

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA – FEELT  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA  
– PPGEB/UFU**

**JEFFERSON FERNANDES DE SOUSA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA  
INTENSIDADE NA BIOMECÂNICA DA CORRIDA**

**UBERLÂNDIA**

**2023**

JEFFERSON FERNANDES DE SOUSA

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA  
INTENSIDADE NA BIOMECÂNICA DA CORRIDA**

Dissertação apresentada ao Programa de PósGraduação em Engenharia Biomédica da Faculdade de Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Uberlândia, como parte das Exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Engenharias

Orientador: Prof. Dr. Thiago Montes Fidale

UBERLÂNDIA - MG

2023

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S725 2023	<p>Sousa, Jefferson Fernandes de, 1989- EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE NA BIOMECÂNICA DA CORRIDA [recurso eletrônico] / Jefferson Fernandes de Sousa. - 2023.</p> <p>Orientador: Thiago Montes Fidale. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Engenharia Biomédica. Modo de acesso: Internet. Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.387">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2023.387</a> Inclui bibliografia. Inclui ilustrações.</p> <p>1. Engenharia biomédica. I. Fidale, Thiago Montes , 1979-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 62:61</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:  
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091  
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



## UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica

Av. João Naves de Ávila, 2121, Bloco 3N, Sala 115 - Bairro Santa Mônica, Uberlândia-MG, CEP 38400-902  
Telefone: (34) 3239-4761 - www.ppgeb.feelt.ufu.br - ppegb@feelt.ufu.br



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Engenharia Biomédica				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 095, PPGEB				
Data:	dez de julho de dois mil e vinte e três	Hora de início:	14:00	Hora de encerramento:	15:50
Matrícula do Discente:	12022EBI005				
Nome do Discente:	Jefferson Fernandes de Sousa				
Título do Trabalho:	Efeitos do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade na Biomecânica da Corrida				
Área de concentração:	Engenharia Biomédica				
Linha de pesquisa:	Engenharia de Reabilitação e Biomecânica				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Efeitos do Treinamento Intervalado de Alta Intensidade na Biomecânica da Corrida				

Reuniu-se no Anfiteatro 1E, Campus Santa Mônica, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, assim composta: Professores Doutores: Frederico Balbino Lizardo - ICBIM/UFU; Romeu Paulo Mar ns Silva UFCAT; Thiago Montes Fidale - PPGEB/UFU orientador do candidato.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Thiago Montes Fidale, 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). Ul mada 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 tulo de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação per nente 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 **Thiago Montes Fidale, Usuário Externo**, em 10/07/2023, às 16:45, 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 **Frederico Balbino Lizardo, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/07/2023, às 17:01, 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 10/07/2023, às 22:57, 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 **4638277** e o código CRC **11AE73B9**.

---

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esta dissertação de mestrado a todas as pessoas que me acompanharam e apoiaram ao longo desta jornada acadêmica.

Minha profunda e eterna gratidão aos meus pais, mestres e colegas, que sempre me encorajaram e estiveram ao meu lado, torcendo pelo meu sucesso.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, desejo expressar minha profunda gratidão a Deus, fonte de toda sabedoria e inspiração, por ter me concedido saúde, força e orientação durante toda esta jornada acadêmica. Sem Sua presença constante, nada disso seria possível.

À Virgem Maria, mãe e intercessora, agradeço por sua proteção e amparo em todos os momentos. Sua presença materna foi uma fonte de conforto e paz durante os desafios enfrentados ao longo deste estudo.

À minha família, que sempre esteve ao meu lado, apoio incondicional e fonte de amor e incentivo, meu profundo agradecimento. Vocês foram meu porto seguro, dando-me suporte emocional e encorajamento para superar todas as dificuldades encontradas. Cada conquista alcançada nesta dissertação é também fruto do apoio e dedicação de vocês.

Ao meu orientador, Dr. Thiago Montes Fidale, por sua orientação sábia, paciência e incentivo durante todo o processo de pesquisa. Suas contribuições e conhecimento foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, ampliando minha visão acadêmica e proporcionando um aprendizado enriquecedor.

Aos meus colegas de estudos e pesquisadores que estiveram comigo durante todo este processo, em especial Robson da Silva Medeiros, Mário Eduardo Santos Rodrigues e Fanny Gonçalves de Lima, suas contribuições foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

A todos os professores e profissionais que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho, meu sincero agradecimento. Suas experiências e conhecimentos compartilhados foram fundamentais para o enriquecimento desta pesquisa.

Às instituições que apoiaram este estudo e ao Centro de Treinamento Danilo Faria, juntamente com seus colaboradores, agradeço a oportunidade concedida de realizar esta pesquisa e contribuir para o avanço do conhecimento em minha área de estudo.

Por fim, agradeço a todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para o sucesso deste trabalho. Cada palavra escrita nesta dissertação é resultado do esforço coletivo, da fé, da dedicação e do apoio de pessoas especiais.

Que Deus abençoe e edifique a vida de cada um, saibam que vocês têm um amigo que reconhece e sempre expressará toda a gratidão pela vida de vocês, sobretudo colocando-me a disposição para retribuir com tudo aquilo que estiver em meu alcance. *"A educação é a arma mais poderosa que você pode usar para mudar o mundo."*

*Nelson Mandela*

## RESUMO

Nos últimos anos a prática de corrida tem se crescido popularmente tornando cada vez maior a busca por assessorias e treinamentos especializados. Dentre os quais podemos destacar o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT), por ser considerado uma estratégia eficaz para melhoria no desempenho. Um dos fatores que podem influenciar no desempenho são as variáveis biomecânicas da corrida, onde podemos destacar a frequência e comprimento de passadas, alvos de diversas pesquisas realizadas em pista asfáltica e na esteira ergométrica. Porém, sabe-se que o treinamento realizado em esteira ergométrica pode influenciar de maneira não compreendida no desempenho em pista. Diante disso este estudo avaliou os efeitos de um protocolo HIIT de com duração de 4 semanas, realizado em esteira ergométrica, no desempenho de corredores em um teste de corrida de 2400 metros em pista asfáltica. Para a realização deste estudo, foram selecionados 11 corredores com pelo menos 2 anos de experiência em corrida de rua e com resultados em provas de 5 km abaixo de 21 minutos, o que os caracteriza como corredores bem treinados. Esses atletas foram submetidos a um teste incremental realizado em esteira para determinar a velocidade aeróbia máxima (VAM), que serviu como base para estabelecer as intensidades de treinamento. Foram definidas as velocidades correspondentes a 50%, 90%, 100% e 110% da VAM para cada corredor. O desempenho dos atletas foi avaliado por meio da redução total no tempo de realização do teste de pista, enquanto as variáveis de frequência e comprimento de passadas foram medidas utilizando o programa Kinovea. Observou-se as diferenças nos valores obtidos antes e depois da realização do protocolo de treinamento, onde foram encontradas diferenças significativas nos resultados. O comprimento das passadas observado na realização do teste de pista foi maior na condição pós-HIIT e o tempo total de realização do teste foi menor nessa mesma condição. Durante o protocolo de treinamento, foram observadas diferenças significativas na frequência de passadas nas intensidades de 100% e 110% da VAM em relação à intensidade de 50% da VAM. Quanto ao comprimento das passadas, houve diferenças significativas nas intensidades de 90%, 100% e 110% em comparação com a intensidade de 50%, bem como uma diferença significativa na intensidade de 90% em relação às demais intensidades. Diante desses resultados concluímos que o protocolo HIIT realizado em esteira ergométrica por um período de quatro semanas, se mostrou como uma estratégia eficiente para melhorar o desempenho dos corredores no teste de pista, evidenciado pelo aumento do VO<sub>2</sub>máx e pela redução do tempo para a realização do teste. Melhora esta que está relacionada à ajustes positivos na biomecânica da corrida observados através do aumento do comprimento das passadas durante o teste.

**Palavras-Chave:** Corrida de Rua. Teste de Pista. Esteira Ergométrica. Frequência de Passadas. Comprimento de Passadas. Desempenho.



## **ABSTRACT**

In recent years, the practice of running has grown in popularity, increasing the search for specialized advice and training. Among which we can highlight high-intensity interval training (HIIT), as it is considered an effective strategy for improving performance. One of the factors that can influence performance are the biomechanical variables of running, where we can highlight the frequency and length of strides, targets of several studies carried out on an asphalt track and on an ergometric treadmill. However, it is known that training performed on a treadmill can influence performance on the track in a way that is not understood. Therefore, this study evaluated the effects of a 4-week HIIT protocol, performed on a treadmill, on the performance of runners in a 2400-meter running test on an asphalt track. To carry out this study, 11 runners with at least 2 years of experience in street running and with results in 5k races of less than 21 minutes were selected, which characterizes them as welltrained runners. These athletes were submitted to an incremental test performed on a treadmill to determine the maximum aerobic speed (VAM), which served as the basis for establishing the training intensities. Speeds corresponding to 50%, 90%, 100% and 110% of MAS were defined for each runner. The athletes' performance was evaluated by means of the total reduction in the time to perform the track test, while the variables of frequency and stride length were measured using the Kinovea program. Differences in the values obtained before and after the training protocol were observed, where significant differences were found in the results. The length of strides observed in the performance of the track test was greater in the post-HIIT condition and the total time of performance of the test was shorter in this same condition. During the training protocol, significant differences were observed in the frequency of strides at the intensities of 100% and 110% of the MAS in relation to the intensity of 50% of the MAS. As for the stride length, there were significant differences in the intensities of 90%, 100% and 110% compared to the intensity of 50%, as well as a significant difference in the intensity of 90% in relation to the other intensities. In view of these results, we concluded that the HIIT protocol performed on a treadmill for a period of four weeks proved to be an efficient strategy to improve the performance of runners in the track test, evidenced by the increase in VO<sub>2</sub>max and the reduction of time to perform the exercise. test. This improvement is related to positive adjustments in running biomechanics observed through the increase in stride length during the test.

**Keywords:** Street Running. Track Test. Treadmill. Stride Frequency. Stride Length. Performance.

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Características dos participantes .....	29
Tabela 2: Variáveis Pista .....	30
Tabela 3: Variáveis Esteira .....	33

## **LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b> – Organograma da pesquisa .....	252
<b>Figura 2</b> - Posicionamento da câmera na pista.....	25
<b>Figura 3</b> - Posicionamento da câmera na esteira .....	27
<b>Figura 5</b> – Comprimento de Passadas Pista .....	31
<b>Figura 6</b> – Velocidade Teste Pista.....	31
<b>Figura 7</b> - Tempo Teste Pista.....	32
<b>Figura 8</b> - Frequência de Passadas Esteira .....	33
<b>Figura 9</b> - Comprimento de Passadas Esteira.....	34
<b>Figura 10</b> - Frequência e Comprimento de Passadas Esteira Ergométrica .....	34

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HIIT	Treino Intervalado de Alta Intensidade
HIIE	<i>high-intensity intermittent exercise</i>
SIT	<i>Sprint interval training</i>
AIT	<i>Aerobic interval training</i>
VO <sub>2</sub> máx	Volume Máximo De Oxigênio
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
FAMED/UFU	Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia
LANEF	Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia/Biomecânica
FAEFI	Faculdade de Educação Física
UFU	Universidade Federal de Uberlândia
IE	Intensidade do Estímulo
IR	Intensidade de Recuperação
NE	Número de Estímulos
FS	Frequência Semanal
M	Metros
VAM	Velocidade Aeróbia Máxima
A	Anos
KG	Quilogramas
MIN	Minutos
KM/h	Quilômetros por hora
IMC	Índice de Massa Corporal
TP	Tempo de Prática
MTC	Melhor tempo em Corridas
MTT	Melhor tempo em Treinos
FREQ.	Frequência
COMP.	Comprimento
VEL.	Velocidade
CP	Comprimento de Passos

