



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

MARCO ANTONIO BASSO FILHO

**Efeitos agudos de diferentes intensidades de
treinamento físico sobre a cinética e variabilidade
da frequência cardíaca em jovens saudáveis**

**Goiânia
2018**

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS
DE TESES E
DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

1. Identificação do material bibliográfico: **Dissertação** **Tese**

2. Identificação da Tese ou Dissertação:

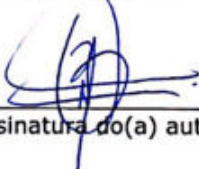
Nome completo do autor: MARCO ANTONIO BASSO FILHO

Título do trabalho: Efeitos agudos de diferentes intensidades de treinamento físico sobre a cinética e variabilidade da frequência cardíaca em jovens saudáveis.

3. Informações de acesso ao documento:

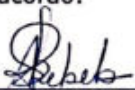
Concorda com a liberação total do documento **SIM** **NÃO**¹

Havendo concordância com a disponibilização eletrônica, torna-se imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.



Assinatura do(a) autor(a)²

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)²

Data: 30 / 04 / 2018

¹ Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. A extensão deste prazo suscita justificativa junto à coordenação do curso. Os dados do documento não serão disponibilizados durante o período de embargo.

- Casos de embargo:
- Solicitação de registro de patente
 - Submissão de artigo em revista científica
 - Publicação como capítulo de livro
 - Publicação da dissertação/tese em livro

²A assinatura deve ser escaneada.

MARCO ANTONIO BASSO FILHO

**Efeitos agudos de diferentes intensidades de
treinamento físico sobre a cinética e
variabilidade da frequência cardíaca em jovens
saudáveis**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ciências
da Saúde da Universidade Federal de
Goiás para obtenção do Título de Mestre
em Ciências da Saúde.

Orientadora: Dra. Ana Cristina Silva Rebelo

**Goiânia
2018**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Basso Filho, Marco Antonio

Efeitos agudos de diferentes intensidades de treinamento físico sobre a cinética e variabilidade da frequência cardíaca em jovens saudáveis [manuscrito] / Marco Antonio Basso Filho. - 2018.

55 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Ana Cristina Silva Rebelo.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Faculdade de Medicina (FM), Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Goiânia, 2018.

Bibliografia. Anexos. Apêndice.

Inclui siglas, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Treinamento físico. 2. Treinamento intervalado de alta intensidade. 3. Variabilidade da Frequência Cardíaca. 4. Jovens. I. Silva Rebelo, Ana Cristina, orient. II. Título.

CDU 61

Ata de Defesa de Dissertação de Mestrado realizada por **Marco Antônio Basso Filho**. Aos vinte e oito dias do mês de março de 2018, às 09:00 hs, reuniu-se na Sala 05 - Faculdade de Medicina /UFG, a Comissão Julgadora infra nomeada para proceder ao julgamento da Defesa de Dissertação de Mestrado intitulada: "**Avaliação dos efeitos agudos de diferentes intensidades de exercício físico sobre a cinética da frequência cardíaca**", como parte de requisitos necessários à obtenção do título de Mestre, área de concentração **Dinâmica do Processo Saúde-Doença**. A Presidente da Comissão julgadora, **Profa. Dra. Ana Cristina Silva Rebelo**, iniciando os trabalhos concedeu à palavra ao candidato, para exposição em até **50** minutos do seu trabalho. A seguir, a senhora presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos Examinadores, os quais passaram a arguir o candidato durante o prazo máximo de 30 minutos, assegurando-se ao mesmo igual prazo para responder aos Senhores Examinadores. Ultimada a arguição que se desenvolveu nos termos regimentais, a Comissão, em sessão secreta, expressou seu Julgamento, considerando o candidato aprovado ou reprovado.

Banca Examinadora

Profa. Dra. Ana Cristina Silva Rebelo - Presidente
Profa. Dra. Gabrielly Craveiro Ramos – Membro
Profa. Dra. Priscila Valverde de Oliveira Vitorino – Membro
Profa. Dra. Maria Sebastiana Silva– Suplente
Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Pedrino - Suplente

Aprovado(a)/Reprovado(a)

APROVADO
APROVADO
Aprovado

Em face do resultado obtido, a Comissão Julgadora considerou o candidato **Marco Antônio Basso Filho** () Habilitado () Não habilitado. Nada mais havendo a tratar, eu, **Profa. Dra. Ana Cristina Silva Rebelo**, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme foi por todos assinada.

Assinatura:

Profa. Dra. Ana Cristina Silva Rebelo - Presidente
Profa. Dra. Gabrielly Craveiro Ramos – Membro
Profa. Dra. Priscila Valverde de Oliveira Vitorino – Membro
Profa. Dra. Maria Sebastiana Silva– Suplente
Prof. Dr. Gustavo Rodrigues Pedrino - Suplente

[Assinatura]
[Assinatura]
[Assinatura]

A banca examinadora aprovou a seguinte alteração no título da Dissertação:

EFEITOS AGUDOS DE DIFERENTES INTENSIDADES DE TREINAMENTO
FÍSICO SOBRE A CINÉTICA E VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA
CARDÍACA EM JOVENS SAUDÁVEIS.



Marco Antônio Basso Filho

**Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde
da Universidade Federal de Goiás**

BANCA EXAMINADORA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Aluno: Marco Antonio Basso Filho

Orientadora: Dra. Ana Cristina Silva Rebelo

Membros:

1. Dra. Ana Cristina Silva Rebelo

2. Dra. Gabrielly Craveiro Ramos

3. Dra. Priscila Valverde de Oliveira Vitorino

OU

4. Dra. Maria Sebastiana Silva

5. Dr. Gustavo Rodrigues Pedrino

Data: 28/03/2018

...ele escolheu ser forte, clamou por sabedoria e entendimento, procurou honrar sua família, agradeceu pelas conquistas e aprendizados e sempre confiou ao PAI. “Toda honra e toda a glória a ti Senhor”!

AGRADECIMENTOS

Ao Deus em que creio e confio.

À minha esposa, Mari, pelo apoio, força, compreensão e dedicação para a realização deste objetivo. Te amo!

Aos meus pais e irmãos, pelo incentivo em crescimento e desenvolvimento. Vocês são os meus alicerces!

À professora e orientadora, Dra. Ana Cristina Rebelo pela oportunidade, dedicação e ensinamentos.

Aos participantes da pesquisa, por cederem seu tempo sempre com disposição.

Aos colegas dos laboratórios LAFINS e NUPREC. Vocês fazem parte desta história!

Obrigado meu Deus por mais esta conquista!

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1 EXERCÍCIOS INTERMITENTES: DEFINIÇÃO E APLICABILIDADE.....	4
2.1.1 TREINO CONTÍNUO DE MODERADA INTENSIDADE.....	4
2.1.2 TREINOS INTERVALADOS.....	5
2.1.3 TREINO CONTÍNUO DE MODERADA INTENSIDADE VS INTERVALADO.....	7
2.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	9
3 OBJETIVOS.....	12
3.1 OBJETIVO GERAL.....	12
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
4 MÉTODOS.....	13
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO.....	13
4.2 CASUÍSTICA.....	13
4.3 ASPECTOS ÉTICOS.....	15
4.4 AVALIAÇÃO CLÍNICA E INTERVENÇÃO.....	15
4.4.1 AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA.....	16
4.4.2 AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIOVASCULAR.....	16
4.4.3 AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA.....	16
4.4.4 AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	18
4.5 ANÁLISE DOS DADOS.....	18
4.5.1 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA.....	18
4.5.2 ANÁLISE DA F_{Con}	19
4.5.3 ANÁLISE EXPONENCIAL F_{Coff}	19
4.5.4 ANÁLISE LINEAR DA F_{Coff}	21
4.6 PROTOCOLOS DE TREINOS FÍSICOS.....	22

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	23
5 RESULTADOS.....	24
6 DISCUSSÃO.....	31
7 APLICABILIDADE E LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	40
8 CONCLUSÃO.....	41
REFERÊNCIAS.....	42
ANEXOS.....	52

TABELAS, FIGURAS E ANEXOS

Figura 1: Sugestão de caracterização do HIIT.....	6
Figura 2: Representação da atividade do SNA nas transições repouso-exercício- recuperação	11
Figura 3: Metodologia de avaliação.....	14
Figura 4: Ilustração da resposta da FC na transição exercício-recuperação	20
Figura 5: Representação dos treinos.	22
Figura 6: Comparação entre os deltas da frequência cardíaca por meio da análise linear da FC de recuperação.....	29
Figura 7: Comparação da FCpico entre os três protocolos avaliados.....	29
Figura 8: Análise monoexponencial da FCon.....	30
Figura 9: Análise monoexponencial da FCoff.....	30
Quadro 1: Escala de percepção subjetiva de esforço	17
Tabela 1: Características antropométricas, aptidão cardiorrespiratória e modulação autônoma cardíaca dos participantes avaliados.....	24
Tabela 2: Comparação das variáveis cardiovasculares dos participantes submetidos ao HIIT longo, HIIT curto e TCMI antes e após o exercício.....	25
Tabela 3: Comparação da cinética da FC durante a fase repouso-exercício entre os protocolos HIIT longo, HIIT curto e TCMI.....	26
Tabela 4: Análise da VFC após os exercícios entre os protocolos HIIT longo, HIIT curto e TCMI.....	26
Tabela 5: Análise comparativa da aptidão cardiorrespiratória após a realização dos protocolos.....	27

SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

ACSM: *American College of Sports Medicine*

CC: circunferência da cintura

CEP: Comitê de Ética e Pesquisa

CNS: Conselho Nacional de Saúde

DPOC: doença pulmonar obstrutiva crônica

EC: eletrocardiograma

FC: frequência cardíaca

FCmax: frequência cardíaca máxima

FCoff: frequência cardíaca de recuperação

FFT: *Fast Fourier Transform*

HF: *high frequency*

HIIT: *high intensity interval training*

IR-R: intervalo R-R

LAFINS: Laboratório de Fisiologia e Nutrição e Saúde

LV: limiar ventilatório

IMC: índice de massa corporal

LAFINS: Laboratório de Fisiologia e Nutrição e Saúde

LF: *low frequency*

FEFD: Faculdade de Educação Física e Dança

LAC: Lactato

MC: massa corporal

O₂: oxigênio

PA: pressão arterial

PAD: pressão arterial diastólica

PAS: pressão arterial sistólica

RMSSD: raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos R-R normais adjacentes

RPE: avaliação do esforço perceptível

SDNN: desvio padrão de todos os intervalos R-R normais gravados em um intervalo de tempo

SD1: índice de registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento, definido pela dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade do plot de Poincaré

SD2: dispersão dos pontos ao longo da linha da identidade do plot de Poincaré

SNA: sistema nervoso autônomo

TCMI: treino contínuo de moderada intensidade

TECP: teste de esforço cardiopulmonar

TIA: treinamento intervalado aeróbio

TIS: treinamento intervalado Sprint

Tlim: tempo limite até a exaustão

TT: tempo de teste

UFG: Universidade Federal de Goiás

VFC: variabilidade da frequência cardíaca

$vVO_{2máx}$: velocidade associado ao $VO_{2máx}$

VO_2 : consumo de oxigênio

$VO_{2máx}$: consumo máximo de oxigênio

VO_{2pico} : consumo pico de oxigênio

RESUMO

Introdução: Estudos demonstram que o treino intervalado de alta intensidade (HIIT) promove melhorias equivalentes ou até mesmo superiores ao treinamento contínuo de moderada intensidade (TCMI). No entanto, o HIIT tem aplicações, abordagens e resultados divergentes na literatura em relação as suas repercussões fisiológicas e dos parâmetros que possam trazer mais segurança em sua prescrição. Neste contexto, a cinética e a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) representam as respostas fisiológicas do sistema nervoso autônomo (SNA) na modulação autonômica da frequência cardíaca (FC), assim como o $VO_{2máx}$ representa a capacidade funcional aeróbia e, nas transições repouso-exercício e exercício-recuperação, podem demonstrar a eficiência de diferentes treinos físicos na aptidão, adaptação, retirada vagal e hiperatividade simpática. **Objetivo:** Comparar os efeitos agudos de diferentes intensidades de treinamento físico sobre a cinética da FC e VFC, e capacidade funcional em jovens saudáveis fisicamente ativos. **Metodologia:** Ensaio clínico crossover realizado com 12 jovens do sexo masculino ativos fisicamente. O procedimento para obtenção dos dados ocorreu por 4 dias com intervalo de 48 horas entre esses dias. No 1º dia os participantes foram submetidos a avaliações, entre elas o teste de esforço cardiopulmonar (TECP), com a finalidade de verificar $VO_{2máx}$, identificar sua capacidade funcional aeróbia, bem como para prescrever os protocolos. Entre o 2º e o 4º dia foram realizados os três protocolos de exercícios: TCMI (exercício = 21 minutos contínuos a 70% da $vVO_{2máx}$), HIIT curto (exercício = 29 repetições de 30 segundos a 100% da $vVO_{2máx}$ e recuperação = 30 segundos passivos a 50% da $vVO_{2máx}$) e HIIT longo (exercício = 3 repetições de 4 minutos a 90% da $vVO_{2máx}$ e recuperação = 3 minutos a 60% da $vVO_{2máx}$). Os participantes realizaram 5 minutos de aquecimento a 55% da $vVO_{2máx}$ e ao término da sessão 3 minutos de recuperação a 50% da $vVO_{2máx}$. Os dados da gravação dos intervalos R-R foram registrados com o participante deitado em posição supina por 10 minutos antes do início dos testes e imediatamente após o término da recuperação dos testes em postura sentada por 3 minutos. O comportamento das variáveis FC, VFC e $VO_{2máx}$ foram verificados na transição repouso-exercício, durante o exercício e na transição exercício-recuperação. **Análise estatística:** A normalidade dos dados foi avaliada pelo Teste de Kolmogorov-Smirnov. Para avaliar a correlação entre os índices da VFC após cada protocolo de exercício e o VO_{2pico} foram utilizados o Teste de Correlação de Pearson ou o Teste de Correlação de Spearman. A ANOVA *twoway* foi utilizada para verificar as diferenças entre as variáveis obtidas em cada protocolo de exercício (índices da VFC e variáveis da aptidão cardiorrespiratória). Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. **Resultados:** A variável pressão arterial sistólica (PAS) mostrou menor valor no HIIT curto quando comparada ao HIIT longo ($p = 0.003$). A análise da cinética da FC_{on} demonstrou diferença estatística para a variável delta tempo (ΔT) ao compararmos o TCMI e HIIT longo ($p = 0.041$), observando que o TCMI promoveu maior lentificação na resposta da FC na transição repouso-exercício. A análise da VFC durante a fase de exercício-recuperação (*off*) mostrou-se diferente entre o HIIT longo *versus* TCMI e HIIT longo *versus* HIIT curto ($p < 0.005$ e $p = 0.012$, respectivamente), sendo que o HIIT longo mostrou maior modulação simpática e menor modulação parassimpática. A comparação das diferenças entre os deltas da FC_{off} , o HIIT longo apresentou menor redução da FC nos 60 segundos iniciais da recuperação quando

comparados ao HIIT curto e TCMI respectivamente, apresentado pelo delta 30 ($p < 0.001$ e $p = 0.034$, respectivamente) e Delta 60 ($p = 0.012$ e $p = 0.037$, respectivamente). A variável $VO_{2\text{pico}}$ apresentou maior valor no HIIT longo quando comparado ao TCMI e ao HIIT curto ($p = 0.028$ e $p < 0.001$, respectivamente). **Conclusão:** Na comparação intergrupos o TCMI apresentou melhores valores de FC na transição repouso-exercício e o HIIT longo obteve melhores resultados nas variáveis $VO_{2\text{pico}}$ e FC_{pico} . Em termos de VFC na transição exercício-recuperação, o HIIT curto demonstrou melhor adaptação na modulação autonômica enquanto o HIIT longo mostrou maior hiperatividade simpática e conseqüente sobrecarga cardíaca.

Palavras-chave: Treinamento físico. Treinamento intervalado de alta intensidade. Variabilidade da Frequência Cardíaca. Jovens.

