



**Universidade do Estado do Rio de Janeiro**

Centro de Educação e Humanidades

Instituto de Educação Física e Desportos

Rui Pilon Batista de Jesus

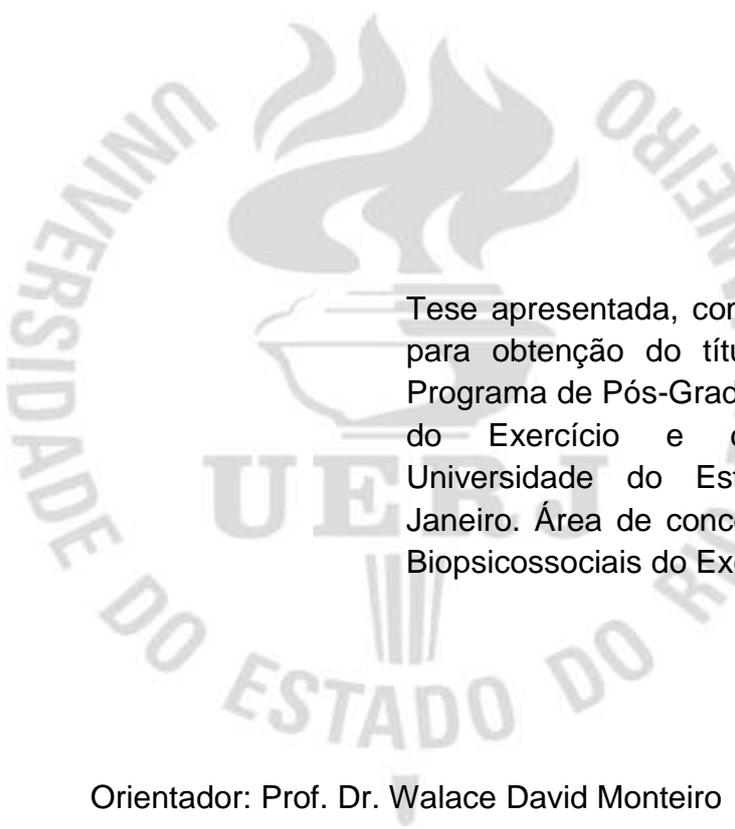
**Respostas cardiorrespiratórias, metabólicas e de afeto em  
protocolos HIIRT com e sem estações de corrida**

Rio de Janeiro

2023

Rui Pilon Batista de Jesus

**Respostas cardiorrespiratórias, metabólicas e de afeto em protocolos HIIRT  
com e sem Estações de Corrida**



Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Orientador: Prof. Dr. Wallace David Monteiro

Coorientador: Prof. Dr. Bruno Ribeiro Ramalho de Oliveira

Rio de Janeiro

2023

CATALOGAÇÃO NA FONTE  
UERJ/REDE SIRIUS/BIBLIOTECA CEH/B

J58 Jesus, Rui Pilon Batista de.  
Respostas cardiorrespiratórias, metabólicas e de afeto  
em protocolos HIIRT com e sem estações de corrida / Rui  
Pilon Batista de Jesus. – 2023.  
118 f : il.

Orientador: Wallace David Monteiro.  
Coorientador: Bruno Ribeiro Ramalho de Oliveira.  
Tese (doutorado) – Universidade do Estado do Rio de  
Janeiro, Instituto de Educação Física e Desportos.

1. Treinamento intervalado de alta intensidade - Teses.  
2. Circuito de treinamento – Teses. 3. Corridas - Teses. 4.  
Esforço físico – Teses. I. Monteiro, Wallace David. II.  
Oliveira, Bruno Ribeiro Ramalho de. III. Universidade do  
Estado do Rio de Janeiro. Instituto de Educação Física e  
Desportos. IV. Título.

CDU 796.015.542

Bibliotecária: Eliane de Almeida Prata CRB7 4578/94

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese desde que citada a fonte.

---

Assinatura

---

Data

Rui Pilon Batista de Jesus

**Respostas cardiorrespiratórias, metabólicas e de afeto em protocolos HIIRT  
com e sem estações de corrida**

Tese apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Aspectos Biopsicossociais do Exercício Físico.

Aprovada em 19 de dezembro de 2023.

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Wallace David Monteiro (orientador)  
Instituto de Educação Física e Desportos - UERJ

---

Prof. Dr. Bruno Ribeiro Ramalho de Oliveira (coorientador)  
Universidade Federal Rural do Estado do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Jonas Lírio Gurgel  
Universidade Federal Fluminense

---

Prof. Dr. Humberto Lameira Miranda  
Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

---

Prof. Dr. Felipe Amorim da Cunha  
Instituto de Educação Física e Desportos – UERJ

---

Prof. Dr. Sidnei Cavalcante da Silva  
Instituto Nacional de Traumatologia e Ortopedia

Rio de Janeiro  
2023

## DEDICATÓRIA

A meus pais, Josué Batista de Jesus Neto e Glória Maria Pilon Batista de Jesus,

Com amor e gratidão, dedico esta tese a vocês, que sempre foram fontes de inspiração, amor e apoio incondicional. Vocês me ensinaram o valor da perseverança e da dedicação, e cada passo desta jornada foi guiado pelos princípios e ensinamentos que vocês me deram.

Obrigado por tudo.

## **AGRADECIMENTOS**

Com sincera gratidão e humildade, dedico estas palavras a todos que me apoiaram e inspiraram durante minha jornada de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Exercício e do Esporte (PPGCEE) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

Minha profunda gratidão à UERJ e ao PPGCEE pela oportunidade de realizar este trabalho em um ambiente acadêmico estimulante. Agradeço especialmente à Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) pela bolsa concedida, fundamental para meu desenvolvimento acadêmico e sucesso na pesquisa.

Um especial agradecimento ao meu orientador, Prof. Dr. Wallace David Monteiro, pela sua dedicação excepcional, orientação sábia e paciência inabalável. Sua participação foi crucial e profundamente impactante em cada etapa desta jornada. Agradeço também ao meu coorientador, Prof. Dr. Bruno Ribeiro Ramalho de Oliveira, pelo seu apoio e contribuições valiosas ao trabalho.

Um agradecimento caloroso aos meus pais, cujo amor, apoio e sacrifícios foram a base de tudo que alcancei. Sem a sua orientação e encorajamento, esta jornada não teria sido a mesma.

Agradeço ao Prof. Dr. Paulo de Tarso Veras Farinatti, chefe do Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde (LABSAU), pelo seu suporte, sabedoria e por proporcionar um ambiente de pesquisa de alta qualidade.

Agradeço aos voluntários que participaram desta pesquisa, cujo comprometimento foi essencial para o sucesso do trabalho.

Um sincero agradecimento a Andressa Fidalgo, Guilherme Rodrigues, Adriano Oliveira, Lenifran Matos, Michel Oliveira, Rodrigo Medeiros e Pedro Pereira pela amizade, apoio técnico e emocional. A companhia e o suporte de cada um de vocês foram inestimáveis e contribuíram significativamente para tornar esta jornada mais gerenciável e gratificante.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para esta etapa significativa da minha vida. Cada um de vocês teve um papel importante na realização deste sonho, e sou eternamente grato por isso.

O maior obstáculo ao descobrir a forma da Terra, dos continentes e dos oceanos  
não foi a ignorância, mas a ilusão do conhecimento.

*Daniel J. Boorstin*

## RESUMO

PILON, Rui Batista de Jesus. *Respostas cardiorrespiratórias, metabólicas e de afeto em protocolos HIIRT com e sem estações de corrida*. 2023. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e Esporte) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

Os circuitos HIIRT vêm sendo muito aplicados em diferentes populações devido aos seus benefícios nos indicadores de saúde e aptidão física. Apesar disso, a literatura é escassa quanto a trabalhos que investigaram os efeitos da manipulação das variáveis de prescrição nas respostas psicofisiológicas ao esforço. Esta tese compõe-se de dois estudos. No primeiro, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, para sintetizar as características metodológicas dos estudos envolvendo protocolos em circuitos de alta intensidade, executados com exercícios resistidos sobre os indicadores agudos de intensidade do esforço em adultos jovens saudáveis, analisando a aplicação das estações de corrida nesses protocolos. Realizada de acordo com as diretrizes PRISMA e abrangendo artigos até 15 de setembro de 2023, a busca, realizada nas bases PubMed, Embase, Web of Science, Scielo, resultou na inclusão de 23 estudos, cuja qualidade metodológica foi avaliada pela Escala TESTEX. Essa análise revelou grande variação nas características metodológicas dos circuitos HIIRT, no volume de treinamento (duração das sessões, número de exercícios, repetições, ordem de execução e número de passagens pelo circuito), nos indicadores de intensidade do esforço (percentuais de repetições máximas, cargas fixas, peso corporal e métodos *all-out*), nas características dos exercícios e formas de aplicação de sobrecarga. Notou-se também uma falta de padronização nas estações de corrida dos circuitos, especialmente quanto a duração e intensidade. O artigo original investigou as respostas cardiorrespiratórias, de lactato sanguíneo e de afeto em sessões HIIRT *all-out*, comparando as sessões realizadas apenas com exercícios resistidos (HIIRT-T) com aquelas combinadas com estações de corrida (HIIRT-M). A amostra foi composta por 20 voluntários jovens treinados ( $24,1 \pm 3,4$  anos,  $VO_{2m\acute{a}x}$   $50,6 \pm 8,7$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>), submetidos a dois protocolos de HIIRT de 12 minutos. As principais variáveis analisadas incluíram percentuais da frequência cardíaca máxima (%FC<sub>máx</sub>), consumo máximo de oxigênio (%VO<sub>2máx</sub>), dispêndio energético (DE), lactato sanguíneo [La] e afeto. Os resultados indicaram que o %FC<sub>máx</sub> não diferiu significativamente entre os protocolos HIIRT-T e HIIRT-M ( $80,40 \pm 3,73$  vs.  $81,30 \pm 4,092$ ;  $p=0,0613$ ), enquanto o %VO<sub>2máx</sub> ( $40,35 \pm 7,73$  vs.  $47,00 \pm 11,56$ ;  $p=0,0414$ ) e o DE ( $103,3 \pm 22,50$  vs.  $118,4 \pm 29,35$  kcal;  $p=0,0399$ ) foram maiores no protocolo com estações de corrida. O [La] foi maior na sessão HIIRT-T vs. HIIRT-M ( $6,4 \pm 3,5$  a  $9 \pm 4,62$  vs.  $3,96 \pm 3,13$  a  $6,54 \pm 2,8$  mmol·L<sup>-1</sup>;  $p \leq 0,05$ ), e houve maior estabilidade no número de repetições ao longo dos rounds no HIIRT-M em comparação ao HIIRT-T ( $88,44 \pm 8,99$  a  $60,44 \pm 8,72$  vs.  $40,94 \pm 4,4$  a  $46 \pm 4,63$ ;  $p \leq 0,05$ ). As respostas afetivas, incluindo prazer, ativação e divertimento, não foram significativamente alteradas pela inclusão de estações de corrida. Conclui-se, portanto, que as estações de corrida nos circuitos HIIRT-M são eficazes para manter uma intensidade de esforço elevada, com maior VO<sub>2</sub> e menor produção de lactato, o que pode beneficiar a redução do impacto da fadiga localizada nesse tipo de circuito. A pequena diferença no DE entre os protocolos HIIRT-M e HIIRT-T, embora estatisticamente significativa, torna limitadas as implicações práticas. Adicionalmente, a inclusão das estações de corrida não influenciou as respostas afetivas ao exercício. Ressalta-se, contudo, a necessidade de pesquisas futuras para investigar os efeitos de diferentes durações e intensidades das estações de corrida em protocolos HIIRT, objetivando otimizar estratégias de treinamento.

Palavras-chave: treinamento intervalado de alta intensidade; treinamento em circuito; treinamento resistido; corrida. esforço físico.

## ABSTRACT

pilon, Rui Batista e Jesus. *Cardiorespiratory, metabolic, and affective responses in HIIRT protocols with and without running stations*. 2023. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências do Exercício e Esporte) - Instituto de Educação Física e Desportos, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

HIIRT circuits have been increasingly applied across diverse populations due to their benefits on health indicators and physical fitness. However, literature regarding the effects of manipulating prescription variables on psychophysiological responses to effort remains scarce. This thesis comprises two studies. The first entailed a systematic literature review to synthesize methodological characteristics of studies involving high-intensity circuit protocols executed with resistance exercises on acute effort intensity indicators in healthy young adults, analyzing the application of running stations in these protocols. Conducted in accordance with PRISMA guidelines and covering articles up to September 15, 2023, the search across databases such as PubMed, Embase, Web of Science, and Scielo resulted in 23 studies included, with methodological quality assessed by the TESTEX Scale. This analysis uncovered significant variability in HIIRT circuit methodological characteristics, in training volume (session duration, number of exercises, repetitions, execution order, and circuit rounds), effort intensity indicators (percentage of maximum repetitions, fixed loads, body weight, and all-out methods), exercise characteristics, and overload application methods. A lack of standardization in circuit running stations, especially regarding duration and intensity, was also noted. The original article investigated cardiorespiratory, blood lactate, and affective responses in all-out HIIRT sessions, comparing sessions performed solely with resistance exercises (HIIRT-T) to those combined with running stations (HIIRT-M). The sample consisted of 20 trained young volunteers ( $24.1 \pm 3.4$  years,  $VO_{2max}$   $50.6 \pm 8.7$   $ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$ ), undergoing two 12-minute HIIRT protocols. Key variables analyzed included percentages of maximum heart rate ( $\%HR_{max}$ ), maximum oxygen consumption ( $\%VO_{2max}$ ), energy expenditure (EE), blood lactate [La], and affect. Results indicated that  $\%HR_{max}$  did not significantly differ between HIIRT-T and HIIRT-M protocols ( $80.40 \pm 3.73$  vs.  $81.30 \pm 4.092$ ;  $p=0.0613$ ), while  $\%VO_{2max}$  ( $40.35 \pm 7.73$  vs.  $47.00 \pm 11.56$ ;  $p=0.0414$ ) and EE ( $103.3 \pm 22.50$  vs.  $118.4 \pm 29.35$  kcal;  $p=0.0399$ ) were higher in the protocol with running stations. [La] was significantly higher in the HIIRT-T session compared to HIIRT-M ( $6.4 \pm 3.5$  to  $9 \pm 4.62$  vs.  $3.96 \pm 3.13$  to  $6.54 \pm 2.8$   $mmol \cdot L^{-1}$ ;  $p \leq 0.05$ ), and there was greater stability in the number of repetitions across rounds in HIIRT-M compared to HIIRT-T ( $88.44 \pm 8.99$  to  $60.44 \pm 8.72$  vs.  $40.94 \pm 4.4$  to  $46 \pm 4.63$ ;  $p \leq 0.05$ ). Affective responses, including pleasure, activation, and enjoyment, were not significantly altered by the inclusion of running stations. It is concluded, therefore, that running stations in HIIRT-M circuits are effective in maintaining high effort intensity, with higher  $VO_2$  and lower lactate production, which may benefit the reduction of localized fatigue impact in such circuits. The slight difference in EE between HIIRT-M and HIIRT-T protocols, though statistically significant, limits practical implications. The inclusion of running stations did not influence affective responses to exercise. However, further research is needed to investigate the effects of different durations and intensities of running stations in HIIRT protocols, aiming to optimize training strategies.

