; LIMONGELLI, F. M. Creatine kinase monitoring in sport medicine. *British Medical Bulletin*, v. 81-82, n. 1, p. 209-230, 6 fev. 2007. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldm014>

BRANDÃO, L. H. A. et al. Physiological and Performance Impacts After Field Supramaximal High-Intensity Interval Training With Different Work-Recovery Duration. *Frontiers in Physiology*, v. 11, n. October, p. 1-11, 8 out. 2020. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.01075>

BRANDON, L. J. Physiological Factors Associated with Middle Distance Running Performance. *Sports Medicine*, v. 19, n. 4, p. 268-277, abr. 1995. <https://doi.org/10.2165/00007256-199519040-00004>

BROCHERIE, F.; BEARD, A. All Alone We Go Faster, Together We Go Further: The Necessary Evolution of Professional and Elite Sporting Environment to Bridge the Gap Between Research and Practice. *Frontiers in Sports and Active Living*, v. 2, n. January, p. 1-6, 27 jan. 2021. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.631147>

BROSNAN, M. J.; RAKHIT, D. Differentiating Athlete's Heart From Cardiomyopathies - The Left Side. *Heart, Lung and Circulation*, v. 27, n. 9, p. 1052-1062, set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.hlc.2018.04.297>

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle Part I: Cardiopulmonary Emphasis. *Sports Medicine*, v. 43, n. 5, p. 313-338, 29 maio 2013a. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle Part II: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications. *Sports Medicine*, v. 43, n. 10, p. 927-954, 6 out. 2013b. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>

BUTTERFIELD, T. A.; BEST, T. M.; MERRICK, M. A. The dual roles of neutrophils and macrophages in inflammation: a critical balance between tissue damage and repair. *Journal of athletic training*, v. 41, n. 4, p. 457-65, 2006.

CAPPELLINI, G. et al. Motor Patterns in Human Walking and Running. *Journal of Neurophysiology*, v. 95, n. 6, p. 3426-3437, jun. 2006. <https://doi.org/10.1152/jn.00081.2006>

CAPUTO, F.; DENADAI, B. S. Resposta do Vo<sub>2</sub> e tempo de exaustão durante a corrida realizada na velocidade associada ao Vo<sub>2</sub>max: aplicações para o treinamento aeróbio de alta intensidade. *Rev. Bras. Cienc. Esporte*, v. 26, n. 1, p. 19-31, 2004.

CARMONA, G. et al. Fibre-type-specific and Mitochondrial Biomarkers of Muscle Damage after Mountain Races. *International Journal of Sports Medicine*, v. 40, n. 04, p. 253-262, 5 abr. 2019. <https://doi.org/10.1055/a-0808-4692>

CARTER, H. et al. Oxygen uptake kinetics during treadmill running across exercise intensity domains. *European Journal of Applied Physiology*, v. 86, n. 4, p. 347-354, 12 fev. 2002. <https://doi.org/10.1007/s00421-001-0556-2>

CARTER, H. et al. Oxygen Uptake Kinetics During Supra V·O<sub>2</sub>max Treadmill Running in Humans. *International Journal of Sports Medicine*, v. 27, n. 2, p. 149-157, fev. 2006. <https://doi.org/10.1055/s-2005-873076>

CARVALHO, T. DE; MARA, L. S. DE. Hidratação e Nutrição no Esporte. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 16, n. 2, p. 144-148, abr. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922010000200014>

CASADO, A. et al. World-Class Long-Distance Running Performances Are Best Predicted by Volume of Easy Runs and Deliberate Practice of Short-Interval and Tempo Runs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. Publish Ah, n. April, 30 abr. 2019.

CASADO, A. et al. Pacing profiles and tactical behaviors of elite runners. *Journal of Sport and Health Science*, jun. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jshs.2020.06.011>

CERQUEIRA, É. et al. Inflammatory Effects of High and Moderate Intensity Exercise- A Systematic Review. *Frontiers in Physiology*, v. 10, n. January, p. 1-14, 9 jan. 2020. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.01550>

CHANG, S. C. et al. Relationship between maximal incremental and high-intensity interval exercise performance in elite athletes. *PLoS ONE*, v. 15, n. 5, p. 1-18, 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226313>

CHRISTENSEN, E. H.; HEDMAN, R.; SALTIN, B. Intermittent and Continuous Running (A further contribution to the physiology of intermittent work.). *Acta Physiologica Scandinavica*, v. 50, n. 3-4, p. 269-286, 1960. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1960.tb00181.x>

CIDELL, J. Running road races as transgressive event mobilities. *Social & Cultural Geography*, v. 15, n. 5, p. 571-583, 4 jul. 2014. <https://doi.org/10.1080/14649365.2014.908236>

CILOGLU, F. et al. Exercise intensity and its effects on thyroid hormones. *Neuroendocrinology letters*, v. 26, n. 6, p. 830-4, dez. 2005.

COFRÉ-BOLADOS, C. et al. Testosterone and cortisol responses to HIIT and



continuous aerobic exercise in active young men. *Sustainability (Switzerland)*, v. 11, n. 21, p. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11216069>

COLINO, E. et al. Mechanical Properties of Treadmill Surfaces and Their Effects on Endurance Running. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 15, n. 5, p. 685-689, 1 maio 2020. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2019-0539>

COLLINSON, P. O. et al. Measurement of Serum Troponin T, Creatine Kinase MB Isoenzyme, and Total Creatine Kinase following Arduous Physical Training. *Annals of Clinical Biochemistry: International Journal of Laboratory Medicine*, v. 32, n. 5, p. 450-453, 29 set. 1995. <https://doi.org/10.1177/000456329503200503>

CONLEY, D. L.; KRAHENBUHL, G. S. Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 12, n. 5, p. 357-60, 1980. <https://doi.org/10.1249/00005768-198025000-00010>

COOPER, K. H. A Means of Assessing Maximal Oxygen Intake. *Jama*, v. 203, n. 3, p. 201, 1968. <https://doi.org/10.1001/jama.1968.03140030033008>

CUSHMAN, D. M.; MARKERT, M.; RHO, M. Performance Trends in Large 10-km Road Running Races in the United States. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 28, n. 4, p. 892-901, abr. 2014. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000000249>

CUSHMAN, M. D. et al. The Motivational Influence of Milestone Times on 10-km Running Performance. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, v. 16, n. 2, p. 602-611, 3 ago. 2016. <https://doi.org/10.1080/24748668.2016.11868912>

D'ANDREA, A. et al. Left Ventricular Myocardial Velocities and Deformation Indexes in Top-Level Athletes. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 23, n. 12, p. 1281-1288, dez. 2010. <https://doi.org/10.1016/j.echo.2010.09.020>

DAGUR, P. K.; MCCOY, J. P. Collection, Storage, and Preparation of Human Blood Cells. *Current Protocols in Cytometry*, v. 73, n. 1, p. 5.1.1-5.1.16, jul. 2015. <https://doi.org/10.1002/0471142956.cy0501s73>

DALLARI, M. M. *Corrida de rua: um fenômeno sociocultural contemporâneo*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 16 mar. 2009.

DE, D. E. J. *Diário oficial da união*. p. 1-18, 2020.

DE OLIVEIRA, E. et al. *OLIMPÍADAS - O Esporte superando limites - Coleção DE OLHO NO MUNDO RECREIO*. BRASIL: EDITORA ABRIL, 2000.

DEMARIE, S.; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. Time limit and time at VO<sub>2</sub>max' during a continuous and an intermittent run. *The Journal of sports medicine and*



physical fitness, v. 40, n. 2, p. 96-102, jun. 2000.

DENADAI, B. S. et al. Interval training at 95% and 100% of the velocity at VO<sub>2</sub> max : effects on aerobic physiological indexes and running performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 31, n. 6, p. 737-743, dez. 2006. <https://doi.org/10.1139/h06-080>

DENADAI, B. S.; ORTIZ, M. J.; MELLO, M. T. DE. Índices fisiológicos associados com a "performance" aeróbia em corredores de "endurance": efeitos da duração da prova. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 10, n. 5, p. 401-404, out. 2004. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922004000500007>

DIAS, C. Corrida De Rua No País Do Futebol. *Recorde - Revista de História do Esporte*, v. 10, n. 1, p. 1-32, 2017.

DOLCI, F. et al. High-Intensity Interval Training Shock Microcycle for Enhancing Sport Performance: A Brief Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 4, p. 1188-1196, abr. 2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000003499>

DONALDSON, J. A. et al. Left Ventricular Function and Cardiac Biomarker Release-The Influence of Exercise Intensity, Duration and Mode: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, v. 49, n. 8, p. 1275-1289, 18 ago. 2019. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01142-5>

DONNELLAN, E.; PHELAN, D. Biomarkers of Cardiac Stress and Injury in Athletes: What Do They Mean? *Current Heart Failure Reports*, v. 15, n. 2, p. 116-122, 8 abr. 2018. <https://doi.org/10.1007/s11897-018-0385-9>

NOTE-MONTERO, M. et al. Acute effect of HIIT on testosterone and cortisol levels in healthy individuals: A systematic review and meta-analysis. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 31, n. 9, p. 1722-1744, 15 set. 2021. <https://doi.org/10.1111/sms.13999>

DUGAN, S. A.; BHAT, K. P. Biomechanics and Analysis of Running Gait. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, v. 16, n. 3, p. 603-621, ago. 2005. <https://doi.org/10.1016/j.pmr.2005.02.007>

DUN, Y. et al. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. *Clinics in Geriatric Medicine*, v. 35, n. 4, p. 469-487, nov. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.cger.2019.07.011>

EIJVOGELS, T. M. H.; FERNANDEZ, A. B.; THOMPSON, P. D. Are There Deleterious Cardiac Effects of Acute and Chronic Endurance Exercise? *Physiological Reviews*, v. 96, n. 1, p. 99-125, jan. 2016. <https://doi.org/10.1152/physrev.00029.2014>

EL-GUEBALY, N. COVID-19 and social distancing. Canadian Journal of Addiction, v. 11, n. 2, p. 4-6, jun. 2020. <https://doi.org/10.1097/CXA.0000000000000081>

ENOKSEN, E.; TJELTA, A. R.; TJELTA, L. I. Distribution of Training Volume and Intensity of Elite Male and Female Track and Marathon Runners. International Journal of Sports Science & Coaching, v. 6, n. 2, p. 273-293, jun. 2011. <https://doi.org/10.1260/1747-9541.6.2.273>

ESSNER, A. et al. Validity and reliability of Polar® RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. Physiology & Behavior, v. 114-115, p. 1-5, abr. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2013.03.002>

EVANGELISTA, F. DE S.; BRUM, P. C. Efeitos do destreinamento físico sobre a "performance" do atleta: Uma revisão das alterações cardiovasculares e músculo-esqueléticas. Rev. paul. Educ. Fís, v. 13, n. 2, p. 239-249, 1999.