<b>SUMÁRIO</b>	
<b>1 – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>14</b>
<b>2- OBJETIVOS</b> .....	<b>15</b>
2.1 - Objetivo primário .....	15
2.2 - Objetivo secundário .....	15
<b>3- REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>16</b>
3.1 – Treinamento Intervalado de Alta Intensidade HIIT .....	16
3.2 – Biomecânica da Corrida .....	17
3.3 – Corrida em esteira ergométrica versus solo .....	19
<b>4- MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>20</b>
4.1 – Participantes .....	20
4.2 - Instrumentos de medida .....	21
4.3 - Descrições dos softwares utilizados .....	21
4.4 - Organograma da pesquisa .....	22
4.5 - Procedimentos e coleta de dados .....	22
4.5.1 – Questionário PAR-Q .....	23
4.5.2 - Teste incremental na esteira .....	23
4.5.5 - Teste de desempenho máximo na pista .....	24
4.5.6 – Filmagem Corrida em esteira posição Lateral .....	25
4.6 – Protocolo de Treinamento .....	27
4.7 - Análise estatística .....	28
<b>5 – RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
5.1 - Características da amostra .....	29
5.3 - Análise da corrida na pista .....	29
5.2 - Análise da corrida na esteira .....	32
<b>6- DISCUSSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>7 – CONCLUSÃO</b> .....	<b>38</b>
<b>8 – REFERÊNCIAS</b> .....	<b>39</b>
<b>9 – APÊNDICES</b> .....	<b>51</b>
APÊNDICE A – Declaração da Instituição Co-Participante .....	51
APÊNDICE B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	52
<b>9 – ANEXOS</b> .....	<b>54</b>
ANEXO A - Protocolo do Comitê de Ética em Pesquisa .....	54
ANEXO B – Questionário ParQ .....	55

## 1 – INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a prática da corrida tem crescido cada vez mais, sendo esta uma atividade disputada nas ruas e estradas, onde se associam desempenho, lazer e saúde. De acordo com dados globais, a corrida de rua é atualmente uma das atividades físicas mais populares entre adultos (HULTEEN et al., 2017).

Com esse crescimento, a busca por assessorias esportivas e treinamentos especializados vem se tornando cada vez mais popular e acessível, principalmente para as modalidades de 5.000 metros, 10.000 metros, meia maratona e maratona (SALGADO; MIKAIL, 2007).

Um programa de treinamento bem estruturado, que englobe as especificidades e as variáveis associadas a esta prática esportiva, está diretamente ligado ao melhor desempenho e recuperação dos participantes durante sua fase competitiva (ALVES et al., 2020). As adaptações positivas nos sistemas cardiovascular, musculoesquelético e metabólico, responsáveis por essas melhorias, podem ser induzidas por meio de diferentes métodos de treinamento (ABREU; LEAL-CARDOSO; CECCATTO, 2017; GEEVAR ZACHARIAH, 2017).

Dentre os métodos de treinamento, podemos destacar o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT), que tem sido praticado por atletas de diversas modalidades (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; CAMPBELL et al., 2019; FRANCHINI, 2020; KARLSEN et al., 2020; NÍ CHÉILLEACHAIR; HARRISON; WARRINGTON, 2017), por ser considerado eficaz para promover melhorias no desempenho físico (ESFARJANI; LAURSEN, 2007; KOHN; ESSÉN-GUSTAVSSON; MYBURGH, 2011).

Um dos fatores que influenciam no desempenho de atletas corredores é a biomecânica da corrida, que fornece um importante auxílio na dinâmica da corrida, influenciando diretamente no gasto de energia, nos processos de fadiga, na susceptibilidade à lesão, entre outros fatores (ZATSIORSKY, 2000).

Dentre as variáveis biomecânicas relacionadas ao desempenho de corredores, encontram-se a frequência de passadas (FP) e o comprimento de passada (CP), onde, comprimento de passadas refere-se à distância percorrida pelo atleta em cada passo completo e frequência de passadas ao número de passos dados durante um determinado período (MCGINNIS, 2015; NOGUEIRA, 2008).

Além do método tradicional realizado em pistas asfálticas, diversos treinamentos e estudos biomecânicos e fisiológicos envolvendo corrida são realizados com participantes correndo em esteiras ergométricas, devido à facilidade de se manter o controle dos fatores

externos, ao controle de variáveis como volume e intensidade do treino, aliado à utilização de um menor espaço e às condições dos laboratórios (ZATSIORSKY, 2000).

Porém, sabe-se que o treinamento em esteira ergométrica pode influenciar de maneira não totalmente compreendida no desempenho do corredor em pista, pois existem diferenças significativas entre a corrida na esteira e na pista asfáltica, o que pode levar a resultados contraditórios na transferência de desempenho (VAN INGEN SCHENAU, 1980).

Considerando assim, a existência de diferenças na biomecânica da corrida em esteira ergométrica e em piso asfáltico, bem como a falta de clareza na literatura, o objetivo deste estudo foi analisar os efeitos de um protocolo HIIT com duração de 4 semanas, realizado em esteira ergométrica, no desempenho em pista asfáltica.

Com base em evidências anteriores que destacam a eficácia do HIIT na melhoria da capacidade aeróbica, resistência muscular e potência em curtos períodos, é possível inferir que esses benefícios podem ter um impacto significativo na biomecânica e fisiologia da corrida, podendo tais ganhos influenciar positivamente o desempenho dos atletas durante os testes de pista. No entanto, estudos adicionais são necessários para investigar mais a fundo essas relações e confirmar essa hipótese.

A motivação para a realização deste estudo surge da necessidade de buscar alternativas práticas, eficientes e seguras para a melhoria do desempenho de corredores, bem como de se obter uma melhor compreensão da transição do desempenho do treinamento realizado em esteira para a pista asfáltica.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1 - Objetivo primário**

Avaliar os efeitos de um programa de 4 semanas de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) realizado em esteira ergométrica no desempenho de corredores em um teste de corrida de 2400m em pista asfáltica.

### **2.2 - Objetivo secundário**

Analisar por meio da cinemática os efeitos das 4 semanas de HIIT realizado em esteira ergométrica na frequência e no comprimento das passadas durante o teste de corrida de 2400m em pista asfáltica.

Verificar o efeito das 4 semanas de HIIT em esteira ergométrica no tempo total de realização de um teste de corrida de 2400m em pista asfáltica.

Observar e analisar as variações no comprimento e na frequência de passadas durante a execução do protocolo HIIT, levando em consideração as diferentes intensidades impostas.

### 3- REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 – Treinamento Intervalado de Alta Intensidade HIIT

O Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) consiste na prática de exercícios de alta intensidade, intercalados com períodos de recuperação passiva ou ativa. Essa metodologia tem sido utilizada por atletas corredores desde o início do século XX, quando surgiram os primeiros escritos relacionados a ela, contendo orientações e ideias sobre o treinamento intervalado (BILLAT, 2001; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; VETTENNIEMI, 2012).

A difusão do treinamento intervalado ocorreu por volta dos anos 50, com o método Fartlek, criado pelo corredor tcheco Zatopek, que alternava a intensidade da corrida de forma livre. Inicialmente, ele utilizou esse método para estender o tempo em atividade, mantendo-se em exercício por até duas horas. Posteriormente, passou a utilizá-lo para aumentar a intensidade aplicada, reduzindo a distância percorrida e aumentando a velocidade (LUCAS, 1977).

Após essa difusão, o treinamento intervalado se tornou alvo de diversas pesquisas nas décadas de 50 e 60, permitindo uma melhor compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos na realização de exercícios intervalados. Isso resultou em uma aproximação melhor entre atletas, treinadores e cientistas com o método, que desde então têm buscado avanços na prescrição desse método de treinamento (BILLAT, 2001; SEILER; TØNNESEN, 2010; SVENSSON, 2013).

Atualmente, é possível encontrar na literatura uma vasta variedade de nomenclaturas que se referem ao treinamento intervalado, como *high-intensity intermittent exercise (HIIE)*, *Sprint interval training (SIT)*, *aerobic interval training (AIT)*, *highintensity interval training (HIIT)* e outras. Cada nomenclatura leva em consideração as características e as variações utilizadas em seus protocolos (BABRAJ et al., 2009; BATAKAN et al., 2016; GIBALA; HAWLEY, 2017; LAURSEN; JENKINS, 2002; WESTON; WISLØFF; COOMBES, 2014).

Na literatura atual, o treinamento intervalado ainda é alvo de diversas pesquisas, em diferentes campos do conhecimento científico. A busca pelo conhecimento relacionado a esse



método de treinamento pode estar relacionada aos ganhos obtidos em saúde e aptidão física, aliados à busca por exercícios com sessões de treinamento mais curtas, o que facilita a adesão ao treinamento (BILLAT, 2001; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a, 2013b; DEMARIE; KORALSZTEIN; BILLAT, 2000; DENADAI et al., 2006; GARBER et al., 2011; GIBALA; MCGEE, 2008; MIDGLEY; MCNAUGHTON; CARROLL, 2007; WAHL et al., 2013).

### **3.2 – Biomecânica da Corrida**

A corrida, assim como pedalar, nadar, remar e outros movimentos humanos, é caracterizada pela repetição contínua de um padrão fundamental de movimento, que envolve o sistema nervoso central e grande parte do sistema muscular esquelético. Apesar de ser considerada uma atividade natural de deslocamento do ser humano, é importante ressaltar a necessidade de treinamento adequado para evitar lesões e melhorar o desempenho (MCGINNIS, 2015; ZATSIORSKY, 2000).

Estes ciclos de movimentos em humanos normais possuem uma grande variabilidade de frequência e comprimento, que são normalmente determinados de forma livre devido às alterações cinéticas e cinemáticas promovidas intencionalmente ou de maneira autônoma, a fim de minimizar ou maximizar fatores como gasto de energia metabólica, estresse do tecido, potência muscular, fadiga e outros (ZATSIORSKY, 2000).

Nas atividades cíclicas, a velocidade média é determinada pelo produto das alterações na cadência e na distância percorrida em cada ciclo. No caso da corrida e da caminhada, essas alterações ocorrem no comprimento e na frequência dos passos. Esses ciclos iniciam quando um dos pés entra em contato com o solo e se completam no instante em que o mesmo pé retorna à superfície. (ZATSIORSKY, 2000).

O que difere a corrida e a caminhada é o surgimento de uma fase em que ambos os pés perdem contato com o solo, conhecida como fase de voo. Enquanto na caminhada, ambos os pés permanecem em contato com o solo. Dessa forma, a corrida se distingue da caminhada pela presença de duas fases distintas, a fase de apoio, em que os pés estão em contato com o solo, e a fase de voo, em que ambos os pés estão no ar. (ALBERTO, C. BRUNIEIRA, 1998; NOVACHECK, 1998).

Esta transição de movimento ocorre à medida que os ciclos de movimento se repetem com mais frequência e aumentam sua amplitude. Sendo assim, a velocidade da corrida é determinada pelo produto da frequência de passadas pelo comprimento da passada. (HAMILL; KNUTZEN; DERRICK, 1999; HAY, 1981; NOGUEIRA, 2008; ZATSIORSKY, 2000).

Não está claro de que forma e quais mecanismos estão envolvidos na habilidade de alterar os padrões de movimento que resultam na auto seleção da frequência e comprimento dos movimentos cíclicos. Embora já se tenha muita informação sobre a neurofisiologia dos movimentos rítmicos, pouca atenção foi direcionada para compreender como ocorre dentro do sistema neuromusculoesquelético humano (ZATSIORSKY, 2000).

Porém, alguns estudiosos já buscaram informações sobre a relação entre o comprimento e a frequência dos movimentos cíclicos, quando estes se referem ao ciclo da marcha. Um exemplo disso é o estudo de Laurent e Pailhous (LAURENT; PAILHOUS, 1986), que analisaram as variações nessas variáveis por meio de estímulos auditivos e visuais. Eles observaram que, quando a frequência de passos era aumentada, o comprimento se mantinha praticamente estável, concluindo que as variáveis frequência e comprimento estavam relacionadas com a velocidade, mas não possuíam interdependência.