Keywords: high-intensity interval training; circuit-based exercise; resistance training; running; physical exertion.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Estudo 1		
Figura 1 -	Fluxograma de inclusão de estudos na revisão sistemática.....	27
Estudo 2		
Figura 1 -	Diagrama de fluxo do experimento.....	55
Quadro 1 -	Estruturação das sessões de exercício.....	62
Figura 2 -	Percentuais médios de $FC_{máx}$ (A) e $VO_{2máx}$ (B) por <i>rounds</i> e médias das sessões (C) dos protocolos investigados.....	66
Figura 3 -	Percentuais médios de $FC_{máx}$ (A) e $VO_{2máx}$ (B), VE (C), $VCO_2$ (D) e R (E) nos estímulos e recuperações nos protocolos investigados.....	68
Figura 4 -	Concentração de lactato nos diferentes momentos de medida...	69
Figura 5 -	Repetições (A) e volume (B) por <i>round</i> .....	70
Figura 6 -	Modelo Circumplexo derivado das sessões de exercício.....	72

## LISTA DE TABELAS

Estudo 1

Tabela 1 - Análise da qualidade metodológica dos estudos através da escala TESTEX..... 29

Tabela 2 - Características dos estudos incluídos na revisão sistemática..... 32

Estudo 2

Tabela 1 - Caracterização da amostra..... 64

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CV	Coeficiente de variação
DE	Dispêndio energético
EPEE	Dispêndio energético em excesso pós exercício
EPOC	Consumo de oxigênio em excesso pós exercício
FC	Frequência cardíaca
FC <sub>máx</sub>	Frequência cardíaca máxima
FAS	<i>Felt Arousal Scale</i>
FS	<i>Feeling Scale</i>
HIIT	<i>High-intensity interval training</i>
HIIRT	<i>High-intensity interval resistance training</i>
HIRC	<i>high intensity resistance circuit</i>
[La <sup>-</sup> ]	Concentração de lactato sanguíneo
LV1	Primeiro limiar ventilatório
LV2	Segundo limiar ventilatório
PACES	<i>Physical Activity Enjoyment Scale</i>
PSE	Percepção subjetiva de esforço
R	Razão de troca respiratória
RM	Repetições máximas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TCPE	Teste cardiopulmonar de exercício
VCO <sub>2</sub>	Produção de dióxido de carbono
VE	Ventilação minuto
VO <sub>2</sub>	Consumo de oxigênio
VO <sub>2máx</sub>	Consumo máximo de oxigênio
VO <sub>2pico</sub>	Consumo de oxigênio de pico
vVO <sub>2máx</sub>	Velocidade de VO <sub>2máx</sub>

## SUMÁRIO

	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
1	<b>ESTUDO 1: REVISÃO SISTEMÁTICA</b> .....	21
1.1	<b>Introdução</b> .....	22
1.2	<b>Métodos</b> .....	23
1.2.1	<u>Estratégias de Busca e Seleção dos Estudos</u> .....	24
1.2.2	<u>Crítérios de Inclusão e de Exclusão</u> .....	24
1.2.3	<u>Análise dos Artigos</u> .....	25
1.3	<b>Resultados</b> .....	26
1.3.1	<u>Identificação e Seleção</u> .....	26
1.3.2	<u>Características dos Estudos</u> .....	28
1.4	<b>Discussão</b> .....	40
1.5	<b>Conclusão</b> .....	45
2	<b>ESTUDO 2: ESTUDO ORIGINAL</b> .....	50
2.1	<b>Introdução</b> .....	51
2.2	<b>Material e Métodos</b> .....	53
2.2.1	<u>Amostra</u> .....	53
2.2.2	<u>Coleta de Dados</u> .....	54
2.2.3	<u>Triagem de Saúde e Anamnese</u> .....	55
2.2.4	<u>Teste Cardiopulmonar de Exercício</u> .....	55
2.2.5	<u>Sessão de Familiarização</u> .....	57
2.2.6	<u>Medida de Consumo de Oxigênio em Repouso</u> .....	57
2.2.7	<u>Teste de 10 Repetições Máximas (10RM)</u> .....	58
2.2.8	<u>Medida de Gasto Calórico</u> .....	59
2.2.9	<u>Medida de Lacto Sanguíneo</u> .....	59
2.2.10	<u>Avaliação da afetividade e prazer nas sessões de HIIRT</u> .....	60
2.2.11	<u>Sessões de Exercício</u> .....	60
2.2.12	<u>Tratamento Estatístico</u> .....	63
2.3	<b>Resultados</b> .....	63
2.4	<b>Discussão</b> .....	72
2.5	<b>Conclusão</b> .....	77
	<b>CONCLUSÃO GERAL E RECOMENDAÇÕES</b> .....	92

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	94
<b>ANEXO A</b> - Checklist PRISMA .....	105
<b>ANEXO B</b> – Estratégias de Busca .....	106
<b>ANEXO C</b> – TESTEX .....	109
<b>ANEXO D</b> – Parecer Consubstanciado do CEP .....	110
<b>ANEXO E</b> – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	112
<b>ANEXO F</b> – PAR-Q .....	114
<b>ANEXO G</b> – Anamnese .....	115
<b>ANEXO H</b> – Feeling Scale .....	116
<b>ANEXO I</b> – Felt Arousal Scale .....	117
<b>ANEXO J</b> – PACES .....	118

## INTRODUÇÃO

O treinamento em circuito consiste em realizar uma série de exercícios em sequência, geralmente com pouco ou nenhum tempo de descanso entre as estações (Klika; Jordan, 2013; TP *et al.*, 2017). Os circuitos têm sido usados há várias décadas para aprimorar a força muscular, a aptidão cardiorrespiratória e a composição corporal em indivíduos com diferentes níveis de condicionamento físico (Dantas; Geraldles, 1998; Vrijens, 1969; Whitehurst *et al.*, 2005).

Essa forma de treinamento foi desenvolvida por R. E. Morgan e G. T. Anderson em 1953, na Universidade de Leeds, na Inglaterra (Imanudin *et al.*, 2020). No entanto, foi somente a partir das décadas de 1970 e 1980 que o treinamento em circuito se tornou popular entre atletas e praticantes de fitness. Desde então, vários estudos têm investigado os efeitos do treinamento em circuito nos indicadores de aptidão física e saúde. Por exemplo, nas décadas de 70 e 80 já eram conhecidos os benefícios do treinamento em circuito para a reabilitação cardíaca e para o alcoolismo (Kelemen; Stewart, 1985; Piorkowski; Axtell, 1976).

Outras investigações mostraram os efeitos do treinamento em circuito em indivíduos obesos, os quais foram capazes de aprimorar a composição corporal e outros indicadores de saúde, como força e capacidade aeróbia (Bocalini *et al.*, 2012a; Kim *et al.*, 2018). Os resultados mostraram que ambos os métodos de treinamento melhoraram a composição corporal e a aptidão cardiovascular, mas apenas o treinamento em circuito melhorou significativamente a força muscular dos participantes. Posteriormente, outros estudos também apontaram que o treinamento em circuito, além de melhorar a aptidão cardiorrespiratória e a composição corporal, provocou aprimoramentos na força muscular em diferentes populações (Marcos-Pardo *et al.*, 2019; Myers *et al.*, 2015; Sperlich *et al.*, 2017).

Em geral, as evidências científicas disponíveis indicam que o treinamento em circuito pode ser uma estratégia eficaz para melhorar vários indicadores de aptidão física e da saúde (Muñoz-Martínez *et al.*, 2017). No entanto, como em qualquer programa de treinamento, é importante personalizar os protocolos de circuito para atender às necessidades individuais e otimizar os efeitos do treinamento.

Outra metodologia que se tornou popular nos últimos anos é o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT). Vale destacar que, desde 2014, o *American College of Sports Medicine* (ACSM) vem destacando o HIIT como uma tendência de prescrição de exercício aplicada a diferentes populações (Herbert *et al.*, 2017; Li *et al.*, 2023; Ni Cheilleachair; Harrison; Warrington, 2017). Essa metodologia de treinamento é composta por estímulos curtos de atividades intensas, intercalados por períodos de repouso ou exercícios de baixa intensidade para recuperação (Buchheit; Laursen, 2013a). As intensidades dos estímulos podem variar, dependendo do indicador fisiológico utilizado. Nesse sentido, podem oscilar de 90% da velocidade ou da potência de  $VO_{2máx}$  ( $vVO_{2máx}$  ou  $pVO_{2máx}$ ), máximo estado estável de lactato ou 100% da velocidade crítica ( $V_{crit}$ ) até intensidades tão altas quanto 95% da velocidade máxima de *sprint*, 180% $v/pVO_{2máx}$  a intensidades *all-out* (maior esforço possível dentro de um determinado tempo de estímulo). Já os períodos de recuperação podem envolver atividades de recuperação passiva (repouso) ou atividades executadas até 40% do  $VO_{2máx}$ , com durações bem curtas quanto 10 s, podendo estender-se até 5 minutos (Buchheit; Laursen, 2013b, 2013a).

No que diz respeito à classificação do HIIT, várias podem ser encontradas na literatura (Oliveira-Nunes *et al.*, 2021; Keating *et al.*, 2017; Macinnis; Gibala, 2017). Dentre elas, uma proposta bastante interessante foi sugerida por Buchheit e Laursen (2013a), que descrevemos a seguir: 1) HIIT de intervalos longos: de alta intensidade, com esforços submáximos a máximos, que provocam intensidades de 90% a 100% de  $v/pVO_{2máx}$ ; 2) HIIT de intervalos curtos: uma versão mais intensa do HIIT, que envolve esforços supra máximos, com estímulos de 100 a 120% de  $v/pVO_{2máx}$ ; 3) HIIT de *sprint* repetido: que se caracteriza por realizar um grande número de sprints com duração inferior a 10 s e intensidades de 120 a 160% de  $v/pVO_{2máx}$  intercaladas com recuperações relativamente curtas (<60 s); 4) HIIT de sprints: com intensidades que superam os 180% de  $v/pVO_{2máx}$  e utilizam longos períodos de recuperação.

O HIIT foi inicialmente concebido para o treinamento de atletas (Billat, 2001). Contudo, com o passar dos anos, recebeu atenção considerável dos pesquisadores, devido à sua capacidade de induzir adaptações fisiológicas notáveis, bem como efeitos positivos para a saúde, que se assemelham ou são superiores aos obtidos no treinamento contínuo de moderada intensidade (MICT) (Guo *et al.*, 2023; Lindner *et al.*, 2023), com a grande vantagem de serem executados com menores tempos ou

durações (Gibala *et al.*, 2012; GRAY *et al.*, 2016; Menz *et al.*, 2019). Além disso, o HIIT é conhecido por proporcionar maior prazer, quando comparado ao MICT em diferentes populações (Oliveira *et al.*, 2018; Thum *et al.*, 2017).

Uma das formas de aplicação do HIIT recai na utilização de exercícios resistidos. Essa forma de treinamento vem recebendo diferentes designações, dependendo das características específicas dos protocolos. Dentre elas, podemos destacar o *high-intensity circuit training* (Schmidt *et al.*, 2016), o *high-intensity functional training* (Feito *et al.*, 2018), o *whole-body circuit training* (MYERS *et al.*, 2015), o *multimodal high-intensity interval training* (BUCKLEY *et al.*, 2015) e o *high-intensity interval resistance training* (Fidalgo *et al.*, 2021). Na presente tese, para efeito de padronização da redação, utilizaremos o termo *High-Intensity Interval Resistance Training* (HIIRT).

O HIIRT é realizado na forma de circuito, envolvendo exercícios resistidos, que podem ser executados em máquinas, pesos livres ou mesmo utilizando apenas o peso corporal como resistência (Buckley *et al.*, 2015; Gist; Freese; Cureton, 2014; Machado *et al.*, 2018). Esses circuitos também podem mesclar exercícios resistidos com exercícios executados em ergômetros (Benito *et al.*, 2016; Nuñez *et al.*, 2020). Nos circuitos HIIRT, geralmente são aplicados estímulos relativamente curtos (10 a 30s nos exercícios resistidos e 30 a 90s nos exercícios em ergômetros), o mesmo acontecendo com os períodos de recuperação (10 a 30s) (Benito *et al.*, 2016; Buckley *et al.*, 2015; Nuñez *et al.*, 2020). Devido às elevadas intensidades de esforço, os protocolos dessa natureza não são longos e demonstram grande eficiência temporal, na medida em que desenvolvem conjuntamente aptidão cardiorrespiratória e força muscular em suas diferentes formas de manifestações (Myers *et al.*, 2015; Schmidt *et al.*, 2016).

Diversos posicionamentos institucionais que orientam a prática do exercício físico recomendam aprimoramentos conjuntos na força e aptidão cardiorrespiratória para a promoção da saúde em indivíduos jovens (Acsm *et al.*, 2018; Garber *et al.*, 2011) e idosos (Cadore *et al.*, 2014; Mazzeo; Tanaka, 2001; Mcdermott; Mernitz, 2006). É nesse sentido que os circuitos HIIRT podem ser utilizados, já que promovem esse aprimoramento conjunto, com a vantagem de serem realizados em sessões de curta duração (Muñoz-Martínez *et al.*, 2017).

É importante destacar que uma das diferenças básicas entre os circuitos HIIRT e os circuitos tradicionais realizados com exercícios resistidos recai na duração dos estímulos e dos períodos de recuperação. Nos circuitos mais tradicionais, a duração dos estímulos, em geral, é mais longa do que a verificada nos circuitos HIIRT. Por isso, a duração da sessão tende a ser mais longa (Kaikkonen *et al.*, 2012; Tibana *et al.*, 2016a). Já nos circuitos HIIRT, os estímulos e as recuperações são aplicados com durações mais curtas, reduzindo o tempo total da sessão (Mcrae *et al.*, 2012; Schmidt *et al.*, 2016). Como resultado das sessões mais curtas, esses circuitos acarretam elevadas intensidades de esforço, com pequenas oscilações das respostas fisiológicas nos períodos de estímulo e de recuperação (Fidalgo *et al.*, 2023; Ouellette *et al.*, 2016). Não é à toa que, em grande parte dos estudos, os praticantes são orientados a realizar as atividades em intensidades *all-out* ou vigorosa (García-Fernández *et al.*, 2021; Wilke *et al.*, 2019).