ABSTRACT

Introduction: Studies show that high intensity interval training (HIIT) promotes improvements equivalent or even superior to continuous moderate intensity training (IMT). However, HIIT has divergent applications, approaches and results in the literature regarding its physiological repercussions and the parameters that may bring more safety in its prescription. In this context kinetics and heart rate variability (HRV) represent the physiological responses of the autonomic nervous system (ANS) in cardiac autonomic heart rate (HR) modulation, as well as VO₂max represents the aerobic functional capacity and, in the rest-exercise transitions and exercise-recovery, can demonstrate the efficiency of different physical training in fitness, adaptation, vagal withdrawal and sympathetic hyperactivity. **Objective:** To compare the acute effects of different intensities of physical training on the kinetics of HR and HRV, and functional capacity in healthy physically active youngsters. **Objective:** To compare the acute effects of different intensities of physical training on the kinetics of HR and HRV, and functional capacity in healthy physically active youngsters. **Methodology:** Clinical crossover performed with 12 physically active young males. The procedure to obtain the data occurred for 4 days with an interval of 48 hours between those days. On the 1st day the participants were submitted to evaluations including the cardiopulmonary exercise test (CPT) for the purpose of verifying VO₂max, identifying their aerobic functional capacity, as well as prescribing the protocols. Between the 2nd and 4th day, the three exercise protocols were performed: TCMI (exercise = 21 minutes continuous at 70% of vVO₂max), short HIIT (exercise = 29 repetitions of 30 seconds at 100% of vVO₂max and recovery = 30 seconds passive to 50% of vVO₂max) and long HIIT (exercise = 3 replicates of 4 minutes to 90% of vVO₂max and recovery = 3 minutes to 60% of vVO₂max). Participants performed 5 minutes of heating at 55% of vVO₂max and at the end of the session 3 minutes of recovery at 50% of vVO₂max. The recording data of the R-R intervals were recorded with the participant lying in the supine position for 10 minutes before the start of the tests and immediately after the recovery of the sit-in tests for 3 minutes. The behavior of the HR, HRV and VO₂max variables were verified in the rest-exercise transition, during exercise and in the exercise-recovery transition. **Statistical analysis:** The normality of the data was evaluated by the Komolgorov-Smirnov test. In order to evaluate the correlation between HRV indexes after each exercise protocol and VO₂peak, the Pearson Correlation Test or the Spearman Correlation Test were used. Two-way ANOVA was used to verify the differences between the variables obtained in each exercise protocol (HRV indices and cardiorespiratory fitness variables). Values of $p < 0.05$ were considered significant. **Results:** The systolic blood pressure (SBP) variable showed a lower value in the short HIIT when compared to the long HIIT ($p = 0.003$). The analysis of FCon kinetics showed a statistical difference for the delta time variable (ΔT) when we compared the IMT and the long HIIT ($p = 0.041$), observing that the IMT promoted a greater slowness in the HR response in the rest-exercise transition. The analysis of the HRV during the exercise-recovery phase (off) was different between the long HIIT versus the IMT and the long HIIT versus the short HIIT ($p < 0.005$ and $p = 0.012$, respectively), and the long HIIT showed greater sympathetic modulation and lower parasympathetic modulation. The comparison of the differences between the deltas of FCoff, the long HIIT showed a lower HR reduction in the initial 60 seconds of recovery when compared to the short

HIIT and IMT respectively, presented by delta 30 ($p < 0.001$ and $p = 0.034$, respectively) and Delta 60 ($p = 0.012$ and $p = 0.037$, respectively). The VO_{2peak} variable had a higher value in the long HIIT when compared to the IMT and the short HIIT ($p = 0.028$ and $p < 0.001$, respectively). **Conclusion:** In the intergroup comparison the IMT presented better HR values in the rest-exercise transition and the long HIIT obtained better results in the variables VO_{2peak} and FC_{peak} . In terms of HRV in the exercise-recovery transition the short HIIT demonstrated better adaptation in the autonomic modulation while the long HIIT showed greater sympathetic hyperactivity and consequent cardiac overload.

Keywords: Physical training. High intensity interval training. Variability of Heart Rate. Young.

1 INTRODUÇÃO

Praticar exercícios físicos de forma regular, estruturada e supervisionada é recomendação constante de pesquisas (DOMINGOS, 2014; RIBEIRO et al., 2016). Os benefícios são amplamente discutidos na melhoria das funções cardiorrespiratória, controle glicêmico e prevenção de doenças cardiovasculares (DOMINGOS, 2014). Apesar de comprovado e recomendado, o risco de morte súbita é significativamente maior durante e imediatamente após o exercício em comparação com os períodos de inatividade (ALBERT et al., 2000; SUNDARAM et al., 2008).

Estudos demonstram que o treino intervalado de alta intensidade (HIIT) promove melhorias equivalentes ou até mesmo superiores aos treinos contínuos de moderada intensidade (TCMI) nas funções cardiovasculares e respiratórias (BILLAT, 2001a; WISLOFF et al., 2007; GIBALA & MCGEE, 2008; GIBALA, 2012; CABRAL-SANTOS et al., 2015; WESTON et al., 2016).

Apesar de citado em protocolos de treinamento e reabilitação cardíaca, o HIIT tem aplicações, abordagens e resultados divergentes na literatura em relação a suas repercussões fisiológicas e dos parâmetros que possam trazer mais segurança em sua prescrição, principalmente no que diz respeito à duração, monitoramento e efeitos a curto e médio prazo sobre a recuperação do exercício (CARVALHO et al., 2004; VAZ et al., 2014).

São amplas as alterações fisiológicas que ocorrem durante e após a prática de exercícios físicos, o que torna necessário uma melhor compreensão destas variáveis tanto em relação ao seu comportamento quanto em sua aplicabilidade (DE SOUZA et al., 2012) uma vez que a reorganização destas funções é essencial para que a elaboração de novos estímulos ocorra com riscos reduzidos à saúde e que possibilitem o ganho de performance (CASTIES et al., 2006; COFFEY et al., 2004).

Realizar exercícios físicos promove o envolvimento de diversos sistemas, entre eles o autonômico, por meio de impulsos nervosos aferentes e eferentes, e o metabólico, devido às reações bioquímicas intracelulares (ACHARYA et al., 2005; BA et al., 2009; BURNLEY et al., 2006). O sistema nervoso autônomo (SNA) promove modificações no sistema cardiovascular como resposta ao exercício físico sendo o principal responsável pelas respostas cardíacas e vasomotoras exigidas pelo esforço,

impondo ao coração maior capacidade de bombeamento e, aos vasos, dilatação e constrição para redirecionamento de fluxo. Estes comportamentos são promovidos por alterações na atuação simpato-vagal, que consistem na inibição da atividade parassimpática e estimulação da modulação simpática. Finalizado o exercício, o quadro se inverte, envolvendo reativação vagal seguida por redução simpática, gradativamente restabelecendo a homeostase (HOSHI, 2009).

Um método utilizado para avaliar o comportamento autonômico é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), definida como o conjunto de oscilações periódicas e não-periódicas, normais e esperadas, dos batimentos cardíacos (HOSHI, 2009). A VFC representa as respostas fisiológicas do SNA sendo recurso não invasivo utilizado para avaliação da modulação autonômica cardíaca em indivíduos saudáveis, atletas ou portadores de doenças, principalmente cardiopatias (ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING, 1996).

Nesta transição exercício-recuperação, a frequência cardíaca de recuperação (FC_{off}) é um relevante marcador da aptidão cardiovascular. O comportamento autonômico na FC_{off} apresenta uma súbita reatividade vagal nos segundos iniciais pós-esforço (fase rápida) seguida por uma gradual redução autonômica simpática (fase lenta) (RUMENIG et al., 2007). Esta resposta temporal apresenta interessante valor prognóstico na população em geral (COLE et al., 1999) e em pacientes com insuficiência cardíaca (LINS et al., 2015), mas parece diferir em virtude da intensidade de esforço adotada (PAREKH & LEE, 2005).

A avaliação da cinética do oxigênio (O_2) também é parâmetro necessário na fase de recuperação pós-exercício. O teste de esforço cardiopulmonar (TECP) fornece dados que podem ser utilizados na prescrição de exercícios físicos individualizados. Dentre as variáveis analisadas, o consumo máximo de oxigênio ($VO_{2máx}$) reflete a máxima capacidade do indivíduo em absorver, transportar e consumir (O_2) (HERDY et al., 2016). Na fase de recuperação, a cinética de VO_2 aparece como uma variável de interesse associada ao retorno das reservas energéticas musculares, dos níveis de fosfato e dos níveis de oxigênio nos tecidos (SIMÕES et al., 2013).

Neste contexto, em que a falta de consensualidade na elaboração e execução de treino é agravada por um importante e determinante fator na vida das pessoas, o tempo, o HIIT ganha evidência e interesse da população pela efetividade e menor tempo de execução. Contudo, estudo realizado por Kravitz (2015) junto ao Colégio

Americano de Medicina do Esporte (ACSM) demonstrou preocupação de se investigar os efeitos agudos, subagudos e crônicos desse tipo de treinamento, atentando que este tem uma carga de trabalho de grande exigência mecânica e cardiocirculatória.

O entendimento sobre a dinâmica da recuperação contempla importante estratégia de interpretação e treinamento, individualizados, pois fornece informações que asseguram a prescrição de treinos adequados e em momentos corretos, ou seja, quando o organismo já se encontra recuperado e preparado para realizar nova atividade. Este período de regeneração previne lesões associadas à fadiga e favorece os processos de supercompensação e de ressíntese dos substratos energéticos (CASTIES et al., 2006, COFFEY et al., 2004).

Inspirado nestas observações, o presente estudo visa esclarecer os efeitos agudos de treinos intervalados e contínuo de moderada intensidade sobre a modulação autonômica cardíaca, cinética da FC e capacidade funcional aeróbia em jovens saudáveis e ativos com intuito de obter informações que possam embasar prescrições de exercícios seguras e personalizadas.

Ao compararmos estas variáveis em diferentes protocolos de treinamento com a mesma carga de trabalho, permite-se qualificar a presente pesquisa como inovadora, uma vez que os achados na literatura referente a esta abordagem são escassos, apesar da prescrição de HIITs serem uma constante em clínicas, academias e redes sociais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TREINAMENTOS: DEFINIÇÕES E APLICABILIDADE

2.1.1 TREINO CONTÍNUO DE MODERADA INTENSIDADE

O treino tradicional de *endurance* é caracterizado pela baixa a moderada intensidade e de longa duração (30 a 60 min de trabalho em intensidades que compreendam 50 a 85% da frequência cardíaca máxima ($FC_{m\acute{a}x}$) realizados de 3-5 vezes na semana), e tem sido prescrito para melhorar a aptidão aeróbia (POWERS e HOWLEY, 2009).

O Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM, 2001) recomendava 30 minutos ou mais de exercício contínuo de intensidade moderada (64-76% da frequência cardíaca máxima ou 46-63% do $VO_{2m\acute{a}x}$) preferencialmente todos os dias da semana para proteção contra doenças crônicas e pelo menos de 60 a 90 minutos de atividades físicas de intensidade moderada para melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Estudos de Wilmore e Costil (1988) e Rontoyannis (1998) já demonstravam melhora no transporte de oxigênio a nível celular e desenvolvimento da resistência aeróbia em treinos tipicamente aeróbios e aplicabilidade abaixo do limiar anaeróbio com intuito de evitar produção excessiva de ácido láctico.

Ao manter a frequência cardíaca a aproximadamente 70% da máxima o exercício aeróbio pode ser considerado suficientemente intenso para estimular efeitos salutareos positivos em indivíduos aptos, entre eles melhora na absorção de oxigênio (VO_{2pico}), aumento na densidade capilar de trabalho muscular, aumento no volume sanguíneo e diminuição na FC (KUBUKELI et al., 2002).Entretanto, não deve ser extenuante, pois quando muito prolongado, o treinamento pode resultar na síndrome de supertreinamento ou fadiga, afastando o praticante do treinamento por tempo considerável (SHEPARD e ASTRAND, 1993).

Estudos apontam que sessões de exercícios de intensidade moderada durante 20 a 30 minutos, repetidas por várias semanas, promovem uma melhoria na

capacidade de resistência (BURGOMASTER et al., 2008; SLOAN et al., 2011; TALANIAN et al., 2007).

Programas de reabilitação e treinamento compostos por componentes de TCMI são considerados seguros e melhoram o prognóstico de indivíduos com doenças cardiovasculares. Foram identificadas melhorias nos sistemas cardiovascular e respiratório, nas funções musculoesqueléticas, resistência, qualidade de vida, sintomas de ansiedade e depressão, estresse e funções cognitivas em praticantes de exercícios físicos regulares e em indivíduos fisicamente ativos (RIBEIRO et al., 2016).

O TCMI tem efetividade comprovada por diversas pesquisas (POWERS e HOWLEY, 2009; SLOAN et al., 2011; RIBEIRO et al., 2016), porém é questionado por não ser motivante, exigir tempo para ser realizado e ser pouco efetivo para trabalhos que envolvem performance (GILLEN e GIBALA, 2013; CABRAL-SANTOS et al., 2015; WESTON et al., 2016).

2.1.2 TREINOS INTERVALADOS

O treinamento físico é definido como a participação sistemática em sessões de exercícios. Quando estes exercícios envolvem componentes intervalos de trabalho e de recuperação, intensidade, duração, séries e repetições, dentro de uma mesma sessão, é denominado treinamento intervalado (BILLAT, 2001a; LAURSEN e JENKINS, 2002; GIBALA e MCGEE, 2008).

O HIIT pode ser dividido em treinamento intervalado sprint (TIS), normalmente caracterizado por séries de 30 segundos em carga máxima (100% $vVO_{2máx}$), seguidas por quatro a cinco minutos de recuperação (50% $vVO_{2máx}$), e o treinamento intervalado aeróbio (TIA), por períodos mais longos de tempo de quatro minutos de trabalho de alta intensidade (80 - 95% $vVO_{2máx}$), seguidos por três a quatro minutos de recuperação, sendo realizados de quatro a seis ciclos em esteira ou cicloergômetro (BILLAT, 2001a; KESSLER et al. 2012, WESTON et al. 2014 e WISLOFF et al. 2007).

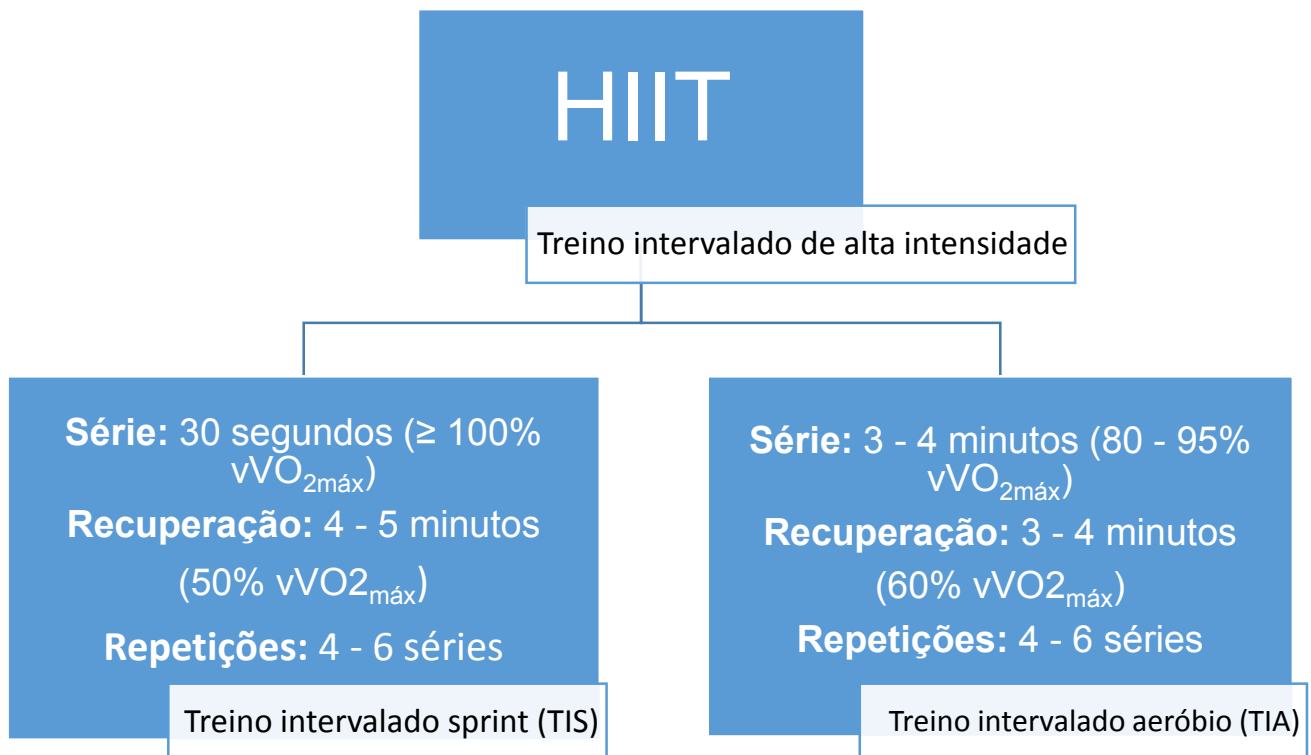


Figura 1: Sugestão de caracterização do HIIT. Fonte: Desenvolvimento próprio.

Outra variável importante na prescrição do HIIT é o tempo limite até a exaustão (Tlim), que refere ao tempo máximo que o indivíduo suporta em exercício em intensidade constante previamente determinada e definida a partir de percentuais da velocidade associado ao $VO_{2máx}$ ($vVO_{2máx}$) (BILLAT e KORALSZTEIN, 1996).

Castelo et al (2000) citam quatro protocolos possíveis de utilizar no treino intervalado dependendo do objetivo e planejamento de cada treino.

- Limiar anaeróbio (entre 65% e 90% da velocidade máxima);
- Potência aeróbia (a partir de 75% da velocidade máxima);
- Tolerância Láctica (85% e 99% da velocidade máxima);
- Potência Láctica (> 95% da velocidade máxima).

Desenvolvido para melhorar a performance de atletas, o HIIT tem sido tema recorrente de estudos e vem sofrendo alterações no intuito de ser aplicado a um maior número de pessoas (KESSLER et al., 2012; RIBEIRO, 2016; GAYDA et al., 2016; FLEG, 2016).

A realização de protocolos de alta intensidade exigem certo nível de condicionamento físico. O HIIT deve ser bem estruturado e adequado conforme os objetivos do praticante, suas potencialidades e limitações, e levando em consideração

que trabalhos de alta intensidade têm seus riscos físicos, metabólicos, cardiovasculares, entre outros (OLSON e TABATA, 2014).

A prescrição desta modalidade de treinamento necessita da compreensão do metabolismo cardiovascular e as respostas aos diferentes protocolos conduzidos com a mesma carga de trabalho, com diferentes tipos e durações de intervalos (GOSSELIN et al., 2012).

2.1.3 TREINO CONTÍNUO DE MODERADA INTENSIDADE VS INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE

Os treinos contínuo e intervalado promovem adaptações tanto no metabolismo musculoesquelético quanto no desempenho em esportes. Estas adaptações incluem melhora no $VO_{2máx}$, melhora na função aeróbia, aumento no conteúdo de marcadores mitocondriais, capacidade oxidativa, reservas de glicogênio e triglicerídeos intramusculares, densidade capilar e oxidação lipídica, e redução no nível de substrato da fosforilação – fosfocreatina e glicogênio (SCRIBBANS et al., 2014).