EVANS, A. B. et al. Sport in the face of the COVID-19 pandemic: towards an agenda for research in the sociology of sport. European Journal for Sport and Society, v. 17, n. 2, p. 1-11, 14 maio 2020. <https://doi.org/10.1080/16138171.2020.1765100>

FAUDE, O.; KINDERMANN, W.; MEYER, T. Lactate Threshold Concepts. Sports Medicine, v. 39, n. 6, p. 469-490, maio 2009. <https://doi.org/10.2165/00007256-200939060-00003>

FAUL, F. et al. Statistical power analyses using G\*Power 3.1: Tests for correlation and regression analyses. Behavior Research Methods, v. 41, n. 4, p. 1149-1160, nov. 2009. <https://doi.org/10.3758/BRM.41.4.1149>

FERRY, A. et al. Changes in blood leucocyte populations induced by acute maximal and chronic submaximal exercise. European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology, v. 59, n. 6, p. 435-442, jan. 1990. <https://doi.org/10.1007/BF02388625>

FESTA, L. et al. Effects of Flywheel Strength Training on the Running Economy of Recreational Endurance Runners. Journal of Strength and Conditioning Research, v. 33, n. 3, p. 684-690, mar. 2019. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002973>

FILMER, A. Endurance Running as Gesture in Contemporary Theatre and Performance. Contemporary Theatre Review, v. 30, n. 1, p. 28-45, 2 jan. 2020. <https://doi.org/10.1080/10486801.2019.1696322>

FRAGA, C. H. W. et al. Comparação de protocolos de corrida para determinação de diferentes limiares. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, v. 20, n. 2, p. 92-96, 2014. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200201483>

FRAGA, C. H. W. . et al. Análise de variáveis cinemáticas na corrida do triathlon

obtidas em prova simulada. *Revista Brasileira de Biomecânica*, v. 8, n. 14, p. 16-20, 2007.

FRAINER, D. E.; ABAD, C. C. C.; PAZIN, J. Análise da produção científica sobre atletismo no Brasil: uma revisão sistemática. *Rev. bras. ciênc. mov*, v. 25, n. 1, p. 199-211, 2017. <https://doi.org/10.31501/rbcm.v25i1.6217>

FRANKLIN, B. A. et al. Exercise-Related Acute Cardiovascular Events and Potential Deleterious Adaptations Following Long-Term Exercise Training: Placing the Risks Into Perspective-An Update: A Scientific Statement From the American Heart Association. *Circulation*, v. 141, n. 13, p. E705-E736, 31 mar. 2020. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000749>

FULLAGAR, H. H. K. et al. The Translation of Sport Science Research to the Field: A Current Opinion and Overview on the Perceptions of Practitioners, Researchers and Coaches. *Sports Medicine*, v. 49, n. 12, p. 1817-1824, 18 dez. 2019. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01139-0>

GALDERISI, M. et al. The multi-modality cardiac imaging approach to the Athlete's heart: an expert consensus of the European Association of Cardiovascular Imaging. *European Heart Journal - Cardiovascular Imaging*, v. 16, n. 4, p. 353- 353r, 1 abr. 2015. <https://doi.org/10.1093/ehjci/jeu323>

GARCÍA-PINILLOS, F.; SOTO-HERMOSO, V. M.; LATORRE-ROMÁN, P. Á. Do Running Kinematic Characteristics Change over a Typical HIIT for Endurance Runners? *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 30, n. 10, p. 2907-2917, out. 2016. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001380>

GARCÍA-SUÁREZ, P. C. et al. Hemodynamic Adaptations Induced by Short-Term Run Interval Training in College Students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 13, p. 4636, 27 jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134636>

GAVRIELI, R. et al. The Effect of Aerobic Exercise on Neutrophil Functions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 40, n. 9, p. 1623-1628, set. 2008. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318176b963>

GENTIL, P. et al. Resistance Training Safety during and after the SARS-Cov-2 Outbreak: Practical Recommendations. *BioMed Research International*, v. 2020, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/3292916>

GENTIL, P.; DEL VECCHIO, F. B. Commentary: High-intensity Intermittent Training vs. Moderate-intensity Intermittent Training: Is It a Matter of Intensity or Intermittent Efforts? *Frontiers in Physiology*, v. 8, n. May, p. 1-9, 30 maio 2017. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00370>

GERLING, S. Pre-participation screening in young elite athletes: Towards a new

algorithm? *European Journal of Preventive Cardiology*, v. 27, n. 14, p. 1491-1493, 8 set. 2020. <https://doi.org/10.1177/2047487319897334>

GIBALA, M. Physiological adaptations to low-volume high intensity interval training. *Sports Science Exchange*, v. 28, n. 139, p. 1-6, 2015.

GIBALA, M. J. High-intensity interval training: A time-efficient strategy for health promotion? *Current Sports Medicine Reports*, v. 6, n. 4, p. 211-213, 11 ago. 2007. <https://doi.org/10.1097/01.CSMR.0000306472.95337.e9>

GIBALA, M. J. et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of Physiology*, v. 590, n. 5, p. 1077-1084, 1 mar. 2012. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2011.224725>

GIBALA, M. J.; HAWLEY, J. A. Sprinting Toward Fitness. *Cell Metabolism*, v. 25, n. 5, p. 988-990, maio 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.04.030>

GIBALA, M. J.; JONES, A. M. Physiological and Performance Adaptations to High-Intensity Interval Training. In: *Nestle Nutrition Institute Workshop Series*. [s.l: s.n.]. v. 76p. 51-60. <https://doi.org/10.1159/000350256>

GILLEN, J. B.; GIBALA, M. J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 39, n. 3, p. 409-412, mar. 2014. <https://doi.org/10.1139/apnm-2013-0187>

GLASS S, G. B. *ACSM's Metabolic Calculations Handbook*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

GOJANOVIC, B. et al. Overspeed HIIT in Lower-Body Positive Pressure Treadmill Improves Running Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 47, n. 12, p. 2571-2578, dez. 2015. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000707>

GOMES, A. C. *Treinamento desportivo estruturação e periodização*. 2. ed. São Paulo: Artmed, 2009.

GÓMEZ MARTÍN, J. P.; CLEMENTE-SUÁREZ, V. J.; RAMOS-CAMPO, D. J. Hematological and Running Performance Modification of Trained Athletes after Reverse vs. Block Training Periodization. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 13, p. 4825, 4 jul. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17134825>

GRANT, W. B.; LAHORE, H.; ROCKWELL, M. S. The Benefits of Vitamin D Supplementation for Athletes: Better Performance and Reduced Risk of COVID-19. *Nutrients*, v. 12, n. 12, p. 3741, 4 dez. 2020. <https://doi.org/10.3390/nu12123741>

GRATÃO, O. A.; ROCHA, C. M. Dimensões da motivação para correr e para participar de eventos de corrida. / Dimensions of motivation to run and to attend running events. Revista Brasileira de Ciência e Movimento: RBCM, v. 24, n. 3, p. 90-102, 2016. <https://doi.org/10.18511/0103-1716/rbcm.v24n3p90-102>

GRAZIOLI, G. et al. Echocardiography in the evaluation of athletes. F1000Research, v. 4, n. 0, p. 151, 15 jun. 2015. <https://doi.org/10.12688/f1000research.6595.1>

GRAZIOLI, G. et al. Prevention of sudden death in adolescent athletes: Incremental diagnostic value and cost-effectiveness of diagnostic tests. European Journal of Preventive Cardiology, v. 24, n. 13, p. 1446-1454, 2 set. 2017. <https://doi.org/10.1177/2047487317713328>

GRESSLIEN, T.; AGEWALL, S. Troponin and exercise. International Journal of Cardiology, v. 221, p. 609-621, out. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.06.243>

GUIRAUD, T. et al. High-Intensity Interval Training in Cardiac Rehabilitation. Sports Medicine, v. 42, n. 7, p. 587-605, jul. 2012. <https://doi.org/10.2165/11631910-000000000-00000>

GULA, J. N. et al. Perfil motivacional e estado de humor em corredores de rua integrantes de grupos de corrida. ConScientiae Saúde, v. 18, n. 4, p. 444-454, 20 jul. 2020. <https://doi.org/10.5585/conssaude.v18n4.14826>

GÜNER, R.; HASANOĞLU, İ.; AKTAŞ, F. Covid-19: Prevention and control measures in community. Turkish Journal of Medical Sciences, v. 50, n. SI-1, p. 571-577, 2020. <https://doi.org/10.3906/sag-2004-146>

GUZY, P. M. Creatine phosphokinase-MB (CPK-MB) and the diagnosis of myocardial infarction. The Western journal of medicine, v. 127, n. 6, p. 455-60, dez. 1977.

HACKNEY, A. C. Endurance Training and Testosterone Levels. Sports Medicine, v. 8, n. 2, p. 117-127, ago. 1989. <https://doi.org/10.2165/00007256-198908020-00004>

HACKNEY, A. C. et al. Thyroid hormonal responses to intensive interval versus steady-state endurance exercise sessions. Hormones, v. 11, n. 1, p. 54-60, 1 jan. 2012. <https://doi.org/10.1007/BF03401537>

HAGEN, J. et al. COVID-19 Surveillance and Competition in Sport: Utilizing Sport Science to Protect Athletes and Staff during and after the Pandemic. Journal of Functional Morphology and Kinesiology, v. 5, n. 3, p. 69, 2020. <https://doi.org/10.3390/jfmk5030069>

HARRISS, D. J.; MACSWEEN, A.; ATKINSON, G. Ethical Standards in Sport and Exercise Science Research: 2020 Update. International Journal of Sports Medicine, v. 40, n. 13, p. 813-817, 2019. <https://doi.org/10.1055/a-1015-3123>

HEIDBUCHEL, H. The athlete's heart is a proarrhythmic heart, and what that means for clinical decision making. *EP Europace*, v. 20, n. 9, p. 1401-1411, 1 set. 2018. <https://doi.org/10.1093/europace/eux294>

HEIKKALA, J. Discipline and Excel: Techniques of the Self and Body and the Logic of Competing. *Sociology of Sport Journal*, v. 10, n. 4, p. 397-412, dez. 1993. <https://doi.org/10.1123/ssj.10.4.397>

HEINRICH, L. et al. Die kardiovaskuläre Voruntersuchung im Wettkampfsport. *Herz Kardiovaskuläre Erkrankungen*, v. 31, n. 6, p. 514-518, set. 2006. <https://doi.org/10.1007/s00059-006-2863-1>

HILL, D. W.; ROWELL, A. L. Running velocity at VO<sub>2</sub>max. *Medicine and science in sports and exercise*, v. 28, n. 1, p. 114-9, jan. 1996. <https://doi.org/10.1097/00005768-199601000-00022>

HODSON, R. Sports science. *Nature*, v. 592, n. 7852, p. S1-S1, 1 abr. 2021. <https://doi.org/10.1038/d41586-021-00814-5>

HOTTENROTT, K.; HOOS, O. *ECG Time Series Variability Analysis*. [s.l.] CRC Press, 2017.