Assim como Bonnard e Pailhous (BONNARD; PAILHOUS, 1993) também propuseram que o sistema nervoso central controla ativamente a modulação da frequência e do comprimento por mecanismos distintos.

Um estudo adicional conduzido por Diedrich e Warren (DIEDRICH; WARREN, 1995) visou essas variáveis e sua relação com a mudança no padrão de movimento. Eles concluíram que a velocidade é responsável por essa mudança, manipulando experimentalmente o comprimento e a frequência dos passos.

Assim como a frequência e comprimento dos passos, a maioria das variáveis envolvidas na corrida são afetadas pela velocidade, incluindo o tempo de contato com o solo. Este último está diretamente ligado ao desempenho, já que velocistas mais rápidos possuem um tempo de contato menor com o solo (FREDERICK; HAGY, 1986; MERO; KOMI, 1986; MUNRO; MILLER; FUGLEVAND, 1987; NILSSON; THORSTENSSON; HALBERTSMA, 1985; ZATSIORSKY, 2000).

Essas variações no deslocamento podem ser observadas através da análise da cinemática do movimento. A cinemática é uma área da biomecânica que permite calcular o deslocamento e a velocidade de um corpo ou de seus segmentos, com o objetivo de descrever como o corpo se move. (VERKERKE et al., 1998).

A biomecânica, aliada à fisiologia, psicologia e medicina, se mostra muito importante no processo de busca por melhora no desempenho. Esta busca é o objetivo final para atletas de competição, pois a dinâmica da corrida influencia diretamente no gasto de energia, no processo de fadiga, na propensão do surgimento de lesões musculares, entre outros fatores. (WILLIAMS, 1985; ZATSIORSKY, 2000).

Outro fator que pode influenciar a mecânica da corrida é o sexo do atleta, uma vez que mulheres e homens apresentam diferenças anatômicas, como altura, comprimento da perna, ângulo Q, entre outras, que podem afetar diretamente a mecânica do movimento, como, por exemplo, o comprimento dos passos (ATWATER, 1990; NELSON; BROOKS; PIKE, 1977).

### **3.3 – Corrida em esteira ergométrica versus solo**

O uso de esteiras ergométricas é frequentemente utilizado para diagnósticos clínicos, avaliações, reabilitação de lesões, treinamentos e outros fins. Elas são algumas vezes até preferidas por alguns atletas para a realização de seus treinos ou como ferramenta complementar para os treinos de atletas de elite. (EDWARDS et al., 2017; LEIF INGE TJELTA, 2013; MILLER et al., 2019a; SIROTIC; COUTTS, 2008; VAN HOOREN et al., 2020)

Além disso, as esteiras ergométricas são frequentemente utilizadas em estudos biomecânicos e fisiológicos em que o objeto de estudo é a corrida. Isso se deve à maior facilidade de controle das condições extrínsecas proporcionadas por um ambiente controlado, buscando uma maior fidedignidade para testes sem necessitar da utilização de grandes espaços. Aliado a isso, há uma maior facilidade no uso de câmeras estáticas, equipamentos de monitoramento e outros, fornecendo ainda a oportunidade da realização de tarefas que podem ser previamente padronizadas através do controle da intensidade, volume e até mesmo da inclinação na qual estas serão realizadas. (ALTON et al., 1998; MORIN; SÈVE, 2011; WANK; FRICK; SCHMIDTBLEICHER, 1998)

No entanto, muitos estudos já foram realizados a fim de examinar a presença de diferenças entre a corrida em esteira ergométrica e no solo, nos quais foram encontrados resultados conflitantes. No entanto, há concordância no que se refere à existência de diferenças entre os dois modos. (NIGG; DE BOER; FISHER, 1995; VAN INGEN SCHENAU, 1980; ZATSIORSKY, 2000)

Uma das diferenças apresentadas está no volume máximo de oxigênio ( $V_{O_{2max}}$ ), que geralmente é mais elevado na corrida no solo quando comparado com a corrida na esteira ergométrica. Alguns autores atribuíram essa diferença à falta de resistência do ar. Essa resistência pode ser equiparada quando se eleva a esteira em 1%, o que é frequentemente utilizado por pesquisadores, principalmente na realização de testes de desempenho. (BISHOP; HILLIER; THEWLIS, 2017; CAPPA et al., 2014; JONES; DOUST, 1996; MAKSUD; COUTTS; HAMILTON, 1971; PUGH, 1967)

Outra diferença encontrada entre a corrida no solo e a corrida na esteira ergométrica está na biomecânica da corrida. Estudos apontam que pode haver diferenças na aterrissagem,

em que na esteira ocorre com o pé mais horizontal em comparação com a aterrissagem no solo. Além disso, há diferenças no ângulo sagital, na flexão do joelho, na frequência e amplitude de movimento, bem como no deslocamento vertical da pélve. (NIGG; DE BOER; FISHER, 1995; VAN HOOREN et al., 2020; ZATSIORSKY, 2000)

Além desses fatores, a biomecânica da corrida na esteira ergométrica pode ser afetada pela familiaridade do corredor com a esteira, pela visão, pelas dimensões da esteira, pela estabilidade da superfície, pela percepção de esforço e pelo modelo da esteira ergométrica (ASMUSSEN et al., 2019; FU et al., 2015; HONG et al., 2012; LAVCANSKA; TAYLOR; SCHACHE, 2005; LUCAS-CUEVAS et al., 2018; NAPIER et al., 2019; NIGG; DE BOER; FISHER, 1995; SCHIEB, 1986; SLOOT; VAN DER KROGT; HARLAAR, 2014; VAN HOOREN et al., 2020).

#### **4- MATERIAIS E MÉTODOS**

Trata-se de um estudo experimental intervencional aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia, por meio da plataforma Brasil, com o parecer de número 3.397.582 (CAE:13624419.2.0000.5152) (ANEXO A).

Os testes e treinamentos na esteira ergométrica foram realizados no Centro de Treinamento Danilo Faria Assessoria Esportiva, que cedeu o espaço físico (APÊNDICE A), seguindo todas as recomendações do comitê de ética em pesquisa com seres humanos, bem como as orientações dos padrões éticos em pesquisa em ciência do esporte e exercício. (HARRISS; MACSWEEN; ATKINSON, 2019).

##### **4.1 – Participantes**

Para a realização do estudo, foi convidada uma amostra de conveniência composta por 11 atletas corredores. Esses atletas foram selecionados de forma voluntária com base em critérios específicos, incluindo uma rotina regular de treinamento, experiência relevante e resultados expressivos no esporte. Os critérios adotados para a seleção dos participantes foram os seguintes:

Inclusão:

- Sexo masculino;
- Idade entre 18 e 39 anos;
- Ausência de disfunção tireoidiana;
- Ausência de doenças cardíacas diagnosticadas;
- Experiência mínima de 2 anos em corrida de rua;
- Ausência de lesões;

- Tempo pessoal com duração de até 21 minutos em provas de 5 Km;
- Disposição para participar do estudo e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Exclusão:

- Lesões que impeçam a participação nos treinamentos;
- Duas faltas em treinos ou avaliações;
- Desistência de participar do estudo
- 

#### **4.2 - Instrumentos de medida**

Para a realização dos testes, foram utilizados equipamentos da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia (FAMED/UFU), do Laboratório de Neuromecânica e Fisioterapia/Biomecânica (LANEF) da Faculdade de Educação Física (FAEFI) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), bem como equipamentos do Centro de Treinamento Danilo Faria:

- Balança eletrônica acoplada com um estadiômetro, marca Prix Toledo modelo 2098PP;
- Esteira Ergométrica da Marca Movement, Modelo E.740;
- Trena maca Lufkin de 20 metros;
- Trena rotativa marca Vonder, modelo RT1000;
- Cronômetro digital da marca Vollo, modelo VL-510;
- Câmera da marca Sony, modelo HDR-CX160;
- Smartphone da marca Motorola, modelo Moto G6 Plus;
- Microcomputador com os seguintes softwares instalados: Kinovea®, Microsoft Office Excel®, PlayMemoriesHome®, Scilab® e Statistics®.

#### **4.3 - Descrições dos softwares utilizados**

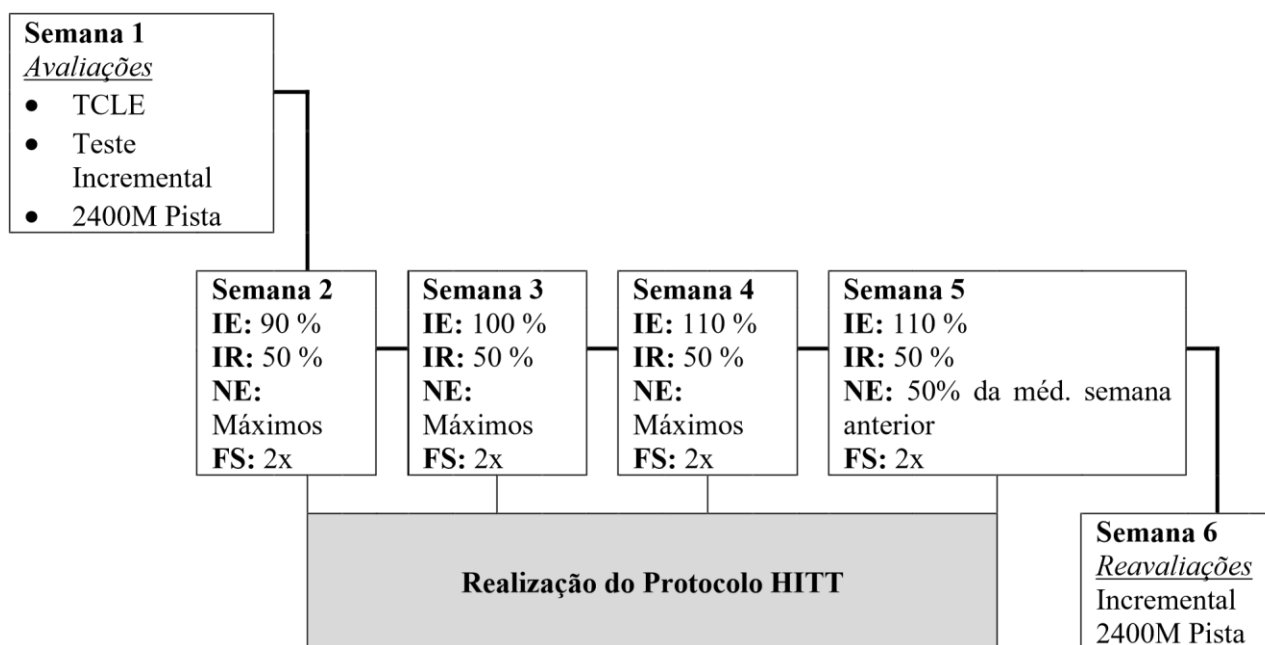
- Play Memories Home®, versão 6.0.00.12211, aplicativo que edita e transfere vídeos de forma eficiente da câmera para o computador;
- Kinovea®, versão 0.8.27, utilizado para edição de imagens e vídeos esportivos que contém recursos para análises biomecânicas;
- Microsoft Office Excel®, versão 2019, planilha utilizada para tabulação de dados e cálculos matemáticos;

- GraphPad Prism 7 (GraphPad Prism Inc., San Diego, CA, EUA), utilizado para análise estatística.

