

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE  
FACULDADE DE MEDICINA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) NA  
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES.**

**FANNY GONÇALVES DE LIMA**

**UBERLÂNDIA  
2021**

**FANNY GONÇALVES DE LIMA**

**EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) NA  
VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

Orientador: Prof. Dr. Elmiro Santos Resende

Co-orientador: Prof. Dr. Thiago Montes Fidale

**UBERLÂNDIA  
2021**

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

L732 2021	<p>Lima, Fanny Gonçalves de, 1980- Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) na variabilidade da frequência cardíaca de corredores. [recurso eletrônico] / Fanny Gonçalves de Lima. - 2021.</p> <p>Orientador: Elmiro Santos Resende. Coorientador: Thiago Montes Fidale. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Ciências da Saúde. Modo de acesso: Internet. Disponível em: <a href="http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.663">http://doi.org/10.14393/ufu.di.2021.663</a> Inclui bibliografia.</p> <p>1. Ciências médicas. I. Resende, Elmiro Santos ,1953-, (Orient.). II. Fidale, Thiago Montes ,1979-, (Coorient.). III. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências da Saúde. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 61</p>
--------------	---

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Fanny Gonçalves de Lima

Efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) na variabilidade da frequência cardíaca de corredores.

**Presidente da banca (orientador):** Prof. Dr.: Elmiro Santos Resende

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Área de concentração: Ciências da Saúde

### Banca Examinadora

**Titular:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Nadia Carla Cheik.

**Instituição:** Universidade Federal de Uberlândia, UFU

**Titular:** Prof. Dr. Paulo Ricardo Lopes.

**Instituição:** Universidade Estadual Paulista, UNESP FOAr.

**Suplente:** Prof. Dr. Guilherme Morais Puga

**Instituição:** Universidade Federal de Uberlândia, UFU

**Suplente:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Lara Ferreira Paraiso

**Instituição:** Instituto Master de Ensino Presidente Antônio Carlos, IMEPAC



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



### ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Ciências da Saúde				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico Nº 012/PSCSA				
Data:	19.11.2021	Hora de início:	14:30h	Hora de encerramento:	17:00h
Matrícula do Discente:	11912CSD007				
Nome do Discente:	Fanny Gonçalves de Lima				
Título do Trabalho:	EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES.				
Área de concentração:	Ciências da Saúde				
Linha de pesquisa:	3: Fisiopatologia das doenças e agravos à saúde				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	Remodelação cardiovascular				

Reuniu-se em web conferência pela plataforma Mconf-RNP, em conformidade com a PORTARIA Nº 36, DE 19 DE MARÇO DE 2020 da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR - CAPES, pela Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, assim composta: Professores Doutores: Paulo Ricardo Lopes (UNESP), Nadia Carla Cheik (UFU) e Elmiro Santos Resende (UFU) orientador da candidata.

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

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

Aprovada.

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

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

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



Documento assinado eletronicamente por **Paulo Ricardo Lopes, Usuário Externo**, em 10/12/2021, às 09:32, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

---



Documento assinado eletronicamente por **Elmiro Santos Resende, Professor(a) do Magistério Superior**, em 10/12/2021, às 16:43, 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 **Nadia Carla Cheik, Professor(a) do Magistério Superior**, em 11/12/2021, às 09:06, 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 **3246610** e o código CRC **781F0848**.

---

## DEDICATÓRIA

*Aos meus pais e meu filho pelo apoio incondicional e por estarem sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida e por acreditarem em mim. Sem vocês, nada seria possível.*

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof Dr. Elmiro Santos Resende pela orientação, competência, profissionalismo e dedicação. Por todos os ensinamentos compartilhados de forma admirável durante todo o período do mestrado. Obrigada pela oportunidade e confiança.

Ao Prof Dr. Thiago Montes Fidale pela coorientação, por toda a ajuda durante a realização desta dissertação e por ter me incentivado a seguir no caminho da pós-graduação.

A todos os envolvidos no Programa de Pós Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal de Uberlândia: professores, coordenadores e secretárias, muito obrigada por toda atenção e paciência.

Aos membros da banca examinadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Nadia Carla Cheik, Prof. Dr. Paulo Ricardo Lopes, Prof. Dr. Guilherme Morais Puga e Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>a</sup> Lara Ferreira Paraiso, que tão gentilmente aceitaram participar e colaborar com esta dissertação, muito obrigada por todo conhecimento compartilhado.

Aos colegas do Laboratório de Medicina Experimental, pelas contribuições acadêmicas e em especial agradeço ao Robson da Silva Medeiros e Jefferson Fernandes de Sousa, pela parceria na coleta de dados.

Aos voluntários do projeto e ao Centro de treinamento Danilo Faria, muito obrigada pela compreensão e dedicação ao estudo, vocês foram fundamentais.

Por fim, a todos aqueles que contribuíram, direta ou indiretamente, para a realização desta dissertação, o meu sincero agradecimento.

*“A maior glória de viver não está em nunca cair,  
mas em nos levantar toda vez que caímos.”  
Nelson Mandela.*

## RESUMO

**Introdução:** A corrida está entre as atividades físicas esportivas mais populares do mundo. Para o melhor desempenho e recuperação dos atletas o programa de treinamento deve ser bem estruturado e estimular adaptações ideais à carga de treinamento. Evidências apoiam o efeito positivo dos programas de exercícios baseados no Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) para melhorar o desempenho físico de atletas de corrida. As medidas de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) vêm sendo utilizadas para identificar as mudanças na regulação autonômica induzidas pelo treinamento. Sendo uma ferramenta útil e capaz de monitorar as respostas às cargas de treinamento, condicionamento físico ou *overreaching* em atletas durante o período competitivo ou não. **Objetivo:** Analisar a VFC e o desempenho de corredores submetidos a um protocolo de HIIT. **Métodos:** Participaram do estudo onze corredores, com idade entre  $31 \pm 5,78$  anos, bem treinado com experiência média de  $10,23 \pm 6,11$  anos e melhor tempo em prova de corrida na distância de 5 km de  $16,94 \pm 1,82$  minutos. Foi realizado Teste Incremental Máximo em esteira rolante, antes e após o programa de treinamento, para o cálculo da velocidade aeróbia máxima (VAM). Após um aquecimento prévio, o teste iniciou-se na velocidade de 10 km/h com incremento de 1 km/h de carga a cada 2 minutos, sem pausas entre os estágios. O treinamento teve duração de quatro semanas, com duas sessões semanais, sendo reajustada a intensidade do treino com cargas progressivas a cada semana. Os estímulos foram de 1 minuto na velocidade correspondente a % da VAM, seguidos por 1 minuto de recuperação ativa a 50% da %VAM, até a exaustão voluntária ou até o teto estabelecido de 90 minutos máximos para as sessões de treino. Os dados de Intervalo R-R foram registrados em repouso pelo cardiofrequencímetro POLAR® RS800cx, em 4 momentos distintos: antes do teste incremental máximo inicial (PRÉ HIIT), antes da primeira sessão de treino da semana 3 (110% da VAM), antes da primeira sessão de treino da semana 4 (Taper) e antes do teste incremental final (PÓS HIIT). As análises da VFC foram realizadas pelo software Kubios® nos domínios do tempo, parâmetros não lineares e parâmetros de visão geral da VFC. A análise estatística foi realizada pelos testes: *t* de Student ( $VO_2$  máx. e VAM); ANOVA One Way (VFC de repouso) e *post hoc* de Tukey e Dunn de comparações múltiplas. **Resultados:** Evidenciamos respostas positivas ao protocolo de treinamento proposto, com manutenção da aptidão cardiorrespiratória ( $VO_2$  máx., VAM) e da VFC de repouso. Observamos uma adaptação da modulação autonômica cardíaca à carga de treinamento, com redução dos valores das variáveis de VFC nos momentos 110% VAM e Taper, e aumento no momento PÓS HIIT, aproximando-se dos valores obtidos no PRÉ HIIT. Foram observadas diferenças estatísticas significativas com  $p \leq 0,05$  nos índices: SDNN(ms): reduziu no 110% VAM ( $34,93 \pm 15,87$ ) e Taper ( $34,29 \pm 12,83$ ) comparado com o PRÉ HIIT ( $57,34 \pm 36,72$ ); RMSSD(ms): reduziu no Taper ( $36,04 \pm 13,43$ ) comparado com o PÓS HIIT ( $49,67 \pm 19,35$ ); SD2(ms): reduziu no Taper ( $40,05 \pm 18,15$ ) comparado com o PRÉ HIIT ( $68,11 \pm 43,97$ ). **Conclusão:** A VFC de corredores é sensível aos efeitos do HIIT, sendo eficiente para monitorar a regulação autonômica cardíaca e ajustar a carga de treinamento. Evidenciamos também que o HIIT é eficiente para a manutenção do desempenho dos atletas.

**Palavras-chave:** VFC, HIIT, Regulação Autonômica, Frequência Cardíaca, Corrida de rua.

## ABSTRACT

**Introduction:** Running is among the most popular physical sports activities in the world. For the best performance and recovery of athletes, the training program must be well structured and encourage ideal adaptations to the training load. Evidence supports the positive effect of exercise programs based on High Intensity Interval Training (HIIT) to improve the physical performance of running athletes. Measures of heart rate variability (HRV) have been used to identify changes in autonomic regulation induced by training. Being a useful tool and able to monitor the responses to training loads, physical conditioning or overreaching in athletes during the competitive period or not. **Objective:** To analysis the HRV and performance of runners submitted to a HIIT protocol. **Methods:** Eleven runners participated in the study, aged between  $31 \pm 5.78$  years, well trained with an average experience of  $10.23 \pm 6.11$  years and best time in a running test in a distance of 5 km of  $16.94 \pm 1.82$  minutes. The Maximum Incremental Test was performed on a treadmill, before and after the training program, to calculate the Maximum Aerobic Speed (VAM). After a previous warm-up, the test started at a speed of 10 km/h with an increment of 1 km/h of load every 2 minutes, without pauses between stages. The training lasted four weeks, with two weekly sessions, with the training intensity being readjusted with progressive loads each week. The stimuli were for 1 minute at the speed corresponding to % of VAM, followed by 1 minute of active recovery at 50% of %VAM, until voluntary exhaustion or up to the established ceiling of maximum 90 minutes for training sessions. RR Interval data were recorded at rest by the POLAR® RS800cx heart rate monitor, at 4 different times: before the initial maximum incremental test (PRE HIIT), before the first training session of week 3 (110% of VAM), before the first week 4 training session (Taper) and before the final incremental test (POST HIIT). HRV analyses were performed using Kubios® software in time domains, non-linear parameters and HRV overview parameters. Statistical analysis was performed using the following tests: Student's t (VO<sub>2</sub> max and VAM); One Way ANOVA (rest HRV) and Tukey and Dunn post hoc multiple comparisons. **Results:** We evidenced positive responses to the proposed training protocol, with maintenance of cardiorespiratory fitness (VO<sub>2</sub> max., VAM) and HRV at rest. We observed an adaptation of the cardiac autonomic modulation to the training load, with a reduction in the values of the HRV variables at 110% VAM and Taper moments, and an increase in the POST HIIT moment, approaching the values obtained in the PRE HIIT. Statistically significant differences were observed with  $p < 0.05$  in the indices: SDNN(ms): reduced in 110% VAM ( $34.93 \pm 15.87$ ) and Taper ( $34.29 \pm 12.83$ ) compared to PRE HIIT ( $57.34 \pm 36.72$ ); RMSSD(ms): reduced in Taper ( $36.04 \pm 13.43$ ) compared to POST HIIT ( $49.67 \pm 19.35$ ); SD2(ms): reduced in Taper ( $40.05 \pm 18.15$ ) compared to PRE HIIT ( $68.11 \pm 43.97$ ). **Conclusion:** The HRV of runners is sensitive to the effects of HIIT, being efficient to monitor cardiac and autonomic regulation adjusts the training load. We also evidence that HIIT is efficient for the maintenance of the athletes' performance.