Pesquisas como de Gibala et al. (2006) demonstraram que duas semanas de HIIT promoveram melhoras no desempenho físico e adaptação muscular em jovens saudáveis semelhantes ao treinamento de *endurance*, porém com tempo de execução significativamente menor.

Billat (2001a) e O'Brien et al (2008) analisaram em seus estudos os efeitos agudos do comportamento do VO_2 em protocolos de corrida contínua e intermitente. Verificaram que os modelos de exercício intermitente proporcionaram maior tempo de sustentação acima de 90% do $VO_{2máx}$.

Outros estudos também apresentaram adaptações similares ou superiores a programas de exercício aeróbios tradicionais (aumento do $VO_{2máx}$, melhora nos estoques de glicogênio e na oxidação de ácidos graxos musculares, e maior tolerância a exercícios de alta intensidade). Além disso, relatam também que o nível motivacional e de satisfação ligados ao HIIT é superior ao exercício contínuo moderado (GILLEN e GIBALA, 2013; CABRAL-SANTOS et al., 2015; WESTON et al., 2016).

Devido à maior intensidade do exercício, os treinos de alta intensidade exigem menor tempo de execução do que os treinos contínuos de moderada intensidade, porém com gasto energético equivalente. Referem que o TIA e TIS exigiram 15-20% menos tempo em comparação ao grupo TCMI. Estudos mostraram que o grupo TIA

executou apenas 20 minutos de sessão e demonstrou um aumento significativamente maior de $VO_{2máx}$ comparado com o grupo TCMI, que realizou uma hora de exercício (KESSLER et al., 2012).

Outras pesquisas referem o treinamento intervalado com os melhores resultados na capacidade aeróbia tendo como base os níveis de FC (ROECKER et al., 2002; ARNGRIMSSON et al., 2003; SABAPATHY et al., 2004), de $VO_{2máx}$ (TABATA et al., 1997; MILLET et al., 2003; TURNER et al., 2006), de lactato (STEPTO et al., 2001; MORRIS et al., 2003; SABAPATHY et al., 2004). Entretanto, alguns autores citam que em protocolo de cicloergômetro, tanto o treinamento contínuo quanto o intervalado possuem efeitos semelhantes em relação ao $VO_{2máx}$ (BERGER et al., 2006; GLAISTER et al., 2007).

Os benefícios do HIIT em coronariopatas são bem registrados (JUNEAU et al., 2014, FREYSSIN et al., 2012) e em específico na melhora no consumo máximo de oxigênio, considerado um preditor de óbito nestes pacientes (KAVANAGH et al., 2002). Esses resultados foram verificados como semelhantes (CONRAADS et al., 2015) ou mesmo mais efetivos em relação ao TCMI (ARENA et al., 2013; HAYKOWSKY et al., 2013; GIBALA et al., 2012; WISLOFF et al., 2007).

Entretanto estudos apontam o potencial risco de eventos adversos nas respostas fisiológicas agudas durante a realização de treinos de alta intensidade uma vez que o pico, repetições e carga de trabalho é maior em relação ao TCMI (ROGNMO et al., 2012; KETEVIAN, 2012; ARENA et al., 2013). Tschakert e Hofmann (2013) e Mezzani et al. (2012) citam que tanto os riscos, como os benefícios do HIIT podem variar de acordo com o protocolo utilizado.

As respostas fisiológicas agudas produzidas por protocolos de treinos intervalados específicos são marcadores relevantes de riscos para a saúde ou adaptações ao treinamento (TSCHAKERT et al., 2016). Neste contexto, Gibala et al. (2012) e Arena et al. (2013) ressaltam a relevância de identificar o treino de HIIT mais adequado em termos de eficiência, segurança e adaptação.

Pesquisas que refletem a resposta aguda a diferentes treinos são escassas. Em estudo realizado com cardiopatas não foi verificada diferenças essenciais na resposta aguda metabólica, cardíaca e hormonal entre os modos HIIT (MEYER et al., 1996), no entanto Guiraud et al. (2010) e Meyer et al. (2012) verificaram que o HIIT curto era mais eficiente em relação ao tempo de exaustão, o tempo gasto perto do

VO_{2max} , e a avaliação do esforço perceptível (RPE) em comparação com longos intervalos.

Estudo realizado por Tschakert et al. (2016) em pacientes cardiopatas, demonstrou que a resposta aguda do metabolismo e do VO_{2pico} foi maior durante o HIIT longo em comparação com HIIT curto e TCMI. Porém, o mesmo autor cita que indivíduos com capacidade funcional reduzida podem não tolerar o HIIT com intervalos longos e recuperação ativa, expondo a necessidade de uma prescrição personalizada. Sugere ao final da pesquisa novos estudos e investigações com abordagem mais consistente para a prescrição de exercícios.

2.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A FC é um importante parâmetro para o monitoramento das repercussões fisiológicas do exercício físico sobre o débito e controle autonômico cardíaco. Sua regulação ocorre pelo controle intrínseco do coração, fatores humorais e pela ação do SNA (PINHEIRO, 2005). A modulação da FC depende da integração das atividades simpáticas e parassimpáticas. Essas oscilações temporais entre duas contrações ventriculares consecutivas correspondem aos IR-R do eletrocardiograma (EC) sendo denominada VFC (BELLENGER et al., 2017; WILLIANS et al., 2017).

A modulação autonômica cardíaca é relevante não apenas no controle da FC, mas também da contratilidade cardíaca e da resistência vascular periférica, influenciando, portanto, o controle do débito cardíaco e pressão arterial média em diversas situações de esforço cardiovascular (ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING, 1996).

O controle autonômico ocorre entre balanço da atividade simpática e parassimpática (vagal) que atuam na automaticidade do nódulo sinusal, predominando o parassimpático durante o repouso com inibição progressiva durante o exercício, em que prevalece uma maior atividade simpática (PINHEIRO, 2005).

Uma boa adaptação aos estímulos recebido pelo SNA refletem em altos índices de VFC em repouso, demonstrando boa saúde e mecanismos autonômicos eficientes. Baixos índices de VFC em repouso indicam baixa adaptação e comprometimento dos mecanismos autonômicos, indicativo de melhor investigação de possíveis quadros desfavoráveis (BELLENGER et al., 2017).

A análise da VFC realizada por métodos lineares é estudada nos domínios do tempo e da frequência, com protocolos específicos para cada, avaliando de forma isolada o tônus vagal (ramo parassimpático) na transição entre o repouso e o exercício, e na retomada vagal após o exercício (ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING, 1996; VANDERLEI et al., 2009).

No domínio do tempo, expressa na unidade de tempo (milissegundos), mede-se cada IRR normal por um determinado intervalo de tempo e, baseado em métodos geométricos (média, desvio padrão e índices derivados do histograma ou do mapa de coordenadas cartesianas dos IRR), estimam-se os índices tradutores de flutuações na duração dos ciclos cardíacos (VANDERLEI et al., 2009).

O domínio da frequência, por sua vez, é realizado pela decomposição dos IRR que ocorre através do algoritmo de transformação rápida de Fourier(FFT), em diferentes amplitudes e frequências, sendo verificado em Hertz (Hz). Essa metodologia de análise espectral fornece diferentes informações sobre o controle neural e outras vias fisiológicas que modulam o ciclo cardíaco (ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING, 1996; VANDERLEI et al., 2009).

Os modelos não lineares correspondem com maior fidedignidade aos sistemas biológicos humanos, que são altamente irregulares e não podem ser explicados por métodos lineares. Essa imprevisibilidade do sistema, em que se mostram altamente sensíveis às condições iniciais e, apesar de tudo, são extremamente determinísticos, é descrita como teoria do caos (VANDERLEI et al., 2009).

O entendimento da recuperação da FC pós-treino é importante tópico na avaliação da resposta ao exercício. Ao término do esforço físico, especialmente durante os 30 segundos de recuperação, a reativação vagal é o principal responsável para o retorno das funções basais. A diminuição da FC pós-esforço pode ser retardada por este desequilíbrio autonômico (RAMOS et al., 2013).

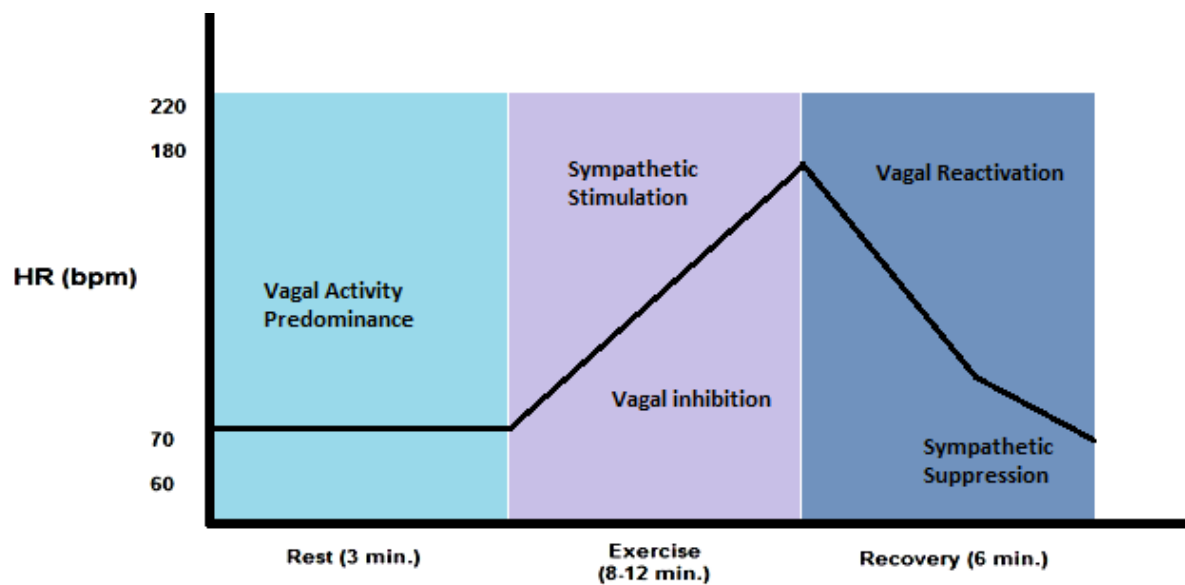


Figura 2: Representação da atividade do SNA nas transições repouso-exercício-recuperação. Fonte: Desenvolvimento próprio.

Em relação a VFC de recuperação, verifica-se que a retomada vagal pós-treino varia de acordo com a intensidade, volume, tipo de exercício e população estudada, o que motiva a falta de consenso sobre a melhor prescrição de exercício para cada população (CASONATTO e POLITO, 2009).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos agudos de diferentes intensidades de treinamento físico sobre a cinética da FC e VFC em jovens saudáveis fisicamente ativos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar a FC na transição repouso-exercício entre diferentes protocolos de treinos (HIIT longo, HIIT curto e TCMI).

Comparar o comportamento da FC e da VFC, na transição exercício-recuperação entre diferentes protocolos de treinos (HIIT longo, HIIT curto e TCMI).

Comparar a capacidade funcional aeróbia ($VO_{2\text{pico}}$) entre diferentes protocolos de treinos (HIIT longo, HIIT curto e TCMI).

4 MÉTODOS

4.1 - CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

A presente pesquisa é um ensaio clínico crossover. As avaliações e testes foram realizados entre os meses de fevereiro e maio de 2017 no Laboratório de Fisiologia e Nutrição e Saúde (LAFINS) localizado na Faculdade de Educação Física e Dança (FEFD) da Universidade Federal de Goiás (UFG). Os participantes foram selecionados por disposição de tempo e critérios pré-estabelecidos citados na casuística.

4.2 - CASUÍSTICA

A amostra inicial foi composta por 15 participantes do sexo masculino, entre 20 e 37 anos, com o índice de massa corporal (IMC) entre 18 e 30 kg/m², ativos fisicamente por pelo menos 3 meses. Foram excluídos aqueles com doenças cardiovasculares, com doenças pulmonares, com doenças infecciosas, com doenças neurológicas, com doenças metabólicas e com disfunções osteomioarticulares. Houve uma perda amostral de 3 participantes que não conseguiram realizar o HIIT longo por motivo de fadiga e também foram excluídos da pesquisa. Portanto, nossa amostra contou com 12 participantes.

O procedimento para obtenção dos dados ocorreu por 4 dias com intervalo de 48 horas entre esses dias. No 1º dia, os voluntários foram submetidos a avaliações no LAFINS em que foi realizada a identificação (nome, idade, endereço e telefone), anamnese (confirmar o bom estado de saúde), posteriormente uma avaliação física abordando antropometria (massa corporal e estatura) e dados clínicos (pressão arterial e frequência cardíaca). Neste mesmo encontro foi realizado um teste de esforço cardiopulmonar (TECP) com a finalidade de verificar VO₂máx, identificar sua capacidade funcional aeróbia, bem como para prescrever os protocolos de TCMI, HIIT longo e HIIT curto. Entre o 2º e o 4º dia, foram realizados os três protocolos de exercícios. Em relação a amostra inicial 3 participantes não conseguiram realizar o HIIT longo em virtude de fadiga

O cálculo amostral foi estimado a partir do software GraphPad StatMate For Windows, versão 2.0, baseado na média e desvio padrão das variáveis rMSSD e delta 30, obtidos em nosso estudo piloto. Para um alfa de 0,05 e power de 80%, a recomendação foi de 12 voluntários.

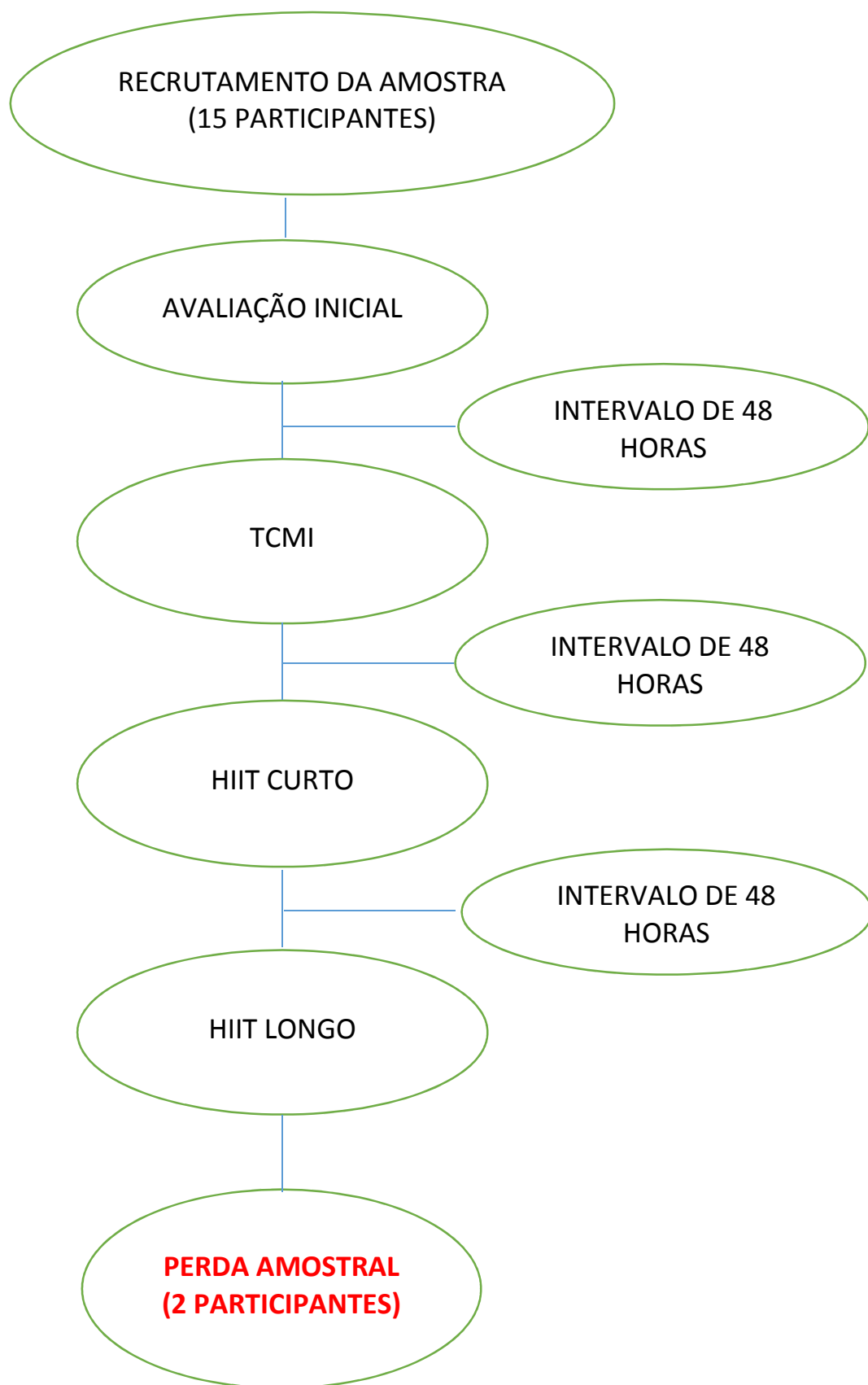


Figura 3: Metodologia de avaliação. Fonte: Desenvolvimento próprio.

4.3 - ASPECTOS ÉTICOS

O presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Goiás sob parecer nº 1.643.562 (Anexo B) e segue as recomendações da resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 do Conselho Nacional de Saúde (CNS).

Os participantes do estudo foram devidamente informados sobre os procedimentos e objetivos do estudo e, após concordância, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A). O documento segue as orientações da resolução nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS) contendo informações necessárias à proteção legal do participante da pesquisa.