#### 4.4 - Organograma da Pesquisa

O desenvolvimento das atividades experimentais da pesquisa ocorreu ao longo de seis semanas. A primeira e a última semana foram dedicadas à realização dos testes clínicos e físicos, enquanto o desenvolvimento do protocolo de treinamento HIIT foi realizado nas outras quatro semanas do período experimental, como descrito na Figura 1 abaixo:

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



**Legenda da figura 1:** TCLE: Termo Consentimento Livre e Esclarecido; **Teste Incremental:** Teste Incremental Máximo de Esteira; **2400M Pista:** Teste Máximo Realizado em Pistas Asfáltica; **IE:** Intensidade do Estímulo (%VAM), **IR:** Intensidade da Recuperação (%VAM), **NE:** Numero de Estimulos, **FS:** Frêquencia Semanal

#### 4.5 - Procedimentos e coleta de dados

Após a seleção dos participantes, foram agendados encontros nos quais foram formalizados os procedimentos para esclarecimento de dúvidas e coleta das assinaturas do TCLE (APÊNDICE B) e do questionário PAR-Q (ANEXO B), bem como o agendamento e as orientações para realização das avaliações físicas, testes e desenvolvimento do protocolo HIIT.

#### 4.5.1 – Questionário PAR-Q

Os participantes responderam, no período pré-intervenção, ao questionário PAR-Q (ANEXO B), que tem como objetivo identificar possíveis restrições e limitações referentes à saúde deles (ADAMS, 1999; EVANGELISTA; BRUM, 1999; THOMAS; READING; SHEPHARD, 1992).

Em caso de respostas afirmativas em uma ou mais ou mais perguntas do PAR-Q, os pesquisadores reportariam ao médico cardiologista, onde seria decidido, pelo médico e os pesquisadores a necessidade da exclusão do participante do estudo, bem como o encaminhamento do mesmo ao serviço de saúde especializado para investigações mais aprofundadas.

#### 4.5.2 - Teste incremental na esteira

Para a elaboração do programa de treinamento HIIT, foi realizado um teste incremental em uma esteira ergométrica da marca Movement, modelo E.740. Todos os participantes foram previamente submetidos a uma familiarização da corrida na esteira, que consistiu em nove minutos de corrida divididos em três estágios de três minutos cada. O primeiro estágio iniciou com 10 km/h, com progressão de intensidade de 1 km/h a cada estágio subsequente, sendo estes 10, 11 e 12 km/h. (FRAGA et al., 2014; LINDORFER; KRÖLL; SCHWAMEDER, 2020).

Após um intervalo de 48 horas, os participantes foram submetidos ao teste incremental máximo em esteira ergométrica. Eles iniciaram com um aquecimento livre com duração de 5 a 10 minutos, seguido por um intervalo de 2 a 5 minutos. O teste teve início com uma velocidade de 10 km/h, que foi incrementada de 1 km/h a cada 2 minutos, sem pausas entre os estágios, e a inclinação da esteira foi mantida em 1% durante todo o teste. O teste teve duração até que o atleta atingisse a exaustão voluntária máxima. Os participantes foram encorajados verbalmente a se manterem em exercício pelo maior tempo possível. (CHANG et al., 2020; JONES; DOUST, 1996; SILVA; MONTEIRO; FARINATTI, 2011)

Para o cálculo da velocidade Aeróbia máxima (VAM) foi utilizada a equação:

$$VAM = V_{completa} + (t \div T \times V_{incrementada})$$

Onde:  $V_{completa}$  corresponde a velocidade do último estágio completo realizado pelo atleta,  $t$  ao tempo em segundos sustentado pelo atleta no estágio incompleto,  $T$  o tempo total em segundos estabelecido para o estágio completo que neste estudo foi de 120 segundos e  $V_{incrementada}$  a velocidade incrementada a cada estágio que para este estudo foi de 1 km/h (ARANTES et al., 2017; KUIPERS H et al., 2003).

#### 4.5.5 - Teste de desempenho máximo na pista

O teste de desempenho máximo na pista foi realizado em uma pista de 200 metros com piso asfáltico, localizada no campus de educação física da Universidade Federal de Uberlândia. Antes da realização do teste, foi feita uma medição com uma trena rotativa para calibrar a distância das raias. A raia de número dois foi escolhida por apresentar uma distância exata de 200 metros, na qual os participantes realizaram 12 voltas completas, percorrendo assim uma distância de 2.400 metros.

Para capturar as imagens utilizadas para obter dados sobre o comprimento e a frequência das passadas, uma câmera Sony HDR-CX160 foi instalada a 75 cm do chão e a uma distância de 11,5 metros do centro da raia de número dois, com uma abertura angular que permitia filmar a uma distância horizontal e linear de 13 metros para quem se deslocasse na raia, conforme ilustrado na figura 2. Essa distância foi suficiente para capturar as imagens de dois ciclos completos de passada, ou seja, duas passadas com cada perna. (RODRIGUES, 2019)

Antes da realização do teste, os participantes foram instruídos a fazer um aquecimento de intensidade livre com duração de 5 a 10 minutos, seguido por um intervalo de 2 a 5 minutos.

Após esse aquecimento e a prévia autorização do pesquisador, os participantes realizaram doze voltas na pista, sendo orientados a completar o percurso no menor tempo possível, desde que se mantivessem sempre no interior da raia de número dois.

Os vídeos foram transferidos da câmera para o computador utilizando o programa Play Memories Home®. Em seguida, as imagens foram analisadas por meio do programa Kinovea®, do qual foram extraídos dados como comprimento da passada, frequência da passada, velocidade média dos atletas e tempo gasto em cada volta, tanto no período pré quanto no período pós realização do protocolo de treinamento. (RODRIGUES, 2019)

Para as análises, foram descartadas a primeira e a última volta realizadas pelos atletas, a fim de obter amostras mais homogêneas. Isso porque o comprimento do passo, a frequência e outros parâmetros temporais e espaciais podem ser influenciados pela velocidade, conforme o velocista altera a aceleração, como relatado em um estudo anterior realizado por (PLAMONDON; ROY, 1984), onde analisaram os primeiros 18 passos de um velocista em uma corrida de 100m. Diante disto, visando uma maior fidedignidade dos dados, foram analisados 2000 metros de corrida.

Por meio do programa Kinovea®, utilizando a ferramenta "linha", calibrou-se as imagens de vídeo para transformar os pixels em metros, permitindo medir o tamanho de cada passo dos participantes. Para esse cálculo, determinou-se o comprimento da passada como a distância entre o calcanhar de um dos pés e o calcanhar do pé contralateral. Os cálculos foram



feitos com base na média de quatro passos, ou seja, duas passadas consecutivas. A frequência da passada foi medida usando a ferramenta de cronometragem do software Kinovea, medindo-se o tempo gasto entre o início da primeira passada e o final da última. Por meio de cálculos matemáticos, determinou-se a quantidade de passos realizados em um minuto, ou seja, a frequência da passada em passos por minuto (PPM).

Para calcular o VO<sub>2</sub> máximo, utilizou-se uma fórmula adaptada de (COOPER, 1968), através da equação publicada no estudo de (DOS SANTOS, 2012):

$$VO2Máximo = \frac{(D \times 60 \times 0,2) + 3,5 \text{ ml.kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}}{\text{Tempo em segundos}}$$

Onde: D corresponde a distância (m), fixada em 2400m.

**Figura 2** - Posicionamento da câmera na pista



#### 4.5.6 – Filmagem Corrida em esteira posição Lateral

Para capturar as imagens laterais da corrida durante o desenvolvimento do protocolo de treinamento HIIT, utilizou-se um smartphone da marca Motorola, modelo Moto G6 Plus, que

possui câmeras traseiras duplas de 5 e 12 megapixels em seu sistema. Essas câmeras são capazes de capturar imagens em FULL HD, com resolução de 1080 pixels e 60 FPS. O smartphone foi instalado sobre um tripé a 60 cm do chão e a uma distância de 3 metros do centro da esteira, conforme ilustrado na figura 3.

Foram registrados estágios completos de um minuto em cada intensidade durante o desenvolvimento do protocolo de treinamento HIIT. Os vídeos foram transferidos do smartphone para o computador e analisados por meio do programa Kinovea® para obtenção dos dados de comprimento e frequência das passadas, utilizando a ferramenta de cronometro.

Para os cálculos, foi extraído o tempo total gasto para a realização de 10 passadas em segundos, dividido pelo número de passadas, a fim de obter o tempo médio de cada passada. Em seguida, esse valor foi multiplicado por 60 para determinar a quantidade de passos realizados em um minuto, ou seja, a frequência da passada em passos por minuto (PPM) (RODRIGUES, 2019).

Esses cálculos foram realizados utilizando a seguinte equação:

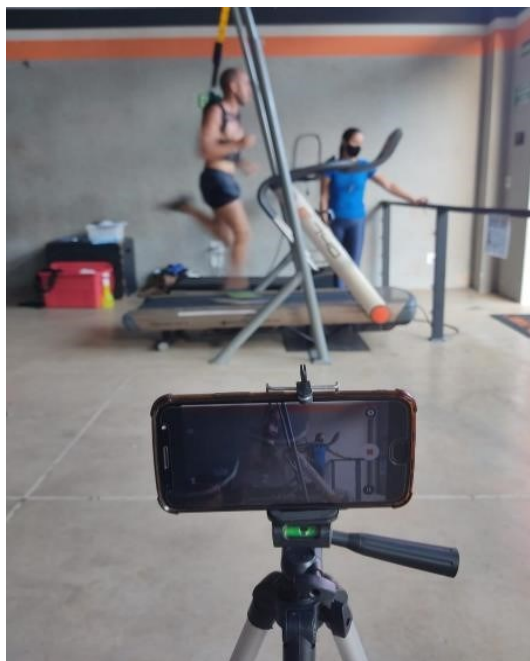
$$PPM = \frac{\textit{Tempo Gasto}}{\textit{Num. Passadas}} \times 60$$

Para determinar o comprimento das passadas em metros (M), é necessário, primeiramente, obter a velocidade da esteira em metros por segundo. Em seguida, multiplique-se a velocidade pela quantidade total de tempo gasto para realizar 10 passadas em segundos e divide-se o resultado pelo número de passadas realizadas, que, como mencionado anteriormente, é fixo em 10 (RODRIGUES, 2019).

Essa operação pode ser expressa por meio da seguinte equação:

$$M = \frac{\textit{Velocidade Esteira} \times \textit{Tempo Gasto}}{\textit{Num. Passdas}}$$

**Figura 3** - Posicionamento da câmera na esteira



#### **4.6 – Protocolo de Treinamento**

O protocolo de treinamento utilizado foi elaborado e desenvolvido respeitando os princípios do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) (BILLAT, 2001; BILLAT et al., 2001; BLONDEL et al., 2001a; GIBALA, 2007; GILLEN; GIBALA, 2014), e um modelo de periodização que teve a duração de quatro semanas.

O treinamento foi realizado em uma esteira ergométrica, com frequência de duas sessões por semana e intervalos de 72 horas entre elas, durante quatro semanas, totalizando oito sessões de treinamento.

Os participantes realizaram estímulos de um minuto, seguidos de um minuto de recuperação ativa, a uma intensidade de 50% da VAM. As intensidades dos estímulos foram previamente determinadas e distribuídas de forma progressiva nas três primeiras semanas, sendo 90% da VAM na primeira semana, 100% na segunda e 110% na terceira. Na quarta semana de treinamento, a intensidade da terceira semana (110% da VAM) foi mantida, e o volume de treinamento foi reduzido para 50% do número de estímulos realizados pelos atletas na semana três, o que caracterizou a quarta semana como uma fase regenerativa do treino, denominada de “Semana Taper”.

A realização de uma semana regenerativa tem como objetivo reduzir o estresse fisiológico e psicológico, visando a otimização do desempenho por meio da redução da sobrecarga no

treinamento. Nessa semana, é possível manipular variáveis como carga, volume, frequência e intensidade. (MUJIKÁ et al., 2004; MUJIKÁ; PADILLA, 2000)

Nas demais sessões de treinamento, os participantes realizaram o número máximo de estímulos até atingirem a exaustão voluntária ou até alcançarem o limite de 45 estímulos. Ficou estabelecido que o tempo máximo de duração de cada sessão seria de 90 minutos.