Se, por um lado, as intensidades de esforço são elevadas nos circuitos HIIRT, por outro, isso pode ser um empecilho, já que, dependendo da forma como os protocolos são organizados, podem causar fadiga acentuada, impedindo a finalização da sessão de exercícios, ou mesmo reduzindo o volume de treinamento alcançado. Apesar de essas suposições serem lógicas sob o ponto de vista fisiológico, manter a intensidade do esforço elevada sem a ocorrência de fadiga acentuada é um desafio dos circuitos dessa natureza. Logo, para manter a intensidade do exercício elevada, prevenindo uma fadiga acentuada que venha a prejudicar o desempenho dos praticantes, têm-se combinado, aos exercícios resistidos, atividades que envolvam grandes grupamentos musculares, com menor componente localizado.

É nesse sentido que atividades como a corrida vêm sendo inseridas em alguns protocolos HIIRT (Nuñez *et al.*, 2020). Isso provavelmente ocorre devido ao fato de a corrida envolver grandes grupamentos musculares, mantendo a intensidade do exercício elevada, com menor impacto na fadiga localizada. Obviamente, a intensidade e duração em que a corrida é executada pode influenciar sobremaneira na fadiga ao exercício. Nos protocolos HIIRT, ainda não está bem estabelecido o papel da corrida na magnitude das respostas fisiológicas, bem como no volume de treinamento. Nesse sentido, a avaliação de indicadores de fadiga, como o lactato sanguíneo, conjuntamente às variáveis cardiorrespiratórias, pode

fornecer informações importantes a respeito do impacto fisiológico da inclusão de estações de corrida nos circuitos dessa natureza.

Para além dos aspectos fisiológicos, é interessante conhecer as respostas psicológicas ao exercício, como prazer, ativação e divertimento, pois estas podem influenciar na decisão dos indivíduos de repetir uma sessão de exercícios (Ekkekakis, 2009; Williams, 2008). É importante destacar que o fato de o exercício provocar adaptações fisiológicas positivas pode não ser suficiente para garantir que os indivíduos se mantenham engajados nas atividades (Ekkekakis, 2009; Pollock, 1978; Williams, 2008). Logo, conhecer as respostas de afeto, assim como as respostas fisiológicas ao exercício, pode ser uma ferramenta importante para delinear sessões de exercício mais agradáveis aos praticantes (Fidalgo *et al.*, 2021, 2022).

Apesar de essa premissa ser aceita em prescrições de exercícios envolvendo o treinamento intervalado *versus* o treinamento contínuo (Thum *et al.*, 2017), no que diz respeito às diferentes formas de aplicação dos circuitos HIIRT, a literatura ainda é escassa. Os poucos experimentos que investigaram as respostas afetivas no HIIRT foram executados exclusivamente por protocolos compostos apenas por exercícios resistidos (Fidalgo *et al.*, 2022, 2023). Por isso, a compreensão de como as estações de corrida impactam as respostas psicofisiológicas ao esforço pode fornecer informações importantes no delineamento desses protocolos, o que se consiste no foco central da presente tese.

## **Justificativa**

Os circuitos HIIRT vêm sendo muito aplicados como estratégia de condicionamento físico em pessoas de diferentes faixas etárias (Harris *et al.*, 2017; Moro *et al.*, 2017), níveis de treinamento (Fidalgo *et al.*, 2021; Hendker; Eils, 2021; Myers *et al.*, 2015) e condição clínica (Batrakoulis *et al.*, 2018; Schranz *et al.*, 2018). Uma das principais vantagens deste tipo de circuito é a possibilidade de promover o condicionamento cardiorrespiratório e neuromuscular simultaneamente, de maneira potencialmente mais eficiente que em outros métodos, em sessões curtas de exercício (Archila *et al.*, 2021; Mcrae *et al.*, 2012; MYERS *et al.*, 2015; Sperlich *et al.*, 2017). Apesar de os protocolos HIIRT serem utilizados em diferentes contextos,

diversos aspectos metodológicos relacionados às suas aplicações ainda não foram elucidados, como por exemplo, volume (quantidade e duração dos estímulos), intensidades (PSE e percentuais de carga) tipos de exercícios a serem aplicados e como combiná-los. Um desses aspectos refere-se ao impacto e à aplicabilidade da inclusão de estações de corrida sobre as respostas agudas ao esforço, foco central da presente tese.

Os circuitos HIIRT podem ser compostos somente por exercícios resistidos, ou pela combinação de exercícios resistidos, intercalados por exercícios com caráter menos localizado, como a caminhada e a corrida. Um dos objetivos da inclusão dessas atividades pode estar associado à redução da fadiga imposta pelos exercícios resistidos, já que os circuitos são realizados em intensidade *all-out* (Evangelista *et al.*, 2019; Fidalgo *et al.*, 2023; Gist *et al.*, 2015; Machado *et al.*, 2018). Um segundo objetivo que poderia justificar a inclusão dessas atividades nos circuitos HIIRT recai no fato de elas envolverem grandes grupamentos musculares, concorrendo, dessa forma, para a manutenção das intensidades elevadas de esforço na atividade. Em teoria, tenta-se manter a intensidade do esforço elevada, ao mesmo tempo em que se reduz o caráter mais localizado e a fadiga dos exercícios resistidos. Todavia, para que isso ocorra, a intensidade e a duração da corrida devem ser adequadamente estabelecidas, sob o risco de ela exercer um efeito inverso na fadiga e nos indicadores de intensidade do esforço, caso não seja adequadamente prescrita. Infelizmente, poucos estudos investigaram especificamente o efeito da inclusão de estações de corridas nos circuitos HIIRT de curta duração (García-Fernández *et al.*, 2021; Nuñez *et al.*, 2020). Em adição, nesses estudos, os circuitos não foram executados em intensidade *all-out*, o que dificulta a extrapolação dos seus resultados para os protocolos HIIRT conduzidos em intensidade *all-out*.

Adicionalmente às respostas fisiológicas ao esforço, as respostas de afeto podem ser importantes de serem estudadas no HIIRT, já que podem influenciar na decisão dos indivíduos em repetir uma sessão de exercícios (Ekkekakis, 2009; Williams, 2008). Como já destacado, os poucos experimentos que investigaram as respostas afetivas no HIIRT, foram executados por protocolos compostos apenas por exercícios resistidos (Fidalgo *et al.*, 2022, 2023). Logo, compreender como as estações de corrida impactam nas respostas afetivas pode fornecer informações

relevantes na elaboração dos protocolos HIIRT que conjugam estações de exercícios resistidos com estações de corrida.

Em suma, investigar o impacto da inclusão de estações de corrida em protocolos HIIRT *all-out* pode ser importante para o delineamento de sessões de exercício que sejam efetivas sob o ponto de vista fisiológico e ao mesmo tempo prazerosas para os praticantes, representando o foco central da presente tese.

### **Hipótese**

Hipotetizou-se que a intensidade de esforço será semelhante nas sessões de HIIRT investigadas; contudo, a sessão de HIIRT composta por estações de exercícios resistidos e corrida exibirá menor produção de lactato, maior sustentabilidade do volume de treinamento e maior prazer, quando comparada às respostas da sessão de HIIRT executada somente com exercícios resistidos.

### **Objetivo Geral**

Analisar o efeito agudo da inclusão de estações de corrida em circuitos HIIRT *all-out* nas respostas fisiológicas e afetivas, assim como no volume de treinamento em indivíduos jovens treinados.

### **Objetivos Específicos**

Para alinhar o objetivo geral da presente tese, foram delineados os objetivos específicos discriminados a seguir.

- Sumarizar as características metodológicas da prescrição do exercício nos circuitos HIIRT em indivíduos adultos jovens, analisando a aplicação das estações de corrida nesses protocolos. (Revisão Sistemática);
- Comparar as respostas cardiorrespiratórias agudas decorrentes de sessões de HIIRT com exercícios resistidos, com aquelas obtidas em sessões de HIIRT, alternando exercícios resistidos com corrida em esteira rolante (Estudo Original);
- Comparar as respostas de afeto (ativação, prazer e divertimento) decorrentes de sessões de HIIRT com exercícios resistidos, com aquelas obtidas em

sessões de HIIRT, alternando exercícios resistidos com corrida em esteira rolante (Estudo Original);

- Comparar as respostas do número de repetições e volumes de treinamento decorrentes de sessões de HIIRT com exercícios resistidos, com aquelas obtidas em sessões de HIIRT, alternando exercícios resistidos com corrida em esteira rolante (Estudo Original).

### **Estrutura da Tese**

A presente Tese de Doutorado está estruturada em quatro capítulos.

No primeiro capítulo, intitulado Introdução, é apresentada a contextualização do problema, buscando-se justificar a relevância dos objetivos propostos.

No segundo capítulo, apresenta-se uma revisão sistemática da literatura para sumarizar as respostas agudas provenientes de sessões de HIIRT, compostas por exercícios resistidos isolados, bem como combinados com estações em ergômetros ou exercícios realizados em menor intensidade. A revisão foi conduzida com o intuito de identificar lacunas na literatura, que justificassem a realização do segundo estudo da tese (artigo original).

O terceiro capítulo, denominado Estudo 2, traz um estudo original intitulado “Respostas Cardiorrespiratórias, Metabólicas e de Afeto em Protocolos HIIRT com e sem Estações de Corrida”. Trata-se de um ensaio clínico que investiga as respostas agudas decorrentes de sessões de HIIRT, com diferentes configurações.

No quarto capítulo, denominado “Conclusões gerais e recomendações”, são apresentadas as principais conclusões às quais se pode chegar com base nos resultados dos estudos anteriormente descritos.

Finalmente, apresentam-se as referências e os anexos da tese, incluindo o Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, a Ficha de Anamnese, bem como os instrumentos para medida de afeto (*Feeling Scale* e *Felt Arousal Scale*), e o questionário PACES.

## 1 ESTUDO 1: REVISÃO SISTEMÁTICA

### Características metodológicas e respostas agudas de protocolos em circuitos de alta intensidade aplicados em adultos saudáveis: uma revisão sistemática

#### RESUMO

Esta revisão sistemática sintetizou as características metodológicas dos estudos envolvendo protocolos em circuitos de alta intensidade, executados com exercícios resistidos sobre os indicadores agudos de intensidade do esforço em adultos jovens saudáveis. A busca foi realizada nas bases de dados PubMed, Embase, Web of Science e Scielo, de acordo com as diretrizes PRISMA, abrangendo artigos publicados até 15 de setembro de 2023. As buscas foram realizadas por dois avaliadores de forma independente, resultando na inclusão de 23 estudos, a qualidade metodológica dos estudos selecionados foi mensurada pela Escala Tool for the Assessment of Study Quality and Reporting in Exercise (TESTEX). Foram incluídos ensaios clínicos (randomizados ou não), compostos por adultos saudáveis com idades de 18 a 40 anos, que compararam as respostas agudas de diferentes configurações de HIIRT nas variáveis: frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), concentração de lactato sanguíneo ([La]), percepção subjetiva de esforço (PSE) e dispêndio energético (DE). Os estudos selecionados incluíram um total de 371 indivíduos de ambos os sexos (272 homens -  $25,6 \pm 4,3$  anos e 99 mulheres -  $26,6 \pm 3,5$  anos). Os principais resultados mostraram que, na quase totalidade dos estudos, as amostras foram compostas por indivíduos condicionados com  $VO_{2max}$  variando de 41,0 a  $67,3 \pm 4,6$  mL·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup>, com um mínimo de 6 meses de treinamento. A diversidade metodológica dos protocolos foi marcante. As sessões variaram entre 4 e 35 minutos, o número de séries variou de 1 a 4, o número de repetições variou de 1 a 15 além da utilização da estratégia AMRAP e o número de exercícios variou de 1 a 14. enquanto as abordagens para estabelecer a intensidade incluíram percentuais de repetições máximas e métodos all-out. Além disso, observou-se que a inclusão de corrida nos circuitos foi uma estratégia utilizada para intensificar o esforço ou administrar a fadiga. Em conclusão, observou-se grande variabilidade nas características metodológicas dos estudos, especialmente nas variáveis de volume e intensidade. A diversidade envolvendo duração das sessões, número de séries, repetições, quantidade de exercícios e nas metodologias para prescrever a intensidade - desde percentuais de repetições máximas até abordagens *all-out* - reflete a adaptabilidade e aplicabilidade do HIIRT em diferentes contextos de treinamento. Em adição, a inclusão de estações de corrida surge como uma estratégia tanto para aumentar a intensidade do esforço, quanto para gerenciar a fadiga localizada decorrente dos exercícios resistidos, potencializando simultaneamente os estímulos de força e cardiorrespiratório.

**Palavras-chave:** treinamento em circuito. Treinamento resistido. Corrida, Esforço físico.

## 1.1 Introdução

A prática de atividade física tem sido proposta por seus diversos benefícios na prevenção de tratamento de doenças variadas (Dalili *et al.*, 2015; Fountaine, 2021; Jones *et al.*, 2020; Kim; Lee, 2019; Lee; Lee, 2018; Michalski *et al.*, 2023). Nesse sentido, tanto o treinamento aeróbio quanto o de força vêm sendo propostos em programas de exercícios direcionados à promoção da saúde (American College of Sports Medicine *et al.*, 2018; Westcott, 2012; Wilmore; Knuttgen, 2003).

No que diz respeito à configuração do treinamento aeróbio, diferentes estratégias podem ser utilizadas. Em linhas gerais, o exercício aeróbio contínuo de moderada intensidade tem sido muito utilizado, podendo ser realizado em ambientes variados, com o mínimo de investimento. O treinamento aeróbio intervalado de alta intensidade (HIIT) também tem demonstrado relevância, não só por produzir respostas fisiológicas benéficas, mas também por apresentar eficiência temporal, já que seus efeitos são obtidos em protocolos de curta duração (Gibala *et al.*, 2012; Gillen *et al.*, 2016; Weston; Wisløff; Coombes, 2014; Weston *et al.*, 2014).

O treinamento resistido tradicional também exerce efeitos positivos nos indicadores de saúde e aptidão física (Bocalini *et al.*, 2012b; Mazini Filho *et al.*, 2018; Micielska *et al.*, 2019; Myers *et al.*, 2015; Paoli *et al.*, 2013). Nesse sentido, a literatura exhibe evidências quanto à manipulação das variáveis metodológicas de prescrição de exercício (Garber *et al.*, 2011; Kraemer *et al.*, 2009; Kraemer; Ratamess, 2004; Schoenfeld *et al.*, 2021). O treinamento resistido pode ser aplicado na forma de circuito. Os protocolos dessa natureza, em geral, consistem na execução de estímulos de exercícios de características variadas, intercalados por curtos períodos de recuperação (Braun; Hawthorne; Markofski, 2005; Dalili *et al.*, 2015; Sperlich *et al.*, 2017). Esses protocolos podem ser conduzidos unicamente com exercícios resistidos (Marcos-Pardo *et al.*, 2019; Ramos-Campo *et al.*, 2018), ou combinando estações de exercícios com estações de caminhada, pedalada e corrida (Archila *et al.*, 2021; Benito *et al.*, 2016; Birkett *et al.*, 2019). A inclusão dessas atividades pode ocorrer por diferentes razões (Benito *et al.*, 2016; Nuñez *et al.*, 2020), mas talvez uma das principais recaia na redução do componente localizado

imposto pelos exercícios resistidos e manutenção da alta intensidade, já que envolvem grandes grupamentos musculares.