4.4 – AVALIAÇÃO CLÍNICA E INTERVENÇÃO

As avaliações foram previamente agendadas com os participantes. Os experimentos foram realizados no período matutino, numa sala climatizada com umidade relativa do ar entre 40 e 60% e temperatura entre 22 e 24°C, conforme recomendações da ACMS (2013). Os participantes foram orientados a não ingerir bebidas que continham álcool ou cafeína 24 horas antes e no dia dos testes, a não realizar exercícios físicos ou atividades extenuantes no dia anterior à aplicação dos protocolos, fazer uma refeição leve pelo menos 2 horas antes dos testes e levar roupas e tênis confortáveis próprios para a prática de corrida.

Os participantes foram familiarizados com a sala de avaliação e treinamento, com os pesquisadores, procedimentos e os equipamentos a serem utilizados. Antes de iniciar o teste em cada dia de avaliação, os mesmos foram entrevistados e examinados para confirmar seu estado de boa saúde e se tinham dormido apropriadamente na noite anterior. Os participantes também foram orientados a não falarem desnecessariamente durante as avaliações com intuito de evitar interferências na captura do sinal eletrocardiográfico. No entanto, qualquer alteração no seu estado geral antes, durante ou após a aplicação dos protocolos deveria ser comunicado com a finalidade de garantir segurança e bem-estar ao mesmo durante os testes. Permitiu-se apenas pessoas relacionados ao experimento durante o processo de coleta de dados.

4.4.1 – AVALIAÇÃO ANTROPOMÉTRICA

Foram avaliadas a massa corporal (MC) em balança digital (2096PP®, Toledo®, São Paulo, Brasil) e a estatura em estadiômetro portátil (Estadiômetro profissional®, Sanny, São Paulo, Brasil). O índice de massa corporal (IMC) foi calculado pela divisão entre a massa corporal (kg) e o quadrado da estatura (m).

4.4.2 – AVALIAÇÃO DA PRESSÃO ARTERIAL

A pressão arterial sistólica (PAS) e a pressão arterial diastólica (PAD) foram aferidas em aparelho digital (HEM 705CP®, OMRON, Kyoto, Japão) devidamente testado e regulado pelo Inmetro (Portaria Inmetro/Dimel nº 288, de 29 de julho de 2009) realizada 3 minutos antes do exercício e 6 minutos após o pico do exercício no braço esquerdo. A FC foi monitorada continuamente por monitor cardíaco (Polar v800, Finlândia) colocado na região do esterno por meio de cinta ajustável. A captação dos dados foi realizada 3 minutos antes do início, durante todo o TECP e 6 minutos após o pico do exercício, considerado recuperação ativa no qual o participante permaneceu caminhando em velocidade baixa até o fim do período.

4.4.3 – AVALIAÇÃO DA APTIDÃO CARDIORRESPIRATÓRIA

A avaliação da aptidão aeróbia foi verificada através do TECP realizado em uma esteira eletrônica Centurion 200 (Micromed, Brasília, Brasil) acoplada a um computador para processamento dos dados. O equipamento atinge velocidade de máxima de 18 km/h.

A análise dos gases foi realizada pelo analisador da Cortex® (Metalyser II, Rome, Italy). A calibração do equipamento foi realizada para pressão barométrica, para o gás ambiente, para a mistura de gás, para o fluxo e o volume, conforme as recomendações do fabricante. Foram verificados valores referentes ao consumo de oxigênio (VO_2), ventilação (V_e), volume do gás carbônico (VCO_2) e os equivalentes ventilatórios do O_2 e do CO_2 (V_e/VO_2 e V_e/VCO_2 respectivamente) e o quociente de trocas gasosas (r). O VO_{2pico} foi determinado pelo maior consumo de oxigênio verificado durante os testes. Cada substrato energético teve sua contribuição

estimada pelo software do próprio analisador de gases com base na relação entre VO_2 e VCO_2 .

Os participantes foram esclarecidos em relação ao protocolo, a escala de percepção subjetiva de esforço, e os critérios para interromper o teste. A máscara foi conectada ao fluxo analisador de gás e devidamente ajustada ao sujeito. O tempo total de preparação foi entre 2 e 3 minutos. Durante os testes os participantes foram encorajados verbalmente.

O protocolo de rampa sem inclinação modificado foi utilizado neste estudo em que os voluntários ficaram 3 minutos em repouso pré-exercício na posição ortostática, aquecimento de 2 minutos com velocidade de 5 km/h, com incremento de 1 km/h a cada 1 minuto e 6 minutos em recuperação ativa com velocidade a 2 km/h após a interrupção do teste para captação dos dados e análise da cinética (QUEIROGA, 2005). Durante a execução do protocolo do TECP foram coletados os dados da FC, PAS, PAD, percepção subjetiva de esforço e dos parâmetros ventilatórios.

A percepção subjetiva de esforço foi avaliada pela escala de Borg (1982) (Quadro 1) com o intuito de somar informações sobre a fadiga cardiorrespiratória. O instrumento apresenta classificação numérica de 6 a 20, indicando esforço de intensidade baixa e máxima, respectivamente. Foram registrados os valores indicados pelas voluntárias ao final de cada minuto de teste (5º ao 16º minuto).

6	
7	MUITO FÁCIL
8	
9	
10	FÁCIL
11	RELATIVAMENTE FÁCIL
12	
13	RELATIVAMENTE CANSATIVO
14	
15	CANSATIVO
16	MUITO CANSATIVO
17	
18	EXAUSTIVO
19	
20	

Quadro 1: Escala de percepção subjetiva de esforço (BORG, 1982)

Os critérios para interrupção do TECP foram os recomendados pelo ACSM (2013): 1) perda de passada na esteira; 2) obtenção da frequência cardíaca máxima para a idade do participante e 3) relação de troca respiratória $> 1,15$; Início de angina ou sintoma anginoso; queda significativa (20 mmHg) na pressão arterial sistólica ou ausência de elevação na pressão sistólica com aumento da intensidade do exercício; elevação excessiva na pressão arterial: pressão arterial sistólica > 260 mmHg ou pressão arterial diastólica > 115 mmHg; sinais de perfusão precária: tonteira, confusão, ataxia, palidez, cianose, náusea ou pele fria e úmida; ausência de aumento na frequência cardíaca com aumento na intensidade do exercício e modificação perceptível no ritmo cardíaco.

Através do método *v-slope* foi determinado o limiar ventilatório (LV) (WASSERMAN, 2002). A massa corporal e a estatura foram aferidas antes do início do teste conforme as exigências do software de monitoramento de TECP da Cortex® (Metasoft 3.1, Rome, Italy).

4.4.4 AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Os dados para análise da VFC foram coletados pelo cardiófrequencímetro (Polar V800, Finlândia) posicionado através de cinta ajustável na região esternal do voluntário com transmissão simultânea para um relógio e, posteriormente, transferido e armazenado em software específico (PolarFlow, Finlândia) para devidas análises.

Os dados da gravação do IR-R foram registrados com o participante deitado em posição supina por 10 minutos antes do início dos testes (o mesmo foi orientado a não movimentar, conversar desnecessariamente e a não dormir) e imediatamente após o término da recuperação dos testes em postura sentada por 3 minutos.

4.5 ANÁLISE DOS DADOS

4.5.1 ANÁLISE DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

Os dados foram transferidos via cabo USB para um microcomputador portátil após os registros da VFC e processados, filtrados e analisados pelo software Kubios HRV versão 2.0.

No domínio do tempo foram analisados a FC, a média dos IRR, a raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os IRR normais adjacentes (RMSSD), desvio padrão de todos os IRR normais gravados em um intervalo de tempo (SDNN), grau de complexidade dos IRR expresso pelo SD1 (índice de registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento, definido pela dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade do plot de Poincaré) e SD2 (dispersão dos pontos ao longo da linha da identidade do plot de Poincaré) (VANDERLEI et al., 2009, ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING, 1996).

No domínio da frequência foi utilizado o método FFT que durante as fases estacionárias do registro obtém uma estimativa de potência espectral da VFC, com intuito de comparar os resultados de estudo (VANDERLEI et al., 2009, ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING, 1996).

Foram usados o *High Frequency* (HF), com variação de 0,15 a 0,4Hz, que é um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração; *Low Frequency* (LF), que é decorrente da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, com predominância do simpático, e a razão LF/HF que reflete as mudanças absolutas e relativas entre as modulações simpática a parassimpática, caracterizando o que a literatura chama de balanço simpato-vagal. A análise não linear foi feita de acordo com as recomendações propostas pelo guia do software Kubios HRV versão 2.0.

4.5.2 ANÁLISE DA FCon

Os dados de FC obtidos durante o TECP foram filtrados e entrados no MatLab para análise. O modelo utilizado para ajustar a resposta cinética na transição do exercício de descanso (60 s de condição de descanso + 180 s de exercício).

Para análise, os 10 primeiros dados foram descartados. ΔT é o intervalo de tempo que representa o tempo de retirada vagal com o aumento de carga no início do exercício físico. ΔF reflete a amplitude da resposta de FC no início do exercício físico, que é calculada subtraindo da FC do primeiro pico (retirada vagal) o valor médio de FC calculado nos primeiros 90 s de condição de repouso.

4.5.3 ANÁLISE EXPONENCIAL DA FCo_{ff}

Após a interrupção do TECP, os dados da FC_{off} foram filtrados e analisados por meio de uma rotina própria desenvolvida no software OriginPro 8.0 (OriginLab, Northampton, MA, USA), que aplica um modelo exponencial nos dados referentes a todo o período de recuperação (2 minutos de desaquecimento e 4 minutos de repouso) (SAVIN et al., 1982; IMAI et al., 1994; ANDREW e JONES, 2005).

Um algoritmo não-linear que adota a minimização da soma dos erros quadrados como critério de convergência foi utilizado para a determinação dos melhores parâmetros desta curva exponencial (MOTULSKY e RANSNAS, 1987; HUGHSON, 2009). Na análise final foi incluída apenas a função $r > 0,95$.

A modulação da cinética *off* foi realizada usando uma função exponencial do tempo: $HR(t) = HR_{peak} - a \cdot (1 - e^{-(t-TD)/\tau})$ onde "HR" equivale a FC, "t" é o tempo; "HR_{peak}" equivale a "FC_{pico}" e é a FC pico no final do TECP; "a" é a amplitude da diminuição da FC após o final do exercício; e "TD" é o tempo de demora para a função (Figura 4). A inclusão do termo "TD" nesta função foi estabelecida devido a possibilidade da FC_{off} não começar a reduzir imediatamente após a interrupção da carga (ROSSITER et al., 2002).

Em virtude do parâmetro "τ" ser uma constante de tempo em uma função exponencial negativa decrescente, quanto menor o seu valor, mais rápida vai ser a cinética da FC_{off} (BEARDEN e MOFFAT, 2001).

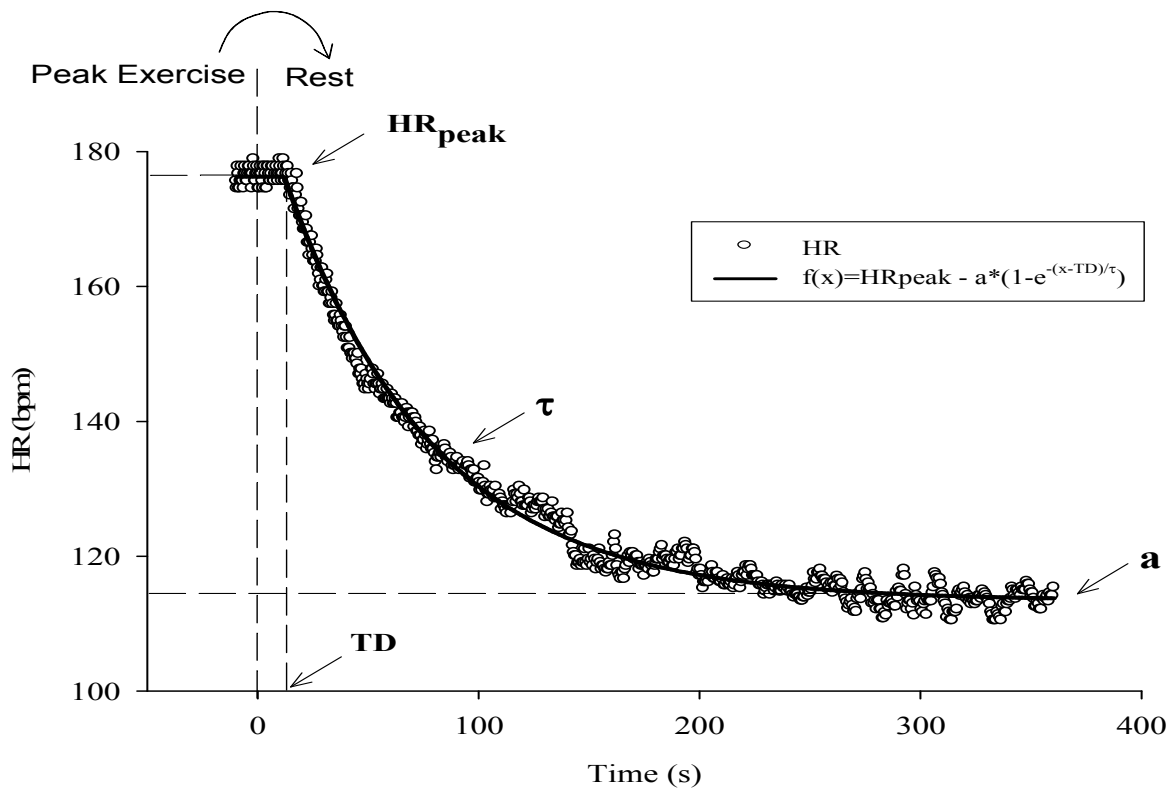


Figura 4: Ilustração da resposta da FC na transição exercício-recuperação modificado (SIMÕES, 2013).

4.5.4 ANÁLISE LINEAR FC_{off}

Com auxílio do software Excel 14.0 (Microsoft, Redmond, WA, USA) e com a utilização de uma rotina própria desenvolvida em linguagem *Visual Basic for Applications*, foi aplicado um modelo de regressão linear simples aos dados correspondentes aos 2 minutos de desaquecimento (NETER et al., 1996).

Para identificar os melhores parâmetros de ajuste da reta que caracteriza o comportamento da FC_{off} , esse modelo linear também utiliza o método dos mínimos quadrados. A equação empregada foi: $FC(t) = FC_{slope} * X + I$ onde, “t” representa a variável independente (tempo), “ FC_{slope} ” o coeficiente ou tangente angular (velocidade de recuperação da FC) e “I” é o ponto de intersecção da função com o eixo “y”. A análise do coeficiente de correlação “r” foi verificada pela qualidade do ajuste sendo que a regressão aceitável deveria atingir um $r > 0,90$.

Com a finalidade de segmentar a resposta da FC_{off} , foram determinados os intervalos padronizados de FC a cada 30 segundos. A análise linear foi aplicada

considerando os intervalos 0-30, 0-60, 0-90 e 0-120 calculados através da média dos valores de FC dos 5s anteriores e posteriores a cada ponto (0, 30, 60, 90 e 120s). Esse modelo linear de seleção de dados da FC foi baseado nos estudos Imai et al. (1994) e Neves et al. (2011).

Neste contexto o parâmetro “ τ ” refere a “velocidade” do ajuste da FC_{off} em um modelo exponencial, o parâmetro “ FC_{slope} ” refere essa mesma “velocidade” em um modelo linear, e quanto menor o seu valor na fase de recuperação, mais rápido é o ajuste da FC.

4.6 PROTOCOLOS DE TREINOS FÍSICOS

Os protocolos para a presente pesquisa foram personalizados com monitorização individualizada da FC, PA e VO_2 atingida no TECP. Suas respectivas intensidades de exercício foram adaptadas dos estudos de Wisloff et al. (2007) e Billat (2001a). Os participantes realizaram 5 min de aquecimento a 55% da $vVO_{2máx}$. Em cada treino foram mensurados e registrados os valores pressóricos e de FC antes, durante e após os protocolos. Caso o participante apresentasse alguma queixa, sinal ou sintoma que o impossibilitasse iniciar a sessão ou de intolerância a realização do exercício, o teste não era iniciado ou era imediatamente interrompido. Ao término da sessão os participantes realizaram 3 min de recuperação a 50% da $vVO_{2máx}$.

TCMI

Exercício = 21 minutos contínuos a 70% da $vVO_{2máx}$.

HIIT curto

Exercício = 29 repetições de 30 segundos a 100% da $vVO_{2máx}$.

Recuperação = 30 segundos passivos a 50% da $vVO_{2máx}$.

HIIT longo

Exercício = 3 repetições de 4 minutos a 90% da $vVO_{2máx}$.

Recuperação = 3 minutos a 60% da $vVO_{2máx}$.