Para calcular as velocidades a serem empregadas nos treinamentos de HIIT, utilizou-se a equação:

$$V_{HIIT} = (\% \text{ Intensidade}) \times V_{AM},$$

Onde "VAM" corresponde à velocidade aeróbia máxima obtida por cada atleta no Teste Incremental de Esteira realizado pré-protocolo.

No início de cada sessão de treinamento foi realizado um aquecimento na esteira com duração de 5 a 10 minutos. De forma livre, foi sugerido aos participantes que realizassem esse aquecimento de maneira semelhante àquela que estão habituados a fazer em provas e competições, seguido por um intervalo de 2 a 5 minutos antes do início da sessão de treino.

Durante os demais dias da semana, foi recomendado aos atletas e seus treinadores que realizassem ajustes em suas rotinas de treinamento, a fim de garantir pelo menos um dia de descanso ao longo da semana. Além disso, foi recomendado que realizassem apenas treinamentos de corrida contínuos, mantendo a intensidade das corridas em níveis moderados a baixos ( $\leq 75\% vVO_{2m\acute{a}x}$ ), com duração máxima de 90 minutos por sessão de treinamento, e com quilometragem semanal máxima de 120 km.

Essas orientações foram estabelecidas visando padronizar os treinamentos, permitindo uma análise comparativa consistente dos resultados obtidos pelos atletas participantes do estudo.

#### **4.7 - Análise estatística**

A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. O teste ANOVA *One Way* foi utilizado para analisar as variáveis biomecânicas na esteira ergométrica em diferentes intensidades de esforço. Sempre que pertinente, uma análise *post hoc* para comparações múltiplas foi utilizado para determinar onde as diferenças médias ocorreram, teste de *Tukey*. O Teste T, com pós teste Wilcoxon foi utilizado para analisar as variáveis biomecânicas durante o teste de 2400m antes e depois do protocolo HIIT. Foram considerados significativos valores de  $p \leq 0,05$ . Todas as análises foram realizadas com o software GraphPad Prism 7 (GraphPad Prism Inc., San Diego, CA, EUA).

## 5 – RESULTADOS

### 5.1 - Características da amostra

Na tabela 1, estão apresentados os dados referentes à idade, massa corporal, altura, índice de massa corporal, tempo de prática na modalidade corrida de rua, número de competições anuais, melhor marca obtida em treinos e provas oficiais de 5 km de corrida.

**Tabela 1:** Características dos participantes.

	<b>Média ± DP</b>
IDADE (a)	31.09±5.78
MASSA CORPORAL (Kg)	65.23±9.26
ALTURA (m)	1.755±0.06
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	21.11±2.22
TP (a)	10.23±6.11
MTC (min)	16.94±1.82
MTT (min)	17.77±2.52

**Tabela 1:** Dados apresentados em média ± desvio padrão. Valor P significativo (bicaudal) <0,05. \* teste t *Student* pareado. Características da amostra: a: anos; kg: quilogramas; min=minuto; m: metros; km/h; quilômetros por hora, IMC: Índice de massa corporal; TP: Tempo de prática na modalidade; MTC: melhor tempo na distância de 5 km de corrida obtidas em prova; MTT: melhor tempo na distância de 5 km de corrida obtidas em treinos.

### 5.3 - Análise da corrida na pista

As comparações entre as médias dos valores das variáveis, frequência de passadas, comprimento das passadas, velocidade média e tempo total do teste de 2400 metros na pista, nas condições antes e após o HIIT, estão apresentadas na Tabela 2. Não foram encontradas diferenças significativas para a frequência das passadas nas situações analisadas, conforme apresentado na Figura 4. Por outro lado, para o comprimento das passadas, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas, com os maiores valores apresentados na condição pós-HIIT, conforme ilustrado na Figura 5.

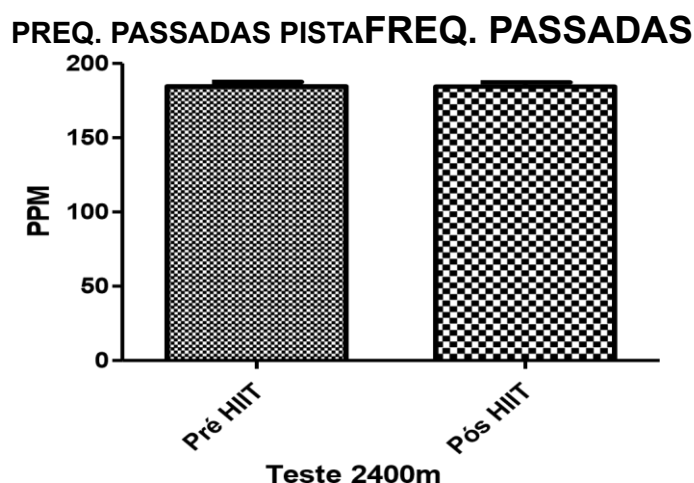
Não houve diferenças significativas na velocidade média durante o teste. No entanto, em relação ao tempo total do teste, foram encontradas diferenças significativas ao compararmos as condições pré e pós-HIIT, com os menores tempos apresentados na condição pós-HIIT, conforme ilustrado na Figura 7.

Para os valores do VO<sub>2</sub> máx. nos períodos pré e pós HIIT, foram encontradas diferenças nos valores obtidos no teste de 2400m em pista, apresentando um aumento significativo no momento pós HIIT quando comparado com o pré HIIT, conforme ilustrado na tabela 2.

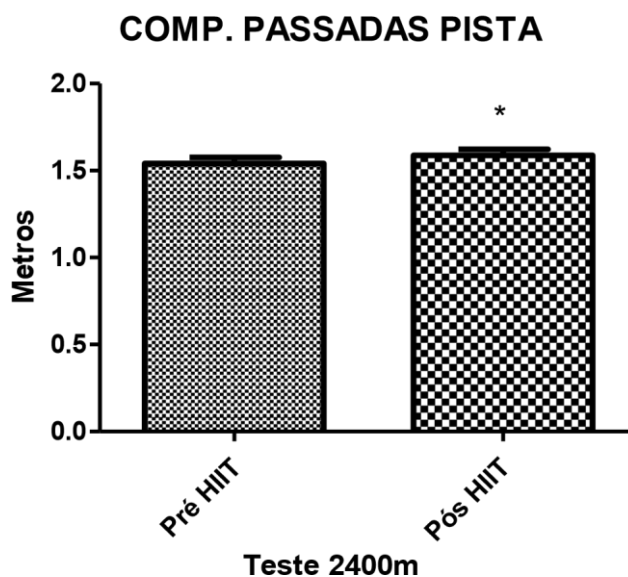
**Tabela 2:** Variáveis Pista

	Média ± DP
Freq. Pré (PPM)	185,0±9,81
Freq. Pós (PPM)	184,0 ±9,76
Comp. Pré (M)	1,54±0,12
Comp. Pós (M)	1,59±0,12*
Vel. Pré (Km/h)	17,12±1,59
Vel. Pós (Km/h)	17,57±1,46
Tempo Pré (Min)	08:26,76±00:50,21
Tempo Pós (Min)	08:12,82±00:42,56*
VO <sub>2</sub> máx. PRÉ Pista (mL · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	57,4 ±5,4
VO <sub>2</sub> máx. PÓS Pista (mL · kg <sup>-1</sup> · min <sup>-1</sup> )	58,9 ±4,8*

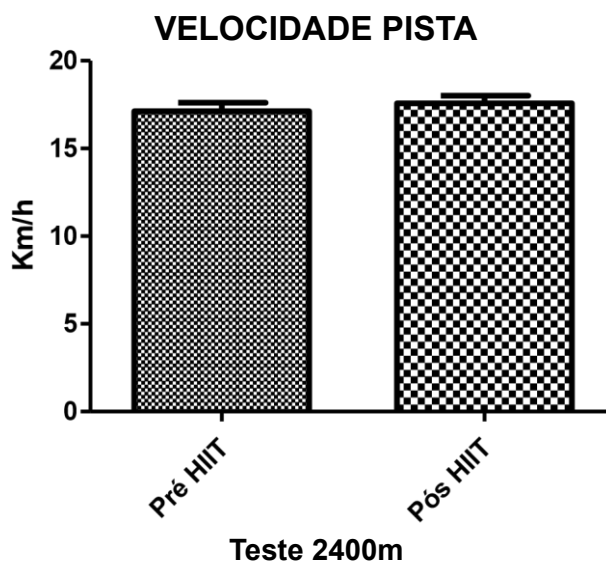
**Tabela 2:** Dados apresentados em média ± desvio padrão. Valor P significativo <0,05. \* diferença em relação à condição Pré HIIT. PPM: Passadas por minuto; M: metros; Km/h: Quilômetros por hora; Min: Minutos, Freq. Frequência de passadas; Comp. Comprimento de passadas; Vel. Velocidade média no teste; Pré: pré realização do HIIT; Pós: pós realização do HIIT. VO<sub>2</sub> máx PRÉ Pista: VO<sub>2</sub> máximo atingido durante teste máximo de corrida de 2400m em pista pré-treinamento HIIT; VO<sub>2</sub> máx PÓS Pista: VO<sub>2</sub> máximo atingido durante máximo de corrida de 2400m pós treinamento HIIT.

**Figura 4** - Frequência de Passadas Pista

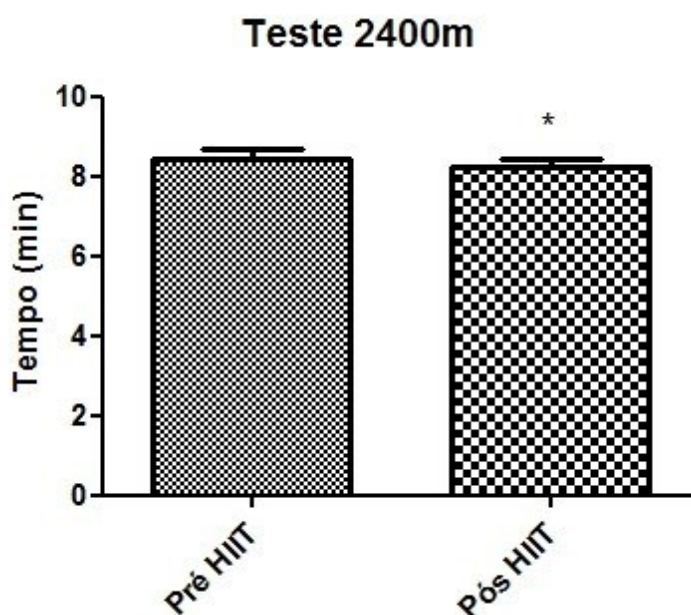
**Legenda da figura 4:** Dados apresentados em média ± desvio padrão. Valor P significativo <0,05. \* diferença em relação à condição Pré HIIT. Variáveis Pista: PPM: Passadas por minuto. Pré HIIT: Teste realizado no período pré realização do protocolo de treinamento; Pós HIIT: Teste realizado no período pós realização do protocolo de treinamento.

**Figura 5** – Comprimento de Passadas Pista

**Legenda da figura 5:** Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Valor P significativo  $<0,05$ . \* diferença em relação à condição Pré HIIT. Variáveis Pista: Metros: Distância em metros. Pré HIIT: Teste realizado no período pré realização do protocolo de treinamento; Pós HIIT: Teste realizado no período pós realização do protocolo de treinamento.

**Figura 6** – Velocidade Teste Pista

**Legenda da figura 6:** Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Valor P significativo  $<0,05$ . \* diferença em relação à condição Pré HIIT. Variáveis Pista: Km/h: Quilômetros por hora. Pré HIIT: Teste realizado no período pré realização do protocolo de treinamento; Pós HIIT: Teste realizado no período pós realização do protocolo de treinamento.