HOUARD, JOSEPH, A. Impact of Reduced Training on Performance in Endurance Athletes. *Sports Medicine*, v. d, n. 6, p. 380-393, 1991. <https://doi.org/10.2165/00007256-199112060-00004>

HOUARD, J. et al. Testosterone, Cortisol, and Creatine Kinase Levels in Male Distance Runners During Reduced Training. *International Journal of Sports Medicine*, v. 11, n. 01, p. 41-45, 14 fev. 1990. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024760>

HUANG, Y.-C. et al. High-Intensity Interval Training Improves Left Ventricular Contractile Function. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 51, n. 7, p. 1420-1428, jul. 2019. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001931>

HUDGINS, B. et al. Relationship Between Jumping Ability and Running Performance in Events of Varying Distance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 27, n. 3, p. 563-567, mar. 2013. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e31827e136f>

ITO, S. High-intensity interval training for health benefits and care of cardiac diseases - The key to an efficient exercise protocol. *World Journal of Cardiology*, v. 11, n. 7, p. 171-188, 26 jul. 2019. <https://doi.org/10.4330/wjc.v11.i7.171>

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. *British Journal of Nutrition*, v. 40, n. 3, p. 497-504, 9 nov. 1978. <https://doi.org/10.1079/BJN19780152>

JARROS, I. C.; JUNIOR, G. Z. Avaliação De Risco Cardíaco E O Diagnóstico Do Infarto Agudo Do Miocárdio No Laboratório De Análises Clínicas Cardiac Risk Assessment and Diagnosis of Acute Myocardial. *Revista UNINGÁ Review*, v. 19, n. 3, p. 5-13, 2014.

JIMÉNEZ-PAVÓN, D.; LAVIE, C. J. High-intensity intermittent training versus moderate-intensity intermittent training: is it a matter of intensity or intermittent efforts? *British Journal of Sports Medicine*, v. 51, n. 18, p. 1319-1320, set. 2017. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-097015>

JONES, A. M.; CARTER, H. The Effect of Endurance Training on Parameters of Aerobic Fitness. *Sports Medicine*, v. 29, n. 6, p. 373-386, 2000. <https://doi.org/10.2165/00007256-200029060-00001>

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. *Journal of Sports Sciences*, v. 14, n. 4, p. 321-327, 1996. <https://doi.org/10.1080/02640419608727717>

JOO, C. H. Development of a non-damaging high-intensity intermittent running protocol. *Journal of Exercise Rehabilitation*, v. 11, n. 2, p. 112-118, 24 abr. 2015. <https://doi.org/10.12965/jer.15195>

JUKIC, I. et al. Strategies and Solutions for Team Sports Athletes in Isolation due to COVID-19. *Sports*, v. 8, n. 4, p. 56, 2020. <https://doi.org/10.3390/sports8040056>

KACHOURI, M. et al. Is the Exhaustion Time at Maximal Aerobic Speed an Index of Aerobic Endurance? *Archives of Physiology and Biochemistry*, v. 104, n. 3, p. 330-336, 3 jan. 1996. <https://doi.org/10.1076/apab.104.3.330.12901>

KARGOTICH, S. et al. The Influence of Blood Volume Changes on Leucocyte and Lymphocyte Subpopulations in Elite Swimmers Following Interval Training of Varying Intensities. *International Journal of Sports Medicine*, v. 18, n. 05, p. 373-380, 9 jul. 1997. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972649>

KATRUKHA, I. A. Human cardiac troponin complex. Structure and functions. *Biochemistry (Moscow)*, v. 78, n. 13, p. 1447-1465, 12 dez. 2013. <https://doi.org/10.1134/S0006297913130063>

KEMI, O. J. et al. Intensity-dependence of exercise and active recovery in high-intensity interval training. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 59, n. 12, jan. 2020. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09521-5>

KENNEALLY, M.; CASADO, A.; SANTOS-CONCEJERO, J. The Effect of Periodization and Training Intensity Distribution on Middle- and Long-Distance Running Performance: A Systematic Review. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 13, n. 9, p. 1114-1121, 1 out. 2018.



<https://doi.org/10.1123/ijsspp.2017-0327>

KETELHUT, S. et al. Influence of a high-intensity interval training session on peripheral and central blood pressure at rest and during stress testing in healthy individuals. *Vasa*, v. 45, n. 5, p. 373-377, set. 2016. <https://doi.org/10.1024/0301-1526/a000560>

KHATRI, P. et al. Strenuous Exercise-Induced Tremendously Elevated Transaminases Levels in a Healthy Adult: A Diagnostic Dilemma. *Case Reports in Hepatology*, v. 2021, p. 1-3, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6653266>

KILPATRICK, M. W.; JUNG, M. E.; LITTLE, J. P. HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING. *ACSM'S Health & Fitness Journal*, v. 18, n. 5, p. 11-16, set. 2014. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000067>

KIVINIEMI, A. M. et al. Cardiac Autonomic Function and High-Intensity Interval Training in Middle-Age Men. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 46, n. 10, p. 1960-1967, out. 2014. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000307>

KNECHTLE, B.; NIKOLAIDIS, P. T. Physiology and Pathophysiology in Ultra-Marathon Running. *Frontiers in Physiology*, v. 9, n. JUN, 1 jun. 2018. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00634>

KOCH, A. J.; PEREIRA, R.; MACHADO, M. The creatine kinase response to resistance exercise. *Journal of musculoskeletal & neuronal interactions*, v. 14, n. 1, p. 68-77, mar. 2014.

KORAL, J. et al. Six Sessions of Sprint Interval Training Improves Running Performance in Trained Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 32, n. 3, p. 617-623, mar. 2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002286>

KOUTLIANOS, N. et al. Indirect estimation of VO<sub>2</sub> max in athletes by ACSM's equation: Valid or not? *Hippokratia*, v. 17, n. 2, p. 136-140, 2013.

KRANENBURG, K. J.; SMITH, D. J. Comparison of critical speed determined from track running and treadmill tests in elite runners. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 28, n. 5, p. 614-618, maio 1996. <https://doi.org/10.1249/00005768-199605000-00013>

KRAVCHYCHYN, A. C. P. et al. Comparação entre os métodos direto e indireto de determinação do VO<sub>2</sub> máx de praticantes de corrida. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 21, n. 1, p. 17-21, fev. 2015. <https://doi.org/10.1590/1517-86922015210101412>

KROCKENBERGER, K.; BRUNS, I.; ZIEGLER, A. Die 7. Revision der Deklaration von Helsinki: mehr als nur eine Empfehlung? *DMW - Deutsche Medizinische Wochenschrift*, v. 139, n. 08, p. 367-368, 20 jan. 2014.



<https://doi.org/10.1055/s-0033-1360048>

KUIPERS H et al. Effects of Stage Duration in Incremental Running Tests on Physiological Variables. *International Journal of Sports Medicine*, v. 24, n. 7, p. 486-491, set. 2003. <https://doi.org/10.1055/s-2003-42020>

LAMBERT, M. I.; MBAMBO, Z. H.; GIBSON, A. S. C. Heart rate during training and competition for longdistance running. *Journal of Sports Sciences*, v. 16, n. sup1, p. 85-90, 7 jan. 1998. <https://doi.org/10.1080/026404198366713>

LANG, R. M. et al. Recommendations for Cardiac Chamber Quantification by Echocardiography in Adults: An Update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 28, n. 1, p. 1- 39.e14, jan. 2015.

LAURSEN, P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 20, n. SUPPL. 2, p. 1-10, 14 set. 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01184.x>

LAURSEN, P. B.; JENKINS, D. G. The Scientific Basis for High-Intensity Interval Training. *Sports Medicine*, v. 32, n. 1, p. 53-73, 2002. <https://doi.org/10.2165/00007256-200232010-00003>

LEE, D. et al. Running as a Key Lifestyle Medicine for Longevity. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v. 60, n. 1, p. 45-55, jul. 2017a. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2017.03.005>

LEE, E. C. et al. Biomarkers in Sports and Exercise: Tracking Health, Performance, and Recovery in Athletes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 31, n. 10, p. 2920-2937, out. 2017b. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002122>

LEYK, D. et al. Utilization and Implementation of Sports Medical Screening Examinations - Survey of More Than 10 000 Long-Distance Runners. *Deutsches Aerzteblatt Online*, v. 105, n. 36, p. 609-614, 5 set. 2008. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2008.0900b>

LI, F. et al. Effects of Matched Intermittent and Continuous Exercise on Changes of Cardiac Biomarkers in Endurance Runners. *Frontiers in Physiology*, v. 11, n. January, p. 1-7, 31 jan. 2020. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00030>

LI, F. et al. Kinetics, Moderators and Reference Limits of Exercise-Induced Elevation of Cardiac Troponin T in Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in Physiology*, v. 12, n. March, 26 mar. 2021. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.651851>

LINDORFER, J.; KRÖLL, J.; SCHWAMEDER, H. Familiarisation of novice and experienced treadmill users during a running session: Group specific evidence, time

and individual patterns. *Human Movement Science*, v. 69, n. November 2019, p. 102530, fev. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2019.102530>

LIPPI, G. et al. Laboratory medicine and sports: Between Scylla and Charybdis. *Clinical Chemistry and Laboratory Medicine*, v. 50, n. 8, p. 1309-1316, 2012. <https://doi.org/10.1515/cclm-2012-0062>

LITTLE, J. 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, 15 mar. 2010. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2009.181743>

LOHMAN, E. B.; BALAN SACKIRIYAS, K. S.; SWEN, R. W. A comparison of the spatiotemporal parameters, kinematics, and biomechanics between shod, unshod, and minimally supported running as compared to walking. *Physical Therapy in Sport*, v. 12, n. 4, p. 151-163, nov. 2011. <https://doi.org/10.1016/j.ptsp.2011.09.004>

LÓPEZ-LÓPEZ, S.; PAREJA-GALEANO, H. Cardiovascular biomarkers modified by exercise. *Journal of Laboratory and Precision Medicine*, v. 3, p. 17-17, 26 fev. 2018. <https://doi.org/10.21037/jlpm.2018.01.09>

LORENZ, D. S. et al. What Performance Characteristics Determine Elite Versus Nonelite Athletes in the Same Sport? *Sports Health: A Multidisciplinary Approach*, v. 5, n. 6, p. 542-547, 15 nov. 2013. <https://doi.org/10.1177/1941738113479763>

LUCAS, R. et al. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. *Motriz: Revista de Educação Física*, p. 810-820, 2009.