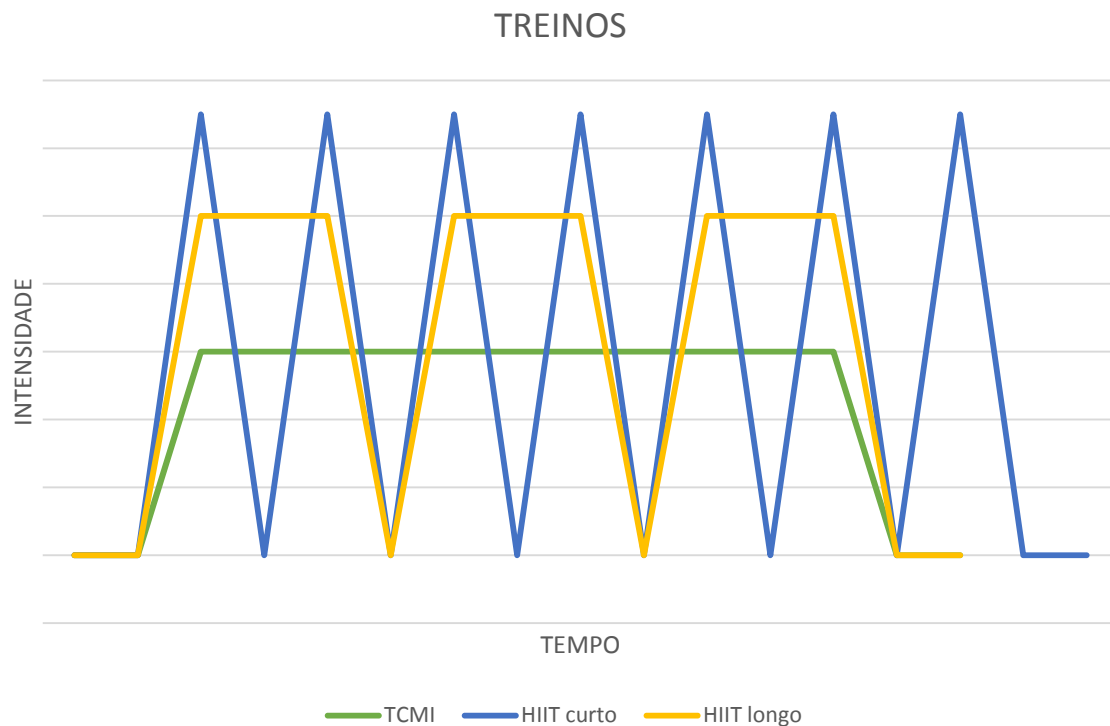


Figura 5: Representação dos treinos. Fonte: Desenvolvimento próprio.

4.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada análise descritiva para caracterização dos dados sociodemográficos. A normalidade dos dados foi avaliada pelo Teste de Shapiro Wilk. Para avaliar a correlação entre os índices da VFC após cada protocolo de exercício e o $VO_{2\text{pico}}$, foram utilizados o Teste de Correlação de Pearson ou o Teste de Correlação de Spearman. Foram considerados significativos valores de $p < 0,05$. A ANOVA *twoway* foi utilizada para localizar as diferenças entre as variáveis obtidas em cada protocolo de exercício (índices da VFC e variáveis da aptidão cardiorrespiratória). A análise estatística foi realizada utilizando o *software Statistical Package for the Social Sciences*, versão 21 (SPSS).

5 RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os dados de caracterização dos voluntários avaliados, as variáveis antropométricas, da aptidão cardiorrespiratória, da modulação autonômica cardíaca e da cinética *on* da FC são mostradas abaixo nos valores de média±desvio padrão.

Tabela 1: Características antropométricas, aptidão cardiorrespiratória e modulação autonômica cardíaca dos participantes avaliados, n=12, Goiânia, 2017.

Variáveis	Média±desvio padrão
<i>Característica Antropométricas</i>	
Idade, anos	25,07±5,73
IMC, kg/m ²	24,00±2,56
<i>Aptidão Cardiorrespiratória</i>	
FC repouso, bpm	64±5,0
VO _{2peak} , mL/min/kg	45,78±13,63
VCO ₂ , L/min	2,79±1,13
Tempo de Teste, min	11,7±1,48
Distânciapercorrida, m	2163,78±32875
VO ₂ /WorkLoad	15,54±10,19
VO ₂ /HR	25,07±11,35
RER	1,08±0,09
Escala de Borg – Central	14,66±3,09
Escala de Borg – Periférico	12,23±2,57
<i>ModulaçãoAutonômicaCardíaca</i>	
SDNN (ms)	42,52±18,20
rMSSD (ms)	43,63±16,13
pNN50	23,52±18,82
LF (un)	56,07±22,24
HF (un)	43,80±22,16
LF/HF	1,99±1,50
<i>Cinética FC - Transiente On</i>	
ΔT	46,37±19,47
ΔF	35,83±687

FC = frequência cardíaca; IMC = índice de massa corporal; VO_{2pico} = Consumo pico de oxigênio; VCO₂ = Produção de dióxido de carbono; VO_{2pico}/FC = Pulso de Oxigênio; VO_{2pico}/W = razão O₂ pela carga de trabalho; RER = Razão da troca respiratória; SDNN=desvio-padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos (ms); rMSSD=raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms; HF=high frequency (un); LF=low frequency (un); HF/LF=razão; ΔT = constante de tempo; ΔF = constante de frequência.

Na realização da comparação intergrupos nas variáveis supracitadas na tabela 2, a variável FC pós-exercício apresentou menores valores no HIIT curto e TCMI quando comparadas ao HIIT longo ($p = 0.015$ e $p = 0.016$, respectivamente). E, a variável PAS pós-exercício mostrou menor valor significativo no HIIT curto quando comparada ao HIIT longo ($p = 0.003$).

Tabela 2: Comparação das variáveis cardiovasculares dos participantes submetidos ao HIIT longo, HIIT curto e TCMI antes e após o exercício.

	Variáveis Cardiometabólicas		
	HIIT longo	HIIT curto	TCMI
FC pré	64±12,29	64±8,21	62±10,67
FC pós	108±14,53	98±11,60 [‡]	98±13,27 [#]
PAS pré	120±10,13	123±8,09	123±13,25
PAS pós	130±10,46	118±8,14 [‡]	124±7,98
PAD pré	73±6,52	73±8,05	72±7,37
PAD pós	77±9,10	78±6,15	77±10,66

Os dados estão apresentados em média±desvio padrão. FC = frequência cardíaca; PAS = pressão arterial sistólica; PAD = pressão arterial diastólica.[#]Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT longo [†]Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT curto[‡]Estatisticamente significativo – Comparação entre HIITs curto e longo.

Ao analisarmos as variáveis da cinética da FC_{on} , conforme tabela 3, foi encontrada diferença na variável ΔT ao compararmos os protocolos TCMI e HIIT longo ($p = 0.041$), observando que o protocolo TCMI promoveu maior lentificação na resposta da FC na transição repouso-exercício. O mesmo resultado também foi obtido na comparação entre os protocolos TCMI e HIIT curto ($p = 0.032$), uma vez que o protocolo TCMI apresentou maior tempo de resposta da FC quando comparado ao HIIT curto.

Tabela 3: Comparação da cinética da FC durante a fase repouso-exercício entre os protocolos HIIT longo, HIIT curto e TCMI.

	HIIT longo	HIIT curto	TCMI
ΔT	46,71±18,72	48,34±16,28	62,44±23,09 ^{#†}
ΔF	35,97±16,78	42,43±12,14	42,77±16,78

Dados apresentados em média±desvio padrão. ΔT = constante de tempo; ΔF = constante de frequência. [#]Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT longo [†]Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT curto.

Na tabela 4 podemos observar os resultados obtidos com a análise da VFC imediatamente após o alcance do fim do exercício, que foi chamado neste estudo de variabilidade pós-exercício. Ao realizar a comparação intergrupos apenas as variáveis LF e HF mostraram-se diferentes entre HIIT longo versus TCMI e HIIT longo versus HIIT curto ($p < 0.005$ e $p = 0.012$, respectivamente), sendo que o HIIT longo mostrou maior modulação simpática (LF) e menor modulação parassimpática (HF), de acordo com o apresentado abaixo.

Tabela 4: Análise da VFC após os exercícios entre os protocolos HIIT longo, HIIT curto e TCMI.

	HIIT longo	HIIT curto	TCMI
SDNN (ms)	11,04±12,05	11,70±12,57	11,70±12,57
RMSSD (ms)	7,46±5,79	9,38±8,14	9,38±8,14
LF (un)	81,19±13,56 ^{#*}	75,54±17,59	75,54±17,59
HF (un)	18,87±13,24 ^{#*}	24,27±17,33	24,27±17,33
SD1	5,31±4,12	6,63±5,75	6,63±5,75
SD2	14,37±16,98	14,73±17,11	14,73±17,11

Dados apresentados em média±desvio padrão. SDNN=desvio-padrão de todos os intervalos RR normais gravados em um intervalo de tempo, expresso em milissegundos (ms); rMSSD=raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre os intervalos RR normais adjacentes, em um intervalo de tempo, expresso em ms; LF=low frequency (un); HF=high frequency (un); SD1: índice de registro instantâneo da variabilidade batimento a batimento, definido pela dispersão dos pontos perpendiculares à linha de identidade do plot de Poincaré; SD2: dispersão dos pontos ao longo da linha da identidade do plot de Poincaré; [#]Estatisticamente significativo – Comparação entre HIIT longo versus TCMI. ^{*}Estatisticamente significativo – Comparação entre HIIT longo versus HIIT curto.

A tabela 5 apresenta os dados de média e desvio padrão das variáveis cardiorrespiratórias em cada protocolo de exercício, bem como a comparação intergrupos destes valores. A variável VO_{2pico} apresentou maior valor no HIIT longo quando comparado ao TCMI e HIIT curto ($p = 0.028$ e $p < 0.001$, respectivamente), sendo maior também no protocolo TCMI quando comparado ao HIIT curto ($p = 0.011$).

Os equivalentes respiratórios (VE/VO_{2pico} e VE/VCO_2) apresentaram menores valores quando realizada a comparação entre o TCMI e HIIT longo ($p = 0.009$ e $p = 0.001$, respectivamente). O valor da razão de O_2 pela carga de trabalho (VO_{2pico}/W) apresentou menores valores no HIIT curto quando comparado ao HIIT longo e TCMI ($p = 0.011$ e $p = 0.001$, respectivamente).

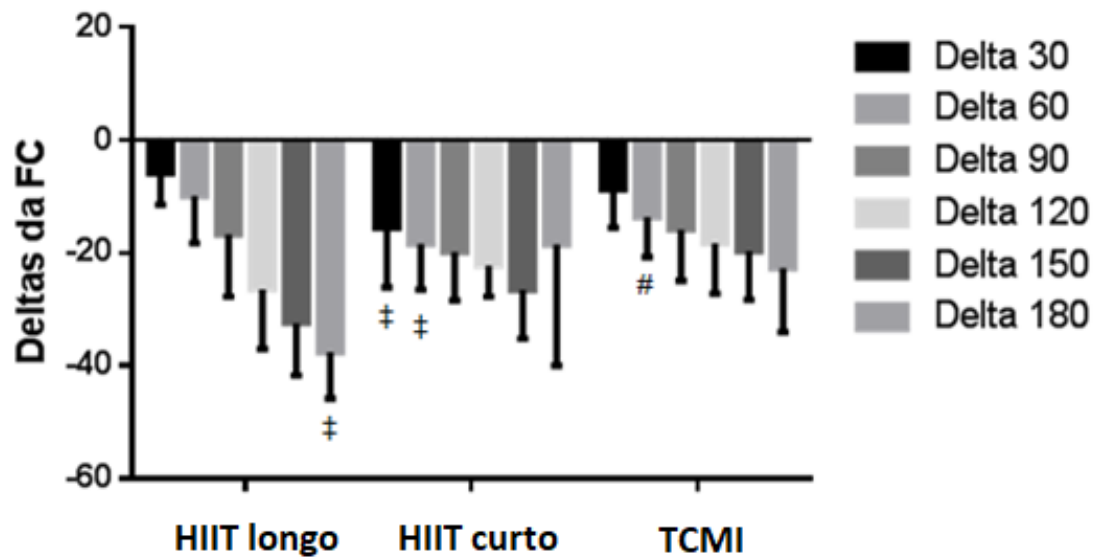
Tabela 5: Análise comparativa da aptidão cardiorrespiratória após a realização dos protocolos

	HIIT longo	HIIT curto	TCMI
VO_{2pico}	42,42±9,95	32,66±6,98 [‡]	37,73±7,46 ^{#†}
VCO_2	3,28±0,91	2,47±0,43	2,74±0,50
VE/VO_{2pico}	32,16±4,50	29,70±2,50	28,20±2,76 [#]
VE/VCO_2	33,79±10,17	30,79±2,39	30,07±3,16 [#]
VO_{2pico}/FC	19,52±4,48	16,50±2,51	18,25±3,57
VO_{2pico}/W	13,03±3,03	8,33±1,71 [‡]	13,84±2,65 [†]
METS	12,12±2,83	9,35±0,51	10,77±2,11
RER	0,98±0,18	0,96±0,08	0,94±0,08

Dados apresentados em média±desvio padrão. VO_{2pico} = Consumo pico de oxigênio; VCO_2 = Produção de dióxido de carbono; VE/VO_{2pico} = Equivalente respiratório de O_2 ; VE/VCO_2 = Equivalente respiratório de CO_2 ; VO_{2pico}/FC = Pulso de Oxigênio; VO_{2pico}/W = razão O_2 pela carga de trabalho; METS = Equivalente metabólico; RER = Razão da troca respiratória. [#]Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT longo [†]Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT curto [‡]Estatisticamente significativo – Comparação entre HIITs longo e curto.

A figura 6 apresenta a comparação das diferenças entre os deltas da FC, o HIIT longo apresentou menor redução da FC nos 60 segundos iniciais da recuperação quando comparados ao HIIT curto, apresentado pelo Delta 30 ($p < 0.001$) e também com o TCMI apresentado pelo Delta 60 ($p = 0.012$ e $p = 0.037$,

respectivamente). Entretanto, no Delta 180, o HIIT longo apresentou maior redução da FC quando comparado ao HIIT curto ($p = 0.044$).



Protocolos de Exercício Físico

Figura 6: Comparação entre os deltas da frequência cardíaca por meio da análise linear da FC de recuperação. ‡Estatisticamente significativo – Comparação entre HIIT curto e longo. #Estatisticamente significativo – Comparação entre TCM e HIIT longo

A figura 7 apresenta os dados de FC_{pico} comparados entre os três protocolos, o HIIT longo apresentou maiores valores da variável supracitada quando realizada a comparação com o HIIT curto e o TCM ($p < 0.0001$ e $p = 0.005$, respectivamente).

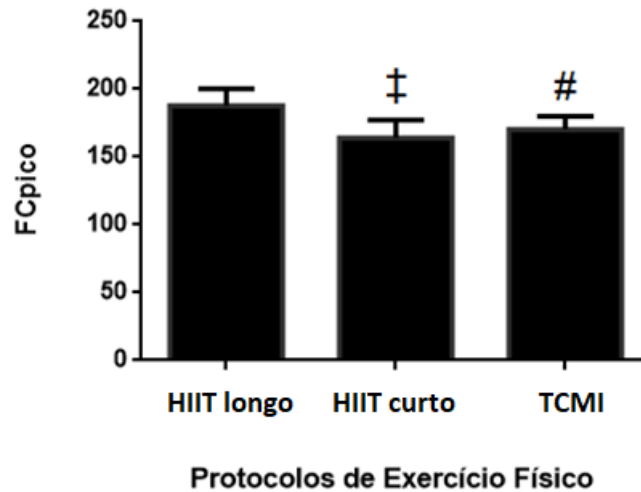


Figura 7: Comparação da FCpico entre os três protocolos avaliados. ‡Estatisticamente significativo – Comparação entre HIITs curto e longo. #Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT longo.

A figura 8 e 9 apresentam os dados da análise monoexponencial *on* e *off*. Na análise *on* (transição repouso-exercício), o HIIT longo apresentou maiores valores da variável *tau*, o que significa maior lentificação da cinética da FCon, quando realizada a comparação com ao HIIT curto e TCMI ($p < 0.05$).

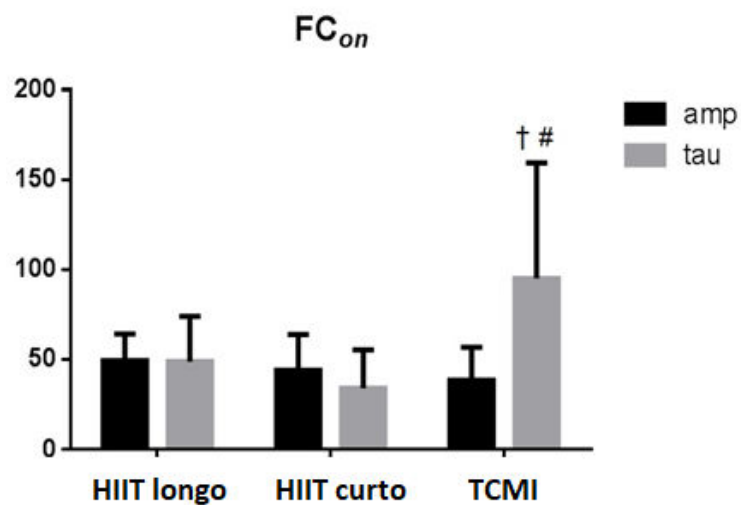


Figura 8: Análise da

monoexponencial da FCon. #Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT longo †Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT curto ‡Estatisticamente significativo – Comparação entre HIITs curto e longo.

A figura 9 apresenta os dados de FCon_{off} comparados entre os três protocolos, o HIIT curto apresentou menores valores da variável *tau*, quando realizada a comparação com o HIIT longo e TCMI ($p < 0.05$). E podemos inferir que quanto menor o seu valor, mais rápida é a cinética da FCon_{off}.

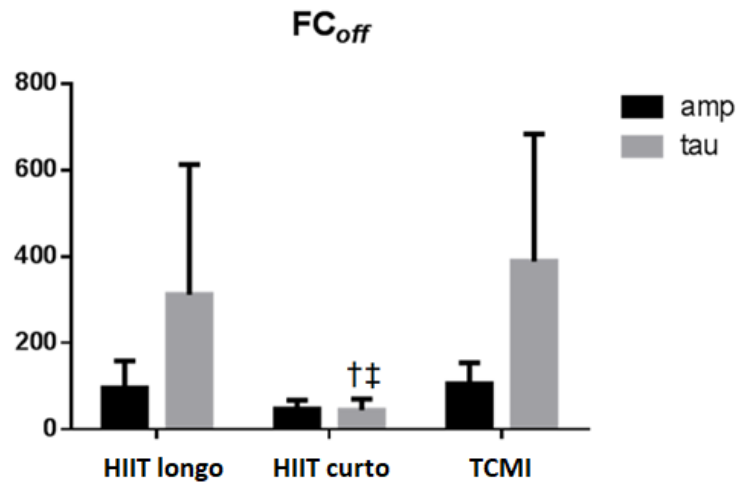


Figura 9: Análise da monoexponencial da FC_{off}. #Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT longo †Estatisticamente significativo – Comparação entre TCMI e HIIT curto ‡Estatisticamente significativo – Comparação entre HIITs curto e longo.