**Figura 7 - Tempo Teste Pista**

**Legenda da figura 7:** Dados apresentados em média  $\pm$  desvio padrão. Valor P significativo  $<0,05$ . \* diferença em relação à condição Pré HIIT. Variáveis Pista: Minutos: Tempo gasto na realização do teste. Pré HIIT: Teste realizado no período pré realização do protocolo de treinamento; Pós HIIT: Teste realizado no período pós realização do protocolo de treinamento.

## 5.2 - Análise da corrida na esteira

A frequência e o comprimento das passadas foram obtidos por meio da média de 10 passadas consecutivas nas diferentes intensidades utilizadas durante o treinamento - 50%, 90%, 100% e 110% da VAM - como demonstrado na Tabela 3.

Foram observadas diferenças significativas na frequência de passadas nas intensidades de 100% e 110% da VAM em relação à intensidade de 50% da VAM, como apresentado na Figura 8.

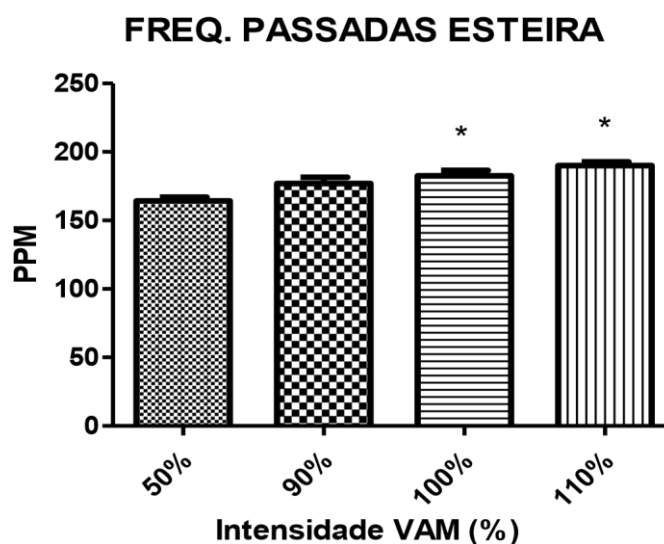
Já em relação ao comprimento das passadas, foram encontradas diferenças significativas nas intensidades de 90%, 100% e 110% quando comparadas com a intensidade de 50%, além de uma diferença significativa na intensidade de 90% quando comparada às quatro intensidades, conforme demonstrado na Figura 9.



**Tabela 3:** Variáveis Esteira

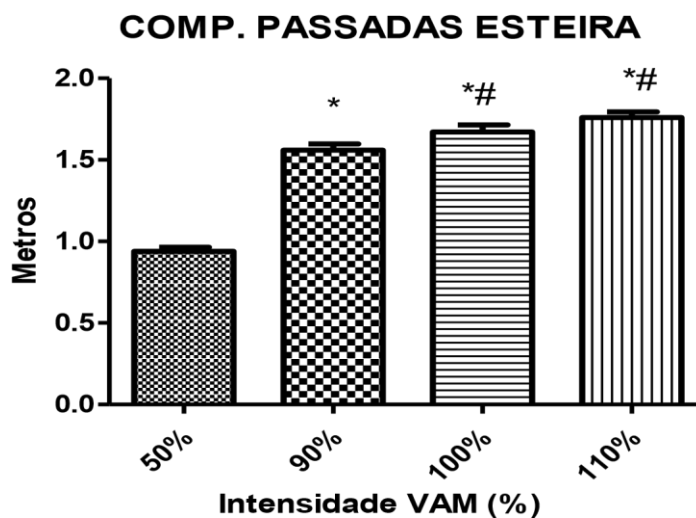
	Média ± DP
Freq. 50% (PPM)	164,28±9,17
Freq. 90% (PPM)	177,08±12,51
Freq. 100% (PPM)	182,56±11,42*
Freq. 110% (PPM)	190,08±9,11*
Comp. 50% (M)	0,94±0,08
Comp. 90% (M)	1,56±0,11*
Comp. 100% (M)	1,67 ±0,12*#
Comp. 110% (M)	1,76±0,11*#
VAM PRÉ (Km/h)	18,49±1,84
VAM PÓS (Km/h)	18,67 ±1,62

**Tabela 3:** Dados apresentados em média ± desvio padrão. \* diferença significativa em relação à 50%, para Freq. e Comp. # Diferença significativa em relação à 90% para Comp. Variáveis Esteira: PPM: Passadas por minuto; M: metros, Freq. 50%: Frequência de passadas a 50% da VAM; Freq. 90%: Frequência de passadas a 90% da VAM; Freq. 100%: Frequência de passadas a 100% da VAM; Freq. 110%: Frequência de passadas a 110% da VAM; Comp. 50%: Comprimento de passadas a 50% da VAM; Comp. 90%: Comprimento de passadas a 90% da VAM; Comp. 100%: Comprimento de passadas a 100% da VAM; Comp. 110%: Comprimento de passadas a 110% da VAM.

**Figura 8** - Frequência de Passadas Esteira

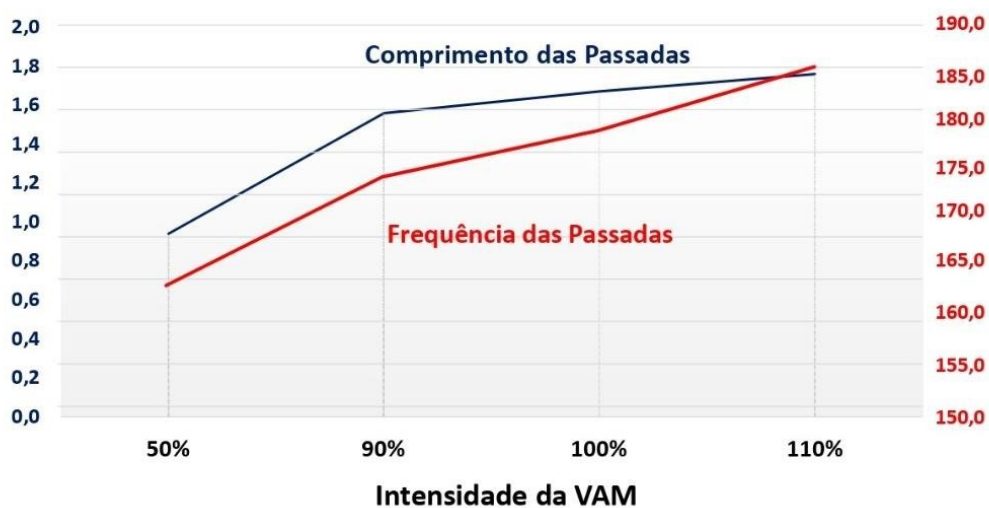
**Legenda da figura 8:** Média ± desvio padrão dos valores das passadas por minuto (PPM) nas intensidades da velocidade aeróbia máxima (VAM). 50 por cento (50%), 90 por cento (90%), 100 por cento (100%) e 110 por cento (110%). \* Valor P significativo <0,05 para comparações com a intensidade de 50%.

**Figura 9** - Comprimento de Passadas Esteira



**Legenda da figura 9:** Média  $\pm$  desvio padrão dos valores do comprimento das passadas em metros, nas intensidades da velocidade aeróbia máxima (VAM). 50 por cento (50%), 90 por cento (90%), 100 por cento (100%) e 110 por cento (110%). \* Valor P significativo  $<0,05$  para comparações com a intensidade de 50% # Valor P significativo  $<0,05$  para comparações com a intensidade de 90%.

**Figura 10** - Frequência e Comprimento de Passadas Esteira Ergométrica



**Legenda da figura 10:** Comportamento das variáveis: Comprimento de Passadas, em metros (M) e Frequência de Passadas, em passadas por minuto (PPM) em relação às Intensidades em porcentagem da Velocidade Aeróbia Máxima (VAM). Eixo Y: Comprimento de Passadas (m) e Frequência de Passadas (PPM). Eixo X: Intensidades (% da VAM)

## 6- DISCUSSÃO

Diante das análises dos valores encontrados na frequência e comprimento de passadas durante a realização do teste de pista foi encontrado um aumento significativo no comprimento de passadas e no VO<sub>2</sub>máx quando comparados os valores encontrados nos momentos pré e pós Protocolo HIIT, com valores maiores apresentados no momento pós HIIT, bem como, uma redução significativa no tempo total de realização do teste.

Foram analisadas também as medias da frequência e do comprimento das passadas nas diferentes intensidades utilizadas durante o treinamento, onde foram encontradas diferenças significativas na frequência de passadas nas intensidades de 100% e 110% da VAM em relação à intensidade de 50% da VAM, e no comprimento das passadas nas intensidades de 90%, 100% e 110% quando comparadas com a intensidade de 50%, além de uma diferença significativa na intensidade de 90% quando comparadas as intensidades 100% e 110% da VAM.

A diferença observada no comprimento dos passos na pista também pode estar relacionada com as características do treino que leva os participantes a um nível de exigência extremo, porém em estímulos curtos, uma revisão sistemática realizada em 2021 por Apte e colaboradores traz que um dos fatores que podem influenciar a resposta do sistema neuromuscular e biomecânica é a intensidade do exercício, levando à fadiga aguda.

Estudos sugerem que atividades de alta intensidade e curta duração levam principalmente à fadiga periférica. Esses mecanismos podem explicar as diferenças na resposta neuromuscular entre diferentes protocolos de fadiga. Embora seja recomendado a realização de mais pesquisas para entender melhor os mecanismos que levam a diferenças nas respostas a várias intensidades de exercício. (BROWNSTEIN; MILLET; THOMAS, 2021; GIBALA et al., 2012; LAURSEN, 2010).

Uma revisão sistemática realizada em 2021 por APTE et al, também apresenta uma consonância com os achados desta pesquisa, quando traz que um dos fatores que podem influenciar a resposta do sistema neuromuscular e biomecânica, levando à fadiga aguda é a intensidade do exercício. Outros estudos também reforçam que fatores, como a fadiga muscular e a adaptação do sistema nervoso central ao treinamento podem desempenhar um papel nas diferenças (FREDERICK; HAGY, 1986; MERO; KOMI, 1986; MUNRO; MILLER; FUGLEVAND, 1987; NILSSON; THORSTENSSON; HALBERTSMA, 1985).

Embora estudos anteriores que analisaram o método que utilizamos em nossa pesquisa, o HIIT, não tenham observados diferenças na biomecânica da corrida decorrentes do método, como os apresentados em uma revisão sistemática realizada por García-Pinillos, SotoHermoso e Latorre-Román em 2017, onde observaram que protocolos que utilizaram sessões de corrida

com duração de 1 a 2 minutos, realizadas próximas da VAM, não apresentaram diferenças significativas na cinemática da corrida em homens adultos quando comparados a outros métodos de treinamento.

O que ressalta a importância de investigações futuras a fim de compreender melhor a relação dos estímulos impostos pelo protocolo com as respostas observadas no teste de pista.

O aumento significativo encontrado nos valores de VO<sub>2</sub>max nos momento pós HIIT quando comparados com o momento pré HIIT, estão em consonância com a literatura anterior como nos achados apresentados em um estudo realizado por Silva et al. em (SILVA et al., 2017) analisou a influência do HIIT realizado duas vezes por semana ao longo de quatro semanas por corredores em uma prova de corrida de 5 km, que embora não tenham encontrado alterações no ritmo da prova ou desempenho geral, os autores mencionaram melhorias nas variáveis de economia de corrida, como Vo<sub>2</sub>max e VAM.

Esta melhora no Vo<sub>2</sub>max aliada ao aumento no comprimento das passadas podem estar relacionados a melhora no desempenho evidenciado pela redução total tempo de realização do teste.