Os protocolos em circuito em alta intensidade, ou high-intensity interval resistance training (HIIRT), envolvem grande variação de exercícios, formas de aplicação dos estímulos e recuperações. Nesse sentido, podem ser aplicadas atividades executadas em máquinas, pesos livres e peso corporal (Armas; Kowalsky; Hearon, 2020; Balachandran *et al.*, 2014; Sperlich *et al.*, 2017), conduzidas através de estímulos de alta intensidade com diferentes durações (Nasci *et al.*, 2018; Schleppenbach *et al.*, [s.d.]; Schmidt *et al.*, 2016), intercalados por recuperações com durações variadas (Fidalgo *et al.*, 2021; Marín-Pagán *et al.*, 2020). Talvez por isso, o grau de evidência acerca da manipulação das variáveis de prescrição no HIIRT não esteja estabelecido, como é o caso daquelas verificadas no TCR tradicional (Garber *et al.*, 2011; Kraemer *et al.*, 2009; Schoenfeld *et al.*, 2021).

No que diz respeito a manipulação das variáveis metodológicas de treinamento em protocolos HIIRT, ainda não há qualquer direcionamento a respeito da forma pela qual estas variáveis são organizadas para obtenção de diferentes objetivos com o treinamento. Contudo, a forma pela qual tais variáveis são prescritas é fundamental para a obtenção das intensidades de esforço desejadas nos circuitos, sem a ocorrência de fadiga excessiva que venha prejudicar o desempenho dos praticantes nas sessões de exercícios. Nesse contexto, a presente revisão sistemática tem como propósito sumarizar as características metodológicas da prescrição do exercício nos circuitos HIIRT em indivíduos adultos jovens, analisando a aplicação das estações de corrida nesses protocolos.

## 1.2 Métodos

Esta revisão sistemática foi desenvolvida de acordo com as normas de recomendações descritas no Relatório de Itens Preferenciais para Revisões Sistemáticas e Meta-Análises (PRISMA) (Moher *et al.*, 2015) e AMSTAR-2 (SHEA *et*

al., 2017). O protocolo foi registrado na plataforma PROSPERO sob o número CRD42024508270.

### 1.2.1 Estratégias de busca e seleção dos estudos

A busca por artigos foi realizada nas bases de dados PubMed, Embase, Web of Science e Scielo até 1º de outubro de 2023, sem filtro para ano inicial. Buscaram-se artigos publicados em inglês, utilizando-se as palavras-chave e os termos combinados relacionados a “*HIIRT*” e “*oxygen consumption*”, “*lactate*”, “*heart rate*”, “*energy expenditure*” e “*subjective perceived exertion*”. A estratégia de busca completa encontra-se descrita no Anexo II.

As buscas e análises foram realizadas por dois investigadores (RPBJ e AFO), de forma independente. Inicialmente, foram verificados os títulos e resumos dos estudos identificados e, em seguida, revisou-se o texto completo dos trabalhos potencialmente elegíveis. A reprodutibilidade entre os avaliadores quanto à inclusão ou à exclusão dos estudos foi previamente testada em um conjunto aleatoriamente selecionado de 100 resumos ( $kappa = 0,98$ ). As divergências entre revisores foram resolvidas por um terceiro revisor (WDM).

### 1.2.3 Crítérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos ensaios clínicos (randomizados ou não), cujas amostras eram compostas por adultos saudáveis com idades de 18 a 40 anos e que aplicaram sessões de HIRT que atendiam aos critérios de alta intensidade do American College of Sports Medicine (2021):  $FC_{res}$  ou  $VO_{2res} \geq 60\%$ ,  $FC_{máx} \geq 77\%$ ,  $VO_{2max} \geq 64\%$ ,  $BORG \geq 14$ ,  $BORG CR10 \geq 4$ ). Quanto aos critérios para definir HIIRT, optou-se por incluir na presente revisão estudos com as seguintes características: a)

estudos que descreveram suas intervenções como treinamento em circuito ou intervalado de alta intensidade, com diferentes formas de exercícios resistidos; b) estudos que utilizaram o termo 'all-out' para caracterizar a intensidade dos circuitos resistidos; c) estudos em que os sujeitos receberam a informação para executar o circuito resistido em intensidade vigorosa ou máxima; d) estudos que requisitaram aos participantes concluir a sessão de treinamento planejada no menor tempo possível; e) estudos em que os indivíduos foram orientados a realizar o maior número de repetições ou passagens pelo circuito em tempo pré-determinado.

Os ensaios deveriam comparar as respostas agudas de diferentes configurações de HIIRT ou comparar os efeitos dos protocolos HIIRT versus outras formas de treinamento (treinamento de força convencional, treinamento aeróbio ou anaeróbio), quanto as seguintes variáveis: frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), concentração de lactato sanguíneo ([La]), percepção subjetiva de esforço (PSE) e dispêndio energético (DE). Além disso, foram incluídos estudos crônicos que mediram as respostas agudas destes indicadores de intensidade de esforço.

Foram excluídos da revisão estudos com as seguintes características: não aplicaram HIIRT (estudos que investigaram o treinamento resistido tradicional ou não utilizaram exercício resistido como estímulo); amostras compostas por idosos, crianças, indivíduos que apresentavam comprometimento motor, bem como indivíduos com doenças crônicas (cardiovasculares, respiratórias, metabólicas, neurológicas, dentre outras); estudo com acompanhamento longitudinal (intervenção crônica); estudo com modelo animal; estudo de revisão; estudo de meta-análise; estudo epidemiológico; intervenção paralela; carta ao editor; estudo observacional; resumo/pôster.

#### 1.2.4 Análise dos artigos

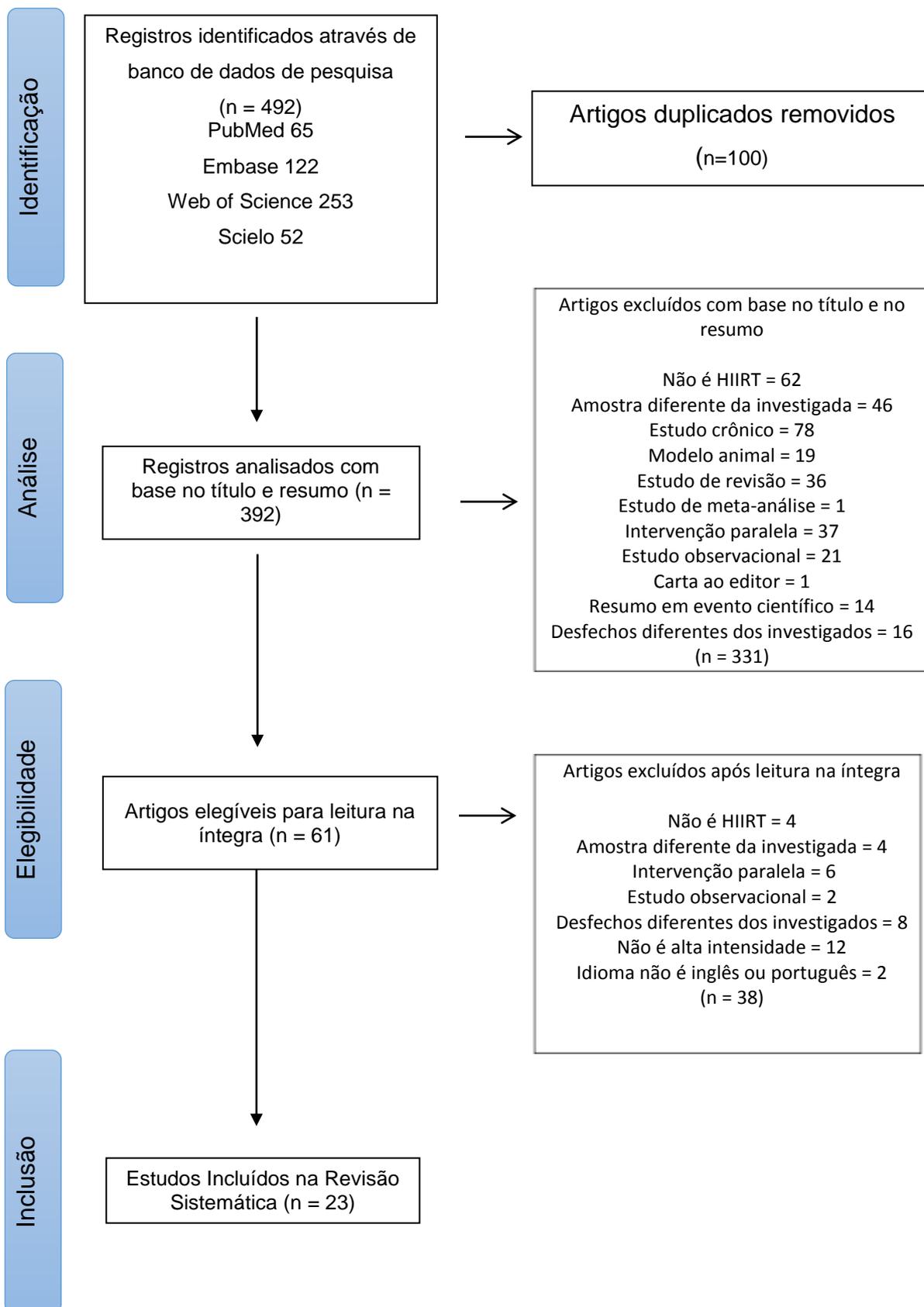
A qualidade metodológica dos estudos foi avaliada pela Escala TESTEX (Tool for the Assessment of Study Quality and Reporting in Exercise) (Smart *et al.*, 2015). Foram extraídas dos artigos as seguintes informações: autores, amostras, características metodológicas dos protocolos de treinamento e respostas agudas dos indicadores de intensidade do esforço investigados.

## 1.3 Resultados

### 1.3.1 Identificação e seleção

Inicialmente, 492 registros foram identificados nas bases de dados, distribuídos da seguinte forma: Web of Science ( $k = 253$ ); Embase ( $k = 122$ ); PubMed ( $k = 65$ ) e Scielo ( $k = 552$ ). Após exclusão das duplicatas ( $k = 100$ ), 392 estudos tiveram seus títulos e resumos analisados, com exclusão de 331. Dos 61 ensaios que tiveram a elegibilidade verificada com base na leitura dos textos completos, 23 foram retidos para a análise final. A Figura 1 ilustra o fluxograma de inclusão da revisão sistemática.

Figura 1 - Fluxograma de inclusão de estudos na revisão sistemática



Fonte: O Autor, 2023.

### 1.3.5 Características dos estudos

A Tabela 1 apresenta os escores de qualidade alcançados pelos estudos de acordo com a escala TESTEX. Cabe destacar que 100% dos estudos variou de 8 a 10 pontos, caracterizando os estudos incluídos como qualidade metodológica moderada.

Os dados referentes à identificação do estudo, características amostrais, protocolos de treinamento e principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço dos estudos incluídos são sumarizadas na Tabela 2. Os ensaios incluíram um total de 371 indivíduos de ambos os sexos - 272 homens ( $26 \pm 4$  anos, 19 a 30 anos) e 99 mulheres ( $27 \pm 4$  anos, 20 a 32 anos). A massa corporal variou de 64 a 85 kg, estatura de 159 a 178 cm, índice de massa corporal de 25,3 a 26,8  $\text{Kg/m}^2$  e  $\text{VO}_{2\text{Pico}}$  de  $41,0$  a  $67,3 \pm 4,6 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ . Os níveis de treinamento dos sujeitos variaram, com as amostras sendo caracterizadas como moderadamente treinadas (Benítez-Flores *et al.*, 2023; Benito *et al.*, 2016), fisicamente ativas (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Azevedo *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2022), treinadas (Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Ouellette *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2016a), atletas de CrossFit (Leitão *et al.*, 2021; Martínez-Gómez *et al.*, 2022; Toledo *et al.*, 2021a), praticantes de Crossfit (Timón *et al.*, 2019), corredores de *endurance* de alto nível (Di Michele; Del Curto; Merni, 2012) e baixa aptidão física (Nasci *et al.*, 2018). Sete estudos não relataram o nível de treinamento das amostras (Kliszczewicz *et al.*, 2018; Luz *et al.*, 2022; Machado *et al.*, 2018; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Nuñez *et al.*, 2020; Roberson *et al.*, 2017a, 2017b).

O tempo de treinamento prévio das amostras foi especificado em alguns estudos: Crossfit há pelo menos um ano (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Martínez-Gómez *et al.*, 2022; Ouellette *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2022); treinamento de força (Maté-Muñoz *et al.*, 2017), treinamento de força e aeróbio (Nuñez *et al.*, 2020), treinamento de condicionamento extremo (Tibana *et al.*, 2016a) ou HIRT (Fidalgo *et al.*, 2022, 2023) há pelo menos seis meses; treinamento de força há um ano (Benito *et al.*, 2016).

Tabela 1 - Análise da qualidade metodológica dos estudos através da escala TESTEX ( $k = 23$ )

Estudo	Critério de Qualidade												TOTAL			
	1	2	3	4	5	6a	6b	6c	7	8a	8b	9		10	11	12
Núñez <i>et al.</i> (2020)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Roberson <i>et al.</i> (2017a)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Roberson <i>et al.</i> (2017b)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Di Michele <i>et al.</i> (2012)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Nasci <i>et al.</i> (2018)	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Benítez-Flores <i>et al.</i> (2022)	1	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	NA	1	10
Leitão <i>et al.</i> (2021)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Tibana <i>et al.</i> (2019)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Tibana <i>et al.</i> (2022)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	NA	1	10
Timon <i>et al.</i> (2019)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Toledo <i>et al.</i> (2021)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Benito <i>et al.</i> (2016)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Fidalgo <i>et al.</i> (2022)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Fidalgo <i>et al.</i> (2023)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Muñoz <i>et al.</i> (2018)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Tibana <i>et al.</i> (2016)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Gomez <i>et al.</i> (2022)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	NA	1	10
Kliszczewicz <i>et al.</i> (2018)	1	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	0	NA	1	10
Luz <i>et al.</i> (2022)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Machado <i>et al.</i> (2018)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Muñoz <i>et al.</i> (2017)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Garcia Fernández <i>et al.</i> (2021)	1	0	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	8
Ouellette <i>et al.</i> (2016)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9
Azevedo <i>et al.</i> (2016)	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	0	NA	1	9

1= critério de elegibilidade especificado; 2= randomização especificada; 3= alocação ocultada; 4= grupos similares no *baseline*; 5= cegamento do avaliador; 6= resultados avaliados em 85% dos participantes (6a = 1 ponto se adesão for mais de 85%; 6b = 1 ponto se eventos adversos foram relatados; 6c = 1 ponto se atendimento ao exercício for relatado); 7= intenção de tratar a análise; 8= comparação estatística entre grupos relatada (8a = 1 ponto se são relatadas para a variável de desfecho primário; 8b = 1 ponto se são relatadas para pelo menos uma medida secundária); 9= medidas pontuais e medidas de variabilidade para todas as medidas de resultado; 10= monitoramento do grupo controle; 11= intensidade relativa do exercício permaneceu constante; 12= frequência, intensidade, duração e tipo de exercício relatados. NA= não aplicável.