6 DISCUSSÃO

O presente estudo constitui dados relevantes sobre a modulação autonômica da FC na transição exercício-recuperação. Embora o termo HIIT indique "treinamento de intervalo de alta intensidade", a literatura aponta diferentes aplicabilidades deste treinamento (SILVA JUNIOR et al., 2008; PINHEIRO et al., 2015; SIQUEIRA et al., 2017). Para o nosso conhecimento, este estudo é o primeiro a avaliar e a comparar duas modalidades de exercícios intervalados com exercício contínuo em indivíduos saudáveis. Os principais achados sobre o tema incluem um efeito superior do HIIT longo sobre a aptidão cardíaca (FC_{\max}), e, apesar de ambos os HIITs terem obtido melhor resposta da FCon, o HIIT curto obteve melhores resultados na recuperação da FC e VFC.

Efeito da intensidade do exercício nos índices autonômicos

Frequência cardíaca máxima (FC_{\max})

Dall et al. (2014) observaram maiores valores de frequência cardíaca máxima (FC_{\max}) após o HIIT, se comparado ao TCMI. Semelhantemente, Pinheiro (2015) encontrou maiores valores de FC_{\max} durante o protocolo intervalado ($137,21 \pm 9,35\text{bpm}$) quando comparado ao TCMI ($126,54 \pm 18,92\text{bpm}$). Estes resultados corroboram dados do presente estudo, em que foram observados maiores valores de FC_{pico} no protocolo HIIT longo, quando comparados ao HIIT Curto e ao TCMI.

No entanto, Silva Junior et al. (2008) mostraram que as respostas fisiológicas da FC no pico do exercício intervalado, modalidade ciclismo foram significativamente, menores quando comparadas ao treino contínuo, e isso pode estar atribuído à duração do estímulo e ao tempo diastólico que induz um aumento do volume sistólico, por meio do mecanismo de Frank-Starling, mesmo quando a intensidade relativa e a massa muscular envolvidas são as mesmas em ambos os protocolos (MORRIS et al., 2003). Portanto, pode-se especular

que o HIIT longo exige uma maior demanda da função do sistema circulatório com uma resposta exacerbada e menor tempo de reação do nodo sinusal se comparado ao TCMI.

FC_{on} e FC_{off}

No presente estudo, a análise dos deltas mostrou que a recuperação da FC após 30s e 1min apresentou maior redução em ambos os protocolos (HIIT curto e TCMI), embora houvesse uma tendência a que esta melhora seja superior, após o protocolo HIIT curto. O comportamento da FC, nos instantes iniciais do exercício, é vagodependente. Os aumentos de FC, relacionados à carga de exercício, não são causados por uma retirada total do sistema nervoso simpático, seguido de um aumento no tônus simpático (WHITE E RAVEN, 2014), o que pode ser explicado pela ação das catecolaminas circulantes e da ação metaborreflexa aferente e iniciada na musculatura esquelética ativa (CARTER et al., 2003).

Nos instantes tardios do exercício físico, uma resposta da FC é simpatodependente. O antagonismo recíproco é fundamental para a transição da dominância vagal para a simpática, e a reposição do barorreflexo arterial causa aumentos da FC durante o exercício, que são, nesses dois eventos, reflexos parassimpáticos imediatos, seguidos por aumentos mais lentos no tônus simpático à medida que as cargas de trabalho são aumentadas (WHITE E RAVEN, 2014). Fatores como distensão mecânica do átrio, função do retorno venoso, temperatura corporal e acidez sanguínea influenciam na resposta da FC (ARNGRIMSSON; STEWART; BORRANI et al., 2003). Relacionando estes autores com nossas investigações, o protocolo TCMI obteve maior lentificação na resposta da FC na transição entre o repouso e o exercício (FC_{on}), em relação aos protocolos HIIT curto e HIIT longo, observado pela variável constante de tempo (ΔT). Estes fatores, juntos ou isoladamente, poderiam explicar as diferenças obtidas entre os estudos para esta variável.

White e Raven (2014) afirmaram que o aumento da FC, na transição repouso-exercício, estaria associado a um maior volume sanguíneo central, promovido pela contração dos músculos recrutados no exercício, acarretando um maior volume de ejeção que, detectados pelos barorreceptores arteriais e/ou carotídeos, sinalizariam ao sistema nervoso central, desencadeando uma

retirada parassimpática e uma ativação simpática. Em exercícios de máxima intensidade moderada ocorre a ativação sistêmica simpatoadrenal, responsável pela produção de catecolaminas durante a transição repouso-exercício.

Dawson et al. (2005) relataram que, em exercícios de carga constante, é possível detectar uma elevação do ritmo cardíaco como prolongamento da duração da execução. Em nossos estudos, verificamos que o TCMI promoveu uma maior lentidão na resposta da FC na transição repouso-exercício em relação aos HIITs longo e curto, observados a partir da constante de tempo (ΔT). Resultado este, causado, possivelmente, pela carga constante de trabalho e pela não participação efetiva do sistema simpatoadrenal.

A FC_{off} decorre da interação conjunta da reativação parassimpática e retirada do simpático, com a reativação do parassimpático ocorrendo mais rapidamente e, portanto, desempenhando o papel mais importante na desaceleração precoce da FC (BORRESEN E LAMBERT, 2008).

Estudos relatam que a FC_{off} foi satisfatória tanto no TCMI quanto no HIIT, com uma tendência de recuperação positiva após o HIIT (DALL et al., 2014). Estes resultados concordam, parcialmente, com o presente estudo, ao observarmos, a partir da análise monoexponencial, que o protocolo HIIT curto apresentou cinética da FC_{off} mais rápida, observada pelos menores valores da variável τ , e comparada com os protocolos HIIT longo e TCMI ($p < 0.05$). As diferenças podem estar relacionadas ao protocolo de HIIT de 16 min de duração de 4, 2 e 1 min $> 80\%$ do VO_{2pico} , separados por um período de recuperação ativa de 2 min (60% do VO_{2pico}).

A FC_{off} é um poderoso marcador da diminuição da atividade vagal em indivíduos saudáveis, e ela apresenta decréscimo de, aproximadamente, 30 batimentos no primeiro minuto e 52 batimentos no segundo minuto após o pico do exercício (Antelmi et al., 2008). Já em pacientes transplantados cardíacos, a recuperação da FC, após o 1º minuto, foi de 7 batimentos e, após 2 minutos, de 14 batimentos (DALL et al., 2014). Em nossos achados, apenas o protocolo HIIT curto apresentou valores acima de 30 bpm após o primeiro minuto da recuperação, os demais protocolos (HIIT longo e TCMI) mostraram lentificação depois do primeiro minuto. O HIIT mostrou uma melhora modesta na recuperação de FC. Quanto ao FC_{pico} , pode-se especular que um programa HIIT

beneficia a função do sistema circulatório com uma reação exacerbada e com menor tempo de reação do nodo sinusal.

Estudos compararam a resposta da FC pós-exercício e observaram que a recuperação da FC foi mais lenta no HIIT em relação ao TCMI. Sabapathy et al. (2004) demonstraram que o treino intermitente (1 minuto de exercícios e de intervalos de descanso) foi mais eficiente que um teste contínuo de cicloergômetro. Gibala et al. (2006) apresentaram resultados semelhantes com adultos ativos após treinamento de intervalo de *sprint* de baixo volume e treinamento de resistência de alto volume. Pinheiro et al (2015) verificaram a FC antes e após uma sessão de TCMI (60-70% $FC_{máx}$, 21min) e HIIT (ciclo 1 min a 80-90% $FC_{máx}$, 2 min. a 50-60% $FC_{máx}$, duração 21 min) e, também, observou que a recuperação imediata da FC foi mais lenta no exercício intervalado do que no contínuo. Desse modo, o autor afirma que as modificações, em relação às atividades simpática e parassimpática, são dependentes da intensidade do exercício físico.

Enaltecemos o nosso trabalho, no qual foi possível comparar os 3 protocolos distintos e, seguindo as pesquisas de Cole et al. (1999), Almeida e Araújo (2003), Rajendra Acharya et al. (2006) e Sundaram et al. (2008), podemos afirmar que o HIIT longo obteve uma resposta mais demorada da FC, demonstrando que a proteção cardíaca foi mais eficiente no HIIT curto e no TCMI. A menor redução da FC_{off} , no HIIT longo, pode ser resultante de um déficit de controle parassimpático e representa um prognóstico desfavorável em termos de risco relativo de mortalidade por causa cardiovascular (ALMEIDA E ARAÚJO 2003; RAJENDRA ACHARYA et al., 2006).

Como dito anteriormente, o comportamento da FC durante o exercício é simpatodependente nos períodos tardios, o que pode ser explicado; pois quanto maior a intensidade do exercício, maior é a ação das catecolaminas circulantes e da ação metaborreflexa aferente iniciada na musculatura esquelética ativa (CARTER et al., 2003). Além disso, fatores como a distensão mecânica do átrio, em função do retorno venoso, a temperatura corporal e a acidez sanguínea influem na resposta da FC (ARNGRIMSSON; STEWART; BORRANI et al., 2003).

Variabilidade da Frequência Cardíaca pós-exercício (VFC_{off})

Em relação à comparação entre os protocolos aqui estudados (HIIT curto e HIIT longo), para o nosso conhecimento, não há estudos comparando esses dois protocolos com a VFC_{off} . Nossos resultados mostraram na comparação intergrupos, que o HIIT longo apresentou maior modulação simpática (LF) e menor modulação parassimpática (HF) em comparação com HIIT curto e TCMI, compatível, portanto, com maior sobrecarga cardiovascular. Esses dados corroboram os estudos de Stanley et al. (2013), que demonstraram que uma maior intensidade de exercício está associada a uma recuperação mais lenta do parassimpático, especificamente, a partir dos índices RMSSD ou HF.

Durante o exercício, as medidas da VFC demonstram um declínio curvilíneo em função da intensidade do exercício que está, intimamente, relacionada ao exercício da FC. Nessa direção, é coerente afirmar que medidas de VFC podem estar ou estão associadas à atividade parassimpática cardíaca (por exemplo, RMSSD e HF). Observa-se que essas medidas aumentam um pouco à proporção que a intensidade do exercício aumenta até o máximo possível, embora isso seja, provavelmente, mediado por mecanismos não neurais, como os efeitos mecânicos diretos da respiração no nodo sinoatrial (WHITE E RAVEN, 2014).

Vários estudos investigaram a VFC_{off} (CASTIES et al., 2006; KARAPETIAN et al., 2008; KAIKKONEN et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2015), no entanto, poucos compararam as respostas da VFC em diferentes modalidades de treino. Além do desafio metodológico, há uma complexidade em padronizar a intensidade do exercício quando se compara modalidades distintas. O fato de relacionarmos a recuperação da VFC com diferentes protocolos de exercício físico com a carga de trabalho semelhante nos permite caracterizar o presente trabalho como inovador.

Assim, em relação à VFC, é importante estabelecer como a dose do exercício afeta a resposta da FC ao exercício e à recuperação. Cunha et al. (2015) avaliaram a recuperação da VFC, logo após o exercício físico (5 minutos), em três modalidades (caminhada, ciclismo e corrida) e observaram uma resposta mais rápida de VFC_{off} nas modalidades com recrutamento de menor massa

muscular e menor gasto de energia (o ciclismo obteve uma melhor resposta que a corrida). Estes resultados também foram verificados nos estudos que compararam ciclismo *versus* corrida (RAHIMI et al., 2006; MAEDER et al., 2009) ecicloergômetro de membros superiores *versus* ciclismo (RANADIVE et al., 2011; AHMADIAN et al., 2015).

No entanto, as particularidades da dose-resposta relacionadas à intensidade ainda não são totalmente compreendidas, especialmente, durante e após o exercício (KAIKKONEN et al., 2007; GLADWELL et al., 2010). Portanto, nosso estudo foi relevante, uma vez que analisou os índices autonômicos em diferentes intensidades de exercício. Alguns estudos sugerem que o primeiro limiar ventilatório pode delimitar um limiar autonômico relacionado à recuperação da VFC, o exercício físico realizado abaixo desse limiar está vinculado à rápida recuperação da VFC (SEILER et al., 2007), e o exercício físico realizado em altas intensidades (acima do limiar) está associado à atenuação da resposta negativa da VFC (PIERPONT et al., 2000; PINHEIRO et al., 2015) que é atribuída à ação simpática mais ativa nos exercícios máximos.

Nossos apontamentos corroboram com Kiviniemi et al., (2007; 2010), os quais mostraram que quanto maior a intensidade do exercício, mais lenta é a recuperação da atividade vagal. Esses resultados confirmam o presente estudo em relação aos dados de VFC_{off} , que representam a atividade vagal (RMSSD e HF), e revelam uma menor redução do componente vagal após o exercício físico no HIIT longo, quando comparados aos demais protocolos analisados. Com o aumento da intensidade do exercício, há, também, uma expansão na demanda das funções mecânicas do organismo associado à quantidade de gasto energético não oxidante e a uma maior estimulação dos metaborreceptores (BUCHHEIT et al., 2007; AL HADDAD et al., 2007; DUPUY et al., 2012).

Em contraste, o estudo publicado por Michael et al. (2016) apresentaram a possibilidade de uma resposta alterada na análise da recuperação da VFC durante a primeira hora pós-exercício. Em nossa pesquisa, os dados obtidos na análise da VFC concordam com o último estudo apresentado, pois foi demonstrado em nossa amostra uma resposta graduada na recuperação da VFC obtida, imediatamente, após a interrupção do exercício.

A literatura relata que o HIIT de baixa intensidade também pode estimular o remodelamento fisiológico, se comparado ao TCMI, apesar do tempo de comprometimento, substancialmente, menor e da quantidade total de exercícios. As investigações anteriores demonstraram que a intensidade dos exercícios pode ser mais importante do que a duração do mesmo em termos de saúde cardiovascular (SCHNOHR et al., 2012; ROGNMO et al., 2012; CURRIE et al., 2013). Currie et al. (2013) sugerem que protocolos de menor intervalo de duração podem ser prescritos, eficientemente, para alcançar benefícios à saúde em populações mais, clinicamente, relevantes.

Após exercícios submáximos, quando não há grande estimulação do SNA-Simpático, a recuperação da FC é administrada, principalmente, pela reativação do SNA-Parassimpático (PIERPONT et al., 2000). No presente estudo, as modificações na VFC foram observadas em um estágio precoce após o exercício, no qual os índices autonômicos RMSSD e HF foram maiores no protocolo TCMI e HIIT curto, em comparação ao HIIT longo. Com o aumento da intensidade do exercício, existe um domínio de estimulação simpática, ou seja, o estímulo simpático continua atuando na fase de recuperação, apesar da reativação vagal. Como concluído no presente estudo, o HIIT longo apresentou LF na fase lenta de recuperação do exercício físico. Esses resultados concordam com Pinheiro (2015), que encontrou valores mais elevados de VFC-LF (un) e o equilíbrio com predomínio simpático no grupo de exercícios aeróbios intervalares. A justificativa para a resposta do HIIT ao TCMI pode ser que o treinamento físico, particularmente HIIT, tenha melhorado a função endotelial e a biodisponibilidade da oxidação nítrica, e a superexpressão de NOS3 em cardiomiócitos murinos potencializa a modulação vagal da função cardíaca (TAKAHASHI et al., 2000).

No entanto, Guiraud et al. (2013) demonstraram que uma única sessão de HIIT melhorou o perfil autonômico (modulação vagal SDNN e HF) de pacientes com insuficiência cardíaca coronariana que permaneceram por mais tempo no período pós-treinamento 24h, em comparação com TCMI e intervalado-moderado. Os autores concluíram que em pacientes com insuficiência cardíaca, a HIIT é segura e benéfica e que, através de um aumento no tônus parassimpático associado à diminuição da FC, ela promove uma

melhora precoce e expandida da VFC. Fatores como o perfil do paciente ou a análise no período pós-treinamento de 24 horas podem explicar as diferenças obtidas, entre os estudos, para os resultados da VFC.

É importante considerar que, durante o exercício prolongado, a FC pode trazer influências não somente do meio externo, ou seja, podem ocorrer alterações decorrentes da própria condição cardiovascular (MONTAIN e COYLE, 1992), de fatores termorregulatórios (em particular, perda de líquido pela sudorese) (COYLE E GONZALEZ-ALONSO, 2001) com implicações autonômicas cardiovasculares significativas atribuídas, principalmente, às alterações na pressão arterial e à redistribuição do fluxo sanguíneo (MICHEAL et al., 2016).

Pressão Arterial (PA) pós-exercício

Outro dado com relevância clínica é a hipotensão pós-exercício, na qual o efeito hipotensivo deve perdurar pelo maior tempo possível com magnitude de queda significativa. Neste contexto, estudos buscam investigar os efeitos ambulatoriais de uma única sessão de exercício aeróbico sobre a pressão arterial (BLANCHARD et al., 2006, FULLICK et al., 2009).

Pesquisadores analisaram a resposta da PAS em modalidades de treino intermitentes e contínuo por diferentes intervalos de tempo 24 horas pós-treino. Pardono et al. (2015) verificaram o efeito hipotensor em dois protocolos diferentes: o primeiro de corrida máxima de 1600 metros e o segundo de corrida submáxima de 20 minutos na zona de 75-80% de intensidade equivalente. A conclusão é que ambas as corridas causaram efeito hipotensor. Contudo, no período de 45 minutos, a magnitude da hipotensão do grupo que realizou o protocolo máximo foi, estatisticamente, superior em relação ao grupo controle e, também, ao grupo submáximo. O estudo de Siqueira et al. (2017), avaliando indivíduos saudáveis que realizaram um protocolo de HIIT de 8 séries de 20 segundos em alta intensidade e 10 segundos de carga mínima em bicicleta, observou os mesmos resultados, obtendo resposta hipotensora após 40 minutos.