**Keywords:** HRV, HIIT, Autonomic Regulation, Heart Rate, Street race.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Protocolo de treinamento.....	25
<b>Figura 2:</b> Momentos de realização das coletas de dados da Variabilidade da frequência cardíaca em repouso de todos os voluntários.....	26

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1:</b> Características dos voluntários.....	27
<b>Tabela 2:</b> Aptidão cardiorrespiratória dos corredores.....	27
<b>Tabela 3:</b> Relação entre aumento da intensidade e número máximo de estímulos.....	28
<b>Tabela 4:</b> Valores referentes às médias e desvio padrão, para as variáveis da VFC em repouso.....	28

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

**ACSM:** American College of Sports Medicine;

**bpm:** batimentos por minuto;

**FC:** Frequência cardíaca;

**HIIT:** Treinamento Intervalado de Alta Intensidade;

**HR:** frequência cardíaca, média dos batimentos por minuto;

**HT:** Histórico de treinamento;

**IMC:** Índice de massa corporal;

**km:** quilômetros;

**km/h:** quilômetros por hora;

**Mean HR:** média da frequência cardíaca medida em repouso;

**Mean RR:** média dos intervalos RR;

**ms:** milissegundos;

**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;

**N Máx.:** Número Máximo de Estímulos de 1 minuto;

**OMS:** Organização Mundial da Saúde;

**pNN50:** porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms;

**R-R:** Intervalo entre batimentos cardíacos consecutivos;

**RMSSD:** Raiz quadrada das diferenças quadradas médias entre intervalos RR sucessivos;

**SDNN:** Desvio padrão de todos os intervalos RR;

**SD1:** variabilidade RR batimento a batimento de curto prazo do gráfico de Poincaré;

**SD2:** variabilidade batimento a batimento de longo prazo do gráfico de Poincaré;

**SD2/SD1:** Razão entre SD2 e SD1;

**SI:** Índice de Stress, raiz quadrada do índice de estresse de Baevsky;

**S1:** Primeira Sessão de treino na semana;

**S2:** Segunda Sessão de treino na semana

**SNA:** Sistema nervoso autônomo;

**SNP:** Sistema nervoso parassimpático;

**SNS:** Sistema nervoso simpático;

**TCLE:** Termo de consentimento livre e esclarecido;

**VFC:** Variabilidade da frequência cardíaca;

**VO<sub>2máx</sub>:** Consumo máximo de oxigênio;

**vVO<sub>2 máx</sub>:** velocidade máxima obtida no teste incremental;

**VAM:** Velocidade Aeróbia Máxima

**Índice PNS:** atividade do sistema nervoso parassimpático em comparação aos valores normais de repouso;

**Índice SNS:** atividade do sistema nervoso simpático em comparação aos valores normais de repouso;

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	14
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA</b>	15
2.1. Corrida de rua	15
2.2. Treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT)	16
2.3. Variabilidade da frequência cardíaca (VFC)	16
2.4. VFC e monitoramento do treinamento	18
<b>3. OBJETIVOS</b>	20
<b>4. ARTIGO</b>	20
<b>5. REFERÊNCIAS</b>	38
<b>6. ANEXO</b>	43

## 1. INTRODUÇÃO

A corrida de rua vem crescendo de forma exponencial nos últimos anos e está entre as atividades físicas esportivas e de lazer mais populares de acordo com os dados globais para adultos (HULTEEN et al., 2017), tendo se tornado um evento esportivo popular e acessível devido ao surgimento das assessorias esportivas. Nestas circunstâncias tem ocorrido aumento da demanda por treinamento especializado (BENETTI et al., 2018).

Especialistas afirmam que para melhorar o desempenho e a recuperação dos atletas na fase competitiva, o programa de treinamento deve ser bem estruturado e englobar todas as especificidades e variáveis associadas à prática esportiva (ALVES et al., 2020).

Nesse contexto, dentre as várias estratégias de treinamento, temos o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) que está em evidência (THOMPSON, 2021), sendo considerado eficaz para melhorar o desempenho físico de atletas de corrida (SANTOS, 2016).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é um parâmetro da capacidade de resposta aos estímulos fisiológicos e ambientais impostos ao coração e da aptidão do corpo à adaptação ao exercício, obtido pela avaliação da regulação autonômica do ritmo cardíaco (KISS et al., 2016).

O controle dos resultados das cargas de treinamento e do desempenho atlético pode ser monitorado pela VFC. Uma vez que, a avaliação da VFC auxilia os profissionais da área da saúde que trabalham diretamente com as modalidades esportivas, no planejamento das sessões de treinamento, baseando-o nas respostas autonômicas e cardiovasculares dos atletas (JAVALOYES et al., 2019).

Evidenciada a relevância clínica do uso da VFC como preditor de saúde e de desempenho atlético, bem como a relevância de buscar mais ferramentas para monitorar e acompanhar o treinamento de corredores, através do presente estudo objetivou-se verificar as variações na VFC e o desempenho de corredores submetidos a um protocolo de HIIT. A fundamentação teórica subsequente apresenta referências que conduziram a execução do estudo.

## **2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1. Corrida de rua**

O crescimento exponencial das corridas de rua no território brasileiro se assemelha ao que acontece no cenário internacional, tendo se tornado um evento esportivo popular e acessível devido ao surgimento das assessorias esportivas, com aumento da demanda por treinamento especializado (BENETTI et al., 2018).

Deparamo-nos com uma nova maneira de compreender esse esporte, com modificação no perfil dos participantes e com eventos que antes eram destinados apenas para atletas profissionais e que agora recebem os atletas recreacionais. Os praticantes se sentem seguros treinando nas assessorias, com profissionais especializando-se na área (THUANY et al., 2021).

Muitos praticantes buscam melhorar o seu próprio rendimento e, nesse contexto, em meio às várias estratégias de treinamento, temos o Treinamento Intervalado de Alta Intensidade (HIIT) que é considerado eficaz para melhorar o desempenho físico de atletas de corrida (SANTOS, 2016).

### **2.2. Treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT)**

O HIIT aparece em segundo lugar na pesquisa anual da ACSM sobre as tendências mundiais de condicionamento físico para 2020, e em quinto para 2021, apesar de alguns profissionais de fitness questionarem o aumento potencial de lesões com esse treinamento, ele se tornou popular em academias de todo o mundo (THOMPSON, 2019, 2021).

O HIIT pode induzir melhorias nos fatores de risco para doença cardiometabólica melhorando a composição corporal, a sensibilidade à insulina e a pressão arterial em adultos (CAMPBELL et al., 2019).

De acordo com Santos (2016), o HIIT é uma boa estratégia para corredores de rua, sejam eles profissionais ou não, pois a variação da intensidade do esforço, melhora a aptidão cardíaca e aeróbica, permitindo uma maior disposição para se exercitar por mais tempo ou em níveis mais intensos.

Assim, podemos considerar que o HIIT é uma boa estratégia para o treinamento aeróbio. No entanto, são escassos os dados sobre o efeito do HIIT nas adaptações autonômicas cardíacas de repouso em corredores de rua.

### **2.3. Variabilidade da Frequência Cardíaca**

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) é uma ferramenta clínica com parâmetros estabelecidos e quantificáveis capazes de identificar alteração no estado fisiológico do corpo humano, além de ser um marcador de risco cardiovascular (MALIK et al., 1996; SASSI, R. et al., 2015).

A análise da VFC é aplicada em vários campos de pesquisa e não apenas na área cardiológica e no monitoramento de pacientes com doenças cardiovasculares (COMPOSTELLA et al., 2017), sendo utilizada em pesquisas sobre estresse (ARAÚJO et al., 2020), distúrbios psicológicos e do sono (TREVISAN et al., 2021), diabetes (SANGNES et al., 2021), doenças metabólicas (MACIOROWSKA et al., 2020), insuficiência renal (RODRIGUES et al., 2021) exercício físico (KISS et al., 2016), dentre outros.

Isso se deve ao fato da análise de VFC ser um método não invasivo, fácil de ser executado e reproduzível, quando realizado em condições padronizadas, podendo ser realizada em gravações de longo prazo (24 horas), curto prazo (5 minutos) ou de ultracurto prazo (1 minuto) (MALIK et al., 1996). A VFC descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos e da duração dos intervalos R-R, refletindo as modulações do Sistema Nervoso Autônomo (SNA) sobre a Frequência Cardíaca (FC) (VANDERLEI et al., 2009)

O sistema nervoso autônomo tem características de controle fisiológico dinâmico e os sistemas nervosos simpático (SNS) e parassimpático (SNP) trabalham em conjunto para manter o equilíbrio simpático-vagal e a homeostase do organismo. A atividade do SNP (estimulação vagal) diminui a FC e aumenta a VFC quando estamos em repouso e totalmente recuperados de um exercício físico. Em contrapartida a atividade do SNS aumenta a FC em repouso e diminui a VFC durante situações de estresse (STANDARD, 2021).

Um indivíduo normal e saudável está constantemente sujeito a influência do SNA e mantém o equilíbrio simpático-vagal. Segundo White e Raven (2014) o equilíbrio simpático-vagal ocorre em um antagonismo recíproco e não representa que os dois ramos do SNA (SNS e SNP) atuem da mesma forma, mas que interagem harmonicamente para a modulação de curto e longo prazo da FC e da VFC tendo o SNP ações rápidas e de curta duração e o SNS podendo ser ativado e tem a capacidade de diminuir a influência do SNP.

A alta VFC está associada à melhor adequação aos mecanismos

autonômicos, podendo indicar melhoria da saúde orgânica; já uma baixa VFC indica um desempenho insuficiente do SNA e disfunção dos mecanismos autonômicos, aumentando o risco de eventos cardiovasculares adversos (VANDERLEI et al., 2009).

As análises da VFC podem ser realizadas pelo software Kubios HRV validado por Tarvainen et al. (2014) nos domínios do tempo, parâmetros não lineares e nos parâmetros de visão geral da VFC (STANDARD, 2021):

No domínio do tempo temos: RR médio - média dos intervalos RR; Mean HR - média dos batimentos por minuto em repouso; SDNN - desvio padrão de todos os intervalos RR normais (valores normais ficam na faixa de 40 a 80 ms); RMSSD - raiz quadrada da soma das diferenças quadradas dos intervalos RR normais (é um índice de atividade parassimpática dentro da regulação autonômica e não contém componentes de ondas lentas da FC); quanto maior o seu valor, mais ativa é a regulação parassimpática (seus valores normais estão na faixa de 20–50 ms); pNN50 - porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms (está intimamente relacionado à atividade do SNP e às medições RMSSD); e SI - índice de estresse de Baevsky (BAEVSKY, R. M., 2009), que é uma medida geométrica de VFC refletindo o estresse do sistema cardiovascular. Sendo muito sensível ao aumento do tônus simpático, um leve estresse físico ou emocional aumenta o índice em 1,5 a 2 vezes, um estresse intenso pode aumentá-lo em 5 a 10 vezes.

Os parâmetros não lineares são: SD1 - variabilidade RR batimento a batimento de curto prazo do gráfico de Poincaré, SD2 - variabilidade batimento a batimento de longo prazo do gráfico de Poincaré e a relação SD2/SD1.

Os valores dos parâmetros de visão geral da VFC são estimativas confiáveis calculadas com os desvios padrão da população normal (NUNAN; SANDERCOCK; BRODIE, 2010). Um valor de índice SNS ou PNS de zero significa que os três parâmetros são iguais à média da população normal, um valor positivo diz que estão acima da média e um valor negativo diz que estão abaixo da média. Em repouso os valores devem estar entre -2 e +2.

✓ Índice PNS - índice do sistema nervoso parassimpático, calculado com base nos três parâmetros: 1) Mean RR: Intervalo RR médio mais longo significa frequência cardíaca mais baixa e ativação cardíaca parassimpática mais alta; 2) RMSSD: Altos valores de RMSSD indicam forte componente de arritmia sinusal

respiratória e alta ativação cardíaca parassimpática; 3) SD1: é conhecido por estar vinculado ao RMSSD. Durante o estresse ou durante o exercício de alta intensidade os valores esperados devem ser muito mais baixos.

✓ Índice SNS - índice do sistema nervoso simpático, calculado com base nos três parâmetros: 1) Mean HR: a frequência cardíaca mais alta está associada a uma maior ativação cardíaca simpática. 2) SI: Índice de estresse de Baevsky, altos valores de SI indicam variabilidade reduzida e alta ativação simpática cardíaca. 3) SD2: é conhecido por estar vinculado a SDNN. Durante o estresse ou exercício de alta intensidade os valores podem ser mais altos.