Fonte: O Autor.

Em todos os estudos, os protocolos HIIRT foram realizados em forma de circuito. Cinco estudos utilizaram exercícios com características calistênicas (Benítez-Flores *et al.*, 2023; Luz *et al.*, 2022; Machado *et al.*, 2018; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Nasci *et al.*, 2018), cinco estudos utilizaram exercícios dinâmicos com protocolos de treino com pesos livres (Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; Leitão *et al.*, 2021; Roberson *et al.*, 2017a, 2017b) e 13 estudos utilizaram protocolos de exercícios resistidos combinados com corrida (Azevedo *et al.*, 2016; Benito *et al.*, 2016; Di Michele; Del Curto; Merni, 2012; García-Fernández *et al.*, 2021; Kliszczewicz *et al.*, 2018; Nuñez *et al.*, 2020) ou outras formas de exercícios: aeróbios, de condicionamento metabólico, de *endurance*, cardiovascular etc. (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Benítez-Flores *et al.*, 2023; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Ouellette *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2016a, 2022; Timón *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021a).

No que tange às variáveis de controle da intensidade adotadas nos exercícios resistidos, 8 estudos definiram cargas a partir de percentuais de repetições máximas (RM): 70% de 15RM (Benito *et al.*, 2016); 80% de 3RM (Ouellette *et al.*, 2016); 40% de 1RM (Maté-Muñoz *et al.*, 2017); 50% de 1RM (Nuñez *et al.*, 2020); 80 e 50% de 1RM (Roberson *et al.*, 2017a, 2017b); 70% de 5RM e 80% de 1RM (Tibana *et al.*, de 2016a); 40% de 1RM (Timón *et al.*, 2019). Dez estudos utilizaram protocolos 'all-out' (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Benítez-Flores *et al.*, 2023; Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; García-Fernández *et al.*, 2021; Machado *et al.*, 2018; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Nasci *et al.*, 2018; Ouellette *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2022). Em relação à intensidade determinada pela velocidade de execução dos exercícios, cinco estudos orientaram os sujeitos a realizar o maior número de repetições possível em um tempo pré-determinado (*As Many Repetitions as Possible* - AMRAP) (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Tibana *et al.*, 2016a, 2022; Timón *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021a) e seis estudos orientaram-nos a realizar o protocolo de exercícios no menor tempo possível (*For Time*) (García-Fernández *et al.*, 2021; Kliszczewicz *et al.*, 2018; Leitão *et al.*, 2021; Martínez-Gómez *et al.*, 2022; Timón *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021a). Diferentes variáveis foram utilizadas para quantificar a intensidade dos estímulos de corrida nos circuitos. Dois estudos usaram percentuais da  $v\text{VO}_{2\text{máx}}$  (Di Michele; Del Curto; Merni, 2012; Nuñez *et al.*, 2020), um estudo utilizou o %FCR (Benito *et al.*, 2016) e um estudo ajustou a intensidade de um protocolo que incluía corrida estacionária, dentre outras atividades, a partir do % $\text{FC}_{\text{máx}}$  (Azevedo *et al.*, 2016).

Quanto ao volume de treinamento, nem todos os estudos descreveram com exatidão as características relacionadas a algumas variáveis de prescrição do exercício. Desse modo, algumas variáveis são descritas valendo-se de faixas de valores aproximados. A duração das sessões, excluindo-se o aquecimento e volta à calma, variou de 4 a 35 minutos. O número de séries nos exercícios resistidos oscilou entre 1 e 4. Quanto ao número de repetições, diferentes estratégias para estabelecê-las foram adotadas. Em alguns trabalhos, os sujeitos realizaram um número pré-estabelecido de repetições, variando de 1 a 15 (Azevedo *et al.*, 2016; Benítez-Flores *et al.*, 2023; Benito *et al.*, 2016; Di Michele; Del Curto; Merni, 2012; Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; García-Fernández *et al.*, 2021; Leitão *et al.*, 2021; Luz *et al.*, 2022; Machado *et al.*, 2018; Martínez-Gómez *et al.*, 2022; Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Nasci *et al.*, 2018; Nuñez *et al.*, 2020; Ouellette *et al.*, 2016; Roberson *et al.*, 2017a, 2017b; Tibana *et al.*, 2022). Em outros, os sujeitos foram orientados a realizar o maior número de repetições para um determinado tempo (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Kliszczewicz *et al.*, 2018; Tibana *et al.*, 2016a, 2022; Timón *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021a). Por fim, o número de exercícios variou acentuadamente entre os protocolos oscilando de 1 a 14 exercícios.

No que concerne aos indicadores de intensidade de esforço escolhidos na presente revisão para caracterizar os circuitos como sendo de alta intensidade, dois estudos avaliaram as respostas agudas de  $FC_{máx}$  e PSE (Azevedo *et al.*, 2016; García-Fernández *et al.*, 2021), um estudo apenas a  $FC_{pico}$  (Benítez-Flores *et al.*, 2023), três estudos avaliaram dispêndio energético,  $VO_{2máx}$  e [La] (Benito *et al.*, 2016; Roberson *et al.*, 2017b), um estudo apenas o  $VO_{2máx}$  (Di Michele; Del Curto; Merni, 2012), três estudos na  $FC_{máx}$  e  $VO_{2máx}$  (Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; Ouellette *et al.*, 2016), um estudo a  $FC_{med}$ ,  $FC_{máx}$  e [La] (Kliszczewicz *et al.*, 2018), um estudo a PSE,  $FC_{med}$ , [La] e  $VO_{2máx}$  (Leitão *et al.*, 2021), dois estudos a  $FC_{máx}$  e [La] (Luz *et al.*, 2022; Nasci *et al.*, 2018), um estudo a PSE,  $FC_{máx}$ , [La] (Machado *et al.*, 2018), um estudo a PSE e [La] (Martínez-Gómez *et al.*, 2022), três estudos somente a [La] (Maté-Muñoz *et al.*, 2017; Roberson *et al.*, 2017a; Tibana *et al.*, 2016a), um estudo a [La],  $FC_{máx}$  e  $VO_{2res}$  (Nuñez *et al.*, 2020), dois estudos a [La] e PSE (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Tibana *et al.*, 2022), um estudo a  $FC_{med}$ ,  $FC_{máx}$  e [La] (Timón *et al.*, 2019) e um estudo a  $FC_{pico}$  e [La] (Toledo *et al.*, 2021a).

Tabela 2- Características dos estudos incluídos na revisão sistemática (n = 23)

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Azevedo <i>et al.</i> (2016)	N = 13 mulheres jovens saudáveis e fisicamente ativas (24,8 ± 3,6 anos, 64,0 ± 7,0 kg, 170 ± 10 cm).	Três sessões de 35 minutos de treinamento em circuito combinado em diferentes intensidades, 50%, 70% e 90% da frequência cardíaca máxima ( $FC_{m\acute{a}x} = 220 - idade$ ), em dias diferentes. As sessões de treinamento consistiram em exercícios resistidos variados (sessão 1: 13 exercícios; sessão 2: 14 exercícios; sessão 3: 11) conjugados com caminhada e corrida, controlados por tempo, e períodos variados de descanso ativo e passivo entre as séries de exercícios. 2 a 4 séries.	%FC <sub>máx</sub> 50%: 54 ± 2,09; %FC <sub>máx</sub> 70%: 71,23 ± 1,48; %FC <sub>máx</sub> 90%: 89,54±2,94. PSE50%: 11,40; PSE70%: 13,96; PSE90%: 18,17. Houve diferença entre sessões para ambas as medidas ( $p \leq 0,05$ ).
Benitez-Flores <i>et al.</i> (2022)	N = 18 adultos moderadamente ativos, 9 homens e 9 mulheres (23 ± 2,9 anos; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ : 47,6 ± 4,1 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ).	Sessão 1: Burpee Interval Training (BIT): 10 x (5 s burpee all-out + 35s recuperações) Sessão 2: Sprint Interval Training (SIT): Correr 5 s all-out + 35 s recuperação Sessão 3: Treinamento Contínuo de Intensidade Vigorosa (VICT): 6 minutos a 85% FC <sub>pico</sub> .	SIT FC <sub>pico</sub> : 182,8 ± 9,1, BIT FC <sub>pico</sub> : 163,3 ± 13,2, VICT FC <sub>pico</sub> : 179,3 ± 6,1. SIT vs. BIT bpm ( $p < 0,001$ ); SIT vs. VICT bpm ( $p = 0,15$ ); BIT vs. VICT bpm ( $p < 0,001$ ); SIT FC <sub>med</sub> : 171,3 ± 8,4, BIT FC <sub>med</sub> : 150,5 ± 13,6, VICT FC <sub>med</sub> : 166,5 ± 7,5. SIT vs. BIT bpm ( $p < 0,001$ ); SIT vs. VICT bpm ( $p = 0,13$ ); BIT vs. VICT ( $p < 0,001$ ).SIT DE: 72,5 ± 13,6, BIT DE: 60,2 ± 12,2, VICT DE: 69,5 ± 14,5 SIT vs. BIT kcal ( $p < 0,001$ ) SIT vs. VICT kcal ( $p = 0,035$ ); BIT vs. VICT ( $p = 0,006$ ).
Benito <i>et al.</i> (2016)	N = 29, 15 homens e 14 mulheres, moderadamente ativos, 1 ano de treinamento resistido (21,8 ± 3,1 anos; 68,5 ± 10,1 kg; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ : 52,9 ± 7,2 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ).	Três sessões realizadas apenas com pesos livres, apenas com máquinas e combinados com máquinas, pesos livres e corrida. A parte principal das sessões durou 34 minutos. 3 passagens em 8 exercícios (15 repetições a 70% de 15 RM), resistidos em máquina (RM), peso livre (FW) ou exercícios combinados (CE), 4 exercícios + 4 estímulos de corridas (70% of the FC <sub>Res</sub> ).	FC foi maior nas sessões combinadas (158 ± 10 bpm) e pesos livres (155 ± 14 bpm), quando comparado com máquinas (47 ± 14bpm) ( $p < 0,05$ ). DE e $\dot{V}O_2$ foram maiores na sessão combinada (10,8 ± 2,7 Kcal/min-1 e 57,0 ± 5,8 ml/kg/min), comparada com pesos livres (8,0 ± 2,4 Kcal/min-1 e 46,2 ± 5,0 ml/kg/min) e máquinas (7,2 ± 2,9 Kcal/min-1 e 38,5 ± 4,6 ml/kg/min) ( $p < 0,05$ ). Lactato máximo e PSE foram menores na sessão combinada (5,8 ± 3,2 mmol/L e 7,6 ± 0,3), comparada com pesos livres (9,4 ± 3,2 mmol/L e 9,0 ± 0,2) e máquinas (10,7 ± 3,2 mmol/L e 8,4 ± 0,2) ( $p < 0,05$ ).

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Di Michele <i>et al.</i> (2012)	N = 8 homens corredores de endurance de alto nível. 8.8 ± 2.6 anos de corrida. 2 anos de HICT. (21,8 ± 3,7 anos; 61,5 ± 5,7 kg; 175,2 ± 5,2 cm). 67.3 ± 4.6 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> .	O protocolo HICT teve duração de 24 minutos, e foi constituído por duas séries de um circuito aeróbio de alta intensidade, com 5min de descanso passivo entre as séries. O circuito envolveu 6 séries de 30s de exercícios de força ou técnicos de corrida, alternados, sem descanso, com corridas de 200m. A sexta corrida, concluindo o circuito, foi de 1000m. Todas as corridas (5x200m e 1x1000m) foram mantidas em intensidade entre 90 e 95% da velocidade do $\dot{V}O_{2máx}$ .	$\dot{V}O_{2méd}$ em 1000m (% $\dot{V}O_{2máx}$ ): série 1: 93,17 ± 3,56 vs série 2: 93,47 ± 3,91; p > 0,05. $\dot{V}O_{2méd}$ no circuito inteiro (% $\dot{V}O_{2máx}$ ): série 1: 87,47 ± 3,64 vs série 2: 87,32 ± 3,14; p > 0,05
Fidalgo <i>et al.</i> (2022)	N = 16 homens treinados. 6 meses de HIIRT. (27,2 ± 4,1 anos; 84,5 ± 8,9 kg; $\dot{V}O_{2máx}$ : 55,8 ± 7,1 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ).	Foram realizadas 4 passagens em 4 exercícios com estímulos de 20s em uma intensidade all-out. Em uma sessão os indivíduos descansaram 10s entre estímulos e em outra sessão o intervalo de recuperação foi autosseleccionado. A sessão com intervalo fixo durou 8 minutos e a com intervalo autosseleccionado durou 9 minutos.	%FC <sub>máx</sub> sem diferença entre auto seleccionado (88,1 ± 3,5%) vs. 10s (87,6 ± 3,0%). % $\dot{V}O_{2máx}$ sem diferenças entre auto seleccionado (55,3 ± 7,4%) vs. 10s (54,1 ± 8,1%) (p > 0,05).
Fidalgo <i>et al.</i> (2023)	N = 16 homens treinados. 6 meses de modalidades mistas (HICT: resistido + aeróbio). (27,1 ± 3,9 anos; 84,6 ± 7,5 kg; $\dot{V}O_{2máx}$ : 56,6 ± 7,5 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ).	Foram realizadas 4 passagens em 4 exercícios com estímulos de 20s em uma intensidade all-out. Foram realizadas 3 sessões de exercício. Em uma sessão os indivíduos descansaram 10s entre estímulos, em outra sessão os indivíduos descansaram 30s entre estímulos e em uma terceira sessão o intervalo de recuperação foi autosseleccionado. As durações das sessões foram: 8min (10s), 13min (30s) e 9min (autosseleccionado).	%FC <sub>máx</sub> não apresentou diferenças entre condições: 10s = 88,6 ± 3,9, 30s = 86,24 ± 4,9, SSRI = 87,71 ± 3,4. (p > 0,05) % $\dot{V}O_{2máx}$ : foi maior para condição 10s (55,8 ± 7,1) do que na condição 30s (47,0 ± 11,4) (p < 0,05) e sem diferença para condição SSRI (51,8 ± 8,9) (p > 0,05).