MACDOUGALL, D.; SALE, D. Continuous vs. interval training: a review for the athlete and the coach. *Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport*, v. 6, n. 2, p. 93-7, jun. 1981.

MACIEJCZYK, M. et al. The influence of increased body fat or lean body mass on aerobic performance. *PLoS ONE*, v. 9, n. 4, p. 0-5, 2014. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0095797>

MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *The Journal of Physiology*, v. 595, n. 9, p. 2915-2930, 1 maio 2017. <https://doi.org/10.1113/JP273196>

MAHJOUR, H. et al. Cardiac remodeling after six weeks of high-intensity interval training to exhaustion in endurance-trained men. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, v. 317, n. 4, p. H685-H694, 1 out. 2019. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00196.2019>

MAHSEREDJIAN, F.; BARROS NETO, T. L. DE; TEBEXRENI, A. S. Estudo

comparativo de métodos para a predição do consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio em atletas. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 5, n. 5, p. 167-172, out. 1999. <https://doi.org/10.1590/S1517-86921999000500002>

MAILLARD, F.; PEREIRA, B.; BOISSEAU, N. Effect of High-Intensity Interval Training on Total, Abdominal and Visceral Fat Mass: A Meta-Analysis. *Sports Medicine*, v. 48, n. 2, p. 269-288, 10 fev. 2018. <https://doi.org/10.1007/s40279-017-0807-y>

MAIRBÄURL, H. Red blood cells in sports: effects of exercise and training on oxygen supply by red blood cells. *Frontiers in Physiology*, v. 4, n. November, p. 1-13, 2013. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00332>

MALDONADO, S.; MUJICA, I.; PADILLA, S. Influence of Body Mass and Height on the Energy Cost of Running in Highly Trained Middle- and Long-Distance Runners. *International Journal of Sports Medicine*, v. 23, n. 4, p. 268-272, maio 2002. <https://doi.org/10.1055/s-2002-29083>

MANOEL, F. et al. Peak velocity and its time limit are as good as the velocity associated with VO<sub>2</sub>max for training prescription in runners. *Sports Medicine International Open*, v. 01, n. 01, p. E8-E15, 31 jan. 2017. <https://doi.org/10.1055/s-0042-119951>

MANOEL, F. DE A.; PESERICO, C. S.; MACHADO, F. A. Novel track field test to determine V<sub>peak</sub>, relationship with treadmill test and 10-km running performance in trained endurance runners. *PLOS ONE*, v. 17, n. 1, p. e0260338, 27 jan. 2022. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0260338>

MATHES, S. et al. Impact of high-intensity and high-volume exercise on short-term perturbations in the circulating fraction of different cell types. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 57, n. 1-2, p. 130-137, jan. 2017. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.16.05860-6>

MAZOOCHI, M.; FATEMINEZHAD, S. E.; MAZOOCHI, T. Effects of continuous and interval training on different fitness parameters in athletes. *World Applied Sciences Journal*, v. 28, n. 3, p. 312-315, 2013.

MCCOY, JR., J. P. Handling, Storage, and Preparation of Human Blood Cells. *Current Protocols in Cytometry*, v. 00, n. 1, p. 1-13, 15 abr. 1997. <https://doi.org/10.1002/0471142956.cy0501s00>

MCFEE, R. B. SARS 2 human coronavirus (COVID -19, SARS CoV2). *Disease-a-Month*, v. 66, n. 9, p. 101063, set. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.disamonth.2020.101063>

MCRAE, A. D. et al. Comparative Evaluation of 2-Hour Rapid Diagnostic Algorithms for Acute Myocardial Infarction Using High-Sensitivity Cardiac Troponin T. *Canadian*

Journal of Cardiology, v. 33, n. 8, p. 1006-1012, ago. 2017.  
<https://doi.org/10.1016/j.cjca.2017.04.010>

MENDEL, R. W.; CHEATHAM, C. C. Laboratory and Field Techniques for Measuring Performance. In: Essentials of Sports Nutrition Study Guide. Totowa, NJ: Humana Press, 2008. p. 114-131.

MENZ, V. et al. Effect of 3-week high-intensity interval training on VO<sub>2</sub>max, total haemoglobin mass, plasma and blood volume in well-trained athletes. European Journal of Applied Physiology, v. 115, n. 11, p. 2349-2356, 12 nov. 2015.  
<https://doi.org/10.1007/s00421-015-3211-z>

MENZ, V. et al. Functional vs. Running low-volume high-intensity interval training: Effects on vo<sub>2</sub>max and muscular endurance. Journal of Sports Science and Medicine, v. 18, n. 3, p. 497-504, 2019.

MERCIER, Q.; AFTALION, A.; HANLEY, B. A Model for World-Class 10,000 m Running Performances: Strategy and Optimization. Frontiers in Sports and Active Living, v. 2, n. January, p. 1-11, 20 jan. 2021.  
<https://doi.org/10.3389/fspor.2020.636428>

MEREDITH, J. W.; HIGH, K. P.; FREISCHLAG, J. A. Preserving Elective Surgeries in the COVID-19 Pandemic and the Future. JAMA, v. 324, n. 17, p. 1725, 3 nov. 2020.  
<https://doi.org/10.1001/jama.2020.19594>

MIDGLEY, A.; MCNAUGHTON, L.; CARROLL, S. Physiological Determinants of Time to Exhaustion during Intermittent Treadmill Running at vV̇O<sub>2</sub>max. International Journal of Sports Medicine, v. 28, n. 4, p. 273-280, abr. 2007.  
<https://doi.org/10.1055/s-2006-924336>

MIDGLEY, A. W.; MC NAUGHTON, L. R. Time at or near VO<sub>2</sub>max during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO<sub>2</sub>max. The Journal of sports medicine and physical fitness, v. 46, n. 1, p. 1-14, mar. 2006.

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; WILKINSON, M. 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. <https://doi.org/10.2165/00007256-200636020-00003>

MILANOVIĆ, Z.; SPORIŠ, G.; WESTON, M. Effectiveness of High-Intensity Interval Training (HIT) and Continuous Endurance Training for VO<sub>2</sub>max Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis of Controlled Trials. Sports Medicine, v. 45, n. 10, p. 1469-1481, 5 out. 2015. <https://doi.org/10.1007/s40279-015-0365-0>

MILLER, J. R. et al. A Systematic Review and Meta-Analysis of Crossover Studies Comparing Physiological, Perceptual and Performance Measures Between Treadmill

and Overground Running. *Sports Medicine*, v. 49, n. 5, p. 763-782, 8 maio 2019. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01087-9>

MILLET, G. P. et al. Responses to Different Intermittent Runs at Velocity Associated With. *Canadian Journal of Applied Physiology*, v. 28, n. 3, p. 410-423, 1 jun. 2003. <https://doi.org/10.1139/h03-030>

MINAHAN, C. L. et al. Muscle Damage and Metabolic Responses to Repeated-Sprint Running With and Without Deceleration. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 34, n. 12, p. 3423-3430, dez. 2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002164>

MITTLEMAN, M. A. et al. Triggering of Acute Myocardial Infarction by Heavy Physical Exertion -- Protection against Triggering by Regular Exertion. *New England Journal of Medicine*, v. 329, n. 23, p. 1677-1683, 2 dez. 1993. <https://doi.org/10.1056/NEJM199312023292301>

MOGHADAM-KIA, S.; ODDIS, C. V.; AGGARWAL, R. Approach to asymptomatic creatine kinase elevation. *Cleveland Clinic Journal of Medicine*, v. 83, n. 1, p. 37-42, jan. 2016. <https://doi.org/10.3949/ccjm.83a.14120>

MONTE, I. P. et al. Myocardial deformational adaptations to different forms of training: a real-time three-dimensional speckle tracking echocardiographic study. *Heart and Vessels*, v. 30, n. 3, p. 386-395, 13 maio 2015. <https://doi.org/10.1007/s00380-014-0520-9>

MONTEIRO, M. DE F.; SOBRAL FILHO, D. C. Exercício físico e o controle da pressão arterial. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 10, n. 6, p. 513-516, dez. 2004. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922004000600008>

MONTERO, D.; LUNDBY, C. Regulation of Red Blood Cell Volume with Exercise Training. In: *Comprehensive Physiology*. [s.l.] Wiley, 2018. v. 9p. 149-164. <https://doi.org/10.1002/cphy.c180004>

MOOSES, M. et al. Running economy and body composition between competitive and recreational level distance runners. *Acta Physiologica Hungarica*, v. 100, n. 3, p. 340-346, set. 2013. <https://doi.org/10.1556/APhysiol.100.2013.3.10>

MOOSES, M.; HACKNEY, A. C. Anthropometrics and Body Composition in East African Runners: Potential Impact on Performance. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 12, n. 4, p. 422-430, abr. 2017. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0408>

MOUGIOS, V. Reference intervals for serum creatine kinase in athletes. *British Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 10, p. 674-678, 1 out. 2007. <https://doi.org/10.1136/bjsem.2006.034041>

MUGELE, H. et al. Accuracy of training recommendations based on a treadmill multistage incremental exercise test. PLOS ONE, v. 13, n. 10, p. e0204696, 11 out. 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0204696>

MUJIKA, I. The influence of training characteristics and tapering on the adaptation in highly trained individuals: A review. International Journal of Sports Medicine, v. 19, n. 7, p. 439-446, 1998. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971942>

MUJIKA, I. et al. Physiological Changes Associated with the Pre-Event Taper in Athletes. Sports Medicine, v. 34, n. 13, p. 891-927, 2004. <https://doi.org/10.2165/00007256-200434130-00003>

MUJIKA, I. Intense training: The key to optimal performance before and during the taper. Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports, v. 20, n. SUPPL. 2, p. 24-31, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01189.x>

MUJIKA, I. I.; PADILLA, S. Detraining: Loss of Training-Induced Physiological and Performance Adaptations. Part I. Sports Medicine, v. 30, n. 2, p. 79-87, 2000. <https://doi.org/10.2165/00007256-200030020-00002>

MUJIKA, I.; PADILLA, S. Scientific bases for precompetition tapering strategies. Medicine and Science in Sports and Exercise, v. 35, n. 7, p. 1182-1187, 2003. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000074448.73931.11>

MYERS, J. Exercise and Cardiovascular Health. Circulation, v. 107, n. 1, p. 1-3, 7 jan. 2003. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.0000048890.59383.8D>

NAPIER, C. et al. Session rating of perceived exertion combined with training volume for estimating training responses in runners. Journal of Athletic Training, v. 55, n. 12, p. 1285-1291, 2020. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-573-19>

NEUMAYR, G. et al. Plasma levels of cardiac troponin I after prolonged strenuous endurance exercise. The American Journal of Cardiology, v. 87, n. 3, p. 369-371, fev. 2001. [https://doi.org/10.1016/S0002-9149\(00\)01382-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9149(00)01382-5)

NIE, J. et al. Impact of high-intensity interval training and moderate-intensity continuous training on resting and postexercise cardiac troponin T concentration. Experimental Physiology, v. 103, n. 3, p. 370-380, 1 mar. 2018. <https://doi.org/10.1113/EP086767>

NIKOLAIDIS, M. G. et al. Hematologic and Biochemical Profile of Juvenile and Adult Athletes of Both Sexes: Implications for Clinical Evaluation. International Journal of Sports Medicine, v. 24, n. 7, p. 506-511, set. 2003. <https://doi.org/10.1055/s-2003-42014>

NIKOLAIDIS, P. T.; ČUK, I.; KNECHTLE, B. Pacing of women and men in half-marathon and marathon races. Medicina (Lithuania), v. 55, n. 1, 2019.