#### **2.4. VFC e o monitoramento do treinamento**

A avaliação da VFC pode contribuir diretamente para a atuação dos profissionais da área da saúde nos contextos clínicos e de desempenho atlético, ajudando na elaboração das sessões do treinamento baseando-os nas respostas autonômicas e cardiovasculares (KISS et al., 2016).

Ajustes apropriados ao treinamento resultam no aumento da atividade parassimpática; já a sobrecarga prolongada leva ao aumento da modulação simpática e diminui a atividade parassimpática (BOURDILLON et al., 2017).

A recuperação inadequada à carga de treinamento imposta também reduz os índices de VFC, podendo ser um indicativo de fadiga acumulada e exaustão. Assim, a VFC é uma resposta fisiológica que indica se o atleta está pronto ou não para uma nova carga de treinamento (JAVALOYES et al., 2019).

O monitoramento da VFC de atletas é de suma importância para identificar as mudanças na regulação autonômica cardíaca induzidas pelo treinamento e orientar os profissionais na escolha dos métodos e cargas de treinamento (PLEWS et al., 2012, 2013).

Assim, o registro ultracurto é uma alternativa prática e viável para registro do VFC dentro da rotina diária de treinamento, uma vez que o tempo necessário para obter a análise padrão se mostra difícil fora do laboratório, com dados não tão precisos e com pouca aderência por parte dos atletas (PEREIRA et al., 2016).

Vários estudos examinaram a validação e a viabilidade de medições de VFC de ultracurto prazo em repouso, assim como em condições dinâmicas, usando várias técnicas estatísticas (BAEK et al., 2015; ESCO et al., 2018; KIM; SEOK; SHIN, 2021; MUNOZ et al., 2015; NARDELLI et al., 2018; PECCHIA; CASTALDO;

MONTESINOS, 2018; SHAFFER; GINSBERG, 2017).

A análise da VFC com registros mais curtos é empregada para monitorar as alterações do controle autonômico cardíaco de atletas induzidas por treinamento e competição; em consequência, testes para validar a concordância com as análises de 5 minutos foram realizadas em jovens jogadoras de basquete (NAKAMURA et al., 2017), bem como, no rugby (FLATT; HOWELLS, 2019; FLATT; HOWELLS; WILLIAMS, 2019); em atletas treinados em endurance e estudantes universitários (KREJČÍ; BOTEK; MCKUNE, 2018) e no futebol americano (FLATT et al., 2018).

A VFC de ultracurto prazo também foi relacionada com corrida de alta intensidade e índices de aptidão aeróbia em atletas de esportes coletivos, como no futebol de alto nível (FLATT; ESCO; NAKAMURA, 2017) e futsal (DE FREITAS et al., 2015; NAKAMURA, 2015, 2020; DE SOUZA CAMPOS et al., 2021; CHEN et al., 2020, 2021).

O estudo de AYUSO-MORENO et al. (2020) avaliou atletas semiprofissionais de futebol feminino. Nele foram analisadas a VFC no domínio do tempo, da frequência, variáveis não lineares e nos índices PNS e SNS, sendo observadas diferenças nesses índices, quando comparadas às partidas de alta e baixa exigência, deduzindo que a VFC pode ser uma ferramenta útil para controlar a ansiedade pré-competitiva em atletas.

Outros autores examinaram a concordância e aceitação da variabilidade da frequência cardíaca de ultracurto prazo, medida durante a recuperação pós-exercício, em jogadores de futebol universitário (HUNG et al., 2020). Outras pesquisas analisaram os parâmetros em esportistas de resistência e em atletas de elite do pentatlo moderno (GAŚSIOR et al., 2020; HOFFMANN et al., 2020).

Contudo, não encontramos estudos relacionados à VFC de ultracurto prazo de corredores submetidos a um protocolo de HIIT.

### 3. OBJETIVOS

Analisar os efeitos do treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) na variabilidade da frequência cardíaca de corredores.

#### 3.2 Objetivos Específicos

- Analisar o  $VO_{2\text{ máx.}}$  e a VAM nos períodos pré e pós HIIT;
- Analisar especificamente os efeitos do HIIT, momentos pré e pós HIIT e no treinamento 110% da VAM e Taper, na:
  - VFC de repouso no domínio do tempo (RR, HR, SDNN, RMSSD, pNN50, SI);
  - Índices não lineares (SD1, SD2, SD2/SD1);
  - Índices simpático e parassimpático (SNS, PNS);

### 4. ARTIGO

**APRESENTAÇÃO:**

Formato alternativo, adaptado conforme o estilo da revista *Frontiers*.

**TÍTULO:**

EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES.

## EFEITOS DO TREINAMENTO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE (HIIT) NA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA DE CORREDORES.

Fanny Gonçalves de Lima<sup>1</sup>, Thiago Montes Fidale<sup>2</sup>, Elmiro Santos Resende<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Laboratório de Medicina Experimental, Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil

<sup>2</sup>Unidade Acadêmica de Biotecnologia, Universidade Federal de Catalão, Catalão, GO, Brasil

\*Correspondência:

Fanny Gonçalves de Lima

[fannylima08@hotmail.com](mailto:fannylima08@hotmail.com)

**Palavras-chave:** VFC, HIIT, Regulação Autonômica, Frequência Cardíaca, Corrida de rua.

### Resumo

**Introdução:** As medidas de variabilidade da frequência cardíaca (VFC) vêm sendo utilizadas para identificar as mudanças na regulação autonômica induzidas pelo treinamento. Sendo a análise da VFC uma ferramenta útil e capaz de monitorar as respostas às cargas de treinamento, condicionamento físico ou *overtraining* em atletas. **Objetivo:** Analisar a variabilidade da frequência cardíaca e o desempenho de corredores submetidos a um protocolo de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). **Métodos:** Participaram do estudo onze corredores, com idade entre  $31 \pm 5,78$  anos, bem treinado com experiência média de  $10,23 \pm 6,11$  anos e melhor tempo em prova de corrida na distância de 5 km de  $16,94 \pm 1,82$  minutos. Foi realizado Teste Incremental Máximo em esteira rolante, antes e após o programa de treinamento, para o cálculo da velocidade aeróbia máxima (VAM). Após um aquecimento prévio, o teste iniciou-se na velocidade de 10 km/h com incremento de 1 km/h de carga a cada 2 minutos, sem pausas entre os estágios. O treinamento teve duração de quatro semanas, com duas sessões semanais, sendo reajustada a intensidade do treino com cargas progressivas a cada semana. Os estímulos foram de 1 minuto na velocidade correspondente a % da VAM, seguidos por 1 minuto de recuperação ativa a 50% da %VAM, até a exaustão ou até o teto estabelecido de 90 minutos máximos para as sessões de treino. Os dados de Intervalo R-R foram registrados em repouso pelo cardiofrequencímetro POLAR® RS800cx, em quatro momentos distintos: antes do teste incremental inicial (PRÉ HIIT), antes da primeira sessão de treino da semana 3 (110% da VAM), antes da primeira sessão de treino da semana 4 (Taper) e antes do teste incremental final (PÓS HIIT). As análises da VFC foram realizadas pelo software Kubios no domínio do tempo, parâmetros não lineares e parâmetros de visão geral da VFC. A análise estatística foi realizada pelos testes: *t* de Student ( $VO_2$  máx. e VAM); ANOVA *One Way* (VFC de repouso) e *post hoc* de Tukey e Dunn de comparações múltiplas. **Resultados:** Evidenciamos respostas positivas ao protocolo de treinamento proposto, com manutenção da aptidão cardiorrespiratória ( $VO_2$  máx., VAM) e da VFC de repouso. Observamos uma adaptação da modulação autonômica cardíaca à carga de treinamento, com redução dos valores das variáveis de VFC nos momentos 110% VAM e Taper, e aumento no momento PÓS HIIT, aproximando-se dos valores obtidos no PRÉ HIIT. Foram observadas diferenças estatísticas significativas com  $p \leq 0,05$  nos índices: SDNN(ms): com redução em 110% VAM ( $34,93 \pm 15,87$ ) e Taper ( $34,29 \pm 12,83$ ) comparado com o PRÉ HIIT ( $57,34 \pm 36,72$ ); RMSSD(ms): reduziu no Taper ( $36,04 \pm 13,43$ ) comparado com o PÓS HIIT ( $49,67 \pm 19,35$ ); SD2(ms): reduziu no Taper ( $40,05 \pm 18,15$ ) comparado com o PRÉ HIIT ( $68,11 \pm 43,97$ ). **Conclusão:** A VFC de corredores é sensível aos efeitos do HIIT, sendo

eficiente para monitorar regulação autonômica cardíaca e ajustar a carga de treinamento. Evidenciamos também que o HIIT é eficiente para a manutenção do desempenho dos atletas.

## 1. Introdução

A corrida de rua é o esporte que vem crescendo no Brasil, sendo a preocupação com a saúde um dos principais atrativos, seguido pelo baixo custo para a prática da atividade (Thuany et al. 2021). As assessorias esportivas são fundamentais para os praticantes e ajudam a promover a corrida de rua no país (Benetti et al. 2018).

Atletas profissionais e amadores, em nível competitivo, procuram obstinadamente melhorar o seu desempenho sem prejudicar a sua saúde, sendo o objetivo principal maximizar as adaptações positivas e minimizar as repostas negativas, como redução do desempenho, overtraining ou lesões. Sabe-se que o treinamento direcionado e acompanhado por profissionais da área é decisivo para a evolução nesse esporte, sendo que um dos principais desafios dos atletas amadores é conciliar os treinos a sua rotina diária (Sant'Ana, Bara-Filho, and Vianna 2021). Com isso o HIIT parece ser uma alternativa prática capaz de integrar essas ações para induzir rápidas adaptações e aumentar a aptidão física em um curto período (Sheykhlovand et al. 2018).

Segundo as diretrizes da Organização Mundial da Saúde (OMS) de 2020, a atividade física regular promove benefícios essenciais à saúde, como desenvolvimento da aptidão cardiorrespiratória e redução de risco cardiovascular (Bull et al. 2020); no entanto, existem estudos demonstrando que o exercício físico exaustivo e não controlado pode ser maléfico e associado ao aumento da morbimortalidade cardíaca (Susta 2020). O HIIT está entre as cinco primeiras tendências mundiais de condicionamento físico, de acordo com a pesquisa anual do *American College of Sports Medicine* (ACSM), apesar de alguns profissionais de *fitness* questionarem sobre o aumento potencial de lesões com esse treinamento (Thompson 2021).

A importância do acompanhamento do condicionamento físico para ajuste individualizado do treinamento e melhora no desempenho de atletas já é conhecida (Stanley, Peake, and Buchheit 2013) e atualmente as medidas de frequência cardíaca e de VFC de repouso vem sendo utilizadas com esse intuito (Javaloyes et al. 2019).

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) permite a avaliação da regulação autonômica do ritmo cardíaco e indica a capacidade de reposta aos estímulos fisiológicos e ambientais impostos ao coração, bem como é um indicador da capacidade do corpo de se adaptar a um estímulo de exercício (Kiss et al. 2016), podendo ser utilizada para monitoramento das adaptações dos treinamentos e fadiga de atletas (Hoffmann et al. 2020), além de ser um marcador do nível de saúde cardiovascular (Quintana, Alvares, and Heathers 2016).

A regulação autonômica da frequência cardíaca (FC) pode avaliar o efeito das adaptações ao treinamento. Ajustes apropriados ao treino resultam no aumento da atividade parassimpática, adaptação positiva; já a sobrecarga prolongada leva ao aumento da modulação simpática e diminui a atividade parassimpática, adaptação negativa (Bourdillon et al. 2017). A recuperação inadequada à carga de treinamento imposta também reduz os índices de VFC, podendo ser um indicativo de fadiga acumulada e exaustão. Assim, a VFC é uma resposta fisiológica que indica se o atleta está pronto ou não para uma nova carga de treinamento (Javaloyes et al. 2019).

O monitoramento contínuo da VFC de atletas é importante para identificar as variáveis de saúde geral relacionadas às adaptações na regulação autonômica cardíaca e influenciadas pelo treinamento, orientando uma adequada escolha dos métodos e dos ajustes nas cargas de treino (Plews et al. 2012; 2013). O registro ultracurto da VFC mostra-se como uma alternativa prática e viável para registro dentro da rotina diária de treinamento (Pereira et al. 2016).