A presente pesquisa realizou a análise da variável PAS 5 minutos pós-exercício que mostrou menor valor significativo, indicando melhor adaptação pressórica no HIIT curto em relação ao HIIT longo e ao TCMI, com estes dados é possível inferir que a decréscimo da PA após as sessões de exercício físico, além da associação com os fatores periféricos de vasodilatação, também está ligada ao controle autonômico considerando que os valores a apresentação do aumento da atividade simpática após a execução do protocolo HIIT longo em concomitância com os maiores valores subagudos da PA na mesma sessão de exercício físico.

7 APLICABILIDADE CLÍNICA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A presente pesquisa nos permite fazer algumas correlações importantes na prescrição de exercícios individualizada e personalizada de acordo com as necessidades do indivíduo.

O HIIT longo apresentou melhores respostas no VO_{2pico} e FC_{pico} , mas também demonstrou maior sobrecarga cardíaca. Estes resultados sugerem que o mesmo deve ser utilizado para melhorar o desempenho cardiorrespiratório de atletas sem histórico de cardiopatias.

O TCMI obteve melhores dados na transição repouso-exercício na FC, sendo sugerido sua aplicabilidade nos protocolos iniciais de reabilitação cardíaca.

O HIIT curto e TCMI obtiveram melhores resultado na VFC e FC na transição exercício-recuperação demonstrando melhor adaptação cardíaca o que sugere indicação segura em protocolos de reabilitação cardíaca em fase intermediária e tardia.

Nosso estudo teve algumas limitações em relação a amostra no âmbito da avaliação e da quantidade de participantes. A relevância e aplicabilidade dos resultados nos permite sugerir que novos estudos sejam realizados em populações maiores, saudáveis e com doenças, e que sejam avaliados por questionários validados que qualifiquem o nível de atividade física.

8 CONCLUSÃO

Com base nos achados, conclui-se que TCMI e HIIT possuem relevância clínica significativa no aprimoramento cardiometabólico e ventilatório.

Na transição repouso-exercício o TCMI promoveu melhor resposta da FC em relação aos HIITs longo e curto em virtude da característica de carga constante do exercício.

Em termos de modulação autonômica da frequência cardíaca e durante a transição exercício-recuperação, o HIIT curto obteve melhor resposta na recuperação da FC, enquanto que o HIIT longo demonstrou maior hiperatividade simpática representando sobrecarga e risco cardiovascular.

Nas variáveis VO_{2pico} e FC_{pico} o HIIT longo obteve efeitos superiores em relação ao HIIT curto e TCMI.

Estas evidências representam importantes implicações práticas no processo de ajuste e adaptação cardíaca em especial durante os programas de intervenções em longo prazo.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, U. R., FAUSTA, O., KANNATHALA, N., CHUAA, T., Laxminarayanb S. Non-linear analysis of EEG signals at various sleep stages. *Comput Methods Programs Biomed* 2005; 80: 37-45.

AHMADIAN, M., ROSHAN, V. D. e HOSSEINZADEH, M. (2015). Reativação parasimpática em crianças: influência de dois modos diferentes de exercício. *Clin. Auton. Res.* 25, 207-212.

ALBERT, C. M. et al. Triggering of Sudden Death from Cardiac Causes by Vigorous Exertion. *New England Journal of Medicine*, v. 343, n. 19, p. 1355-1361, 2000.

ALMEIDA, M. B.; ARAÚJO, C. G. S. Effects of aerobic training on heart rate. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, v.9 p. 113-120, 2003.

AL HADDAD, H., LAURSEN, P. B., CHOLLET, D., AHMAIDI, S., AND BUCHHEIT, M. (2011). Reliability of resting and postexercise heart rate measures. *Int. J. Sports Med.* 32, 598–605. doi: 10.1055/s-0031-1275356.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. ACSM stand position on the appropriate intervention strategies for weight loss and prevention of weight gain for adults. *Medicine Science Sports Exercise*. Vol. 33. 2001. p.2145-2156.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Resource Manual for Guidelines for Exercise Testing and Prescription. 7.ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, p. 896, 2013.

ANDREW, P., JONES, D. C. P. Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine. 1 ed: Routledge; 2005. P. 432.

ANTELM I, CHUANG EY, GRUPI CJ, LATORRE M DO R, MANSUR AJ. Heart rate recovery after treadmill electrocardiographic exercise stresstest and 24-hour heart rate variability in healthy individuals. *ArqBrasCardiol* 2008; 90: 380–385.

ARENA, R., MYERS, J., FORMAN, D. E, LAVIE, C. J, GUAZZI, M. Should high-intensity-aerobic interval training become the clinical standard in heart failure? *Heart Fail Rev.* 2013;18:95–105.

ARNGRIMSSON, S. A.; STEWART, D. J.; BORRANI, F. Relation of heart rate to percent VO_{peak} during submaximal exercise in the heat. *Journal Applied Physiology*, Bethesda, v. 94, p.1162- 1168, 2003.

BA, A., DELLIAUX, S., BREGEON, F., LEVY, S., JAMMES, Y. Post-exercise heart rate recovery in healthy, obeses, and COPD subjects: relationships with blood lactic acid and PaO₂ levels. *Clin Res Cardiol* 2009;98(1):52-8.

BEARDEN, S. E. MOFFATT, R. J. VO₂ and heart rate kinetics in cycling: transitions from an elevated baseline (2001).

BELLENGER, C.S. et al. The Effect of Functional Overreaching on Parameters of Autonomic Heart Rate Regulation. *Eur J Appl Physiol*, 2017.

BERGER, N. J. A.; TOLFREY, K.; WILLIAMS, A. G. et al. Influence of continuous and interval training on oxygen uptake on-kinetics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 38, no. 3, p. 504-512, 2006.

BILLAT, L. V.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO_{2max} and the time of exhaustion at this velocity. *Sports medicine*, v. 22, n. 2, p. 90-108, 1996.

BILLAT, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle and long distance running. Part I: Aerobic interval training. *Sports medicine*. Auckland, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001a.

BLANCHARD, B. E., et al. RAAS polymorphisms alter the acute blood pressure response response to aerobic exercise among men with hypertension. *Eur J Appl Physiol*. 2006;97(1):26-33.

BORRESEN, J., LAMBERT, M. I. (2008). Autonomic control of heart rate during and after exercise: measurements and implications for monitoring training status. *Sports Med*. 38, 633–646.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14 (5), p. 377-81, 1982.

BURGOMASTER, K. A., HOWARTH, K. R., PHILLIPS, S. M., RAKOBOWCHUK, M., MACDONALD, M. J., MCGEE, S. L., & GIBALA, M. J. (2008). Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. *The Journal of Physiology*, 586(1), 151–160.

BUCHHEIT, M., LAURSEN, PB., AND AHMAIDI, S. (2007a). Parasympathetic reactivation after repeated sprint exercise. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol*. 293, H133–H141. doi: 10.1152/ajpheart.00062.2007.

BURNLEY, M.; DOUST, J. H.; JONES, A. M. Time required for the restoration of normal heavy exercise VO₂ kinetics following prior heavy exercise. *J Appl Physiol* 2006; 101: 1320-1327.

CABRAL-SANTOS, C. et al. Similar Anti-Inflammatory Acute Responses from Moderate-Intensity Continuous and High-Intensity Intermittent Exercise. *Journal of sports science & medicine*, v. 14, n. 4, p. 849, 2015.

CARTER, et al. Effect of endurance exercise on autonomic control of heart rate. *Sports Med*. 2003;33:33–46.

CASONATTO, J.; POLITO, M. D. Hipotensão pós-exercício aeróbio: uma revisão sistemática. *Revista brasileira de medicina do esporte*, v. 15, p.151-157. 2009.

CASTIES, J. F., MOTTET, T., LE GALLAIS, D. Non-Linear Analyses of Heart Rate Variability During Heavy Exercise and Recovery in Cyclists. *Int J Sports Med* 2006; 27: 780–785

COFFEY, V., LEVERITT, M., GILL, N. Effect Of recovery modality on 4-hour repeated treadmill running performance and changes in physiological variables. *J Sci Med Sport* 2004; 7: 1-10.

COLE, C. R. et al. Heart-rate recovery immediately after exercise as a predictor of mortality. *New England journal of medicine*, v. 341, n. 18, p. 1351-1357, out 1999.

CONRAADS, V. M, et al. Aerobic interval training and continuous training equally improve aerobic exercise capacity in patients with coronary artery disease: the SAINTEXCAD study. *Int J Cardiol*. 2015;179:203–210

COSWIG et al. *Revista Brasileira de Atividade Física e Saúde*, p. 340-351, 2015.

COYLE, E. F., GONZÁLEZ-ALONSO, J. Cardiovascular drift during prolonged exercise: new perspectives. *Exerc Sports Sci Rev* 2001;29(2):88-92.

CUNHA, F.A., MIDGLEY, A. W., GONCALVES, T., SOARES, P. P. e FARINATTI, P. (2015). A reativação parasimpática após CPET máximo depende da modalidade de exercício e da atividade vagal de repouso em homens saudáveis. *Springer Plus* 4: 100.

CURRIE K. D. et al. Low-Volume, High-Intensity Interval Training in Patients with CAD. *Med. Sci. Sports Exerc*. 2013. 45(8): 1436-1442.

DALL, C. H. et al., Effect of high-intensity training versus moderate training on peak oxygen uptake and chronotropic response in heart transplant recipients: a randomized crossover trial. *Am J Transplant*. 2014 Oct;14(10):2391-9.

DAWSON, E.A.; SHAVE, R.; GEORGE, K.; WHYTE, G.; BALL, D.; GAZE, D.; COLLINSON, P. Cardiac drift during prolonged exercise with echocardiographic evidence of reduced diastolic function of the heart. *European Journal of Applied Physiology*, Berlin, v.94, p.305-9, 2005.

DE SOUZA, K. M. et al. Maximal lactate steady state estimated by different methods of anaerobic threshold. *Brazilian Journal of Kinanthropometry and Human Performance*, [S.l.], v. 14, n. 3, p. 264-275, apr. 2012.

DOMINGOS, P. J. F. Atividade física de alta intensidade na população universitária de Coimbra: efeito do tempo de prática. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências do Desporto e Educação Física da Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal (2014).

DUPUY, O. et al., (2012). Reliability of heart rate measures used to assess post-exercise parasympathetic reactivation. *Clin. Physiol. Funct. Imaging* 32, 296–304. doi: 10.1111/j.1475097X.2012.01125.x.

ELECTROPHYSIOLOGY TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, March 1, 1996.

FIGUEIREDO et al. Influence of number of sets on blood pressure and heart rate variability after a strength training session. *The Journal of Strength & Conditioning Research*: June 2015 - Volume 29 - Issue 6 - p 1556–1563.

FLEG, J. L. Salutary effects of high-intensity interval training in persons with elevated cardiovascular risk. *F1000Research* v. 5, 2016, p.1-7.

FREYSSIN, C., VERKINDT, C., PRIEUR, F. Cardiac rehabilitation in chronic heart failure: effect of a 8-week high-intensity interval training vs continuous training. *Arch Phys Med Rehabil.* 2012;8:1359-1364

FULLICK, S., MORRIS, C., JONES, H., ATKINSON, G. Prior exercise lowers blood pressure during simulated night-work with different meal schedules. *Am J Hypertens.* 2009;22(8):835-41.

GAYDA, M. et al. Comparison of Different Forms of Exercise Training in Patients With Cardiac Disease: Where Does High-Intensity Interval Training Fit? *Canadian Journal of Cardiology.* v. 4, n° 32, jan. 2016, p. 485-494.

GIBALA, M. J. et al. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. *The Journal of physiology*, v. 575, n. 3, p. 901-911, 2006.

GIBALA, M. J.; MCGEE, S. L. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? *Exerc Sport Sci Rev*, v. 36, n. 2, p. 58-63. 2008.

GIBALA, M.J. et al. Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. *The Journal of physiology*, 590 (Pt 5), pp.1077–84. 2012.

GILLEN, J. B.; GIBALA, M. J. Is high-intensity interval training a time-efficient exercise strategy to improve health and fitness? *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, v. 39, n. 3, p. 409-412, 2013.

GLADWELL, V. F. et al (2010) Cardiac vagal activity following three intensities of exercise in humans. *Clinical Physiology and Functional Imaging* 30, 17-22.

GLAISTER, M.; STONE, M. H.; STEWART, A. M.; HUGHES, M.G.; MOIR, G. L. The influence of endurance training on multiple sprint cycling performance. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, Storrs, v. 21, no. 2, p. 606–612, 2007.

GOSSELIN, L. E. et al. Metabolic Response ok Different Highintensity Aerobic Interval Exercise Protocols. *Journal of Strength and Conditioning Research*. v. 26 n. 10, oct. 2012, p. 2866-2871.

GUIRAUD, T., JUNEAU, M., NIGAM, A. et al. Optimization of high intensity interval exercise in coronary heart disease. *Eur J ApplPhysiol* 2010 Nov 14; 108 (4): 733-40.

HAYKOWSKY, M. J., TOMMINS, M. P., KRUGER, C., et al. Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. *Am J Cardiol*. 2013;111:1466-9.

HERDY, A. H. et al. Teste Cardiopulmonar de Exercício: Fundamentos, Aplicabilidade e Interpretação. *Arq. Bras. Cardiol*. vol.107 no.5 São Paulo Nov. 2016.

HOSHI, R. A. Variabilidade da frequência cardíaca como ferramenta de análise da função autonômica: revisão de literatura e comparação do comportamento autonômico e metabólico em recuperação pós-exercício. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente, 2009.

HUGHSON, R. L. Oxygen Uptake Kinetics: historical perspective and future directions. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2009; 34(5): 840-50.

IMAI, K. et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. *Journal of the American College of Cardiology*. 1994;24(6):1529-35.

JUNEAU, M, HAYAMI, D, GAYDA, M, LACROIX, S, NIGAM, A. Provocative issues in heart disease prevention. *Can J Cardiol*. 2014 Dec 30.

KAIKKONEN, P., HYNYNEN, E., MANN, T., RUSKI, H. e NUMMELA, A. (2010). A HRV pode ser usada para avaliar a carga de treinamento em exercícios de carga constante? *EUR. J. Appl. Physiol*. 108, 435-442.

KARAPETIAN, G. K., ENGELS, H. J., GRETEBECK, R. J. Use of Heart Rate Variability to estimate LT and VT. *Int J Sports Med* 2008; 29: 652-657.

KAVANAGH, T., MERTENS, D. J., HAMM, L. F. Prediction of long-term prognosis in 12 169 men referred for cardiac rehabilitation. *Circulation*. 2002;106(6):666-671.

KESSLER, H. S.; SISSON, S. B.; SHORT, K. R. The Potential for High-Intensity Interval Training to Reduce Cardiometabolic Disease Risk. *Sports Medicine* v. 42, n. 6, 2012, p. 489-509.

KETHEYIAN, S. J. et al. Relation between volume of exercise and clinical outcomes in patients with heart failure. *J. Am. Coll. Cardiol.* 60, 1899–1905 (2012).

KIVINIEMI A, HAUTALA A, KINNUNEN H, TULPPO M. Endurance training guided individually by daily heart rate variability measurements. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101(6):743–51.

KIVINIEMI AM, HAUTALA AJ, KINNUNEN H, NISSILA J, VIRTANEN P, KARJALAINEN J, ET AL. Daily exercise prescription on the basis of HR variability among men and women. *Med Sci Sports Exerc.* 2010;42(7):1355–63.

KRAVITZ, L. ACSM information on high intensity interval training. 2015.

KUBUKELI, Z. N., NOAKES, T. D., & DENNIS, S. C. (2002). Training techniques to improve endurance exercise performances. *Sports Medicine*, 32(8), 489–509.

LAURSEN, P. B.; JENKINS, D. G. The scientific basis for high-intensity interval training: optimizing training programmes and maximizing performance in highly-trained endurance athletes. *Sports med*, v. 32, n.1, p. 53-73, 2002.

LINS, T. C. B. et al. Relação entre a frequência cardíaca de recuperação após teste ergométrico e índice de massa corpórea. *Revista portuguesa de cardiologia*, v. 34, n. 1, p. 27-33, jan 2015.

MAEDER, M. T., AMMANN, P., RICKLI, H. e BRUNNER-LA ROCCA, H. P. (2009). Impacto do modo de exercício na recuperação da frequência cardíaca após o exercício máximo. *EUR. J. Appl. Physiol.* 105, 247-255.

MEYER, K., SAMEK, L., SCHWAIBOLD, M., et al. Physical responses to different modes of interval exercise in patients with chronic heart failure—application to exercise training. *Eur Heart J.* 1996.

MEYER, P., NORMANDIN, E., GAYDA, M., et al. High intensity interval exercise in chronic heart failure: protocol optimization. *J Card Fail* 2012 Feb; 18 (2): 126-33.

MEZZANI, A., HAMM, L. F., JONES, A. M., MCBRIDE, P. E., MOHOLDT, T., STONE, J. A., URHAUSEN, A., WILLIAMS, M.A. (2012) Aerobic exercise intensity assessment and prescription in cardiac rehabilitation. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention* 32, 327-350.

MICHAEL, S. et al. (2016). Submaximal exercise intensity modulates acute post-exercise heart rate variability. *Eur. J. Appl. Physiol.* 116, 697–706. doi: 10.1007/s00421-016-3327-9.

MILLET, G. P. et al. VO₂ response to different intermittent runs at velocity associated with VO₂max. *Canadian Journal of Applied Physiology*, Manitoba, v. 28, no. 3, p. 410-423, 2003.