<https://doi.org/10.3390/medicina55010014>

NOAKES, T. D. et al. Elevated serum creatine kinase MB and creatine kinase BB-isoenzyme fractions after ultra-marathon running. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 52, n. 1, p. 75-79, nov. 1983. <https://doi.org/10.1007/BF00429029>

NOVACHEK, T. F. The biomechanics of running. *Gait & Posture*, v. 7, n. 1, p. 77-95, jan. 1998. [https://doi.org/10.1016/S0966-6362\(97\)00038-6](https://doi.org/10.1016/S0966-6362(97)00038-6)

NOWAKOWSKA, A. et al. Blood Biomarkers of Recovery Efficiency in Soccer Players. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 16, n. 18, p. 3279, 6 set. 2019. <https://doi.org/10.3390/ijerph16183279>

NUMMELA, A. T. et al. Neuromuscular factors determining 5 km running performance and running economy in well-trained athletes. *European Journal of Applied Physiology*, v. 97, n. 1, p. 1-8, 3 maio 2006. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0147-3>

NUNES, A. V. et al. Lactato sanguíneo em atletas de judô: relato da experiência de coleta durante combates sucessivos em uma competição oficial. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 4, n. 1, p. 20-23, fev. 1998. <https://doi.org/10.1590/S1517-86921998000100006>

NUNES, C. DA C.; ROCHA, M. J. F. A Body practice that has arrived to stay: The first marathones in Brazil. *Licere*, v. 23, n. 1, p. 503-539, 2020. <https://doi.org/10.35699/1981-3171.2020.19791>

O'KEEFE, J. H. et al. Potential Adverse Cardiovascular Effects From Excessive Endurance Exercise. *Mayo Clinic Proceedings*, v. 87, n. 6, p. 587-595, jun. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.mayocp.2012.04.005>

OKANO, A. H. et al. Utilização do adipômetro Cescorf para estimativa da gordura corporal relativa a partir de equações validadas com o adipômetro Lange. *Revista da Educação Física/UEM*, v. 19, n. 3, p. 431-436, 15 dez. 2008. <https://doi.org/10.4025/reveducfis.v19i3.6000>

OLHER, R. R. et al. Heart rate cost of running in track estimates velocity associated with maximal oxygen uptake. *Physiology & Behavior*, v. 205, p. 33-38, jun. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2019.02.029>

OLNEY, N. et al. Comparison of Acute Physiological and Psychological Responses Between Moderate-Intensity Continuous Exercise and Three Regimes of High-Intensity Interval Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 32, n. 8, p. 2130-2138, ago. 2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002154>

OSHIDA, Y. et al. Effect of Acute Physical Exercise on Lymphocyte Subpopulations



in Trained and Untrained Subjects. *International Journal of Sports Medicine*, v. 09, n. 02, p. 137-140, 14 abr. 1988. <https://doi.org/10.1055/s-2007-1024995>

PALACIOS, G. et al. Biomarkers of physical activity and exercise. *Nutricion hospitalaria*, v. 31, p. 237-244, 2015.

PANHUYZEN-GOEDKOOP, N. M.; JØRSTAD, H. T.; SMEETS, J. L. R. M. A new consensus document on electrocardiographic interpretation in athletes: does it help to prevent sudden cardiac death in athletes? *Netherlands Heart Journal*, v. 26, n. 3, p. 127-132, 1 mar. 2018. <https://doi.org/10.1007/s12471-018-1076-6>

PAQUETTE, M. R. et al. Moving Beyond Weekly "Distance": Optimizing Quantification of Training Load in Runners. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, v. 50, n. 10, p. 564-569, out. 2020. <https://doi.org/10.2519/jospt.2020.9533>

PARRY-WILLIAMS, G.; SHARMA, S. The effects of endurance exercise on the heart: panacea or poison? *Nature Reviews Cardiology*, v. 17, n. 7, p. 402-412, 9 jul. 2020. <https://doi.org/10.1038/s41569-020-0354-3>

PASSARO, L. C. Resposta cardiovascular na prova de esforço: pressão arterial sistólica. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 3, n. 1, p. 6-10, mar. 1997. <https://doi.org/10.1590/S1517-86921997000100003>

PAULO, A. C.; FORJAZ, C. L. D. M. Treinamento Físico De Endurance E De Força Máxima: Adaptações Cardiovasculares E Relações Com a Performance Esportiva. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 22, p. 99-114, 2001.

PEDISIC, Z. et al. Is running associated with a lower risk of all-cause, cardiovascular and cancer mortality, and is the more the better? A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 54, n. 15, p. 898-905, ago. 2020. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100493>

PEDLAR, C. R.; NEWELL, J.; LEWIS, N. A. Blood Biomarker Profiling and Monitoring for High-Performance Physiology and Nutrition: Current Perspectives, Limitations and Recommendations. *Sports Medicine*, v. 49, n. S2, p. 185-198, 6 dez. 2019. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01158-x>

PERETTI, A. et al. Cardiac Biomarkers Release in Preadolescent Athletes After an High Intensity Exercise. *High Blood Pressure & Cardiovascular Prevention*, v. 25, n. 1, p. 89-96, 27 mar. 2018. <https://doi.org/10.1007/s40292-017-0243-y>

PERETTO, G.; SALA, S.; CAFORIO, A. L. P. Acute myocardial injury, MINOCA, or myocarditis? Improving characterization of coronavirus-associated myocardial involvement. *European Heart Journal*, v. 41, n. 22, p. 2124-2125, 2020. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehaa396>

PEREZ-QUILIS, C. et al. Modulation of Heart Rate by Acute or Chronic Aerobic



Exercise. Potential Effects on Blood Pressure Control. *Current Pharmaceutical Design*, v. 23, n. 31, 4 dez. 2017. <https://doi.org/10.2174/1381612823666170710151942>

PERRONE, M. A. et al. Early evaluation of myocardial injury by means of high-sensitivity methods for cardiac troponins after strenuous and prolonged exercise. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 60, n. 9, out. 2020. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.20.11016-8>

PESERICO, C. S.; ZAGATTO, A. M.; MACHADO, F. A. Reliability of peak running speeds obtained from different incremental treadmill protocols. *Journal of Sports Sciences*, v. 32, n. 10, p. 993-1000, 15 jun. 2014. <https://doi.org/10.1080/02640414.2013.876087>

PESSÔA FILHO, D. M. et al. Avaliação da velocidade crítica de corrida em pista e esteira: perfis fisiológicos e relações com o desempenho em 3000 metros. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 20, n. 5, p. 432-444, 31 dez. 2018. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2018v20n5p432>

PILLAY, L. et al. Nowhere to hide: The significant impact of coronavirus disease 2019 (COVID-19) measures on elite and semi-elite South African athletes. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 23, n. 7, p. 670-679, jul. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2020.05.016>

PLEWS, D. J. et al. Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes: Opening the Door to Effective Monitoring. *Sports Medicine*, v. 43, n. 9, p. 773-781, 13 set. 2013. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>

POP, C. The Modern Olympic Games-A Globalised Cultural and Sporting Event. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 92, n. Lumen, p. 728-734, out. 2013. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.746>

PREDEL, H.-G. Marathon run: cardiovascular adaptation and cardiovascular risk. *European Heart Journal*, v. 35, n. 44, p. 3091-3098, 2 nov. 2014. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehu502>

PRONI, M. W. Proposições para o estudo do esporte contemporâneo. *Revista da ALESDE*, v. 1, n. 1, p. 166-182, 25 jul. 2011. <https://doi.org/10.5380/alesde.v1i1.20782>

PUJALTE, G. G. A.; MAYNARD, J. R. The increasing importance of sports science and medicine. *Journal of International Medical Research*, v. 48, n. 1, p. 030006051982769, 30 jan. 2020. <https://doi.org/10.1177/0300060519827694>

RAFFALT, P. C. et al. To walk or to run - a question of movement attractor stability. *The Journal of Experimental Biology*, v. 223, n. 13, p. jeb224113, 1 jul. 2020. <https://doi.org/10.1242/jeb.224113>

RAMANATHAN, K. et al. Clinical features of patients infected with 2019 novel

coronavirus in Wuhan, China. *The Lancet*, v. 395, n. January, p. 497-506, 2020.

REICHEL, T. et al. Reliability and suitability of physiological exercise response and recovery markers. *Scientific Reports*, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2020. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-69280-9>

REINDELL, H.; ROSKAMM, H. Ein Beitrag zu den physiologischen Grundlagen des Intervalltrainings unter besonderer Berücksichtigung des Kreislaufes. *Schweiz. Z. Sportmed*, v. 7, p. 1-8, 1959.