Visto que, o HIIT é uma alternativa acessível e completa de treinamento físico para corredores e sendo a VFC uma ferramenta clínica com aspectos preditores de saúde e de desempenho atlético, torna-se importante o conhecimento das possíveis adaptações desta prática na VFC desses sujeitos. Neste contexto, a compreensão das adaptações fisiológicas da VFC em corredores submetidos ao HIIT poderá auxiliar os profissionais da área da saúde e treinadores a fazerem uma prescrição adequada desse tipo de treinamento, proporcionando aos atletas uma manutenção ou melhora na performance.

Apesar dos inúmeros estudos relacionados ao HIIT e suas implicações na performance (Wiewelhove et al. 2018; Stöggel and Sperlich 2019) e da análise da VFC ter sido investigada em vários campos de pesquisa (Kiss et al. 2016; MacIorowska et al. 2020), ainda não está claro se a variabilidade da frequência cardíaca é uma ferramenta sensível para monitorar esse modelo de treinamento. Portanto, o objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de um protocolo de HIIT nos índices da VFC e no desempenho de corredores.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um ensaio clínico longitudinal e prospectivo (Hochman et al. 2005). Foi realizado em um centro de treinamento de corredores da cidade de Uberlândia, C.T. Danilo Faria, todas as sessões de treino foram realizadas no mesmo período do dia e sempre sob supervisão profissional.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia-UFU, parecer número: 3.397.582, CAAE: 13624419.2.0000.5152. Todos os participantes assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme a Resolução CNS 466/12, autorizando a sua participação.

### Participantes

Participaram do estudo onze corredores, do gênero masculino, com  $31 \pm 5,78$  anos de idade, bem treinados, experiência média de  $10,23 \pm 6,11$  anos e melhor tempo em prova de corrida na distância de 5 km de  $16,94 \pm 1,82$  minutos. Como critérios de elegibilidade, os voluntários não poderiam ter feito uso de nenhum tipo de medicamento ou suplementação nos últimos 30 dias que antecederam o protocolo proposto pelo estudo, bem como durante a pesquisa. Os mesmos não poderiam apresentar restrição de saúde como: lesões músculo esquelético e histórico de doenças cardiovasculares ou distúrbios tireoidianos. Todos receberam orientações sobre os procedimentos a serem realizados, os benefícios e possíveis riscos da pesquisa.

### Teste Incremental na Esteira

O teste incremental foi realizado em uma esteira rolante da Marca Movement, Modelo E.740. Após um aquecimento prévio, o teste iniciou-se na velocidade de 10 km/h. Foram realizados incrementos de carga de 1 km/h a cada 2 minutos, sem pausas entre os estágios. Os atletas foram instruídos e encorajados verbalmente a se manterem em exercício pelo maior tempo possível, até atingirem a exaustão (Chang et al. 2020). A inclinação da esteira foi mantida em 1% durante todo o teste (Jones and Doust 1996).

Para garantir que os voluntários chegassem à exaustão máxima, tanto nos testes quanto no treinamento, foi acoplado à esteira um suporte metálico, com cabo unido a um colete composto por cintos de segurança para o tronco, para segurá-los quando não conseguissem mais correr, sem o risco de queda e sem comprometer a performance.

A velocidade máxima do teste foi calculada pela equação de correção para estágios incompletos proposta por Kuipers (2003) e citada por Arantes (2017):  $V_{m\acute{a}x} = V_{completa} + t/T \times$

$V_{incrementada}$ . Na qual,  $t$  é o tempo (segundos) sustentado durante o estágio incompleto;  $T$  é o tempo total (segundos) estabelecido para o estágio completo (120 segundos) e  $I_{incrementada}$  é a velocidade incrementada a cada estágio (1 km).

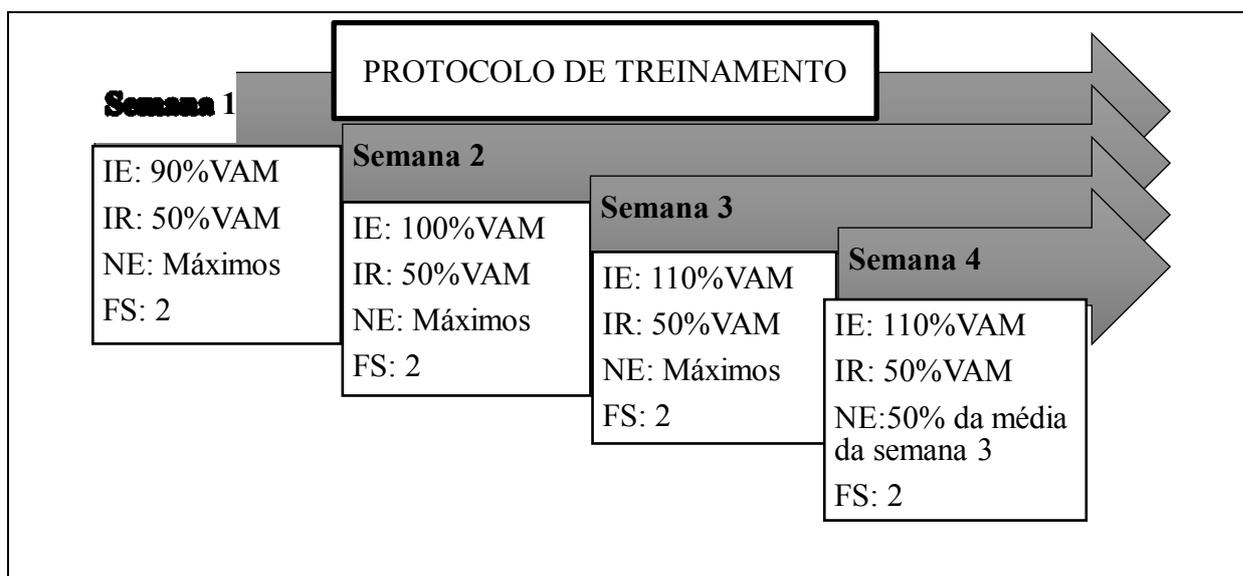
O  $VO_2$  máximo foi calculado através da fórmula proposta pela ACSM's (Glass S and Gregory B 2007):  $VO_{2máx} = (0.2 \times velocidade) + (0.9 \times velocidade \times inclinação) + 3.5$ . Na qual, a velocidade é igual  $V_{máx}$  e a Inclinação é 1%.

Assim, a velocidade máxima em quilômetros por hora (km/h) obtida no teste incremental, foi denominada de Velocidade Aeróbia Máxima (VAM).

### Protocolo de treinamento

O protocolo de treinamento teve duração de quatro semanas, com duas sessões por semana, totalizando oito sessões, conforme figura 1. Durante a sessão de treino, os voluntários foram submetidos a estímulos de 1 minuto na velocidade correspondente a % da VAM, seguidos por 1 minuto de recuperação ativa a 50% da %VAM, sendo realizados estímulos até a exaustão voluntária ou até o teto estabelecido de 90 minutos máximos para as sessões de treino.

Na primeira semana, a intensidade do treino foi estabelecida em 90% da VAM, na segunda semana 100% da VAM e na terceira semana 110% da VAM. Na quarta semana de treinamento (Taper), as duas sessões foram regenerativas, sendo realizadas na intensidade de 110% da VAM, porém, com apenas 50% da média do número de estímulos executados pelo voluntário nas duas sessões da terceira semana de treinamento.



**Figura 1:** Protocolo de treinamento com valores referentes às variáveis **IE:** Intensidade do Estímulo (%VAM), **IR:** Intensidade da Recuperação (%VAM), **NE:** Número de Estímulos de 1 minuto e **FS:** Frequência Semanal de estímulos. %VAM = Porcentagem da Velocidade Aeróbia Máxima.

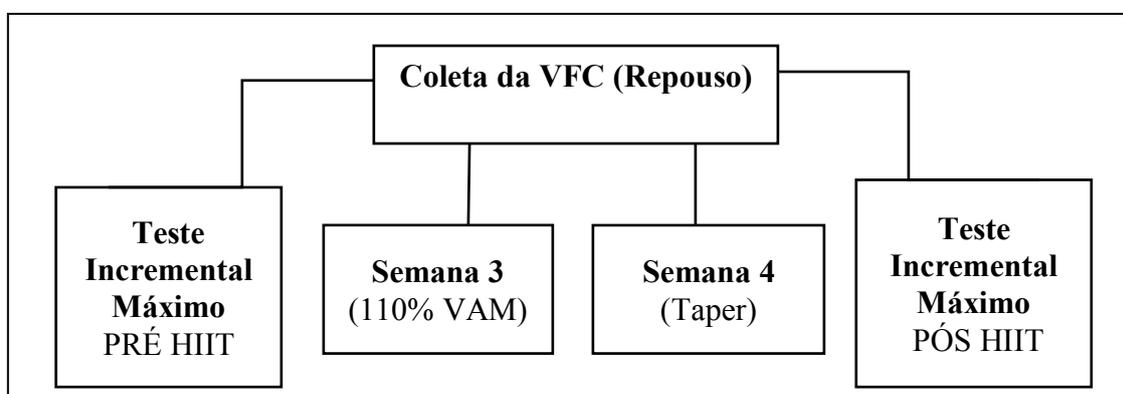
### Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca em Repouso

A frequência cardíaca foi registrada pelo cardiofrequencímetro POLAR® RS800cx, com taxa de amostragem de 1000 Hz para análise da VFC. Para registro da FC de repouso os voluntários permaneceram na posição supina (decúbito dorsal) e respiração espontânea durante cinco minutos, seguindo os padrões estabelecidos pela Task Force criada pela Sociedade Europeia de Cardiologia e pela Sociedade Norte-Americana de Estimulação e Eletrofisiologia (Malik et al. 1996). A VFC de ultracurto prazo foi utilizada sendo o período de medição pós-estabilização de um minuto (60 segundos) dos registros de intervalos RR (Castaldo et al. 2019; Shaffer, Meehan, and Zerr 2020).

Os dados dos intervalos RR registrados pelo monitor portátil cardíaco foram transferidos para software Polar Pro trainer 5® (Kempele, Finlândia). Antes da análise os intervalos RR foram inspecionados visualmente e os pontos considerados artefatos foram removidos utilizando filtragem digital de modo moderado no filtro padrão do software que identifica e remove batimentos ectópicos e artefatos e substitui o intervalo RR removido por meio de uma interpolação da média do intervalo anterior e do intervalo posterior ao intervalo removido. Se mais de 2% dos dados fossem inválidos, as séries de dados eram descartadas. Posteriormente foi selecionado um trecho com maior estabilidade do sinal e salvo em arquivo "txt", o qual foi transferido ao software Excel e realizada filtragem manual (Vanderlei et al. 2009).

As análises da VFC foram realizadas pelo software Kubios® HRV 3.4.3 (Kuopio, Finlândia) validado por Tarvainen et al. (2014) nos domínios do tempo: Mean RR: média dos intervalos RR; Mean HR: média dos batimentos por minuto; SDNN: desvio padrão de todos os intervalos RR normais; RMSSD: raiz quadrada das diferenças quadradas médias entre intervalos RR sucessivos, número de pares de intervalos RR; pNN50: porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms, SI: índice de estresse de Baevsky e parâmetros não lineares: SD1: variabilidade RR batimento a batimento de curto (instantâneo) prazo do gráfico de Poincaré, SD2: variabilidade batimento a batimento de longo prazo (contínuo) do gráfico de Poincaré e a relação SD2/SD1. Ainda foram analisados os parâmetros de visão geral da VFC: índices do sistema nervoso parassimpático (PNS), índices do sistema nervoso simpático (SNS) (Sassi et al. 2015; Standard 2021).

Os dados para análise da VFC foram coletados em repouso em quatro momentos distintos, antes do teste incremental máximo inicial (PRÉ HIIT), antes da primeira sessão de treino da semana 3 (110% da VAM), antes da primeira sessão de treino da semana 4 (Taper) e antes do teste incremental final (PÓS HIIT), conforme ilustrado na figura 2.