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
García-Fernández <i>et al.</i> (2021)	N = 4 mulheres e 24 homens treinados. 18 meses de LPO e pesos livres. (28,70 ± 6,44 anos, 174,21 ± 8,70 cm, 75,18 ± 10,97 kg).	Menor tempo possível para: 2 passagens de 6 power cleans (homens 50 kg/mulheres 35 kg), 10 arremesso ao solo de medicine ball (homens 20 kg/mulheres 15 kg), 14 wall balls (homens 9 kg/mulheres 7 kg), 18 desenvolvimento com halteres (homens 20 kg/mulheres 10 kg), e corrida de 200 m. 14 power snatches com halteres (homens 20 kg/mulheres 10 kg), 18 box jumps (homens 60 cm/mulheres 50 cm), e corrida de 100m. As sessões duraram aproximadamente 12 minutos.	Média da sessão: 171,52 ± 9,76 bpm (91% FC <sub>máx</sub> ). Pico da sessão: 181,81 ± 8,20 bpm. [La]: 15.23 ± 3.58 mmol·L <sup>-1</sup> . PSE 15,67 ± 2,01.
Kliszczewicz <i>et al.</i> (2018)	N = 10 homens saudáveis condicionados fisicamente. 3 meses de HIFT (28,1 ± 5,4 anos, 176,1 ± 8,0 cm, 88,0 ± 10,4 kg, $\dot{V}O_{2máx}$ : 43,5 ± 5,2 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> . FC <sub>Máx</sub> : 186,3 ± 11 bpm).	Composto por duas sessões: Sessão CURTA (<5 min): 30 power clean & jerks (61,4kg) no menor tempo possível; e Sessão LONGA (15 min): AMRAP 250 metros de no remoergômetro, 20 balanços de kettlebell com 16 kg e 15 thrusters de 13,6 kg.	Sessão Curta: FC <sub>méd</sub> (bpm) 172,4 ± 6,3. %FC <sub>máx</sub> 92,7 ± 4; [La] (mmol·L <sup>-1</sup> ): pré 1,1 ± 0,4, pós 14,3 ± 2, Sessão Longa: FC <sub>méd</sub> (bpm) 170 ± 9,5 e %FC <sub>máx</sub> 91,3 ± 3; [La]: pré 0,99 ± 0,6 (mmol·L <sup>-1</sup> ), pós 13,7 ± 1,5 (mmol·L <sup>-1</sup> ).
Leitão <i>et al.</i> (2021)	N=15 homens atletas amadores. 3 anos (4 sessões/semana) de crossfit (24.03 ± 4.2 anos; 78.2 ± 10.59 kg; 1.75 ± 0.07m).	Dois exercícios ( <i>thrusters</i> com 43 kg, e puxada na barra fixa) realizados de forma alternada em um esquema decrescente de 21-15-9 repetições. A duração da sessão foi de 4 minutos.	FC <sub>máx</sub> : mediana= 182 bpm (interquartil: 179–189). FC <sub>méd</sub> : mediana= 172 bpm (interquartil: 164–183). [La]: mediana=12.6 mmol·L <sup>-1</sup> (interquartil:10.6–15.2). PSE: mediana= 10 (interquartil: 9-10). Teste de 2Km Remo FC <sub>máx</sub> : mediana= 183 bpm (interquartil: 178–186). Teste 2 km Remo FC <sub>méd</sub> : mediana= 168 bpm (interquartil: 163–175). Teste de 2Km Remo $\dot{V}O_2$ : mediana= 51.96 L·min <sup>-1</sup> (interquartil: 49.99–53.88). Teste de 2 Km Remo [La]: mediana=14.4 mmol·L <sup>-1</sup> (interquartil:10.4–18.1). Teste de 2Km Remo PSE: mediana= 10 (interquartil: 9-10).
Luz <i>et al.</i> (2022)	N = 8 mulheres e 5 homens irregularmente ativos (IPAQ) (68,3 ± 13,4 kg, 1,6 ± 0,1 m).	Sessão FT: 10 exercícios de características calistênicas, multiarticulares e monoarticulares, dispostos em circuito. Dois blocos de 1 min estímulos: 30 s de recuperação passiva (razão 2:1), totalizando 30 min.	FC <sub>máx</sub> : 158 ± 15 bpm, p = 0,365; [La] pré 1,8 ± 0,6 (mmol·L <sup>-1</sup> ) - pós (pico) 13,3 ± 2,9 (mmol·L <sup>-1</sup> ), p < 0,001; PSE 8,5 ± 1,2.

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Machado <i>et al.</i> (2018)	N = 20 homens adultos saudáveis (24±3 anos, 74,0 ±17,5 kg, 1,7±0,1 cm).	Uma sessão de HIIT <i>Whole-body</i> . 20 min de exercícios em intensidade <i>all-out</i> , 30s de estímulo por 30s de recuperação passiva. Foram utilizados 4 exercícios para aplicação dos estímulos: polichinelos, escalador, burpees e agachamentos com saltito.	FC <sub>máx</sub> 167, 54 ± 3, p<0.00; % FC <sub>máx</sub> 92,3 ± 3,3, p < 0,001. [La] pré: 0,98 ± 0,16 (mmol·L <sup>-1</sup> ); pós: 14,10 ± 1,66 (mmol·L <sup>-1</sup> ), p = 0,001; PSE (9,5 ± 0,85), p < 0,001.
Martínez-Gómez <i>et al.</i> (2022)	N = 15 atletas recreacionais do sexo masculino. 1 ano (3 sessões/semana) de CrossFit/HIFT (29 ± 8 anos, 81 ± 12 kg, 177 ± 6 cm).	Dois exercícios ( <i>thrusters</i> com 43 kg, e puxada na barra fixa) realizados de forma alternada em um esquema descendente de 21-15-9 repetições. As sessões duraram de 5,25 a 5,6 minutos.	FC pós: 147,3 ± 4,3. [La] pré: 2,7 ± 1,1(mmol/L). [La] pós: 13,9 ± 2,5 (mmol/L), p = 0,694. PSE pós (8,7 ± 0,9, 9,2 ± 1,0 e 9,0 ± 0,8; p = 0,106).
Maté-Muñoz <i>et al.</i> (2017)	N = 34 homens jovens saudáveis. 6 meses de LPO e pesos livres. (22,03 ± 3,1 anos, 76,90 ± 7,1 kg, 178,65 ± 0,6 cm).	Três sessões: Sessão 1: ginástica - 3 exercícios com peso corporal, 5 a 15 repetições; a sequência dos 3 exercícios foi repetida até completar 20 minutos. Sessão 2: Condicionamento metabólico - 8 séries <i>all-out</i> , 20 s de estímulo com 10 s de recuperação, 4 minutos de duração. Sessão 3: Levantamento de peso - máximo de repetições de <i>power cleans</i> , com carga equivalente a 40%1RM durante 5 minutos.	Sessão Ginástica: [La] pré: 1,56 ± 0,61 (mmol/L), [La] pós: 11,79 ± 2,33 (mmol·L <sup>-1</sup> ) (p = 0,017 vs pós condicionamento metabólico); Sessão Condicionamento Metabólico: [La] pré: 1,30 ± 0,37 (mmol·L <sup>-1</sup> ) - [La] pós: 10,15 ± 3,04 (mmol·L <sup>-1</sup> ) (p = 0,017 vs pós ginástica). Sessão Levantamento de Peso: [La] pré: 1,22 ± 0,31 (mmol·L <sup>-1</sup> ) - [La] pós: 11,24 ± 2,62 (mmol·L <sup>-1</sup> ), p > 0,05 vs sessão ginástica e condicionamento metabólico).
Nasci <i>et al.</i> (2018)	N = 12 mulheres jovens saudáveis 7 no grupo de Baixa Aptidão Física [(LPF): 23,0 ± 4,7 anos, 164,0 ± 6,9 cm; $\dot{V}O_{2máx}$ : 37,9 ± 1,5 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ]] e 5 no grupo de Alta Aptidão Física [(HPF): 23,6 ± 2,9 anos, 161 ± 7,8 cm; $\dot{V}O_{2máx}$ : 48,9 ± 5,5 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ]].	O protocolo HICT envolveu 8 séries de 5 exercícios para o corpo inteiro, com estímulos de 20s em intensidade máxima (all-out) intercalado com 10s de descanso passivo. Cada exercício foi realizado duas vezes, totalizando 4 minutos de duração.	$\Delta$ FC: durante o teste incremental (LPF = 108,0 ± 13,1 bpm; HPF = 91,8 ± 26,4 bpm; p = 0,18) e protocolo de exercício (LPF = 89,4 ± 13,7 bpm; HPF = 97,4 ± 20,3 bpm; p = 0,43). A média do $\Delta$ lactato para o grupo LPF foi de 10,7 ± 2,7 mmol·L <sup>-1</sup> no teste incremental e 17,3 ± 4,7 mmol·L <sup>-1</sup> no protocolo de exercício (p = 0,003). Para o grupo HPF, o protocolo de exercício revelou maiores médias de lactato em comparação ao teste incremental (respectivamente 16,9 ± 4,6 mmol·L <sup>-1</sup> e 10,0 ± 2,3 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 0,03).

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Nuñez <i>et al.</i> (2020)	N = 14 homens saudáveis ativos. 6 meses (2 sessões/semana de força e 3 sessões/semana de aeróbio). (25,7 ± 4,4 anos; 173,8 ± 5,1 cm), $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ : 47,6 ± 4,3 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ; FC <sub>máx</sub> : 190,7 ± 9 bpm).	Dois protocolos (HIC e TRI) pareados por volume de carga e duração. HIC: 6 estímulos de corrida intervalada com caminhada (30s de corrida a 105% $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e 90s de caminhada a 3 mph com 3% de inclinação), seguidas de um circuito com 9 exercícios contra-resistência, realizados em 3 passagens, com 10 a 15 repetições, utilizando diferentes resistências [peso corporal, carga fixa 16 kg (kettlebell) e carga equivalente a 50% de 1RM, em vários exercícios] e duração de 30s por série. TRI: 3 blocos de 3 exercícios resistidos, executados com as mesmas repetições e durações por série do HIC, intercalados por 3 estímulos de corrida intervalada com as mesmas características do protocolo HIC. As sessões duraram 43,25 minutos.	HIC FC: 149,8 ± 12,5 vs. TRI FC: 149,6 ± 16,3 bpm, p < 0,05. HIC %FC <sub>máx</sub> : 78,5 ± 4,8% vs TRI %FC <sub>máx</sub> : 78,4 ± 7,0%, p > 0,05. HIC $\dot{V}O_2$ : 1,99 ± 0,22 vs TRI $\dot{V}O_2$ : 1,92 ± 0,23 ml/kg/min, p = 0,024, HIC % $\dot{V}O_{2R}$ : 57,4 ± 4,6% vs. TRI % $\dot{V}O_{2R}$ : 56,7 ± 5,6%, p > 0,05. HIC [La]: 10,7 ± 3,8 vs. TRI [La]: 8,5 ± 3,4 mg·dL <sup>-1</sup> , p < 0,001; HIC PSE: 15,7 ± 1,5 vs TRI PSE: 16,1 ± 1,4, p > 0,05.
Ouellette <i>et al.</i> (2016)	N = 10 mulheres treinadas (32 ± 6,5 anos) e N = 5 homens treinados (30 ± 6,8 anos). 6 meses de CrossFit.	Sessão composta por 2 partes: Parte1: com cargas correspondentes a 80% de 3RM: 3 estímulos de 10 repetições de <i>thrusters</i> +2min de remoergômetro <i>all-out</i> . Parte 2: com cargas correspondentes a 80% de 3RM 3 estímulos de 8 repetições de levantamento terra+2min de cicloergômetro <i>all-out</i> . 2min de recuperação entre estímulos e 5min de recuperação entre partes. Três estratégias de recuperação foram comparadas: caminhada, sentada ou deitada. Duração da sessão não especificada.	FC e $\dot{V}O_2$ diferenciam-se entre as estratégias de recuperação. Caminhada: FC: 164,32 (bpm) e $\dot{V}O_2$ : 29,93 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ); Sentada FC: 158,20 (bpm) e $\dot{V}O_2$ : 29,93 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ); Deitada FC: 149,67 (bpm) e $\dot{V}O_2$ : 28,76 (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ), p ≤ 0,05.