RICHARD, N. A.; HODGES, L.; KOEHLE, M. S. Elevated peak systolic blood pressure in endurance-trained athletes: Physiology or pathology? *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, v. 31, n. 5, p. 956-966, 20 maio 2021. <https://doi.org/10.1111/sms.13914>

RICHARDSON, A. J. et al. Post marathon cardiac troponin T is associated with relative exercise intensity. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 21, n. 9, p. 880-884, set. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.02.005>

RIETJENS, G. J. W. M. et al. Physiological, Biochemical and Psychological Markers of Strenuous Training-Induced Fatigue. *International Journal of Sports Medicine*, v. 26, n. 01/02, p. 16-26, jan. 2005. <https://doi.org/10.1055/s-2004-817914>

ROCA, E. et al. The Dynamics of Cardiovascular Biomarkers in non-Elite Marathon Runners. *Journal of Cardiovascular Translational Research*, v. 10, n. 2, p. 206-208, 5 abr. 2017. <https://doi.org/10.1007/s12265-017-9744-2>

RODRIGUES DOS SANTOS, J. A. Increasing running volume elicits hematological changes in trained endurance runners: a case study (El aumento del volumen de entrenamiento de carrera induce alteraciones hematológicas en corredores entrenados: un estudio de caso). *Retos*, n. 35, p. 117-120, 13 ago. 2018. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.59237>

ROJO, J. R. et al. Changes in street racing model in Brazil : a study in " Tiradentes Rustic Proof ". *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, v. 25, n. 1, p. 19-38, 2017a. <https://doi.org/10.31501/rbcm.v25i1.6126>

ROJO, J. R. et al. Running: Reflections on the "Universe" of the Modality. *Corpoconsciência*, v. 21, p. 82-96, 2017b.

ROJO, J. R.; STAREPRAVO, F. A.; SILVA, M. M. E. O discurso da saúde entre corredores: um estudo com participantes experientes da Prova Tiradentes. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*, v. 41, n. 1, p. 66-72, jan. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.rbce.2018.03.025>

ROSCHER, H.; TRICOLI, V.; UGRINOWITSCH, C. Treinamento físico: considerações práticas e científicas. *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte*, v.

25, n. spe, p. 53-65, dez. 2011. <https://doi.org/10.1590/S1807-55092011000500007>

ROSENBLAT, M. A. et al. Programming Interval Training to Optimize Time-Trial Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 7 abr. 2021. <https://doi.org/10.1007/s40279-021-01457-2>

ROSENBLAT, M. A.; PERROTTA, A. S.; VICENZINO, B. Polarized vs. Threshold Training Intensity Distribution on Endurance Sport Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 33, n. 12, p. 3491-3500, dez. 2019. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002618>

SALGADO, J. V. V.; MIKAIL, M. P. T. C. Corrida de rua: análise do crescimento do número de provas e de praticantes. *Conexões*, v. 4, n. 1, p. 90-98, 6 nov. 2007. <https://doi.org/10.20396/conex.v4i1.8637965>

SÁNCHEZ MUÑOZ, C. et al. Anthropometric Characteristics, Body Composition and Somatotype of Elite Male Young Runners. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 17, n. 2, p. 674, 20 jan. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17020674>

SANCHIS-GOMAR, F. et al. No evidence of adverse cardiac remodeling in former elite endurance athletes. *International Journal of Cardiology*, v. 222, p. 171-177, nov. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ijcard.2016.07.197>

SANDVIK, L. et al. Presence of Creatine Kinase MB Isoenzyme during Marathon Training. *New England Journal of Medicine*, v. 305, n. 13, p. 764-765, 24 set. 1981. <https://doi.org/10.1056/NEJM198109243051314>

SANFELICE, R. et al. Análise qualitativa dos fatores que levam à prática da corrida de rua. *RBPFEEX. Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 11, n. 64, p. 83-88, 2017.

SANTANA, H. A. P. et al. Teste de Cinco Minutos (T5) Prediz a Velocidade Pico de Corrida em Estudantes Universitários. *Brazilian Journal of Sports and Exercise Research*, v. 1, n. 2, p. 84-88, 2010.

SANTOS, A. S. DOS. Estimar a capacidade aeróbica através do teste de 2400 metros e velocidade crítica após oito semanas de treinamento aeróbico em militares da Polícia Militar de Minas Gerais. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, v. 6, n. 34, p. 410-417, 2012.

SCANLAN, T. K. et al. An Introduction to the Sport Commitment Model. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, v. 15, n. 1, p. 1-15, mar. 1993. <https://doi.org/10.1123/jsep.15.1.1>

SCHEER, V. et al. The Impact of the COVID-19 Pandemic on Endurance and Ultra-

Endurance Running. *Medicina*, v. 57, n. 1, p. 52, 9 jan. 2021. <https://doi.org/10.3390/medicina57010052>

SCHEERDER, J.; BREEDVELD, K.; BORGERS, J. Who Is Doing a Run with the Running Boom? In: *Running across Europe*. London: Palgrave Macmillan UK, 2015. p. 1-27. [https://doi.org/10.1057/9781137446374\\_1](https://doi.org/10.1057/9781137446374_1)

SCHERR, J. et al. 72-h Kinetics of High-Sensitive Troponin T and Inflammatory Markers after Marathon. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v. 43, n. 10, p. 1819-1827, out. 2011. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31821b12eb>

SCHMITZ, B. et al. Progressive high-intensity interval training (HIIT) is not superior to unmodified non-progressive HIIT in an uncontrolled setting. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v. 59, n. 12, jan. 2020a. <https://doi.org/10.23736/S0022-4707.19.09690-7>

SCHMITZ, B. et al. Sex Differences in High-Intensity Interval Training-Are HIIT Protocols Interchangeable Between Females and Males? *Frontiers in Physiology*, v. 11, n. January, 29 jan. 2020b. <https://doi.org/10.3389/fphys.2020.00038>

SCHNEIDER, C. M. et al. Effects of Physical Activity on Creatine Phosphokinase and the Isoenzyme Creatine Kinase-MB. *Annals of Emergency Medicine*, v. 25, n. 4, p. 520-524, abr. 1995. [https://doi.org/10.1016/S0196-0644\(95\)70270-9](https://doi.org/10.1016/S0196-0644(95)70270-9)

SCHOENMAKERS, P. P. J. M.; HETTINGA, F. J.; REED, K. E. The Moderating Role of Recovery Durations in High-Intensity Interval-Training Protocols. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 14, n. 6, p. 859-867, 1 jul. 2019. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0876>

SCHWABE, K. et al. Leisure athletes at risk of medical complications: outcomes of pre-participation screening among 15,778 endurance runners - SAFER VII. *The Physician and Sportsmedicine*, v. 46, n. 4, p. 405-413, 2 out. 2018. <https://doi.org/10.1080/00913847.2018.1505569>

SEILER, S. What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 5, n. 3, p. 276-291, set. 2010. <https://doi.org/10.1123/ijsp.5.3.276>

SERAPHIN, H. COVID-19: an opportunity to review existing grounded theories in event studies. *Journal of Convention & Event Tourism*, v. 22, n. 1, p. 3-35, 1 jan. 2021. <https://doi.org/10.1080/15470148.2020.1776657>

SHARMA, S. et al. International recommendations for electrocardiographic interpretation in athletes. *European Heart Journal*, v. 39, n. 16, p. 1466-1480, 21 abr. 2018.

SHRESTHA, R.; SHRESTHA, L. Coronavirus disease 2019 (Covid-19): A pediatric

perspective. *Journal of the Nepal Medical Association*, v. 58, n. 227, p. 525-532, 2020. <https://doi.org/10.31729/jnma.4977>

SILVA, D.; PAIS DE LACERDA, A. Proteína C reativa de alta sensibilidade como biomarcador de risco na doença coronária. *Revista Portuguesa de Cardiologia*, v. 31, n. 11, p. 733-745, nov. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2012.02.018>

SILVA, R. et al. Effects of a 4-week high-intensity interval training on pacing during 5-km running trial. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, v. 50, n. 12, p. 1-7, 2017. <https://doi.org/10.1590/1414-431x20176335>

SILVA, S. R. D.; FRAGA, C. H. W.; GOLÇALVES, M. Efeito da fadiga muscular na biomecânica da corrida: uma revisão. *Motriz*, v. 13, n. 3, p. 225-235, 2007.

SIMPSON, R. J. et al. Exercise and the Regulation of Immune Functions. In: *Progress in Molecular Biology and Translational Science*. 1. ed. [s.l.] Elsevier Inc., 2015. v. 135p. 355-380. <https://doi.org/10.1016/bs.pmbts.2015.08.001>

SINGHAL, T. Review on COVID19 disease so far. *The Indian Journal of Pediatrics*, v. 87, n. April, p. 281-286, 2020. <https://doi.org/10.1007/s12098-020-03263-6>

SIRI, W. E. Composition from fluid spaces and density: analysis of methods. 1961. *Nutrition* ., p. 480-492, 1961.

SISCOVICK, D. S. et al. The Incidence of Primary Cardiac Arrest during Vigorous Exercise. *New England Journal of Medicine*, v. 311, n. 14, p. 874-877, 4 out. 1984. <https://doi.org/10.1056/NEJM198410043111402>

SJOGREN, M. H. Transaminase levels and vigorous exercise. *Gastroenterology & hepatology*, v. 3, n. 12, p. 913-4, dez. 2007.

SMITH, J. Exercise Immunology and Neutrophils. *International Journal of Sports Medicine*, v. 18, n. S 1, p. S46-S55, 9 mar. 1997. <https://doi.org/10.1055/s-2007-972699>

SMITH, T. P.; COOMBES, J. S.; GERAGHTY, D. P. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O<sub>2</sub> uptake and the time for which this can be maintained. *European Journal of Applied Physiology*, v. 89, n. 3, p. 337-343, maio 2003. <https://doi.org/10.1007/s00421-003-0806-6>

SOUZA, K. M. DE et al. Predição da performance de corredores de endurance por meio de testes de laboratório e pista. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, v. 16, n. 4, p. 465, 27 maios 2014. <https://doi.org/10.5007/1980-0037.2014v16n4p465>

SPILSBURY, K. L. et al. Effects of an increase in intensity during tapering on 1500-m

running performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 44, n. 7, p. 783-790, jul. 2019. <https://doi.org/10.1139/apnm-2018-0551>

STASZKIEWICZ, P.; CHOMIAK-ORSA, I.; STASZKIEWICZ, I. Dynamics of the COVID-19 Contagion and Mortality: Country Factors, Social Media, and Market Response Evidence from a Global Panel Analysis. *IEEE Access*, v. 8, p. 106009-106022, 2020. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2999614>

STÄUBLI, M. et al. Creatine kinase and creatine kinase MB in endurance runners and in patients with myocardial infarction. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 54, n. 1, p. 40-45, maio 1985. <https://doi.org/10.1007/BF00426296>

STEVINSON, C.; HICKSON, M. Exploring the public health potential of a mass community participation event. *Journal of Public Health*, v. 36, n. 2, p. 268-274, 1 jun. 2014. <https://doi.org/10.1093/pubmed/fdt082>

SUD, S. R. COVID-19 and Keeping Clean: A Narrative Review To Ascertain the Efficacy of Personal Protective Equipment To Safeguard Health Care Workers Against SARS-CoV-2. *Hospital Pediatrics*, v. 10, n. 7, p. 570-576, jul. 2020. <https://doi.org/10.1542/hpeds.2020-0135>