**Figura 2:** Momentos de realização das coletas de dados da VFC em repouso de todos os voluntários.

### Análise Estatística

Para a caracterização dos participantes foi realizada estatística descritiva e os resultados foram apresentados com valores de média e o desvio padrão como medidas de tendência central e dispersão respectivamente. A normalidade dos dados foi verificada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. O teste *t Student*, para amostras pareadas com distribuição normal, foi utilizado para analisar as diferenças entre os testes incrementais pré e pós HIIT nas variáveis de  $VO_2$  máx. e VAM. O teste ANOVA *One Way* de medidas repetidas foi utilizado para comparar as médias de VFC de repouso nos períodos da intervenção (teste incremental e treinamento). Sempre que pertinente, uma análise *post hoc* de *Tukey* para comparações múltiplas foi utilizado para determinar onde as diferenças médias ocorreram. Os índices RMSSD e SD1 foram considerados não paramétricos e nesses casos foi realizado o teste de *Friedman* e o

teste *post hoc* de *Dunn* de comparação múltipla. A significância estatística adotada foi  $p \leq 0,05$ , para valor P bicaudal. Todas as análises foram realizadas com o software GraphPad Prism 7 (GraphPad Prism Inc., San Diego, CA, EUA).

### 3. RESULTADOS

A amostra deste estudo foi constituída por 11 corredores de rua elegíveis, todos completaram as avaliações, apresentaram média de  $31,09 \pm 5,78$  anos de idade e  $10,23 \pm 6,11$  anos histórico de treinamento, com melhor tempo em minutos na distância de 5 km de corrida obtido em prova ( $16,94 \pm 1,82$ ). Também foram realizadas medidas antropométricas para descrever as características morfológicas dos voluntários (tabela 1).

**Tabela 1: Características dos voluntários.**

	<b>M ± DP</b>
<b>IDADE (a)</b>	31,09±5,78
<b>PESO (kg)</b>	65,23±9,26
<b>ALTURA (m)</b>	1,755±0,06
<b>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</b>	21,11±2,22
<b>HT (a)</b>	10,23±6,11
<b>MTC (min)</b>	16,94±1,82

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Valor p significativo (bicaudal) <0,05. Características da amostra: a: anos; kg: quilogramas; min: minuto; m: metros; km/h: quilômetros por hora, IMC: Índice de massa corporal; HT: Histórico de treinamento; MTC: melhor tempo na distância de 5 km de corrida obtidas em prova.

Na Tabela 2 estão apresentados os valores das médias e desvio padrão para as variáveis VO<sub>2</sub> máx. e VAM dos voluntários analisados no presente estudo. Não foram encontradas diferenças estatísticas significativas nas variáveis VO<sub>2</sub> máx. e VAM quando comparados os períodos pré e pós HIIT.

**Tabela 2: Aptidão cardiorrespiratória dos corredores.**

	<b>PRÉ</b>	<b>PÓS</b>
<b>VO<sub>2</sub> máx.</b>	65,1±6,2	65,7±5,4
<b>VAM</b>	18,49±1,84	18,67±1,62

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Valor p significativo (bicaudal) <0,05.\* teste t *Student* pareado (VO<sub>2</sub> máx. PRÉ x PÓS: p=0,6828; VAM PRÉ x PÓS: p=0,6824). VO<sub>2</sub> máx (ml · kg<sup>-1</sup> · min<sup>-1</sup>): VO<sub>2</sub> máximo atingido durante teste incremental máximo; VAM (km/h): velocidade aeróbia máxima atingida durante teste incremental máximo; PRÉ: pré-treinamento HIIT; PÓS: pós-treinamento HIIT; 110% VAM (km/h): velocidade aeróbia máxima utilizada no protocolo de treinamento nas semanas 3 e 4.

A Tabela 3 apresenta a relação entre o aumento da intensidade e o número máximo de estímulos realizado pelos voluntários nas semanas do protocolo de treinamento HIIT. Podemos verificar que com o aumento da intensidade da VAM ocorre a redução do número de estímulos máximos realizados até a exaustão. Nas semanas 1 e 2, com intensidade de 90% e 100% da VAM respectivamente, a carga de treinamento foi maior; já na semana 3, com maior intensidade, 110% da VAM (10,5) observamos uma redução de 70% no número de estímulos quando comparamos com a semana 1 (34,96) e 53,25% quando comparamos com a semana 2 (22,46). A semana 4 apresenta redução de 50% em relação a média das duas

sessões da semana 3, com foi proposto no protocolo de treinamento, por se tratar da semana regenerativa (Taper).

**Tabela 3: Relação entre aumento da intensidade e número máximo de estímulos**

	Treino	VAM	Nº Máx.	Média
Semana 1	S1	90%	35,18	34,96
	S2	90%	34,73	
Semana 2	S1	100%	20,55	22,46
	S2	100%	24,36	
Semana 3	S1	110%	10,73	10,5
	S2	110%	10,27	
Semana 4	S1	110%	5,25	TAPER
	S2	110%	5,25	

Nº Máx.: Número Máximo de Estímulos de 1 minuto; Média: média de estímulos das duas sessões; S1: Primeira Sessão de treino na semana; S2: Segunda Sessão de treino na semana; VAM (km/h): velocidade aeróbia máxima atingida durante teste incremental máximo; %: porcentagem. Taper: treino regenerativo com 50% da média do número de estímulos executados pelo voluntário nas duas sessões da terceira semana de treinamento.

Na tabela 4 estão apresentados os valores das médias e desvio padrão para as variáveis da VFC de repouso no domínio do tempo (RR, FC, SDNN, RMSSD, pNN50, SI), nos parâmetros não lineares (SD1, SD2 e SD2/SD1) e índices globais PNS, SNS. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes nos índices SDNN  $p=0,0225$  (Pré x 110% e Pré x Taper), RMSSD  $p=0,0430$  (Pós x taper) e SD2  $p=0,0304$  (Pré x Taper). Não foram encontradas diferenças significativas nas demais variáveis.

**Tabela 4: Valores referentes às médias e desvio padrão para as variáveis da VFC de repouso.**

	PRÉ HIIT M ± DP	110% VAM M ± DP	Taper M ± DP	PÓS HIIT M ± DP
Mean RR	1023±171,2	1037±130,7	1039±135,8	1058±160,3
Mean HR	60,27±9,686	58,55±6,89	58,45±6,669	57,91±8,227
SDNN	57,34±36,72	34,93±15,87*	34,29±12,83*	47,32±17,26
RMSSD	58,58±42,47	34,58±18,89	36,04±13,43*	49,67±19,35
pNN50	22,22±22,05	14,36±17,27	16,94±12,28	29,48±17,19
SD1	41,82±30,35	24,72±13,49	25,71±9,585	35,44±13,84
SD2	68,11±43,97	41,77±19,17	40,05±18,15*	56,04±21,38
SD2/SD1	1,795±0,5046	1,776±0,5603	1,642±0,651	1,622±0,373
SI	11,36±6,929	14,13±5,863	14,06±3,836	10,34±2,901
PNS	0,9345±1,699	0,3609±0,9266	0,4455±0,8501	0,8791±0,8911
SNS	0,0036±1,671	0,2418±1,111	0,1845±0,846	-0,4209±0,689

Dados apresentados em média ± desvio padrão. Teste ANOVA *One Way* para medidas repetidas. \* Valor  $p$  significativo (bicaudal)  $<0,050$ : (SDNN:  $p=0,0225$ ; RMSSD:  $p=0,0430$ ; SD1:  $p=0,0435$ ; SD2:  $p=0,0304$ ). Teste de *Tukey* e Teste de *Dunn* para comparações múltiplas. RR (ms): média dos intervalos RR; HR (bpm):

média dos batimentos por minuto; SDNN (ms): Desvio padrão de todos os intervalos RR; RMSSD (ms): Raiz quadrada das diferenças quadradas médias entre intervalos RR sucessivos Número de pares de intervalos RR; pNN50(%): porcentagem dos intervalos RR adjacentes com diferença de duração maior que 50ms; SD1(ms): variabilidade RR batimento a batimento de curto prazo do gráfico de Poincaré; SD2(ms): variabilidade batimento a batimento de longo prazo do gráfico de Poincaré; SD2/SD1: Razão entre SD2 e SD1; SI: índice de Stress, raiz quadrada do índice de estresse de Baevsky; Índice PNS: atividade do sistema nervoso parassimpático em comparação aos valores normais de repouso; Índice SNS: atividade do sistema nervoso simpático em comparação aos valores normais de repouso; ms: milissegundos; bpm: batimentos por minuto.

#### 4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar os efeitos de um protocolo de HIIT nos índices da VFC e no desempenho de corredores. Os principais resultados indicam respostas positivas ao protocolo de treinamento proposto, com manutenção da aptidão cardiorrespiratória e da VFC de repouso dos corredores analisados. O  $VO_{2máx.}$  e a VAM não apresentaram diferenças estatisticamente significativas e mantiveram os valores nos períodos pré e pós HIIT (tabela 2). Evidenciamos uma adaptação da modulação autonômica cardíaca, com redução dos valores das variáveis de VFC nos momentos 110% VAM e Taper, e aumento no momento PÓS HIIT, aproximando-se dos valores obtidos no PRÉ HIIT. Também encontramos diferenças estatísticas com  $p \leq 0,05$  em alguns dos índices: SDNN: comparando 110% VAM ( $34,93 \pm 15,87$ ) e Taper ( $34,29 \pm 12,83$ ) com o PRÉ HIIT ( $57,34 \pm 36,72$ ). RMSSD: comparado Taper ( $36,04 \pm 13,43$ ) com o PÓS HIIT ( $49,67 \pm 19,35$ ). SD2 comparado Taper ( $40,05 \pm 18,15$ ) com o PRÉ HIIT ( $68,11 \pm 43,97$ ) (tabela 4).

Observou-se no atual estudo que os valores de  $VO_2$  máx. e da VAM foram sustentados pelo treinamento proposto, mantendo a aptidão cardiorrespiratória e o desempenho dos voluntários (tabela 2), contudo devemos considerar que os mesmos já são bem treinados e possuem valores de  $VO_2$  máx. e VAM mais elevados. A média de velocidade aeróbica máxima desses corredores foi de 18,49 km/h no teste incremental pré HIIT e de 18,67 km/h no teste incremental pós HIIT, sendo a média da VAM máxima alcançada no período de treinamento de  $20,35 \pm 2,01$  km/h. Além disso, evidenciou-se que o treinamento HIIT na intensidade de 110% da VAM não aumentou o risco de lesões, contrariamente aos resultados obtidos por Buchheit e Laursen (2013) e Thompson (2021) que questionam sobre o aumento potencial de lesões com esse treinamento.

No estudo de Wiewelhove et al. (2018) atletas de esportes intermitentes bem treinados participaram de um mesociclo de HIIT baseado em corrida de quatro semanas, o  $VO_2$  máx. e a  $vVO_2$  máx foram analisadas, também foi realizado teste de exercício progressivo incremental em uma esteira antes e após o programa HIIT. Seus resultados indicam que o treinamento foi capaz de melhorar a  $vVO_2$  máx em média 4%; já no presente estudo esse índice se manteve do pré para o pós HIIT, com aumento de apenas 0,97% e o  $VO_2$  máx aumentou 0,92% (tabela 2). No entanto, seu estudo corrobora com o nosso no que diz respeito aos efeitos do treinamento, que não foram prejudiciais nem benéficos, no desempenho dos participantes.

Baek e colaboradores (2015) propuseram valores de referência para VFC de indivíduos normais saudáveis. O estudo avaliou 467 indivíduos, sendo 249 homens em diferentes faixas etárias e estabeleceu valores desses parâmetros para cada uma delas. Se compararmos os dados de VFC de repouso encontrados no presente estudo (tabela 4) com os de Baek para a mesma faixa etária, notaremos que os índices de VFC dos nossos corredores são maiores, com SDNN 52,45% maior e RMSSD 112,09% maior, quando analisados no período pré-treinamento e no período pós-treinamento SDNN 25,81% maior e RMSSD 79,83% maior. Evidenciando assim, que o histórico de treinamento aeróbico dos corredores avaliados, média

de  $10,23 \pm 6,11$  (tabela 1), pode ter levado ao aumento da VFC e que o protocolo HIIT conservou esses parâmetros, uma vez que a VFC se manteve alta no período pós-treinamento.