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Roberson <i>et al.</i> (2017a)	N = 9 homens e 11 mulheres aparentemente saudáveis e recreacionalmente ativos. 3 sessões/semana de exercício aeróbio ou resistido (Homens: 19,4 ± 0,9 anos; 1,75 ± 0,06 m; 77,5 ± 12,9 kg; Mulheres: 20,6 ± 1,6 anos; 1,63 ± 0,06 m; 60,2 ± 7,5 kg).	Três visitas foram destinadas aos protocolos de exercício. Os participantes foram testados em 7 máquinas e incluíram contração explosiva com carga pesada (HLEC: 80% uma repetição máxima [1RM], velocidade máxima concêntrica - 2s excêntrica), contração controlada com carga pesada (HLCC: 80% 1RM, 2s concêntrica e 2s excêntrica) e contração explosiva de carga moderada (MLEC: 50% 1RM, velocidade máxima concêntrica e 2s excêntrica). Foram realizadas 1 série por exercício com 12 repetições por exercício com intervalo entre séries autosselecionado. Duração da sessão não especificada.	Homens HLEC [La]: 1,3 ± 0,2 pré vs 10,7 ± 1,1 pós; $\Delta$ [La]: 9,4 ± 1,2 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 1,00; Homens MLEC [La]: 1,8 ± 0,4 pré vs 11 ± 0,7 pós; $\Delta$ [La]: 9,3 ± 1,0 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 0,229; Homens HLCC [La]: 1,1 ± 0,2 pré vs 11,7 ± 0,9 pós; $\Delta$ [La]: 10,6 ± 1,0 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 0,189; Mulheres HLEC [La]: 1,6 ± 0,2 pré vs 4,9 ± 0,6 pós; $\Delta$ [La]: 3,3 ± 0,5 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 0,011; Mulheres MLEC [La]: 1,5 ± 0,3 pré vs 6,4 ± 0,4 pós; $\Delta$ [La]: 4,9 ± 0,5 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 0,123; Mulheres HLCC [La]: 1,6 ± 0,3 pré vs 5,7 ± 0,6 pós; $\Delta$ [La]: 4,1 ± 0,6 mmol·L <sup>-1</sup> ; p = 0,482.
Roberson <i>et al.</i> (2017b)	N = 7 homens e 8 mulheres aparentemente saudáveis e recreacionalmente ativos. 3 sessões/semana de exercício aeróbio ou resistido (Homens: 21,1 ± 0,5 anos; 1,73 ± 0,06 m; 74,5 ± 13,0 kg; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ : 43,3 ± 6,7 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ; Mulheres: 20,0 ± 0,9 anos; 1,63 ± 0,07 m; 59,2 ± 6,2 kg; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ : 39,9 ± 6,3 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ).	Três circuitos foram aplicados: a) Contração explosiva de carga pesada (80%1RM) (HLEC); b) Contração controlada de carga pesada (2s) (HLCC); c) Contrações explosivas de carga moderada (50%1RM) (MLEC). Para o protocolo MLEC, os sujeitos realizaram 3 séries de 12 repetições em sete exercícios sob intensidade de 50% do 1RM. As instruções para o protocolo HLEC foram idênticas às do protocolo MLEC, com a exceção da carga mobilizada (80% de 1RM). A carga do protocolo HLCC foi a mesma do protocolo HLEC. No entanto, as velocidades de movimento para as fases concêntrica e excêntrica foram fixadas em dois segundos. A duração da sessão não foi especificada.	Sem diferenças entre os intervalos de descanso entre os três protocolos (HLEC: 24,24 ± 1,00; HLCC: 24,25 ± 1,25; MLEC: 22,00 ± 1,25). DE (baseado no $\dot{V}O_2$ ) = não foram reveladas diferenças significativas entre os grupos (DE <sub>taxa</sub> (kcal·min <sup>-1</sup> ): HLEC: 5,1 ± 0,2; HLCC: 4,6 ± 0,2; MLEC: 4,9 ± 0,2; p > 0,05; DE <sub>total</sub> : HLEC: 52,9 ± 2,3; HLCC: 54,5 ± 2,4; MLEC: 54,0 ± 2,0; p > 0,05;). DE (baseado no $\dot{V}O_2$ e lactato sanguíneo) = DE <sub>taxa</sub> (kcal·min <sup>-1</sup> ) significativamente maior para HLEC em comparação com HLCC (p = 0,036) e MLEC (p = 0,004). DE <sub>taxa</sub> (kcal·min <sup>-1</sup> ): HLEC: 6,1 ± 0,2; HLCC: 5,4 ± 0,3; MLEC: 5,23 ± 0,2; DE <sub>total</sub> (kcal): 148,5 ± 6,0; HLCC: 147,6 ± 6,1; MLEC: 159,2 ± 5,9. Mesmo resultado para [La] do estudo de Robertson et al (2017a).

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Tibana <i>et al.</i> (2016)	N= 9, homens treinados. 6 meses de 'programa de condicionamento extremo' (26,7 ± 6,6 anos; 78,8 ± 13,2 kg; $\dot{V}O_{2max}$ : 49,4 ± 3,3 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ).	Sessão 1: 5 séries × 1 repetições de Snatch a partir do bloco com 80% de 1 RM e 2–5 min de recuperação. 3 séries × 5 repetições Snatches completo 75% de 5RM com 90 s de recuperação. Seguidos de 3 séries de 60 s prancha com sobrecarga com 90 s de recuperação e 10 min AMRAP com 30 saltos duplos de corda e 15 Power Snatches. Sessão 2: 5 séries × 1 repetições Clean a partir do bloco 80% 1RM com 2 min de recuperação. Seguidos de 5 séries × 1 repetições de Jerk a partir do bloco/ 80% de 1RM e 2 min recuperação. 3 séries × 5 repetições de Cleans completo / 70% de 5RM / 90 s de recuperação. Seguido de Gymnastic 3 séries × 10 repetições de Strict Hand Standing Push up com 2 min recuperação. Seguido de Remoergômetro 250 m 25 6" Target Burpees. A duração da sessão não foi apresentada.	$\Delta$ [La] foi maior na primeira sessão (1,20 ± 0,41 a 11,84 ± 1,34 mmol·L <sup>-1</sup> ) vs. segunda sessão (0,94 ± 0,34 a 9,05 ± 2,56 mmol·L <sup>-1</sup> ) (p < 0,05).
Tibana <i>et al.</i> (2019)	N = 8 homens fisicamente ativos. 3.8 ± 1.4 anos de 'programa de condicionamento extremo' (28.1 ± 5,4 anos; 77,2 ± 4,4 kg; $\dot{V}O_{2max}$ : 52,6 ± 4,6 ml·kg <sup>-1</sup> ·min; Teste de 2Km de remo: 7,35 ± 0,18 min; 1RM back squat: 135,6 ± 21,9kg).	Sessão 1: all-out (ALL) Sessão 2: auto regulação baseado em PSE -6(Borg CR-10) (RPE6) 4 min AMRAP thrusters e <i>box jumps</i> + 2 min descanso + 4 min AMRAP power clean e pull ups, + 2 min descanso + 4 min AMRAP shoulder to overhead e toes to bar+ 2 min descanso + 4 min AMRAP calories of row e wall ball. A duração total da sessão foi 22 minutos.	ALL FC <sub>máx</sub> : 95,5 ± 1,73 vs. RPE6 FC <sub>máx</sub> : 92,25 ± 1,70 % (p = 0,005). ALL [La]: 18,9 ± 3,9 vs. RPE6 [La]: 12,8 ± 3,2 mmol·L <sup>-1</sup> (p < 0,0005). ALL PSE: 9,6 ± 0,7 vs. RPE6 PSE: 6,2 ± 0,8 (p < 0,0005).

Autor/ano	Amostra	Protocolo de treinamento	Principais resultados referentes aos indicadores de intensidade do esforço
Tibana <i>et al.</i> (2022)	N= 8 homens fisicamente ativos. 3.8 ± 1.4 de treinamento de condicionamento funcional (28.1 ± 5,4 anos; 77,2 ± 4,4 kg; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ : 52,6 ± 4,6 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ; Teste de 2Km de remo: 7,35 ± 0,18 min; 1RM back squat: 135,6 ± 21,9kg).	Sessão 1: all-out (ALL) Sessão 2: auto regulação baseado em PSE -6(Borg CR-10) (RPE6) 4 min AMRAP thrusters e box jumps + 2 min descanso + 4 min AMRAP power clean e pull ups, + 2 min descanso + 4 min AMRAP shoulder to overhead e toes to bar+ 2 min descanso + 4 min AMRAP calories of row e wall ball. A duração das sessões foi 22 minutos.	ALL [La]: 18,9 ± 3,9. RPE6 [La]: 12,8 ± 3,2 mmol·L <sup>-1</sup> . ALL PSE 9,6 ± 0,7. RPE6 PSE: 6,2 ± 0,8.
Timon <i>et al.</i> (2019)	N = 12 homens. 1 ano (2 sessões/semana). de CrossFit (30,4 ± 5,37 anos; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ : 47,8 ± 3,63 ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> ; 1RM Power Clean: 93,2 ± 7,62 kg).	WOD1 (AMRAP) máximo de Burpees e Toes to Bar em 5 min (1-1, 2-2, 3-3...). WOD2 (for time): 3 rounds de 20 repetições de Wall Ball e 20 repetições de Power Clean. WOD2 durou aproximadamente 9 minutos.	WOD1 FC <sub>méd</sub> : 127,6 ± 11,1 vs. WOD2 FC <sub>méd</sub> : 159,8 ± 12,1 bpm (p = 0,002). WOD1 FC <sub>máx</sub> : 177,8 ± 11,2 vs. WOD2 FC <sub>máx</sub> : 184,2 ± 8,6 bpm (p = 0,341). WOD1 [La]: 13,3 ± 1,87 vs. WOD2 [La]: 18,38 ± 2,02 mmol·L <sup>-1</sup> (p = 0,003). WOD1 PSE: 7,2 ± 1,3 vs. WOD2 PSE: 8,2 ± 0,4 mmol·L <sup>-1</sup> (p = 0,143).
Toledo <i>et al.</i> (2021)	N = 23: 13 homens atletas. 24 ± 7.3 meses, 3 sessões/semana. de CrossFit (27,3 ± 3,9 anos; 78,0 ± 7,9 kg; 1,75 ± 0,07 m) e 10 mulheres (25,6 ± 4,8 anos; 59,8 ± 8,6 kg; 1,59 ± 0,07 m).	Duas sessões distintas com os mesmos exercícios: remoergômetro, deadlifts, burpees e kettlebell swing. WOD 1: AMRAP em 20 min. WOD 2: 3 x rounds (for time). A duração do WOD 2 foi 19,5 minutos para mulheres e 18,9 minutos para os homens.	AMRAP FC <sub>pico</sub> : 187,7 ± 6,5 vs. For time FC <sub>pico</sub> : 188,2 ± 7,7 bpm (p = 0,552). AMRAP [La]: 16,8 ± 2,9 vs. For time [La]: 15,4 ± 2,6 mmol·L <sup>-1</sup> (p = 0,474).

Legenda: Min = minutos; s = segundos; FC<sub>máx</sub> = frequência cardíaca máxima; FC<sub>Res</sub> = frequência cardíaca de reserva; FC<sub>pico</sub> = frequência cardíaca de pico; FC<sub>méd</sub> = frequência cardíaca média; VO<sub>2res</sub> = Volume de oxigênio de reserva;  $\dot{V}O_{2pico}$  = consumo de oxigênio de pico; GC = grupo controle; Borg CR-10 = escala de Borg de percepção de esforço modificada (0-10); RPE6 = Escala de Percepção Subjetiva de Esforço 6; RM = repetições máximas; BPM = batimentos por minuto; DE = dispêndio energético; Kcal = quilocaloria; PSE = percepção subjetiva de esforço; AMRAP = as many rounds/repetitions as possible. HLEC: Heavy Load Explosive Contraction; MLEC: Moderate Load Explosive Contraction; HLCC: Heavy Load Controlled Contraction; Δ [La] = Lactato Pós - Lactato Pré (repouso). DE<sub>taxa</sub> (kcal/min): taxa de dispêndio energético. DE<sub>total</sub> (kcal): dispêndio energético total. DE<sub>ex</sub> (kcal): dispêndio energético durante exercício. WOD = Workout Of the Day. %G = Percentual de Gordura. vVO<sub>2máx</sub>: velocidade de VO<sub>2máx</sub>. HIC: seis estímulos de HIIT antes de três rodadas de nove exercícios resistidos em circuito. TRI: Três rodadas de três minicircuitos (três exercícios por circuito) integrados com três estímulos de HIIT entre a primeira e a segunda e segundo e terceiro minicircuitos. ΔFC: (FC pós – FC pré). DE<sub>total</sub> (kcal) = dispêndio energético total. DE<sub>taxa</sub> (kcal/min): taxa de dispêndio energético.

Fonte: O Autor.

## 1.4 Discussão

A presente revisão sistemática sintetizou as características metodológicas dos estudos envolvendo protocolos em circuitos de alta intensidade executados com exercícios resistidos por indivíduos adultos saudáveis, analisando a aplicação das estações de corrida nesses protocolos.

O primeiro aspecto a ser discutido diz respeito à característica do condicionamento físico das amostras utilizadas nos experimentos. Ao longo da análise dos 23 estudos (Tabela 2), constatou-se que grande parte das investigações foram conduzidas com Atletas (Di Michele; Del Curto; Merni, 2012; Leitão *et al.*, 2021; Martínez-Gómez *et al.*, 2022; Toledo *et al.*, 2021a) ou indivíduos bem condicionados (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; García-Fernández *et al.*, 2021; Nasci *et al.*, 2018; Ouellette *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2016a). Dentre os estudos elegíveis, apenas um relatou ter incluído em sua amostra indivíduos não condicionados (n=7). Todavia, a amostra do mesmo estudo também incluiu indivíduos bem condicionados (n=5). Os autores concluíram que o protocolo aplicado, produziu respostas similares de FC e [La] nos indivíduos de ambos os níveis de condicionamento. Contudo, maior dano muscular foi exibido no grupo de indivíduos menos condicionados, quando quantificado pela enzima creatinaquinase (Nasci *et al.*, 2018). Ao analisar questão do dano muscular nos estudos selecionados, verificamos que ele não tem sido alvo das investigações. Logo, investigações futuras devem ser conduzidas, pois não se sabe até que ponto o dano muscular decorrente dos circuitos all-out pode afetar a progressão dos programas de treinamento.

Ao examinar o volume de treinamento nos protocolos dos 23 artigos, desvela-se uma notável diversidade nas estruturas dos protocolos, que se manifesta em termos de duração das sessões, número de séries, repetições e quantidade de exercícios. Essa variabilidade é essencial para entender a adaptabilidade e aplicabilidade do HIIRT a diferentes contextos de treinamento. Começando com a duração das sessões, observamos um espectro que vai desde protocolos breves, como os 4 minutos relatados por Nasci *et al.* (2018), até sessões mais extensas,

aproximando-se dos 43 minutos no estudo de Nuñez *et al.* (2020). Essa variação sugere uma grande flexibilidade na prescrição do HIIRT, permitindo ajustes possivelmente baseados no tempo disponível, nos objetivos do treinamento e na capacidade dos participantes. No que se refere ao número de séries, encontramos abordagens variadas. Por exemplo, Roberson *et al.* (2017a) descrevem uma única série de exercícios por sessão, enquanto Fidalgo *et al.* (2023) implementam um protocolo com quatro passagens em diferentes exercícios, aumentando o volume de treinamento da sessão. Em nosso entendimento, tal variação no número de séries e passagens permite que os treinadores manipulem a intensidade e o volume do treino para atender a objetivos específicos, seja focando as diferentes manifestações da força ou as capacidades aeróbia e anaeróbia.

Outro aspecto notável na discussão do volume das sessões de HIIRT diz respeito à quantidade de repetições por exercício, que varia amplamente. Estudos como o de Leitão *et al.* (2021) utilizam um esquema decrescente de repetições, enquanto abordagens como a AMRAP, utilizada por Tibana *et al.* (2019), enfatizam um número máximo de repetições dentro de um período definido. Essa variação nas repetições é fundamental para adaptar o treino às capacidades individuais dos participantes, além de contemplar diferentes estímulos metabólicos e manifestações da força. Por fim, o número de exercícios em cada sessão também reflete uma ampla gama. Luz *et al.* (2022) introduzem uma sessão com 10 exercícios diferentes, contrastando com a abordagem mais focada de Leitão *et al.* (2021) com apenas dois exercícios, ou Di Michele (2012), que combina um número limitado de exercícios de força com corridas de alta intensidade. Essa diversidade no número de exercícios garante que os protocolos de HIIRT possam ser diversificados, abordando vários aspectos da aptidão física e padrões de movimento de uma só vez. Em síntese, a análise dos protocolos de HIIRT nos 23 artigos ilustra a flexibilidade e a abrangência desta modalidade de treinamento. A variabilidade no volume – refletida na duração das sessões, no número de séries e passagens, nas repetições e na quantidade de exercícios – permite que o HIIRT seja adaptado para atender a uma vasta gama de necessidades e objetivos de treinamento, tornando-o uma opção viável e eficaz para uma ampla variedade de populações.