SUN, P. et al. Understanding of COVID-19 based on current evidence. *Journal of Medical Virology*, v. 92, n. 6, p. 548-551, 5 jun. 2020. <https://doi.org/10.1002/jmv.25722>

SWANN, C.; MORAN, A.; PIGGOTT, D. Defining elite athletes: Issues in the study of expert performance in sport psychology. *Psychology of Sport and Exercise*, v. 16, n. P1, p. 3-14, jan. 2015. <https://doi.org/10.1016/j.psychsport.2014.07.004>

TAKAHASHI, H.; YOKOI; YOSHIKA. Validation of Omron RS8, RS6, and RS3 home blood pressure monitoring devices, in accordance with the European Society of Hypertension International Protocol revision 2010. *Vascular Health and Risk Management*, v. 9, p. 265, maio 2013. <https://doi.org/10.2147/VHRM.S44569>

TANAKA, K.; MATSUURA, Y. A multivariate analysis of the role of certain anthropometric and physiological attributes in distance running. *Annals of Human Biology*, v. 9, n. 5, p. 473-482, 9 jan. 1982. <https://doi.org/10.1080/03014468200006001>

TAOUTAOU, Z. et al. Lactate kinetics during passive and partially active recovery in endurance and sprint athletes. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 73, n. 5, p. 465-470, jun. 1996. <https://doi.org/10.1007/BF00334425>

TERRA, R. et al. Efeito do exercício no sistema imune: resposta, adaptação e sinalização celular. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v. 18, n. 3, p. 208-214,

jun. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922012000300015>

TESLYA, A. et al. Impact of self-imposed prevention measures and short-term government-imposed social distancing on mitigating and delaying a COVID-19 epidemic: A modelling study. *PLOS Medicine*, v. 17, n. 7, p. e1003166, 21 jul. 2020. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003166>

THOMAS, S.; READING, J.; SHEPHARD, R. J. Revision of the Physical Activity Readiness Questionnaire (PAR-Q). *Canadian Journal of Sport Sciences/US Human Kinetics*, , 1992.

THUANY, M. et al. Is there any difference between " amateur " and " recreational " runners ? A latent class analysis. n. 4, p. 1-8, 2020. <https://doi.org/10.1590/s1980-65742020000400140>

TIBURTINO, G.; SACRAMENTO, I. Run to live longer? The cooper method and the discursive construction of jogging as a health practice in the rio de janeiro press (1970-1979). *Revista latinoamericana de ciencia de la comunicaci3n*, v. 18, n. 32, p. 268-278, 2019.

TRUCCOLO, A. B.; MADURO, P. A.; FEIJ3, E. A. Fatores motivacionais de ades3o a grupos de corrida. *Motriz*, v. 14, n. 2, p. 108-114, 2008.

TSCHAKERT, G.; HOFMANN, P. High-Intensity Intermittent Exercise: Methodological and Physiological Aspects. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 8, n. 6, p. 600-610, nov. 2013. <https://doi.org/10.1123/ijsp.8.6.600>

TUCKER, W. J. et al. Meta-analysis of Exercise Training on Left Ventricular Ejection Fraction in Heart Failure with Reduced Ejection Fraction: A 10-year Update. *Progress in Cardiovascular Diseases*, v. 62, n. 2, p. 163-171, mar. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.pcad.2018.08.006>

URHAUSEN, A.; GABRIEL, H.; KINDERMANN, W. Blood Hormones as Markers of Training Stress and Overtraining. v. 20, n. 4, p. 251-276, 1995. <https://doi.org/10.2165/00007256-199520040-00004>

VAN HOOREN, B. et al. Is Motorized Treadmill Running Biomechanically Comparable to Overground Running? A Systematic Review and Meta-Analysis of Cross-Over Studies. *Sports Medicine*, v. 50, n. 4, p. 785-813, 4 abr. 2020. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01237-z>

VANDEWALLE, H. et al. Critical velocity of continuous and intermittent running exercise. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, v. 73, n. 5, p. 484-487, jun. 1996. <https://doi.org/10.1007/BF00334428>

VASCONCELLOS, F. V. A. et al. Heart rate variability assessment with fingertip



photoplethysmography and polar RS800cx as compared with electrocardiography in obese adolescents. *Blood Pressure Monitoring*, v. 20, n. 6, p. 351-360, dez. 2015. <https://doi.org/10.1097/MBP.000000000000143>

VIANA, R. B. et al. Can We Draw General Conclusions from Interval Training Studies? *Sports Medicine*, v. 48, n. 9, p. 2001-2009, 19 set. 2018. <https://doi.org/10.1007/s40279-018-0925-1>

VIANA, R. B. et al. Is interval training the magic bullet for fat loss? A systematic review and meta-analysis comparing moderate-intensity continuous training with high-intensity interval training (HIIT). *British Journal of Sports Medicine*, v. 53, n. 10, p. 655-664, maio 2019. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099928>

VOURIMAA; VASANKARI; RUSKO. Comparison of Physiological Strain and Muscular Performance of Athletes During Two Intermittent Running Exercises at the Velocity Associated with V'O<sub>2</sub>max. *International Journal of Sports Medicine*, v. 21, n. 2, p. 96-101, fev. 2000. <https://doi.org/10.1055/s-2000-8867>

WAHL, P. et al. Acute Impact of Recovery on the Restoration of Cellular Immunological Homeostasis. *International Journal of Sports Medicine*, v. 41, n. 01, p. 12-20, 20 jan. 2020. <https://doi.org/10.1055/a-1015-0453>

WALZIK, D. et al. Transferring clinically established immune inflammation markers into exercise physiology: focus on neutrophil-to-lymphocyte ratio, platelet-to-lymphocyte ratio and systemic immune-inflammation index. *European Journal of Applied Physiology*, v. 121, n. 7, p. 1803-1814, 31 jul. 2021. <https://doi.org/10.1007/s00421-021-04668-7>

WANG, X. et al. The Biomarkers for Acute Myocardial Infarction and Heart Failure. *BioMed Research International*, v. 2020, p. 1-14, 17 jan. 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/2018035>

WARD, P.; WINDT, J.; KEMPTON, T. Business Intelligence: How Sport Scientists Can Support Organization Decision Making in Professional Sport. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 14, n. 4, p. 544-546, 1 abr. 2019. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0903>

WATTANAPISIT, A. et al. Perspectives on Using Online Platforms for Promoting Running and Walking Activities. *Frontiers in Public Health*, v. 8, n. April, p. 1-5, 2020. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00150>

WAY, K. L. et al. The effect of high Intensity interval training versus moderate intensity continuous training on arterial stiffness and 24 h blood pressure responses: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport*, v. 22, n. 4, p. 385-391, abr. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.09.228>

WESTON, M. et al. Effects of low-volume high-intensity interval training (HIT) on



fitness in adults: A meta-analysis of controlled and non-controlled trials. *Sports Medicine*, v. 44, n. 7, p. 1005-1017, 18 jul. 2014. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0180-z>

WILBER, R. L.; PITSILADIS, Y. P. Kenyan and Ethiopian Distance Runners: What Makes Them so Good? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, v. 7, n. 2, p. 92-102, jun. 2012. <https://doi.org/10.1123/ijsp.7.2.92>

WILLIAMS, A. et al. What does "elite" mean in sport and why does it matter? *The Sport & Exercise Scientist*, v. 1, n. 51, p. 1, 2017a.

WILLIAMS, D. W. P. et al. Two-week test-retest reliability of the Polar® RS800CX™ to record heart rate variability. *Clinical Physiology and Functional Imaging*, v. 37, n. 6, p. 776-781, 2017b. <https://doi.org/10.1111/cpf.12321>

WINKELMANN, Z. K.; CROSSWAY, A. K. Optimal Screening Methods to Detect Cardiac Disorders in Athletes: An Evidence-Based Review. *Journal of Athletic Training*, v. 52, n. 12, p. 1168-1170, 1 dez. 2017. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-52.11.24>

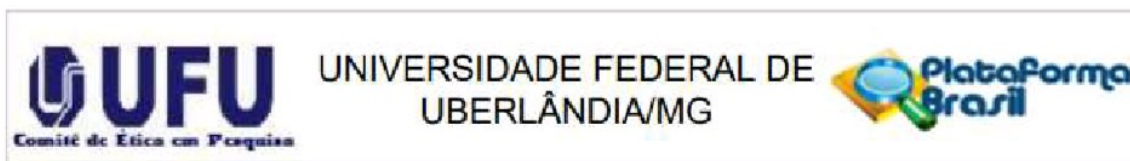
WONG, A. Y.-Y. et al. Impact of the COVID-19 pandemic on sports and exercise. *Asia-Pacific Journal of Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation and Technology*, v. 22, p. 39-44, out. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.asmart.2020.07.006>

YALOURIS, N. *Os Jogos Olímpicos na Grécia Antiga: Olímpia antiga e os Jogos Olímpicos (Superv.)*. Tradução Luiz Alberto Machado Cabral. 1ª edição ed. São Paulo: Odysseus Editora, 2004.

YAMAMOTO, L. M. et al. The Effects of Resistance Training on Endurance Distance Running Performance Among Highly Trained Runners: A Systematic Review. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 22, n. 6, p. 2036-2044, nov. 2008. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e318185f2f0>

## ANEXOS

## ANEXO A - Protocolo do Comitê de Ética em Pesquisa



**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP**

**DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** TREINAMENTO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) APLICADO A ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO COM E SEM A SUPLEMENTAÇÃO DE LEUCINA: IMPLICAÇÕES NA PERFORMANCE

**Pesquisador:** ELMIRO SANTOS RESENDE

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 13624419.2.0000.5152

**Instituição Proponente:** Universidade Federal de Uberlândia/ UFU/ MG

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 3.397.582

**ANÁLISE:** PENDÊNCIA ATENDIDA

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

Adequados.

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

As pendências apontadas no parecer consubstanciado número 3.347.522, de 25 de Maio de 2019, foram atendidas.

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12, o CEP manifesta-se pela aprovação do protocolo de pesquisa proposto.