O estudo de Abad et al. (2014) analisou 20 atletas, brasileiros do sexo masculino, de elite do atletismo, sendo 10 atletas de velocidade e potência e 10 atletas de resistência corredores de 10, 21 e 42 km; esses últimos apresentavam características similares aos corredores avaliados no presente estudo. Os resultados encontrados naquela pesquisa corroboram os do atual estudo (tabela 4) e, ainda assim, os atletas de Abad et al. apresentaram menores valores que os nossos nos índices RMSSD (21%) e SD1 (22%) quando comparados no período pré-treinamento e RMSSD (2,66%) e SD1 (3,44%) quando comparados período pós-treinamento. Esses dados comprovam que os corredores analisados nesta pesquisa apresentavam uma VFC alta que se sustentou após o protocolo proposto.

O exercício físico estimula fisiologicamente o sistema nervoso autônomo (SNA) e produz uma resposta autonômica cardíaca. No decorrer do exercício ocorre o predomínio do sistema nervoso simpático e a redução do tônus vagal; já no repouso ocorre predominância do sistema nervoso parassimpático. A redução do tônus vagal durante o exercício se reflete na redução da VFC (Kiss et al. 2016). A ampliação dos parâmetros de VFC foi relacionada à maior atividade parassimpática e melhor condicionamento físico (Laborde, Mosley, and Thayer 2017; Lehrer et al. 2020) e o decréscimo da mesma foi relacionado à menor atividade parassimpática e a um estado de fadiga (Gaşior et al. 2020; Hoffmann et al. 2020).

Corroborando com os dados acima, podemos atestar que os corredores avaliados apresentam bons parâmetros de VFC de repouso (valores PRÉ HIIT), também observamos que no decorrer do protocolo de treinamento proposto os índices de VFC diminuem nas semanas de treinamento com maior carga, semana 110% VAM (que representa as semanas 1 e 2 com média de 34,96 e 22,46 estímulos máximos respectivamente) e com maior intensidade, semana Taper (que representa a carga imposta pelo treinamento 110% VAM com média de 10,5 estímulos) e aumentam no PÓS HIIT (que representa a análise na semana Taper) (tabela 4). Assim, notamos flutuação da VFC, impostas pelo treinamento, durante a intervenção proposta com recuperação da fadiga na semana regenerativa.

Ainda que o presente estudo tenha encontrado diferenças estatísticas significativas em alguns dos índices da VFC de repouso (SDNN, RMSSD e SD2) quando comparados os momentos de treinamento e de testes (figura 2), o comportamento da VFC desses índices se assemelha aos demais com redução nas semanas de treinamento com maior carga e recuperação na semana regenerativa (tabela 4).

Como no estudo de Nakamura (2020) cargas demasiadamente altas levaram a uma redução do RMSSD ao longo da pré-temporada, ao passo que cargas mais moderadas permitiram um aumento do índice. Esta recuperação está associada à reativação parassimpática aumentada nesses atletas. Resultados semelhantes foram observados em outros estudos (Kaikkonen, Nummela, and Rusko 2007; Al Haddad et al. 2011; Kaikkonen et al. 2012).

Nos estudos de Flatt (Flatt et al. 2018; Flatt and Howells 2019; Flatt, Howells, and Williams 2019) foram encontrados resultados semelhantes aos nossos: as variáveis de VFC não mudaram significativamente ao longo do tempo de análise. Também foram encontradas flutuações no RMSSD em diferentes semanas, que foram interpretadas como uma capacidade melhorada de manter a homeostase autonômica cardíaca, apesar dos incrementos na carga de treinamento.

Um achado interessante de nosso estudo a ser destacado é que a VFC deve ser avaliada regularmente, durante todo o período de treinamento, como aconteceu nos estudos de Flatt e Esco (2016), Flatt (2018) e Nakamura (2020) onde a variabilidade da frequência cardíaca de jogadores de futsal foi medida durante o treinamento pré-temporada. Nossos resultados demonstram que a VFC de repouso é sensível aos efeitos do treinamento HIIT nos corredores

analisados, corroborando as observações do estudo de Nakamura (2015) que apresentou resultados similares, com o índice RMSSD sensível às mudanças induzidas pelo treinamento em jogadores de futsal.

A partir dos resultados atuais (tabela 4) corroboramos os dados de (Standard 2021), os quais asseguram os índices PNS e SNS como medidas de visão geral da VFC, que quando calculadas pelo software Kubios HRV, fornecem estimativas confiáveis em comparação aos valores normais de repouso. Esses índices são ajustados com base nos três parâmetros: Mean RR, RMSSD, SD1 (PNS) e Mean HR, SI, SD2 (SNS).

No atual estudo encontramos redução dos valores de índice PNS nas semanas de treinamento com maior carga, 110% VAM 62%, na semana Taper 53% e aumentou no período Pós HIIT, chegando a 94,1% do valor no PRÉ HIIT. Já o índice SNS apresentou no PRÉ HIIT valor de 0,0036, aumento no período 110% VAM (0,2418) e no Taper (0,1845), reduzindo no período Pós HIIT para -0,4209. Apesar das oscilações dos valores desses índices no decorrer do protocolo proposto, os mesmos ficam próximos de zero e tendem a regressar aos valores basais. Resultado semelhante ao do estudo de Lundell et al. (2021), no qual os índices PNS e SNS também ficaram em torno de zero durante a fase de repouso pré-mergulho e voltaram aos níveis iniciais no período de repouso pós-mergulho, após diminuição durante a imersão.

Além disso, observamos uma redução na Mean HR de repouso dos corredores no decorrer das quatro semanas de treinamento, chegando a uma diferença de 4% pós-treinamento em relação ao pré HIIT, esse índice já era baixo antes do protocolo HIIT (60,27 bpm) e reduziu ainda mais no período pós-treinamento (57,91 bpm). Também evidenciamos que houve redução no índice de estresse (SI), com diferença de 9%, quando comparado nos testes incrementais e PÓS HIIT. Já os demais índices da VFC de repouso apresentaram redução no decorrer do treinamento proposto e aumento no momento PÓS HIIT, aproximando-se da média do período PRÉ HIIT (tabela 4).

A reativação parassimpática cardíaca após uma sessão de treinamento é altamente individualizada e funciona como um marcador de recuperação cardiovascular. Indivíduos bem treinados, com maior aptidão aeróbia, tem recuperação autonômica cardíaca mais rápida que indivíduos não treinados; eles também apresentam uma FC de repouso mais baixa, possibilitando grandes variações na VFC. Atletas treinados podem aumentar rapidamente sua FC em resposta ao exercício e também se recuperar mais rápido quando esses estímulos acabam (Danieli et al. 2014).

Assim, os resultados da VFC de corredores submetidos a um protocolo de HIIT encontrados no presente estudo mostram respostas positivas ao protocolo de treinamento proposto, com manutenção nos padrões da variabilidade da frequência cardíaca e da aptidão cardiorrespiratória nos indivíduos analisados. Também não identificamos aumento do estresse nem da fadiga após o protocolo proposto.

### **Considerações Metodológicas**

A força deste estudo é que a análise da VFC de repouso comprovou ser uma ferramenta importante para o monitoramento do HIIT nos corredores. No entanto, há limitações que devemos levantar em relação a este estudo. Em primeiro lugar, reconhecemos que registros da VFC de repouso devem ser registrados em mais momentos: antes da primeira intervenção e posteriormente a última semana de protocolo, nos testes e em todas as semanas de treinamento (ambas as sessões); assim, será realizado o monitoramento apropriado e preciso da flutuação da VFC dos indivíduos analisados no decorrer de todo o protocolo de treinamento. Em segundo lugar, um número de amostra maior poderia evidenciar e refletir com mais exatidão possível às diferenças estatísticas dos dados analisados. Novas pesquisas devem ser realizadas com o intuito de garantir a precisão dos achados no atual estudo, a fim

de que os profissionais da área possam adquirir subsídios necessários para a prescrição adequada desse tipo de treinamento.

## 5 CONCLUSÃO

A VFC é sensível aos efeitos do HIIT nos corredores investigados, apresentando-se esta variável como uma ferramenta importante que pode ser utilizada para o monitoramento desse modelo de treino. Conclui-se também que o HIIT é eficiente para manutenção do desempenho dos atletas e seguro do ponto de vista da regulação autonômica cardíaca, fato evidenciado pela ausência de desadaptações crônicas dos índices simpático e parassimpático, bem como de suas variáveis relacionadas.

## DECLARAÇÃO DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

Os dados brutos que embasam as conclusões deste artigo serão disponibilizados pelos autores, sem reservas indevidas.

## DECLARAÇÃO DE ÉTICA

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos da Universidade Federal de Uberlândia-UFU, parecer número: 3.397.582, CAAE: 13624419.2.0000.5152. Os participantes forneceram consentimento informado por escrito para participar deste estudo.

## CONTRIBUIÇÕES DO AUTOR

Mestranda: Fanny Gonaçlves de Lima  
Orientador: Prof. Dr.: Elmiro Santos Resende  
Co-orientador: Prof. Dr. Thiago Montes  
Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## FINANCIAMENTO

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos atletas e ao C.T. Danilo Faria pela participação no estudo.

## REFERÊNCIAS

- Abad, C. C.C., A. M. Do Nascimento, S. Gil, R. Kobal, I. Loturco, F. Y. Nakamura, C. T. Mostarda, and M. C. Irigoyen. 2014. "Cardiac Autonomic Control in High Level Brazilian Power and Endurance Track-and-Field Athletes." *International Journal of Sports Medicine* 35 (9): 772–78. <https://doi.org/10.1055/s-0033-1363268>
- Arantes, Franciel José, Públio Freitas Vieira, Diego Licnerski Borges, and Adriano Alves Pereira. 2017. "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* 11 (8): 343–52.
- Baek, Hyun Jae, Chul Ho Cho, Jaegeol Cho, and Jong Min Woo. 2015. "Reliability of Ultra-Short-Term Analysis as a Surrogate of Standard 5-Min Analysis of Heart Rate

- Variability.” *Telemedicine and E-Health* 21 (5): 404–14.  
<https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0104>.
- Benetti, Marino, Ana Paula Sierra, Maria Augusta Peduti Dal’Molin Kiss, Ary José Rocco Junior, and Flávia Cunha Bastos. 2018. “Assessorias Esportivas e Prática de Corrida de Rua: Avaliação Do Cenário Na Cidade de São Paulo.” *Revista Brasileira de Educação Física e Esporte* 32 (1): 131–40. <https://doi.org/10.11606/1807-5509201800010131>.
- Bourdillon, Nicolas, Laurent Schmitt, Sasan Yazdani, Jean-Marc Vesin, and Grégoire P. Millet. 2017. “Minimal Window Duration for Accurate HRV Recording in Athletes.” *Frontiers in Neuroscience* 11 (AUG): 456. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00456>.
- Buchheit, Martin, and Paul B. Laursen. 2013. “High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part I: Cardiopulmonary Emphasis.” *Sports Medicine*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0029-x>.
- Bull, Fiona C., Salih S. Al-Ansari, Stuart Biddle, Katja Borodulin, Matthew P. Buman, Greet Cardon, Catherine Carty, et al. 2020. “World Health Organization 2020 Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour.” *British Journal of Sports Medicine*. BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102955>.
- Castaldo, R., L. Montesinos, P. Melillo, C. James, and L. Pecchia. 2019. “Ultra-Short Term HRV Features as Surrogates of Short Term HRV: A Case Study on Mental Stress Detection in Real Life.” *BMC Medical Informatics and Decision Making* 19 (1): 12. <https://doi.org/10.1186/s12911-019-0742-y>.
- Chang, Shih Chieh, Alessandra Adami, Hsin Chin Lin, Yin Chou Lin, Carl P.C. Chen, Tieh Cheng Fu, Chih Chin Hsu, and Shu Chun Huang. 2020. “Relationship between Maximal Incremental and High-Intensity Interval Exercise Performance in Elite Athletes.” *PLoS ONE* 15 (5): 1–18. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0226313>.
- Danieli, Aljoša, Lara Lusa, Nejka Potočnik, Bernard Meglič, Anton Grad, and Fajko F. Bajrović. 2014. “Resting Heart Rate Variability and Heart Rate Recovery after Submaximal Exercise.” *Clinical Autonomic Research* 24 (2): 53–61. <https://doi.org/10.1007/s10286-014-0225-2>.
- Esco, Michael R., Andrew A. Flatt, and Fábio Y. Nakamura. 2017. “Agreement Between a Smartphone Pulse Sensor Application and Electrocardiography for Determining LnRMSSD.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 31 (2): 380–85. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001519>.
- Flatt, Andrew A., and Michael R. Esco. 2016. “Heart Rate Variability Stabilization in Athletes: Towards More Convenient Data Acquisition.” *Clinical Physiology and Functional Imaging* 36 (5): 331–36. <https://doi.org/10.1111/cpf.12233>.
- Flatt, Andrew A., Michael R. Esco, Jeff R. Allen, James B. Robinson, Ryan L. Earley, Michael V. Fedewa, Amy Bragg, Clay M. Keith, and Jonathan E. Wingo. 2018. “Heart Rate Variability and Training Load Among National Collegiate Athletic Association Division 1 College Football Players Throughout Spring Camp.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (11): 3127–34. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002241>.