MONTAIN, S. J., COYLE, E. F. Influence of graded dehydration on hyperthermia and cardiovascular drift during exercise. *J Appl Physiol* (1985) 1992 Oct;73(4):1340–1350.

MORRIS, N. et al. Physiological responses to intermittent and continuous exercise at the same relative intensity in older men. *European Journal of Applied Physiology*, Heidelberg, v. 90, p. 620–625, 2003.

MOTULSKY, H. J., RANSNAS, L. A. Fitting curves to data using nonlinear regression: a practical and nonmathematical review. *FASEB J.* 1987;1(5):365-74.

NETER, J.; KUTNER, M. H.; NACHTSHEIM, C. J.; WASSERMAN, W. *Applied linear regression models*. 3.ed. Chicago: IRWIN, 1996. 720 p.

NEVES, V. R. et al. Heart Rate Dynamics After Exercise in Cardiac Patients with and Without Type 2 Diabetes. *Front Physiol*, 2011.

O'BRIEN. K., GEDDES, E.L., REID, W.D., BROOKS, D., CROWE, J. Inspiratory muscle training compared with other rehabilitation interventions in chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review update. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2008.

OLSON, M., TABATA, I. It'sa HIIT! *ACSMs Health Fit J* 2014;18(5):17–24.

PARDODONO, E, FERNANDES, M, AZEVEDO, L.M, ALMEIDA, J.A., MOTA, M.R, SIMÕES, H.G. Post-exercise hypotension of normotensive young men through track running sessions. *Rev Bras Med do Esporte* 2015;21(3):192–5.

PAREKH, A.; LEE, C.M. Heart rate variability after isocaloric exercise bouts of different intensities. *Medicine Science Sports and Exercise*, Madison, v.37, n.4, p.599-605, 2005.

PIERPONT, G. L. et al. Heart Rate Recovery post-exercise as an index of parasympathetic activity. *JournaloftheAutonomicNervous System*, v. 80, n. 3, p. 169-174, 2000.

PINHEIRO, P. I. S. Efeito dos exercícios aeróbios contínuo e intervalado na variabilidade da frequência cardíaca em adultos jovens saudáveis. *Ensaio clínico aleatório*. Natal, 2015. 87f.

POWERS, S.K.; HOWLEY, E.T. *Fisiologia do exercício: teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho*. 6 ed. Barueri: Manole, 2009.

QUEIROGA, M. R. Testes e medidas para avaliação da aptidão física relacionada à saúde em adultos. Guanabara koogan, 2005.

RAHIMI, K., THOMAS, A., ADAM, M., HAYERIZADEH, B. F., SCHULER, G. e SECKNUS, M. A. (2006). Implicações da modalidade de teste de exercício em marcadores prognósticos modernos em pacientes com doença arterial coronariana conhecida ou suspeita: treadmill versus bicicleta. EUR. J. Cardiovasc. Evita. Rehabilitar. 13, 45-50.

RAMOS, R. P. et al. Clinical usefulness of response profiles to rapidly incremental cardiopulmonary exercise testing. Pulmonary medicine, v. 2013, p. 1-25, 2013.

RANADIVE, S. M., FAHS, C. A., YAN, H., ROSSOW, L. M., AGLIOVLASTIS, S. e FERNHALLI, B. (2011). Recuperação da frequência cardíaca após o braço máximo e a ergometria das pernas. Clin. Auton. Res. 21, 117-120.

RAJENDRA ACHARYA, U. et al. Heart Rate Variability: a review. Medical and Biological and Engineering Computing, v. 44, n. 12, p. 1031 – 1051. 2006.

RIBEIRO, P. A. *et al.* High-intensity interval training in patients with coronary heart disease: Prescription models and perspectives. Physical & Rehabilitation Medicine. v. 16, jun. 2016, p. 1-8.

ROECKER, R. et al. Heart Rate Prescription from Performance and Anthropometrical Characteristics, Medicine and Science in Sports and Exercise, Madison, v. 34, no. 5, p. 811-881, 2002.

ROGNMO, K., MOHOLDT, T., BAKKEN, H. Cardiovascular risk of high versus moderate-intensity aerobic exercise in coronary heart disease patients. Circulation. 2012;126(12):1436–40.

RONTOYANNIS, George P., Lactate elimination From the Blood During Active Recovery. The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness, Vol.28, p.115-123.1998.

ROSSITER, H. B. et al. Dynamic asymmetry of phosphocreatine concentration and O₂ uptake between the on- and off-transients of moderate- and high-intensity exercise in humans. The Journal of physiology. 2002;541(Pt 3):991-1002.

RUMENIG, E. et al. Cinética e variabilidade da frequência cardíaca mediante exercício físico predominantemente aeróbio: influência da intensidade e do tempo de análise. Rev. bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.21, n.3, p.205-18, jul./set. 2007.

SABAPATHY, S.; KINGSLEY, R. A.; SCHNEIDER, D. A. et al. Continuous and intermittent exercise responses in individuals with chronic obstructive pulmonary disease. Thorax: B M J, London, v. 59, no. 12, p. 1026-1031, 2004.

SAVIN, W. M., DAVIDSON, D. M., HASJEKLL, W. L. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. *J Appl Physiol.* 1982;53(6):1572-5.

SCHNOHR, P. et al. Intensity versus duration of cycling, impact on all-cause and coronary heart disease mortality: the Copenhagen City Heart Study. *Eur J PrevCardiol.* 2012;19(1):73–80.

SCRIBBANS, T. D. et al., 2014. Fibre-specific responses to endurance and low volume high intensity interval training: striking similarities in acute and chronic adaptation. *PLoS one*, 2014.

SEILER, S., HAUGEN, O., KUFFLE, E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. *MedSci Sports Exerc.* 2007;39(8):1366-73.

SHEPARD, R., ASTRAND, P.O., Editors , *Endurance in Sport*. Boston, MA: Blackwell Scientific Publications.1993.

SIMÕES, R.P., BONJORNO JÚNIOR, J.C., BELTRAME, T., CATAI, A.M., ARENA, R., BORGHI-SILVA, A. Slower heart rate and oxygen consumption kinetic responses in the on and off-transient during a discontinuous incremental exercise: effects of aging. *Braz J PhysTher.* 2013 17(1): 69-76.

SIQUEIRA, G. D. J et al. *Cinergis*, Santa Cruz do Sul, 18(2):114-120, abr./jun. 2017.

SILVA, J. P. S. L. et al. Percepção subjetiva de esforço e nível de afetividade no treinamento intervalado de alta intensidade: comparação entre dois protocolos populares. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Paulo. v.11. n.68. p.596-601. Set./Out. 2017. ISSN 1981-9900.

SLOAN, R. P., et al. Impact of aerobic training on cardiovascular reactivity to and recovery from challenge. *Psychosomatic Medicine.* 2011;73(2):134–141.

STANLEY, J., PEAKE, J. M., BUCHHEIT, M. (2013). Cardiac parasympathetic reactivation following exercise: implications for training prescription. *Sports Med.* 43, 1259–1277. doi: 10.1007/s40279-013-0083-4.

STEPTO, N. G.; MARTIN, D. T.; FALLON, K. E. et al. Metabolic demands of intense aerobic interval training in competitive cyclist. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 33, no. 2, p. 303-310, 2001.

SUNDARAM, S. et al. Autonomic effects on QT-RR interval dynamics after exercise. H490 –H497, 2008.

TABATA, I.; NISHIMURA, K.; KOUZAKI, M. et al. Effects of moderate-intensity endurance and high-intensity intermitente training on anaerobic capacity and

VO₂max. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 28, p. 1327-1330, 1996.

TAKAHASHI T. Difference in human cardiovascular response between upright and supine recovery from upright cycle exercise. *European Journal of Applied Physiology*, 2000, 81: 233-239.

TALANIAN, J. L., et al. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. *Journal of Applied Physiology* 102(4), 1439–1447, 2007.

TSCHAKERT, G., HOFMANN, P. High-intensity intermitent exercise: methodological and physiological aspects. *Int J Sports Physiol Perform.* 2013;8:600-10.

TSCHAKERT, G., Acute Physiological Responses to Short- and Long-Stage HighIntensity Interval Exercise in Cardiac Rehabilitation: a pilot study *J Sports Sci Med.* 2016.

TURNER, A. P.; CATHCART, A. J.; PARKER, M. E. et al. Oxygen uptake and muscle desaturation kinetics during intermittent cycling. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Madison, v. 38, no. 3, p. 492-503, 2006.

VANDERLEI, L. C. M. et al. Noções básicas de variabilidade da frequência cardíaca e sua aplicabilidade clínica. *Revista brasileira de cirurgia cardiovascular*, v. 24, p. 205-217, 2009.

VAZ, M. S., PICANÇO, L. M.; DEL VECCHIO, F. B. Effects of different training amplitudes on heart rate and heart rate variability in young rowers. *The journal of strength & conditioning research*, v. 8, n.10, p. 2967–2972, 2014.

WESTON, M. et al. High-intensity interval training (HIT) for effective and time efficient pre-surgical exercise interventions. *Perioperative Medicine*, v. 5, n. 1, p. 2, 2016.

WHITE, D. W., RAVEN, P. B. Autonomic Neural Control of Heart Rate during Dynamic Exercise: Revisited. *J Physiol* 2014; 592: 2491–2500.

WILLIAMS, T. et al. Measures of and Changes in Heart Rate Variability in Pediatric Heart Transplant Recipients. *Pediatr Transplant.* 2017 feb 8. doi: 10.1111/petr.12894.

WILMORE, J. H., & COSTILL, D. L. Training for sport and activity. Chapter 11. Dubuque, IA: Wm C. Brown 1988.

WISLOFF, U. et al. Superior Cardiovascular Effect of Aerobic Interval Training Versus Moderate Continuous Training in Heart Failure Patients. *American heart association* originally published online June 4, 2007.

APENDICE 1

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

PROJETO DE PESQUISA: **“Avaliação dos efeitos agudos de diferentes intensidades de treinamento físico sobre a cinética da frequência cardíaca”**.

O Centro Coordenador desse projeto de pesquisa localiza-se na Universidade Federal de Goiás (UFG), na Faculdade de Educação Física e Dança e no Instituto de Ciências Biológicas. Os pesquisadores envolvidos nesse projeto de pesquisa são os Prof^{es}. Dr. Paulo Roberto Viana Gentil (62 81184732) e Prof^a. Dr^a. Ana Cristina Silva Rebelo (62 81380503).

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, de um estudo da **“Avaliação dos efeitos agudos de diferentes intensidades de treinamento físico sobre a cinética da frequência cardíaca”**.

I. Objetivo Central e justificativa da pesquisa

Esta pesquisa é importante porque vai determinar as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas em jovens saudáveis submetidos a diferentes tipos de treinamento intervalado de alta intensidade.

II. Procedimentos a serem realizados

A sua participação inclui consulta médica com um cardiologista e médico do esporte, eletrocardiograma, teste físico ergométrico em esteira, avaliações de seus batimentos cardíacos e pressão arterial. O senhor ainda terá que realizar um exame para verificar sua capacidade para realizar exercícios físicos e testes funcionais que avaliam as atividades de vida diária. Também terá que ser coletado o seu sangue para realizar exames que irão ajudar a identificar alterações que acontecem no seu organismo.

O exame da capacidade para realizar exercícios físicos será feito em esteira elétrica e terá que usar um equipamento, o qual será colocado na boca e nariz, e a postura corporal será avaliada em um equipamento chamado de plataforma de força. Estes exames serão realizados em três momentos, o primeiro será antes e o segundo durante e o terceiro após participar da pesquisa. O senhor também participará de encontros onde serão informados sobre alimentação saudável.

Para participar do programa de exercícios físicos o senhor deverá passar por uma avaliação médica e receber um laudo que permita fazer atividades físicas vigorosas. Os exercícios que irá realizar deverão promover alterações no seu corpo, de forma gradativa, e o senhor poderá sentir certo desconforto físico no início do treinamento ou dificuldade em realizar os exercícios cada vez que houver aumento de carga, pois o seu corpo estará se acostumando com os exercícios, mas dentro de poucos dias o senhor não deverá mais sentir dor ou desconforto muscular. Ao final do período de treinamento (última semana)

os exercícios se tornarão mais vigorosos, porém devido ao período de treinamento anterior o senhor suportará os exercícios com relativa facilidade.

Para a realização da coleta do sangue para serão utilizadas seringas descartáveis após a higienização do local com algodão contendo álcool 70%, de preferência na área anterior do braço (em frente ou abaixo do cotovelo), pois é uma região que contém muitas veias. A amostra será encaminhada, imediatamente após a coleta, para o BioBanco Laboratório de Morfofisiologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Goiás, o material biológico será armazenado por cinco anos e após este período tudo será descartado.

III. Riscos e desconfortos potenciais

Os procedimentos da pesquisa não costumam causar dano para os participantes. Mas poderão ocorrer algumas coisas como: aumento, de forma aguda ou crônica, do risco de morte súbita e infarto em indivíduos predispostos. Os pacientes com o exercícios estarão expostos ao risco de entorses e lesões decorrentes de quedas ou pequenos acidentes, além das dores musculares tardias. Para a coleta do sangue serão utilizadas seringas e outros materiais descartáveis que deverão estar lacrados e abertos na sua frente. Pode ainda, ocorrer vazamento de sangue após a coleta do sangue ou formar hematoma (mancha roxa), desconforto (dor no local após a coleta).

IV. Benefícios esperados

Esperamos que este estudo possa facilitar a elaboração de estratégias mais eficientes e seguras para tratar e reabilitação cardíaca. Elucidar a eficácia ou não dos protocolos de exercícios físicos administrados durante os experimentos desta pesquisa na recuperação cardíaca de jovens saudáveis e depois aplicar para pacientes coronariopatas. E, ampliar os conhecimentos científicos acerca da atuação fisiológica do treinamento físico na saúde cardiovascular de jovens saudáveis.

Em qualquer momento ele poderá desistir de participar pesquisa, ou de qualquer etapa que não se sentir a vontade para realizá-la, sem que isto lhe traga qualquer prejuízo. Todas as informações ficarão arquivadas pelos pesquisadores responsáveis durante o período de cinco anos.

Depois de esclarecido sobre as informações a seguir e no caso de aceitar a fazer parte do Estudo, assine ao final deste documento. Você deverá assinar duas iguais, sendo que uma delas é sua e a outra fica com um dos pesquisadores. Em caso de dúvida você poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis Prof.^o Dr. Paulo Roberto Viana Gentil (62 81184732) e Prof.^a Dr.^a. Ana Cristina Silva Rebelo (62 81380503). Em caso de dúvidas sobre os seus direitos como participante nesta pesquisa, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa pelo telefone: 35211215, todas as ligações para estes números poderão ser realizadas a cobrar.

Nome e Assinatura do pesquisador

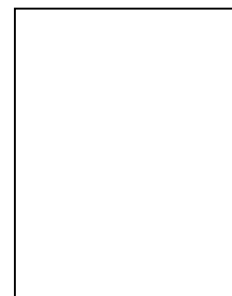
Eu, _____,
RG: _____, CPF: _____, abaixo assinado, aceito
participar da pesquisa: **Avaliação dos efeitos agudos de diferentes intensidades de
treinamento físico sobre a cinética da frequência cardíaca**, como sujeito. Fui
devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador(a) sobre a pesquisa, os
procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes
da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer
momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção do acompanhamento/
assistência/tratamento prestado ao sujeito pesquisado.

Local e data _____

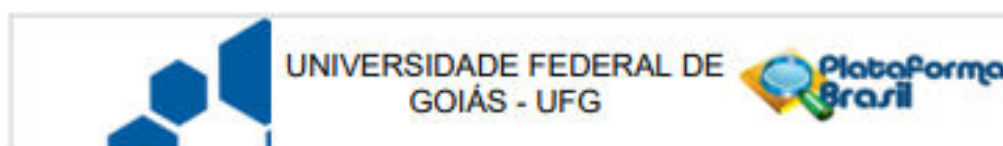
Nome e Assinatura do participante: _____

Espaço para registro datiloscópico dos participantes sem letramento.

Testemunhas:



ANEXO 1



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: AVALIAÇÃO DAS VARIÁVEIS CARDIORRESPIRATÓRIAS E METABÓLICAS EM PACIENTES CORONARIOPATAS SUBMETIDOS A DIFERENTES TIPOS DE TREINAMENTO INTERVALADO: ENSAIO CLÍNICO RANDOMIZADO

Pesquisador: PAULO GENTIL

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 54522016.6.0000.5083

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.643.562

Apresentação do Projeto:

Contextualização: O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem se mostrado mais eficiente que outras formas de exercício para promover melhoras clínicas e funcionais em pacientes com problemas cardíacos. No entanto, há muitas formas possíveis de se realizar HIIT, o que resulta em sérios questionamentos com relação a segurança e eficiência dessas variações. Apesar de o HIIT ter sido recomendado como parte de programas de reabilitação para pessoas com doenças cardiovasculares, há carência de estudos que tenham comparado e correlacionado as variáveis cardiovasculares, ventilatórias e metabólicas com os benefícios de diferentes protocolos de treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) sobre a capacidade funcional aeróbia e a modulação autonômica da frequência cardíaca e biomarcadores inflamatórios em indivíduos que apresentam fatores de risco para DAC ou então a DAC já estabelecida. **Objetivos:** Avaliar e comparar a influência de diferentes protocolos de HIIT sobre a modulação autonômica da frequência cardíaca; sobre as variáveis cardiorrespiratórias e metabólicas e testes funcionais e sobre os biomarcadores inflamatórios. **Material e Métodos:** Ensaio clínico randomizado com características de um estudo longitudinal e amostragem tipo não-probabilística de casos consecutivos de coronariopatas serviço de hemodinâmica do Hospital das Clínicas – UFG, Goiânia, Goiás, Brasil. A amostra será composta de 120 homens entre 35 e 70 anos coronariopatas que