O protocolo não apresenta problemas de ética nas condutas de pesquisa com seres humanos, nos limites da redação e da metodologia apresentadas.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Endereço:** Av. João Naves de Ávila 2121- Bloco "1A", sala 224 - Campus Sta. Mônica  
**Bairro:** Santa Mônica **CEP:** 38.408-144  
**UF:** MG **Município:** UBERLÂNDIA  
**Telefone:** (34)3239-4131 **Fax:** (34)3239-4131 **E-mail:** cep@propp.ufu.br

**ANEXO B - Questionário PAR-Q**

Nome: \_\_\_\_\_

**Questionário ParQ****1 - Seu médico já disse que você possui um problema cardíaco e recomendou atividades físicas apenas sob supervisão médica?** Sim  Não**2 - Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?** Sim  Não**3 - Você sentiu dor no peito no último mês?** Sim  Não**4 - Você já perdeu a consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?** Sim  Não**5 - Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia agravar-se com a prática de atividades físicas?** Sim  Não**6 - Algum médico já lhe prescreveu medicamento para pressão arterial ou para o coração?** Sim  Não**7 - Você tem conhecimento, por informação médica ou pela própria experiência, de algum motivo que poderia impedi-lo de participar de atividades físicas sem supervisão médica?** Sim  Não

Assinatura: \_\_\_\_\_

Uberlândia, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 20\_\_\_\_

## APÊNDICES

### APÊNDICE A- Declaração da Instituição Co-Participante

Declaro estar ciente que o Projeto de Pesquisa “**TREINAMENTO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) APLICADO A ATLETAS DE ALTO RENDIMENTO COM E SEM A SUPLEMENTAÇÃO DE LEUCINA: IMPLICAÇÕES NA PERFORMANCE**” será avaliado por um Comitê de Ética em Pesquisa e concordar com o parecer ético emitido por este CEP, conhecer e cumprir as Resoluções Éticas Brasileiras, em especial a Resolução CNS 466/12. Esta Instituição está ciente de suas co-responsabilidades como instituição co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso no resguardo da segurança e bem-estar dos Participantes da pesquisa, nela recrutados, dispondo de infra-estrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

Autorizo os pesquisadores Prof. Dr. Elmiro Santos Resende, Prof. Dr. Thiago Montes Fidale e Prof. Me. Robson da Silva Medeiros do Grupo de Pesquisa em Medicina Experimental da Universidade Federal de Uberlândia a realizarem as etapas: Convidar e posteriormente recrutar voluntariamente os atletas corredores de rua da equipe Danilo Faria para participar do presente estudo. Os atletas selecionados serão submetidos a uma bateria de testes clínicos e físicos, responderão questionários e serão submetidos a uma intervenção de 05 semanas com proposta de treinamento de HIIT associada ou não a suplementação, utilizando-se da infra-estrutura desta Instituição.

**Nome do responsável pela Instituição:** Danilo José de Faria

**Cargo que exerce:** Proprietário

**Nome da Instituição:** Danilo Faria Assessoria Esportiva Ltda-ME

**10.620.188/0001-24**  
 Danilo Faria Assessoria Esportiva Ltda-ME  
 Av. Anselmo Alves dos Santos, 1186  
 B. Santa Mônica-CEP 38408-150  
 UBERLÂNDIA-MG

*Faria*  
 Danilo José de Faria

Proprietário da Danilo Faria Assessoria Esportiva Ltda-ME

Uberlândia MG, 08, 04, 2019

## APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada “Treinamento de alta intensidade (HIIT) aplicado a atletas de alto rendimento com e sem a suplementação de leucina: Implicações na performance” sob a responsabilidade dos pesquisadores Robson da Silva Medeiros, Thiago Montes Fidale e Elmiro Santos Resende.

Nesta pesquisa nós estamos buscando avaliar os efeitos de um programa de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) com e sem a suplementação de leucina, em uma proposta de periodização de 05 semanas, em jogadores de futebol da categoria sub 17 anos, e em corredores de rua adultos de elite amadora. Os testes físicos e o treinamento proposto serão realizados em forma de corrida na esteira.

O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido será obtido pelo pesquisador Robson da Silva Medeiros, após apresentação do projeto, seguido de convite para participação na pesquisa aos potenciais voluntários. Nos seguintes locais: Atletas Jogadores de Futebol – Vila Olímpica do Uberlândia Esporte Clube, Av. Lidormira Borges do Nascimento, 2201, B. Shopping Park, CEP:38411-410, Uberlândia MG; Atletas Corredores de Rua - Danilo Faria Assessoria Esportiva Ltda-ME, Av. Anselmo Alves dos Santos, 1186, B. Santa Mônica, CEP: 38408-150. A obtenção do termo de Consentimento Livre e Esclarecido se dará antes da coleta de qualquer dado do participante. Na presente pesquisa está previsto a realização de exames clínicos laboratoriais onde será necessário a coleta de sangue, este procedimento será realizado por profissionais de saúde treinados e habilitados para tal. Será concedido a você um tempo de até dois dias para refletir e decidir sobre sua participação no estudo.

Na sua participação, você preencherá dois questionários que avaliam possíveis problemas de saúde, um que avalia a qualidade de vida e também uma entrevista com informações sociais e clínicas. Será também submetido a avaliações clínicas laboratoriais com a realização de exames de sangue, coleta de dois tubos de 4ml de sangue e um tubo de 50 ml de urina, e a avaliações físicas e posteriormente a uma intervenção com exercício físico, através de corrida na esteira, aliado a suplementação de leucina ou placebo, com duração de 05 semanas.

Em nenhum momento você será identificado. Os resultados da pesquisa serão publicados e ainda assim a sua identidade será preservada.

Você não terá nenhum gasto nem ganho financeiro por participar na pesquisa. Caso haja necessidade de deslocamento do participante em decorrência unicamente da coleta de dados, custos do transporte serão cobertos pela pesquisa. Caso a coleta de dados tenha duração superior a duas horas, será oferecido gratuitamente lanche ao participante.

Os riscos consistem em demanda de esforço físico dos testes e da intervenção proposta pelo estudo, vale lembrar que você voluntário pretendido pela presente pesquisa já está habituado com esforços físicos semelhantes aos que serão exigidos, pois você é atleta praticante assíduo de esporte futebol ou corrida de rua. A fim de minimizar risco de lesões musculares antes das atividades que requer esforço físico será realizado aquecimento padrão. Na pesquisa seus dados serão codificados a fim de que você não seja identificado. Os benefícios serão as avaliações propostas pelo estudo podem ser de fundamental importância na verificação do estado de saúde geral dos participantes, através dos exames clínicos laboratoriais podem-se obter diagnósticos até o momento desconhecidos. E o protocolo de treinamento a ser testado poderá melhorar

consideravelmente a forma física dos voluntários, favorecendo diretamente o desempenho dos mesmos na prática de seus referidos esportes. Todo protocolo é de fácil reaplicação e poderá ser estendido a outros praticantes de exercícios físicos e esportes.

Você é livre para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento sem qualquer prejuízo ou coação. Até o momento da divulgação dos resultados, você também é livre para solicitar a retirada dos seus dados da pesquisa.

Uma via original deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com você.

Em caso de qualquer dúvida ou reclamação a respeito da pesquisa, você poderá entrar em contato com: Robson da Silva Medeiros - Mestre em Ciências da Saúde pela Universidade Federal de Uberlândia – Analista em Serviço público, na sede administrativa da Fundação Uberlandense do turismo, esporte e lazer FUTEL, R. Jose Roberto Migliorini, 850, Santa Mônica, Uberlândia CEP: 38408-251; fone: 34-32356289. Dr. Elmiro Santos Resende e Dr. Thiago Montes Fidale – no Hospital de Clínicas da Universidade Federal de Uberlândia, Setor de Telemedicina, fone: 34-3218-2050, ou também no Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Uberlândia. Avenida Pará, 1720, bloco A, Campus Umuarama – Uberlândia – MG. CEP: 38400-902, fone: 34-32182389.

Você poderá também entrar em contato com o CEP - Comitê de Ética na Pesquisa com Seres Humanos na Universidade Federal de Uberlândia, localizado na Av. João Naves de Ávila, nº 2121, bloco A, sala 224, *campus* Santa Mônica – Uberlândia/MG, 38408-100; telefone: 34-3239-4131. O CEP é um colegiado independente criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir para o desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos conforme resoluções do Conselho Nacional de Saúde.

Uberlândia, ..... de ..... de 20.....

---

Prof. Dr. Elmiro Santos Resende

---

Prof. Dr. Thiago Montes Fidale

---

Prof. Me. Robson da Silva Medeiros

Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

---

Assinatura do participante da pesquisa

## APÊNDICE C - Questionário Social, Esportivo e Clínico Fisiológico

IDENTIFICAÇÃO: \_\_\_\_\_ (Somente as Iniciais do Nome)

Sexo: Masculino ( ) Feminino ( ) Idade: \_\_\_\_\_ (anos)

Escolaridade: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Presença de doenças crônica? NÃO [ ] SIM [ ] \_\_\_\_\_

Realiza checkup de saúde anualmente: NÃO [ ] SIM [ ] Data aprox. último checkup: \_\_\_\_\_

Idade em que deu início a prática Esportiva: \_\_\_\_\_

Qual é seu principal esporte e a quanto tempo: \_\_\_\_\_

Há quanto tempo treina a modalidade? \_\_\_\_\_

Número de sessões de treino semanais: \_\_\_\_\_

Horas de treinos semanais: \_\_\_\_\_ Média de horas de sono por noite: \_\_\_\_\_

Faz Exercícios Complementares (Ex. Funcional/Musculação) : NÃO [ ] SIM [ ]

Quais: \_\_\_\_\_

Recebe orientação profissional nos treinamentos? NÃO [ ] SIM [ ]

Qual seu principal objetivo com o treinamento?

( ) Performance ( ) Estética ( ) Saúde ( ) Interação Social Outros \_\_\_\_\_

Qual seu objetivo secundário com o treinamento?

( ) Performance ( ) Estética ( ) Saúde Outros \_\_\_\_\_

Participa em média de quantas competições por ano: \_\_\_\_ Qual sua distância preferida: \_

Qual o seu melhor tempo oficial nos 5 KM: \_\_\_\_\_ Qual foi o ano: \_\_\_\_\_

No ano atual 2020, qual o seu melhor tempo nos 5 KM: Competição: \_\_\_\_\_ Treino: \_\_\_\_\_

Tem Experiência com Treinamento de Corrida em Esteira ( ) Sim ( ) Não

Há quanto tempo \_\_\_\_\_

Realiza treinamento intervalado de HIIT ( ) Sim ( ) Não Há quanto tempo \_\_\_\_\_

Prática outro esporte secundário? NÃO [ ] SIM [ ] Qual \_\_\_\_\_

Já sofreu algum tipo de lesões? NÃO [ ] SIM [ ]

Se sofreu especifique \_\_\_\_\_

Faz uso de Medicação? NÃO [ ] SIM [ ]

Se faz, Especifique \_\_\_\_\_

Número de Refeições diárias: \_\_\_\_\_ Realiza acompanhamento com Nutricionista:

( ) Sim ( ) Não

Faz uso de suplementos ? NÃO [ ] SIM [ ] Se faz, Especifique \_\_\_\_\_