- Flatt, Andrew A., and Daniel Howells. 2019. "Effects of Varying Training Load on Heart Rate Variability and Running Performance among an Olympic Rugby Sevens Team." *Journal of Science and Medicine in Sport* 22 (2): 222–26. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.014>.
- Flatt, Andrew A., Daniel Howells, and Sean Williams. 2019. "Effects of Consecutive Domestic and International Tournaments on Heart Rate Variability in an Elite Rugby Sevens Team." *Journal of Science and Medicine in Sport* 22 (5): 616–21. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.022>.
- Gąsior, Jakub S., Bartosz Hoffmann, Luiz Eduardo Virgilio Silva, Łukasz Małek, Andrew A. Flatt, Rafał Baranowski, and Bożena Werner. 2020. "Changes in Short-Term and Ultra-Short Term Heart Rate, Respiratory Rate, and Time-Domain Heart Rate Variability Parameters during Sympathetic Nervous System Activity Stimulation in Elite Modern Pentathletes—A Pilot Study." *Diagnostics* 10 (12): 1104. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10121104>.
- Glass S, Gregory B. 2007. *ACSM's Metabolic Calculations Handbook*. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins.
- Haddad, H. Al, P. B. Laursen, D. Chollet, S. Ahmaidi, and M. Buchheit. 2011. "Reliability of Resting and Postexercise Heart Rate Measures." *International Journal of Sports Medicine* 32 (8): 598–605. <https://doi.org/10.1055/s-0031-1275356>.
- Hochman, Bernardo, Fabio Xerfan Nahas, Renato Santos De Oliveira Filho, and Lydia Masako Ferreira. 2005. "Research Designs." *Acta Cirurgica Brasileira* 20 (SUPPL. 2): 2–9. <https://doi.org/10.1590/s0102-86502005000800002>.
- Hoffmann, Bartosz, Andrew A. Flatt, Luiz Eduardo Virgilio Silva, Marcel Młyńczak, Rafał Baranowski, Ewelina Dziedzic, Bożena Werner, and Jakub S. Gąsior. 2020. "A Pilot Study of the Reliability and Agreement of Heart Rate, Respiratory Rate and Short-Term Heart Rate Variability in Elite Modern Pentathlon Athletes." *Diagnostics* 10 (10): 833. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10100833>.
- Holzman, Jacob B., and David J. Bridgett. 2017. "Heart Rate Variability Indices as Bio-Markers of Top-down Self-Regulatory Mechanisms: A Meta-Analytic Review." *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2016.12.032>.
- Javaloyes, Alejandro, Jose Manuel Sarabia, Robert Patrick Lamberts, and Manuel Moya-Ramon. 2019. "Training Prescription Guided by Heart-Rate Variability in Cycling." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 14 (1): 23–32. <https://doi.org/10.1123/IJSP.2018-0122>.
- Jones, Andrew M., and Jonathan H. Doust. 1996. "A 1% Treadmill Grade Most Accurately Reflects the Energetic Cost of Outdoor Running." *Journal of Sports Sciences* 14 (4): 321–27. <https://doi.org/10.1080/02640419608727717>.
- Kaikkonen, Piia, Esa Hynynen, Theresa Mann, Heikki Rusko, Ari Nummela, and Dag Linnarsson. 2012. "Heart Rate Variability Is Related to Training Load Variables in Interval Running Exercises." *European Journal of Applied Physiology* 112 (3): 829–38. <https://doi.org/10.1007/s00421-011-2031-z>.

- Kiss, Orsolya, Nóra Sydó, Péter Vargha, Hajnalka Vágó, Csilla Czibalmos, Eszter Édes, Endre Zima, et al. 2016. "Detailed Heart Rate Variability Analysis in Athletes." *Clinical Autonomic Research* 26 (4): 245–52. <https://doi.org/10.1007/s10286-016-0360-z>.
- Kuipers H, Rietjens G, Verstappen F, Schoenmakers H, and Hofman G. 2003. "Effect of Stage Duration in Incremental Running Tests on Physiological Variables." *Int J Sports Med* 24 (7): 486–91.
- Laborde, Sylvain, Emma Mosley, and Julian F. Thayer. 2017. "Heart Rate Variability and Cardiac Vagal Tone in Psychophysiological Research - Recommendations for Experiment Planning, Data Analysis, and Data Reporting." *Frontiers in Psychology*. Frontiers Research Foundation. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00213>.
- Lehrer, Paul, Karenjot Kaur, Agratta Sharma, Khushbu Shah, Robert Huseby, Jay Bhavsar, and Yingting Zhang. 2020. "Heart Rate Variability Biofeedback Improves Emotional and Physical Health and Performance: A Systematic Review and Meta Analysis." *Applied Psychophysiology Biofeedback*. Springer. <https://doi.org/10.1007/s10484-020-09466-z>.
- MacIorowska, Małgorzata, Paweł Krzesiński, Robert Wierzbowski, and Grzegorz Gielerak. 2020. "Heart Rate Variability in Patients with Hypertension: The Effect of Metabolic Syndrome and Antihypertensive Treatment." *Cardiovascular Therapeutics* 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8563135>.
- Malik, Marek, A. John Camm, J. Thomas Bigger, Günter Breithardt, Sergio Cerutti, Richard J. Cohen, Philippe Coumel, et al. 1996. "Heart Rate Variability: Standards of Measurement, Physiological Interpretation, and Clinical Use." *Circulation* 93 (5): 1043–65. <https://doi.org/10.1161/01.cir.93.5.1043>.
- Nakamura, Fábio Y., Pedro Antunes, Célia Nunes, Júlio A. Costa, Michael R. Esco, and Bruno Travassos. 2020. "Heart Rate Variability Changes From Traditional vs. Ultra-Short-Term Recordings in Relation to Preseason Training Load and Performance in Futsal Players." *Journal of Strength and Conditioning Research* 34 (10): 2974–81. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002910>.
- Nakamura, Fabio Y., Andrew A. Flatt, Lucas A. Pereira, Rodrigo Ramirez-Campillo, Irineu Loturco, and Michael R. Esco. 2015. "Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Is Sensitive to Training Effects in Team Sports Players." *Journal of Sports Science and Medicine* 14 (3): 602–5.
- Pereira, Lucas A., Andrew A. Flatt, Rodrigo Ramirez-Campillo, Irineu Loturco, and Fabio Y. Nakamura. 2016. "Assessing Shortened Field-Based Heart-Rate-Variability-Data Acquisition in Team-Sport Athletes." *International Journal of Sports Physiology and Performance* 11 (2): 154–58. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2015-0038>.
- Plews, Daniel J., Paul B. Laursen, Andrew E. Kilding, and Martin Buchheit. 2012. "Heart Rate Variability in Elite Triathletes, Is Variation in Variability the Key to Effective Training A Case Comparison." *European Journal of Applied Physiology* 112 (11): 3729–41. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2354-4>.
- Plews, Daniel J., Paul B. Laursen, Jamie Stanley, Andrew E. Kilding, and Martin Buchheit. 2013. "Training Adaptation and Heart Rate Variability in Elite Endurance Athletes:

- Opening the Door to Effective Monitoring.” *Sports Medicine*. Sports Med. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>.
- Quintana, D S, G A Alvares, and J A J Heathers. 2016. “Guidelines for Reporting Articles on Psychiatry and Heart Rate Variability (GRAPH): Recommendations to Advance Research Communication.” *Translational Psychiatry* 2016 6:5 6 (5): e803–e803. <https://doi.org/10.1038/tp.2016.73>.
- Sant’Ana, Leandro, Maurício Gáttas Bara-Filho, and Jeferson Macedo Vianna. 2021. “Monitoramento Da Carga de Treinamento Na Corrida: Aspectos Fisiológicos e Metodológicos Na Aplicabilidade Prática Desta Modalidade: Monitoramento Da Carga de Treinamento Na Corrida.” *Research, Society and Development* 10 (9): e23110916986. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i9.16986>.
- Sassi, Roberto, Sergio Cerutti, Federico Lombardi, Marek Malik, Heikki V. Huikuri, Chung Kang Peng, Georg Schmidt, and Yoshiharu Yamamoto. 2015. “Advances in Heart Rate Variability Signal Analysis: Joint Position Statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association Co-Endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society.” *Europace* 17 (9): 1341–53. <https://doi.org/10.1093/europace/euv015>.
- Sheykhlovand, Mohsen, Mohammadali Gharaat, Erfan Khalili, Hamid Agha-Alinejad, Farhad Rahmaninia, and Hamid Arazi. 2018. “Low-Volume High-Intensity Interval versus Continuous Endurance Training: Effects on Hematological and Cardiorespiratory System Adaptations in Professional Canoe Polo Athletes.” *Journal of Strength and Conditioning Research* 32 (7): 1852–60. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002112>.
- Standard, KHRV. 2021. “Kubios HRV Software.” *Kubios.Com*. [https://www.kubios.com/downloads/Kubios\\_HRV\\_Users\\_Guide.pdf](https://www.kubios.com/downloads/Kubios_HRV_Users_Guide.pdf).
- Stöggl, Thomas L., and Billy Sperlich. 2019. “Editorial: Training Intensity, Volume and Recovery Distribution Among Elite and Recreational Endurance Athletes.” *Frontiers in Physiology* 10 (MAY): 592. <https://doi.org/10.3389/fphys.2019.00592>.
- Susta, Davide. 2020. *Triathlon Medicine*. *Triathlon Medicine*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-22357-1>.
- Tarvainen, Mika P., Juha Pekka Niskanen, Jukka A. Lipponen, Perttu O. Ranta-aho, and Pasi A. Karjalainen. 2014. “Kubios HRV - Heart Rate Variability Analysis Software.” *Computer Methods and Programs in Biomedicine* 113 (1): 210–20. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>.
- Thompson, Walter R. 2021. “Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021.” *ACSM’s Health and Fitness Journal* 25 (1): 10–19. <https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000631>.
- Thuany, M., Gomes, T. N., Estevam, L. C., and Almeida, M. B. D. 2021. “Crescimento do número de corridas de rua e perfil dos participantes no Brasil.” *Atividade Física, Esporte e Saúde: Temas Emergentes, 1*. <https://doi.org/10.46898/RFB.9786558890980.9>.
- Vanderlei, Luiz Carlos Marques, Carlos Marcelo Pastre, Rosângela Akemi Hoshi, Tatiana Dias de Carvalho, and Moacir Fernandes de Godoy. 2009. “Basic Notions of Heart Rate

Variability and Its Clinical Applicability.” *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery* 24 (2): 205–17. <https://doi.org/10.1590/s0102-76382009000200018>.

Wiewelhove, Thimo, Christoph Schneider, Alina Schmidt, Alexander Döweling, Tim Meyer, Michael Kellmann, Mark Pfeiffer, and Alexander Ferrauti. 2018. “Active Recovery After High-Intensity Interval-Training Does Not Attenuate Training Adaptation.” *Frontiers in Physiology* 9 (APR): 415. <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.00415>.