Pois a importância que as variáveis frequência e no comprimento de passadas exercem em relação a *performance*, estão em consonância com os achados de diversos estudos anteriores como os de MIDGLEY; MCNAUGHTON; WILKINSON em 2006, o estudo de DENADAI; ORTIZ; MELLO em 2004, e o de LUCAS et al. realizado em 2009).

Além do fato do desempenho na corrida também ser diretamente influenciado pela quantidade de energia gasta durante o exercício, e alterações nos movimentos durante a corrida, diante do fato dessas alterações serem relacionadas a capacidade de um indivíduo se manter em um nível constante de desempenho por um período maior ou aumente o nível de esforço sustentado por uma determinada distância ou tempo como traz APTE et al. em 2021 em sua revisão sistemática.

Quanto ao comportamento das variáveis frequência e comprimento de passadas na esteira ergométrica em relação as diferentes intensidades impostas pelo protocolo HIIT, elas apontam que as variáveis apresentaram respostas adaptativas agudas de acordo com a alteração da intensidade aplicada.

Estudos anteriores corroboram com esses achados, como no caso dos estudos de Dillman (1975) e Mero e Komi (1986), que observaram um aumento linear dessas variáveis à medida que a velocidade de corrida aumentava. Foi constatado que, em velocidades mais altas, o comprimento de passos passava a se igualar, enquanto a frequência de passos aumentava em comparação com a frequência em velocidades mais baixas.

Apresentando uma divergência com os dados obtidos em pista, estas diferenças vão ao encontro de achados anteriores da literatura, que evidenciaram que a biomecânica da corrida pode se diferir, quando comparada a corrida realizada em diferentes superfícies, estas diferenças podem ser encontradas durante a pisada, as forças propulsoras de pico e sagital, na cinemática das articulações, no deslocamento vertical, na atividade muscular, no impacto, forças impostas pela musculatura envolvida e na fadiga (BAUR et al., 2007; GARCÍAPÉREZ et al., 2014; KLUITENBERG et al., 2012; LAVCANSKA; TAYLOR; SCHACHE, 2005; SINCLAIR et al., 2013; STROHRMANN et al., 2012; VAN HOOREN et al., 2020).

Evidenciado também por GARCÍA-PINILLOS; SOTO-HERMOSO; LATORRE-ROMÁN, em 2017, onde apontaram que mesmo diante da semelhança teórica entre a corrida em esteira ergométrica e no solo, elas apresentam diferenças importantes.

Enfim, embora seja importante levar em consideração as limitações do estudo como a não padronização dos estímulos extra protocolos, visto que foram feitas apenas recomendações aos atletas e treinadores e da dificuldade em se estabelecer uma associação direta entre os valores biomecânicos encontrados em testes e situações experimentais com o desempenho em competições, uma vez que o padrão de movimento em competições pode ser influenciado pela presença de outros corredores ou estratégias de corridas, limitando, assim, a importância dos fatores biomecânicos para o desempenho.

Foi possível observar que a VAM é um bom parâmetro de intensidade para a prescrição do HIIT na esteira ergométrica, pois ela permite igualar as cargas de esforço proporcionalmente. O que é considerado um fator de grande influência nas variáveis de comprimento e frequência de passadas, que estão diretamente relacionadas à manutenção e ao desenvolvimento da técnica de corrida (MCGINNIS, 2015; OUNPUU, 1994).

Além de evidenciar que a análise de variáveis como comprimento e frequência das passadas alvos de investigação no presente estudo, se apresentarem como uma boa alternativa para de avaliação na busca por desempenho, pois podem ser analisadas de maneira simples, utilizando apenas um cronômetro, ou de maneira mais complexa, com o auxílio de aparelhos e softwares aprimorados devido à sua praticidade e aplicabilidade em trabalhos que visam à prevenção e ao tratamento de lesões, bem como à melhoria no desempenho (DUGAN; BHAT, 2005).

Aliado ao fato de serem encontradas após a realização do protocolo, das respostas positivas nos observadas nos mecanismos fisiológicos e biomecânicos, como traz ZATSIORSKY em 2000, ao afirmar que teste relação entre a biomecânica e o desempenho na corrida ser complexa e envolver a interação entre estes mecanismos.

## 7 – CONCLUSÃO

Concluimos que o protocolo HIIT realizado em esteira ergométrica por um período de quatro semanas, é estratégia eficiente para melhorar o desempenho dos corredores no teste de 2400 metros em pista, evidenciado pelo aumento do VO<sub>2</sub>máx e pela redução do tempo para a realização do teste.

Concluimos ainda, que a melhora no desempenho está relacionada à ajustes biomecânicos realizados durante a corrida, observados através do aumento do comprimento das passadas durante o teste.

## 8 – REFERÊNCIAS

- ABREU, P.; LEAL-CARDOSO, J. H.; CECCATTO, V. M. Adaptação do músculo esquelético ao exercício físico: Considerações moleculares e energéticas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 23, n. 1, p. 60–65, 2017.  
<https://doi.org/10.1590/1517869220172301167371>
- ADAMS, R. Revised Physical Activity Readiness Questionnaire. **Canadian family physician Medecin de famille canadien**, v. 45, p. 992, 995, 1004–5, abr. 1999.
- ALBERTO, C. BRUNIEIRA, V. Análise Biomecânica da Locomoção Humana: Andar e Correr. **Rev treinamento desportivo**, v. 3, n. 3, p. 54–61, 1998.
- ALTON, F. et al. A kinematic comparison of overground and treadmill walking. **Clinical Biomechanics**, v. 13, n. 6, p. 434–440, set. 1998.  
[https://doi.org/10.1016/S02680033\(98\)00012-6](https://doi.org/10.1016/S02680033(98)00012-6)
- ALVES, V. S. et al. Relação entre níveis de estresse e recuperação em corredores: um estudo piloto. **Revista Brasileira de Psicologia do Esporte**, v. 9, n. 3, maio 2020.  
<https://doi.org/10.31501/rbpe.v9i3.11021>
- APTE, S. et al. Biomechanical Response of the Lower Extremity to Running-Induced Acute Fatigue: A Systematic Review. **Frontiers in Physiology**, v. 12, 27 ago. 2021.
- 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.
- ASMUSSEN, M. J. et al. Force measurements during running on different instrumented treadmills. **Journal of Biomechanics**, v. 84, p. 263–268, fev. 2019.  
<https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2018.12.025>
- ATWATER, A. E. **Gender Differences in Distance Running**. Champaign, ed. [s.l.: s.n.].
- BABRAJ, J. A. et al. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. **BMC Endocrine Disorders**, v. 9, p. 1–8, 2009. <https://doi.org/10.1186/1472-6823-9-3>

- BATACAN, R. B. et al. Light-intensity and high-intensity interval training improve cardiometabolic health in rats. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 41, n. 9, p. 945–952, set. 2016. <https://doi.org/10.1139/apnm-2016-0037>
- BAUR, H. et al. Muscular activity in treadmill and overground running. **Isokinetics and Exercise Science**, v. 15, n. 3, p. 165–171, 10 ago. 2007. <https://doi.org/10.3233/IES-20070262>
- BILLAT, L. V. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 13–31, 2001. <https://doi.org/10.2165/00007256-20013101000002>
- 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, dez. 2001. <https://doi.org/10.1055/s-200116389>
- BISHOP, C.; HILLIER, S.; THEWLIS, D. The reliability of the Adelaide in-shoe foot model. **Gait & Posture**, v. 56, p. 1–7, jul. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.04.020>
- BLONDEL, N. et al. Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140 % of  $v\dot{V}O_2$ max and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 1, p. 27–33, jan. 2001a. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11357>
- BLONDEL, N. et al. Relationship Between Run Times to Exhaustion at 90, 100, 120, and 140 % of  $v\dot{V}O_2$ max and Velocity Expressed Relatively to Critical Velocity and Maximal Velocity. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 1, p. 27–33, jan. 2001b. <https://doi.org/10.1055/s-2001-11357>
- BONNARD, M.; PAILHOUS, J. Intentionality in human gait control: Modifying the frequency-to-amplitude relationship. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 19, n. 2, p. 429–443, 1993. <https://doi.org/10.1037/00961523.19.2.429>
- BROWNSTEIN, C. G.; MILLET, G. Y.; THOMAS, K. Neuromuscular responses to fatiguing locomotor exercise. **Acta Physiologica**, v. 231, n. 2, 17 fev. 2021. <https://doi.org/10.1111/apha.13533>



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, 2013a. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0066-5>

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

CAMPBELL, W. W. et al. High-Intensity Interval Training for Cardiometabolic Disease Prevention. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 51, n. 6, p. 1220–1226, jun. 2019. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001934>

CAPPA, D. F. et al. The relationship between an athlete's maximal aerobic speed determined in a laboratory and their final speed reached during a field test (UNCa Test). **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 54, n. 4, p. 424–31, ago. 2014.

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>

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>

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 V O 2 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/h06080>

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>

DIEDRICH, F. J.; WARREN, W. H. Why change gaits? Dynamics of the walk-run transition. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, v. 21, n. 1, p. 183–202, 1995. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.21.1.183>

DILLMAN, C. J. Kinematic analyses of running. **Exercise and sport sciences reviews**, v. 3, p. 193–218, 1975. <https://doi.org/10.1249/00003677-197500030-00010>

DOS SANTOS, A. S. 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.

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>

EDWARDS, R. B. et al. Non-motorized treadmill running is associated with higher cardiometabolic demands compared with overground and motorized treadmill running. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. NOV, p. 1–11, 2017. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00914>

ESFARJANI, F.; LAURSEN, P. B. Manipulating high-intensity interval training: Effects on over(V, ) O<sub>2</sub> max, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 10, n. 1, p. 27–35, fev. 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2006.05.014>

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.

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, abr. 2014. <https://doi.org/10.1590/1517-86922014200201483>

FRANCHINI, E. High-Intensity Interval Training Prescription for Combat-Sport Athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 6, p. 767–776, 1 jul. 2020. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2020-0289>

FREDERICK, E. C.; HAGY, J. L. Factors Affecting Peak Vertical Ground Reaction Forces in Running. **International Journal of Sport Biomechanics**, v. 2, n. 1, p. 41–49, fev. 1986.

<https://doi.org/10.1123/ijsb.2.1.41>

FU, W. et al. Surface effects on in-shoe plantar pressure and tibial impact during running.

**Journal of Sport and Health Science**, v. 4, n. 4, p. 384–390, dez. 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2015.09.001>

GARBER, C. E. et al. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults.

**Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, jul. 2011.

<https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e318213febf>

GARCÍA-PÉREZ, J. A. et al. Effects of treadmill running and fatigue on impact acceleration in distance running. **Sports Biomechanics**, v. 13, n. 3, p. 259–266, 3 jul. 2014.

<https://doi.org/10.1080/14763141.2014.909527>

GARCÍA-PINILLOS, F.; SOTO-HERMOSO, V. M.; LATORRE-ROMÁN, P. A. How does high-intensity intermittent training affect recreational endurance runners? Acute and chronic adaptations: A systematic review. **Journal of Sport and Health Science**, v. 6, n. 1, p. 54–67, mar. 2017.

<https://doi.org/10.1016/j.jshs.2016.08.010>

GEEVAR ZACHARIAH, A. G. A. Exercise for prevention of cardiovascular disease:

Evidence-based recommendations. **Journal of Clinical and Preventive Cardiology**, v. 6, n. 3, p. 109–114, 2017.

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, 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. 1077–84, 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, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2017.04.030>

GIBALA, M. J.; MCGEE, S. L. Metabolic Adaptations to Short-term High-Intensity Interval Training. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 36, n. 2, p. 58–63, abr. 2008. <https://doi.org/10.1097/JES.0b013e318168ec1f>

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>

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo [recurso eletrônico] : estruturação e periodização**. 2. ed. Porto Alegre: [s.n.].

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 7. Ed. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M.; DERRICK, T. R. **Bases biomecânicas do movimento humano**. [s.l: s.n.].