## 5. REFERÊNCIAS

- 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, 14 maio 2020. <http://dx.doi.org/10.31501/rbpe.v9i3.11021>
- ARAÚJO, L. M. DE et al. Variabilidade da Frequência Cardíaca como biomarcador do estresse: revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 12, p. e34991211125, 22 dez. 2020. <https://orcid.org/0000-0001-5833-3092>
- AYUSO-MORENO, R. et al. Heart rate variability and pre-competitive anxiety according to the demanding level of the match in female soccer athletes. **Physiology & Behavior**, v. 222, p. 112926, 1 ago. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2020.112926>
- BAEK, H. J. et al. Reliability of ultra-short-term analysis as a surrogate of standard 5-min analysis of heart rate variability. **Telemedicine and e-Health**, v. 21, n. 5, p. 404–414, 1 maio 2015. <https://doi.org/10.1089/tmj.2014.0104>
- BAEVSKY, R. M., AND A. P. B. “Methodical Recommendations Use Kardivar System for Determination of the Stress Level and Estimation of the Body Adaptability Standards of Measurements and Physiological Interpretation.” 2009.
- BENETTI, M. et al. Assessorias esportivas e prática de corrida de rua: avaliação do cenário na cidade de São Paulo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 32, n. 1, p. 131–140, 2018. <https://doi.org/10.11606/1807-5509201800010131>.
- BOURDILLON, N. et al. Minimal Window Duration for Accurate HRV Recording in Athletes. **Frontiers in Neuroscience**, v. 11, n. AUG, p. 456, 10 ago. 2017. <https://doi.org/10.3389/fnins.2017.00456>.
- 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, 1 jun. 2019. <https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000001934>.
- CHEN, Yung-Sheng et al. Ultra-short-term and short-term heart rate variability recording during training camps and an international tournament in U-20 national futsal players. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 3, p. 775, 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17030775>.
- CHEN, Yung-Sheng et al. Agreement of ultra-short-term heart rate variability recordings during overseas training camps in under-20 national futsal players. **Frontiers in psychology**, v. 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.621399>.
- COMPOSTELLA, L. et al. Does heart rate variability correlate with long-term prognosis in myocardial infarction patients treated by early revascularization? **World Journal of Cardiology**, v. 9, n. 1, p. 27, 2017. <https://doi.org/10.4330/wjc.v9.i1.27>.
- DE FREITAS, Victor H. et al. Sensitivity of the Yo-Yo Intermittent Recovery Test and

cardiac autonomic responses to training in futsal players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 10, n. 5, p. 553-558, 2015. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2014-0365>.

DE SOUZA CAMPOS, Fernando et al. HIIT Models in Addition to Training Load and Heart Rate Variability Are Related With Physiological and Performance Adaptations After 10-Weeks of Training in Young Futsal Players. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 2021. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.636153>

ESCO, M. R. et al. Ultra-shortened time-domain HRV parameters at rest and following exercise in athletes: an alternative to frequency computation of sympathovagal balance. **European Journal of Applied Physiology**, v. 118, n. 1, p. 175–184, 1 jan. 2018. <https://doi.org/10.1007/s00421-017-3759-x>

FLATT, A. A. et al. Heart Rate Variability and Training Load Among National Collegiate Athletic Association Division 1 College Football Players Throughout Spring Camp. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 11, p. 3127–3134, nov. 2018. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002241>

FLATT, A. A.; ESCO, M. R.; NAKAMURA, F. Y. Individual heart rate variability responses to preseason training in high level female soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 2, p. 531–538, 1 fev. 2017. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001482>.

FLATT, A. A.; HOWELLS, D. Effects of varying training load on heart rate variability and running performance among an Olympic rugby sevens team. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 2, p. 222–226, 1 fev. 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.07.014>.

FLATT, A. A.; HOWELLS, D.; WILLIAMS, S. Effects of consecutive domestic and international tournaments on heart rate variability in an elite rugby sevens team. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 5, p. 616–621, 1 maio 2019. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2018.11.022>.

GAŚIÓR, J. S. et al. Changes in Short-Term and Ultra-Short Term Heart Rate, Respiratory Rate, and Time-Domain Heart Rate Variability Parameters during Sympathetic Nervous System Activity Stimulation in Elite Modern Pentathlons—A Pilot Study. **Diagnostics**, v. 10, n. 12, p. 1104, 17 dez. 2020. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10121104>

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., , 1 fev.2017. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2016.11.027>.

HUNG, C.-H. et al. Post-Exercise Recovery of Ultra-Short-Term Heart Rate Variability after Yo-Yo Intermittent Recovery Test and Repeated Sprint Ability Test. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 17, n. 11, p. 4070, 7 jun. 2020. <https://doi.org/10.3390/ijerph17114070>

JAVALOYES, A. et al. Training Prescription Guided by Heart-Rate Variability in

Cycling. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 14, n. 1, p. 23–32, 1 jan. 2019. <https://doi.org/10.1123/ijsp.2018-0122>

KIM, J. W.; SEOK, H. S.; SHIN, H. Is Ultra-Short-Term Heart Rate Variability Valid in Non-static Conditions? **Frontiers in Physiology**, v. 12, p. 421, 30 mar. 2021. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.596060>.

KISS, O. et al. Detailed heart rate variability analysis in athletes. **Clinical Autonomic Research**, v. 26, n. 4, p. 245–252, 1 ago. 2016. <https://doi.org/10.1007/s10286-016-0360-z>.

KREJČÍ, Jakub; BOTEK, Michal; MCKUNE, Andrew J. Stabilization period before capturing an ultra-short vagal index can be shortened to 60 s in endurance athletes and to 90 s in university students. **PloS one**, v. 13, n. 10, p. e0205115, 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0205115>

MACIOROWSKA, M. et al. Heart Rate Variability in Patients with Hypertension: The Effect of Metabolic Syndrome and Antihypertensive Treatment. **Cardiovascular Therapeutics**, v. 2020, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8563135>

MALIK, M. et al. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043–1065, 1 mar. 1996. <https://doi.org/10.1161/01.cir.93.5.1043>

MUNOZ, M. L. et al. Validity of (Ultra-)Short Recordings for Heart Rate Variability Measurements. **PLOS ONE**, v. 10, n. 9, p. e0138921, 28 set. 2015. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138921>.

NAKAMURA, F. Y. et al. Ultra-short-term heart rate variability is sensitive to training effects in team sports players. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 14, n. 3, p. 602–605, 1 set. 2015. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26336347/>.

NAKAMURA, F. Y. et al. Adequacy of the Ultra-Short-Term HRV to Assess Adaptive Processes in Youth Female Basketball Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 56, n. 1, p. 73–80, 25 fev. 2017. <https://doi.org/10.1515/hukin-2017-0024>.

NAKAMURA, F. Y. et al. Heart Rate Variability Changes From Traditional vs. Ultra-Short-Term Recordings in Relation to Preseason Training Load and Performance in Futsal Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 34, n. 10, p. 2974–2981, 1 out. 2020. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000002910>.

NARDELLI, M. et al. Reliability of lagged poincaré plot parameters in ultrashort heart rate variability series: Application on affective sounds. **IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics**, v. 22, n. 3, p. 741–749, 1 maio 2018. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2017.2694999>.

NUNAN, David; SANDERCOCK, Gavin RH; BRODIE, David A. A quantitative systematic review of normal values for short-term heart rate variability in healthy adults. **Pacing and clinical electrophysiology**, v. 33, n. 11, p. 1407–1417, 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1540-8159.2010.02841.x>.

PECCHIA, Leandro et al. Are ultra-short heart rate variability features good surrogates of short-term ones? State-of-the-art review and recommendations. **Healthcare technology letters**, v. 5, n. 3, p. 94-100, 2018. <https://doi.org/10.1049/htl.2017.0090>

PEREIRA, L. A. et al. Assessing shortened field-based heart-rate-variability-data acquisition in team-sport athletes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 11, n. 2, p. 154–158, 1 mar. 2016. <https://doi.org/10.1123/ijspp.2015-0038>

PLEWS, D. J. et al. Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training A case comparison. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 11, p. 3729–3741, nov. 2012. <https://doi.org/10.1007/s00421-012-2354-4>.

PLEWS, D. J. et al. **Training adaptation and heart rate variability in elite endurance athletes: Opening the door to effective monitoring** *Sports Medicine*, , set. 2013. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0071-8>

RODRIGUES, N. G. et al. Avaliação da modulação autonômica da frequência cardíaca de pacientes com doença renal crônica em hemodiálise: estudo preliminar. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 28, n. 2, p. 151–158, 17 set. 2021. <https://doi.org/10.1590/1809-2950/20001828022021>

SANGNES, D. A. et al. Pancreatic exocrine insufficiency in diabetes is associated with autonomic dysfunction. v. 56, n. 10, p. 1222–1228, 2021. <https://doi.org/10.1080/00365521.2021.1957496>

SANTOS, C. C. B. Corrida de rua: variação da pressão arterial na periodização do treinamento de atletas amadores. **Scire Salutis**, v. 6, n. 1, p. 35–51, 13 ago. 2016. <https://doi.org/10.6008/SPC2236-9600.2016.001.0002>

SASSI, R. et al. Advances in heart rate variability signal analysis: Joint position statement by the e-Cardiology ESC Working Group and the European Heart Rhythm Association co-endorsed by the Asia Pacific Heart Rhythm Society. **Europace**, v. 17, n. 9, p. 1341–1353, 29 jul. 2015. <https://doi.org/10.1093/europace/euv015>.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **Frontiers in Public Health**, v. 5, p. 258, 28 set. 2017. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>.

STANDARD, K. Kubios HRV Software. **kubios.com**, 2021. [https://www.kubios.com/downloads/Kubios\\_HRV\\_Users\\_Guide.pdf](https://www.kubios.com/downloads/Kubios_HRV_Users_Guide.pdf).

TARVAINEN, M. P. et al. Kubios HRV - Heart rate variability analysis software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 113, n. 1, p. 210–220, 1 jan. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.cmpb.2013.07.024>.

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2020. **ACSM's Health**

**and Fitness Journal**, v. 23, n. 6, p. 10–18, 1 nov. 2019.

<https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000526>

THOMPSON, W. R. Worldwide Survey of Fitness Trends for 2021. **ACSM's Health and Fitness Journal**, v. 25, n. 1, p. 10–19, 1 jan. 2021.

<https://doi.org/10.1249/FIT.0000000000000631>

THUANY, Mabliny et al. Crescimento do número de corridas de rua e perfil dos participantes no Brasil. **Atividade física, esporte e saúde: temas emergentes**, v. 1, 2021. <https://doi.org/10.46898/RFB.9786558890980.9>.

TREVISAN, I. B. et al. Sleep quality associated with habitual physical activity level and autonomic nervous system of smokers. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 116, n. 1, p. 26–35, 2021. <http://hdl.handle.net/11449/208398>

VANDERLEI, L. C. M. et al. Basic notions of heart rate variability and its clinical applicability. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 24, n. 2, p. 205–217, 1 jun. 2009. <https://doi.org/10.1590/s0102-76382009000200018>.

WHITE, D. W.; RAVEN, P. B. Autonomic neural control of heart rate during dynamic exercise: revisited. **The Journal of Physiology**, v. 592, n. 12, p. 2491–2500, 15 jun. 2014. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2014.271858>

**6. ANEXO: PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA/MG.**



**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

**Apresentação do Projeto:**

Trata-se de análise de respostas às pendências apontadas no parecer consubstanciado número 3.347.522, de 25 de Maio de 2019.

Segundo os pesquisadores:

A grande maioria dos jogadores de futebol inicia no esporte muito jovem, ainda na infância ou na adolescência, e ao longo do tempo são submetidos a diversos e diferentes programas de treinamento. Neste contexto, o trabalho desenvolvido com estes jovens atletas, quase sempre visa apenas melhorias nos aspectos esportivo, negligenciando a fase de desenvolvimento e maturação em que se encontra. As altas cargas e intensidades impostas pelos treinamentos e jogos, podem ao longo da vida destes atletas virem a contribuir diretamente ou indiretamente para o desenvolvimento de lesões e possíveis patologias.

**Objetivo:**

-Avaliar os efeitos de um programa de treinamento de alta intensidade (HIIT) com e sem a suplementação de leucina, na performance de atletas, em uma proposta de periodização de 04 semanas, em jogadores de futebol da categoria sub 17 anos, e em corredores de rua adultos de

**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