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>

HAY, J. G. **Biomecânica das técnicas desportivas**. 2. ed. Rio de Janeiro: [s.n.].

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/10.1097/00005768199601000-00022>

HONG, Y. et al. Comparison of plantar loads during treadmill and overground running. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 15, n. 6, p. 554–560, nov. 2012. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2012.01.004>

HULTEEN, R. M. et al. **Global participation in sport and leisure-time physical activities: A systematic review and meta-analysis**. Preventive Medicine Academic Press Inc., , fev. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.027>

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>

KARLSEN, T. et al. Intensity Control During Block-Periodized High-Intensity Training: Heart Rate and Lactate Concentration During Three Annual Seasons in World-Class CrossCountry Skiers. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 2, p. 549407, 21 out. 2020. <https://doi.org/10.3389/fspor.2020.549407>

KLUITENBERG, B. et al. Comparison of vertical ground reaction forces during overground and treadmill running. A validation study. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 13, n. 1, p. 235, 27 dez. 2012. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-13-235>

KOHN, T. A.; ESSÉN-GUSTAVSSON, B.; MYBURGH, K. H. Specific muscle adaptations in type II fibers after high-intensity interval training of well-trained runners. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 21, n. 6, p. 765–772, dez. 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2010.01136.x>

KUIPERS H et al. Effect of stage Duration in incremental running tests on physiological Variables. **Int J Sports Med** , v. 24, n. 7, p. 486–91, 2003. <https://doi.org/10.1055/s-200342020>

LAURENT, M.; PAILHOUS, J. A note on modulation of gait in man: Effects of constraining stride length and frequency. **Human Movement Science**, v. 5, n. 4, p. 333–343, dez. 1986. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(86\)90012-6](https://doi.org/10.1016/0167-9457(86)90012-6)

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/10.2165/00007256-20023201000003>

LAVCANSKA, V.; TAYLOR, N. F.; SCHACHE, A. G. Familiarization to treadmill running in young unimpaired adults. **Human Movement Science**, v. 24, n. 4, p. 544–557, ago. 2005. <https://doi.org/10.1016/j.humov.2005.08.001>

LEIF INGE TJELTA. A Longitudinal Case Study of the Training of the 2012 European 1500m Track Champion. **IJASS(International Journal of Applied Sports Sciences)**, v. 25, n. 1, p. 11–18, 2013. <https://doi.org/10.24985/ijass.2013.25.1.11>

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>

LUCAS, J. A BRIEF HISTORY OF MODERN TRENDS IN MARATHON TRAINING. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 301, n. 1 The Marathon, p. 858–861, out. 1977. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1977.tb38252.x>

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.

LUCAS-CUEVAS, Á. G. et al. The effect of visual focus on spatio-temporal and kinematic parameters of treadmill running. **Gait & Posture**, v. 59, p. 292–297, jan. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2017.07.039>

MAKSUD, M. G.; COUTTS, K. D.; HAMILTON, L. H. Time course of heart rate, ventilation, and  $\text{Vo}_2$  during laboratory and field exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 30, n. 4, p. 536–539, abr. 1971. <https://doi.org/10.1152/jappl.1971.30.4.536>

MCGINNIS, P. **Biomecânica do esporte e do exercício**. Tradução Débora Cantergi. 3. ed. Porto Alegre: [s.n.].

MERO, A.; KOMI, P. V. Force-, EMG-, and elasticity-velocity relationships at submaximal, maximal and supramaximal running speeds in sprinters. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 55, n. 5, p. 553–561, set. 1986. <https://doi.org/10.1007/BF00421652>

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; CARROLL, S. Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at  $\dot{V}O_{2\text{max}}$ . **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 4, p. 273–280, 2007. <https://doi.org/10.1055/s-2006-924336>

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>

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. 0123456789, p. 763–782, maio 2019a. <https://doi.org/10.1007/s40279-019-01087-9>

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, maio 2019b. <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, jun. 2003. <https://doi.org/10.1139/h03-030>

MORIN, J.-B.; SÈVE, P. Sprint running performance: comparison between treadmill and field conditions. **European Journal of Applied Physiology**, v. 111, n. 8, p. 1695–1703, 6 ago. 2011. <https://doi.org/10.1007/s00421-010-1804-0>

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

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/10.2165/00007256200030020-00002>

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>

MUNRO, C. F.; MILLER, D. I.; FUGLEVAND, A. J. Ground reaction forces in running: A reexamination. **Journal of Biomechanics**, v. 20, n. 2, p. 147–155, jan. 1987. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(87\)90306-X](https://doi.org/10.1016/0021-9290(87)90306-X)

NAPIER, C. et al. Kinematic Correlates of Kinetic Outcomes Associated With Running-Related Injury. **Journal of Applied Biomechanics**, v. 35, n. 2, p. 123–130, abr. 2019. <https://doi.org/10.1123/jab.2018-0203>

NELSON, R. C.; BROOKS, C. M.; PIKE, N. L. Biomechanical Comparison of Male and Female Distance Runners. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 301, n. 1, p. 793–807, 1977. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1977.tb38247.x>

NÍ CHÉILLEACHAIR, N. J.; HARRISON, A. J.; WARRINGTON, G. D. HIIT enhances endurance performance and aerobic characteristics more than high-volume training in trained rowers. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 11, p. 1052–1058, 3 jun. 2017.

<https://doi.org/10.1080/02640414.2016.1209539>

NIGG, B. M.; DE BOER, R. W.; FISHER, V. A kinematic comparison of overground and treadmill running. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 27, n. 1, p. 98–105, jan. 1995.

<https://doi.org/10.1249/00005768-199501000-00018>

NILSSON, J.; THORSTENSSON, A.; HALBERTSMA, J. Changes in leg movements and muscle activity with speed of locomotion and mode of progression in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 123, n. 4, p. 457–475, abr. 1985.

<https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1985.tb07612.x>

NOGUEIRA, M. Análise e comparação das alterações biomecânicas associadas à corrida de velocidade com arrasto. p. 74, 2008.

NOVACHECK, 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)

OUNPUU, S. The biomechanics of walking and running. **Clinics in sports medicine**, v. 13, n. 4, p. 843–63, out. 1994.

[https://doi.org/10.1016/S0278-5919\(20\)30289-1](https://doi.org/10.1016/S0278-5919(20)30289-1)

PLAMONDON, A.; ROY, B. Cinématique et cinétique de la course accélérée. **Canadian journal of applied sport sciences. Journal canadien des sciences appliquees au sport**, v. 9, n. 1, p. 42–52, 1984.

PUGH, B. Y. L. G. C. E. BY L. G. C. E. PUGH From the Division of Human Physiology, National Institute for Medical Research., **Lloydia (Cincinnati)**, p. 619–646, 1967.

<https://doi.org/10.1113/jphysiol.1967.sp008321>

RODRIGUES, Mário Eduardo Santos. Análise da técnica de corrida por meio de variáveis biomecânicas em corredores de rua em diferentes faixas etárias. 2019. 57 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. DOI <http://dx.doi.org/10.14393/ufu.di.2019.2449>

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, nov. 2007.

<https://doi.org/10.20396/conex.v4i1.8637965>



SCHIEB, D. A. Kinematic Accommodation of Novice Treadmill Runners. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 57, n. 1, p. 1–7, mar. 1986. <https://doi.org/10.1080/02701367.1986.10605381>

SEILER, S.; TØNNESSEN, E. Intervals , Thresholds , and Long Slow Distance : the Role of. **Science**, p. 1–28, 2010.

SILVA, S. C. DA; MONTEIRO, W. D.; FARINATTI, P. DE T. V. Avaliação da capacidade máxima de exercício: uma revisão sobre os protocolos tradicionais e a evolução para modelos individualizados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 17, n. 5, p. 363–369, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1517-86922011000500014>

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>

SINCLAIR, J. et al. Three-dimensional kinematic comparison of treadmill and overground running. **Sports Biomechanics**, v. 12, n. 3, p. 272–282, set. 2013. <https://doi.org/10.1080/14763141.2012.759614>

SIROTIC, A. C.; COUTTS, A. J. The reliability of physiological and performance measures during simulated team-sport running on a non-motorised treadmill. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, n. 5, p. 500–509, 2008. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.04.008>

SLOOT, L. H.; VAN DER KROGT, M. M.; HARLAAR, J. Effects of adding a virtual reality environment to different modes of treadmill walking. **Gait & Posture**, v. 39, n. 3, p. 939–945, mar. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.gaitpost.2013.12.005>

STROHRMANN, C. et al. Monitoring Kinematic Changes With Fatigue in Running Using Body-Worn Sensors. **IEEE Transactions on Information Technology in Biomedicine**, v. 16, n. 5, p. 983–990, set. 2012. <https://doi.org/10.1109/TITB.2012.2201950>

SVENSSON, D. How Much Sport is there in Sport Physiology? Practice and Ideas in the Stockholm School of Physiology at GCI, 1941–1969. **The International Journal of the History of Sport**, v. 30, n. 8, p. 892–913, abr. 2013. <https://doi.org/10.1080/09523367.2013.784274>

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

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/s40279-01901237-z>

VAN INGEN SCHENAU, G. J. **Some fundamental aspects of the biomechanics of overground versus treadmill locomotion.** *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 1980. <https://doi.org/10.1249/00005768-198024000-00005>

VERKERKE, G. J. et al. Measuring changes in step parameters during an exhausting running exercise. *Gait & Posture*, v. 8, n. 1, p. 37–42, ago. 1998. [https://doi.org/10.1016/S09666362\(98\)00017-4](https://doi.org/10.1016/S09666362(98)00017-4)

VETTENNIEMI, E. Why Did the ‘Flying Finns’ Walk? A Footnote to the History of Athletics Training. *The International Journal of the History of Sport*, v. 29, n. 7, p. 1060–1079, maio 2012. <https://doi.org/10.1080/09523367.2012.681595>

WAHL, P. et al. Passive Recovery Is Superior to Active Recovery During a High-Intensity Shock Microcycle. *Journal of Strength and Conditioning Research*, v. 27, n. 5, p. 1384–1393, maio 2013. <https://doi.org/10.1519/JSC.0b013e3182653cfa>

WANK, V.; FRICK, U.; SCHMIDTBLEICHER, D. Kinematics and Electromyography of Lower Limb Muscles in Overground and Treadmill Running. *International Journal of Sports Medicine*, v. 19, n. 07, p. 455–461, 9 out. 1998. <https://doi.org/10.1055/s-2007971944>

WESTON, K. S.; WISLØFF, U.; COOMBES, J. S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, v. 48, n. 16, p. 1227–1234, 2014. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2013-092576>

WILLIAMS, K. R. Biomechanics of running. *Exercise and sport sciences reviews*, v. 13, p. 389–441, 1985. <https://doi.org/10.1249/00003677-198500130-00013>

ZATSIORSKY, V. M. **Biomecânica no esporte: performance do desempenho e prevenção de lesão.** Grupo Gen- e d. [s.l: s.n.].

## 9 – APÊNDICES

### APÊNDICE A – Declaração da Instituição Coparticipante

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

**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 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 deles 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

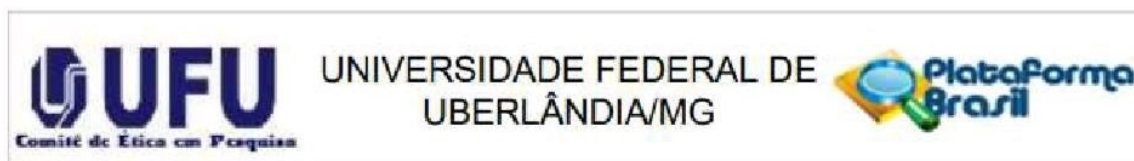
Eu aceito participar do projeto citado acima, voluntariamente, após ter sido devidamente esclarecido.

---

Assinatura do  
participante da pesquisa

## 9 – 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 ParQ**

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

**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

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