A análise dos indicadores de prescrição do exercício associada à intensidade dos protocolos HIIRT revela uma abordagem multifacetada e variada. Essa

variedade é crucial para entender a aplicabilidade e a eficácia do HIIRT em diferentes contextos de treinamento, envolvendo distintos objetivos de condicionamento físico. Em vários estudos, a intensidade é definida através do uso de percentuais de repetições máximas (RM), oferecendo um método quantitativo para ajustar a carga de treinamento. Por exemplo, Benito *et al.* (2016) aplicaram 70% de 15 RM, enquanto Ouellette *et al.* (2016) utilizaram 80 % de 3 RM. Essa abordagem, que também é vista nos estudos de Maté-Muñoz *et al.* (2017) e Roberson *et al.* (2017a, 2017b), permite ajustes finos na carga para otimizar o desenvolvimento de força e potência musculares, conjuntamente a capacidade anaeróbia e potência aeróbia. Outros estudos, como os de Fidalgo *et al.* (2022, 2023) e García-Fernández *et al.* (2021), optaram por protocolos 'all-out', em que os participantes são instruídos a executar exercícios com esforço máximo. Aqui se enfatiza a capacidade anaeróbia e a resistência muscular, desafiando os participantes a alcançar desempenhos limítrofes de resistência e força.

A metodologia AMRAP (As Many Repetitions as Possible), utilizada em estudos como Tibana *et al.* (2019, 2022) e a abordagem 'For Time', empregada em estudos como os de Kliszczewicz *et al.* (2018) e Leitão *et al.* (2021), focam na realização de um número máximo de repetições ou conclusão de exercícios no menor tempo possível. Essas estratégias promovem a intensidade baseada em volume e velocidade, contribuindo para a melhoria da resistência muscular e da eficiência do treinamento. Além disso, estudos como os de Di Michele, Del Curto e Merni (2012) e Nuñez *et al.* (2020) utilizaram a velocidade de corrida associada ao  $VO_{2máx}$  ( $vVO_{2máx}$ ) como uma medida de intensidade, cuja abordagem permite uma personalização mais refinada do treinamento, ajustando-se às capacidades aeróbias individuais dos participantes. Em síntese, a análise dos 23 artigos revela que a intensidade no HIIRT pode ser manipulada de várias maneiras, desde o uso de percentuais de RM e protocolos 'all-out', até abordagens baseadas em AMRAP e 'For Time'. Essa diversidade de métodos de intensidade destaca a adaptabilidade do HIIRT, permitindo sua personalização para atender a uma variedade de objetivos de treinamento em função das necessidades dos praticantes.

As características dos exercícios resistidos nos circuitos HIIRT foram bastante variadas. Alguns estudos lançaram mão de exercícios executados em máquinas e pesos livres (Benito *et al.*, 2016; Kliszczewicz *et al.*, 2018; Maté-Muñoz *et al.*, 2017;

Roberson *et al.*, 2017a); outros acrescentaram a estes exercícios de corpo inteiro (Benítez-Flores *et al.*, 2023; Machado *et al.*, 2018; Nasci *et al.*, 2018; Timón *et al.*, 2019), enquanto outros combinaram todos os tipos de exercício citados (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Azevedo *et al.*, 2016; Tibana *et al.*, 2016a, 2022). Independentemente da forma de aplicação da resistência ou local de realização dos exercícios, de forma geral, observou-se uma tendência em executar um ou dois exercícios para os maiores grupamentos, alternando-os com outro envolvendo menores grupamentos (Azevedo *et al.*, 2016; Luz *et al.*, 2022). Como os praticantes foram instruídos a realizar os exercícios em alta intensidade (Alsamir Tibana *et al.*, 2019; Fidalgo *et al.*, 2022, 2023; Tibana *et al.*, 2016a, 2022), é plausível pensar que um dos propósitos dessas alternâncias foi reduzir uma fadiga excessiva, que fizesse com que os praticantes interrompessem o circuito precocemente ou reduzissem acentuadamente a velocidade de execução dos exercícios nas séries subsequentes.]

De fato, alguns autores têm demonstrado que o tamanho do grupamento muscular associado à velocidade de execução é um fator preponderante para aumentar a intensidade do esforço em circuitos dessa natureza (Machado *et al.*, 2018; Timón *et al.*, 2019; Toledo *et al.*, 2021a). Contudo, a alternância dos tamanhos de grupamentos musculares não é uma estratégia que tem sido utilizada por todos os autores. Por exemplo, Timón *et al.* (2019) e Toledo *et al.* (2021) utilizaram vários exercícios para grandes grupamentos musculares, sem intercalá-los com exercício envolvendo pequenos grupamentos nas sequências. Essa tendência vem sendo observada em circuitos de Crossfit, nas sessões objetivam maior tolerância à fadiga. (De-Oliveira *et al.*, 2021).

Outro aspecto importante relacionado aos exercícios que compõem os circuitos HIIRT refere-se à opção por combinar estações de exercícios resistidos com estações de corrida. A partir dos artigos analisados nesta revisão, observou-se que essa estratégia de prescrição de exercício geralmente é aplicada com dois propósitos. O primeiro recai na elevação da intensidade do esforço. Nesse caso, os indivíduos são instruídos a realizar a corrida em distâncias variadas em alta ou máxima intensidade [(30s a 105%vVO<sub>2máx</sub>(Nuñez *et al.*, 2020) , 45s a 70%FC<sub>r</sub>(Benito *et al.*, 2016), ou 100m 200m e 1000m a 90 a 95%vVO<sub>2máx</sub>(Di Michele; Del Curto;

Merni, 2012)]. O segundo propósito consiste em reduzir o efeito da fadiga localizada decorrente da execução dos exercícios resistidos. Com essa finalidade, Benito *et al.* (2016) e Nuñez *et al.* (2020) investigaram, respectivamente, os efeitos da inclusão de estações de corridas intervaladas e contínuas em circuitos de exercícios resistidos. No estudo de Benito *et al.* (2016), o percentual do  $VO_{2máx}$  foi superior e a produção de lactato inferior na sessão com protocolo com corrida, quando comparada às sessões conduzidas apenas com exercícios resistidos. Já a investigação de Nuñez *et al.* (2020) mostrou que a inclusão da corrida no meio da sessão de exercícios foi mais efetiva em produzir menores concentrações de lactato, quando comparada à sessão na qual a corrida foi realizada antes dos exercícios resistidos. Contudo, nesses estudos, os exercícios resistidos em sua quase totalidade não foram realizados em alta ou máxima velocidade, dificultando a aplicação de seus resultados nos circuitos 'all-out'. Logo, os efeitos da intensidade, duração, posicionamento da corrida nos circuitos, bem como suas formas de prescrição (contínua ou intervalada), são aspectos importantes que carecem de informações que devem ser respondidas em estudos futuros. Isso se justifica na medida em que a forma pela qual a corrida é inserida nos circuitos HIIRT pode influenciar o comportamento das variáveis cardiorrespiratórias e indicadores de fadiga, dentre outros aspectos.

Este trabalho apresenta algumas limitações que devem ser apresentadas. A primeira diz respeito à grande heterogeneidade dos protocolos utilizados. Nesse sentido, verificou-se grande variação nos exercícios, tipos de estímulos e formas de controlar as variáveis de volume e intensidade. Isso dificulta identificar relações mais precisas entre as características metodológicas da prescrição dos protocolos e seus efeitos nas variáveis de desfecho investigadas. Em alguns protocolos não foi possível ter certeza se os indivíduos imprimiram a máxima intensidade possível sob as orientações de AMRAP, 'For Time' e 'all-out'. Além disso, esses métodos podem apresentar grande variação no volume treinamento entre indivíduos de uma mesma amostra, já que são fixados o número de repetições a serem executadas em um determinado tempo, o número de repetições a serem executadas no menor tempo possível, ou o esforço máximo que possa ser imprimido para o tempo de estímulo, ficando a cargo do indivíduo o controle da intensidade do exercício. Isso reduz o poder das análises para estabelecer relações mais precisas entre as características

metodológicas dos protocolos e as respostas fisiológicas decorrente das sessões de treinamento. Em adição, isso limita as comparações entre protocolos com diferentes características. Por fim, apesar de termos utilizados termos Mesh, bem como outros termos utilizados para denominar os circuitos com exercícios resistidos em alta intensidade, a grande variação nas terminologias utilizadas para denominar esses circuitos HIIRT pode ter influenciado na filtragem dos artigos.

## 1.5 Conclusão

Esta revisão sistemática analisou aspectos metodológicos da prescrição dos circuitos de alta intensidade, bem como a aplicação de estações de corrida nesses protocolos.

Uma observação fundamental é a variabilidade nas características metodológicas dos estudos, especialmente nas variáveis de volume e intensidade. A diversidade em duração das sessões, número de séries, repetições, quantidade de exercícios e nas metodologias para prescrever a intensidade – desde percentuais de repetições máximas até abordagens ‘all-out’ – reflete a adaptabilidade e aplicabilidade do HIIRT em diferentes contextos de treinamento. Além disso, a inclusão de estações de corrida ou exercícios de predominância aeróbia nos circuitos surge como uma estratégia interessante, tanto para aumentar a intensidade do esforço, quanto para gerenciar a fadiga localizada decorrente dos exercícios resistidos, potencializando simultaneamente os estímulos de força e cardiorrespiratório. Contudo, os dados da presente revisão sistemática permitem concluir que os efeitos da intensidade, duração e formas de aplicação de estações de corrida (contínua ou intervalada) ainda carecem de informações que devem ser respondidas em estudos futuros.

Por fim, a heterogeneidade dos protocolos e falta de estudos focados em dano muscular ou em indivíduos menos condicionados sugerem lacunas no conhecimento e a necessidade de investigações futuras para entender melhor os efeitos dos protocolos HIIRT em uma gama mais ampla de populações. Em resumo, esta revisão ressalta a eficácia e a flexibilidade do HIIRT, mas também aponta para

a necessidade de mais pesquisa para otimizar sua aplicação em diversos contextos de treinamento envolvendo diferentes grupos populacionais, considerando cuidadosamente as variáveis de volume, intensidade e a integração de estações multimodais.

## Referências

ALSAMIR TIBANA, R. *et al.* Is perceived exertion a useful indicator of the metabolic and cardiovascular responses to a metabolic conditioning session of functional fitness? **Sports**, v. 7, n. 7, p. 161, 4 jul. 2019.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, D. *et al.* **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Tenth edit ed. [s.l.: s.n.].

ARCHILA, L. R. *et al.* Simple bodyweight training improves cardiorespiratory fitness with minimal time commitment: A contemporary application of the 5bx approach. **International Journal of Exercise Science**, v. 14, n. 3, p. 93–100, 2021.

ARMAS, C.; KOWALSKY, R. J.; HEARON, C. M. Comparison of acute cardiometabolic responses in a 7-Minute Body Weight Circuit to 7-Minute HIIT Training Protocol. **International journal of exercise science**, v. 13, n. 2, p. 395–409, 2020.

AZEVEDO, A. de *et al.* Perception of effort monitors internal load during compounded circuit training. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 22, n. 1, p. 90-93, mar. 2016.

BALACHANDRAN, A. *et al.* High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 60, p. 64–71, dez. 2014.

BENÍTEZ-FLORES, S. *et al.* Sprint interval training attenuates neuromuscular function and vagal reactivity compared with high-intensity functional training in real-world circumstances. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 5, p. 1070–1078, 1 maio 2023.

BENITO, P. J. *et al.* Cardiovascular fitness and energy expenditure response during a Combined Aerobic and Circuit Weight Training Protocol. **PLOS ONE**, v. 11, n. 11, p. e0164349, 10 nov. 2016.

BIRKETT, S. T. *et al.* The effects of low-volume high-intensity interval training and circuit training on maximal oxygen uptake. **Sport Sciences for Health**, v. 15, n. 2, p. 443–451, 2 ago. 2019.

BOCALINI, D. S. *et al.* Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 7, p. 551-556, 2012.

BRAUN, W. A.; HAWTHORNE, W. E.; MARKOFSKI, M. M. Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption. **European Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 5–6, p. 500-504, 2005.

DALILI, S. *et al.* Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 6, n. 1, p. 34, 2015.

DE-OLIVEIRA, L. A. *et al.* Analysis of pacing strategies in AMRAP, EMOM, and FOR TIME training models during “cross” modalities. **Sports**, v. 9, n. 11, p. 144, 20 out. 2021.

- DI MICHELE, R.; DEL CURTO, L.; MERNI, F. Mechanical and metabolic responses during a high-intensity circuit training workout in competitive runners. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 52, n. 1, p. 33-9, fev. 2012.
- FIDALGO, A. *et al.* Frequência cardíaca e volume de treinamento no High-Intensity Interval Resistance Training com diferentes intervalos entre estímulos. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 20, n. 5, p. 532-541, 28 nov. 2021.
- FIDALGO, A. *et al.* Influence of HIIRT with fixed and self-selected recovery intervals on physiological, affective, and enjoyment responses. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1-9, 20 abr. 2022.
- FIDALGO, A. *et al.* Self-selected or fixed: is there an optimal rest interval for controlling intensity in high-intensity interval resistance training? **European Journal of Applied Physiology**, 7 jun. 2023.
- FOUNTAIN, C. J. Introduction to high-intensity interval training and chronic diseases. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v. 25, n. 5, p. 11-12, set. 2021.
- GARBER, C. E. *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, P. *et al.* Muscle recovery after a single bout of functional fitness training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 12, p. 6634, 20 jun. 2021.
- GIBALA, M. J. *et al.* Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. **The Journal of Physiology**, v. 590, n. 5, p. 1077-1084, 2012.
- GILLEN, J. B. *et al.* Twelve weeks of sprint interval training improves indices of cardiometabolic health similar to traditional endurance training despite a five-fold lower exercise volume and time commitment. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. e0154075, 2016.
- JONES, L. M. *et al.* Circuit resistance training and cardiovascular health in breast cancer survivors. **European Journal of Cancer Care**, v. 29, n. 4, 5 jul. 2020.
- KIM, K.-H.; LEE, H.-B. Effects of circuit training interventions on bone metabolism markers and bone density of old women with osteopenia. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 15, n. 2, p. 302-307, 26 abr. 2019.
- KLISZCZEWICZ, B. *et al.* Autonomic response to a short and long bout of high-intensity functional training. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 16, p. 1872-1879, 18 ago. 2018.
- KRAEMER, W. J. *et al.* Progression models in resistance training for healthy adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687-708, mar. 2009.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of resistance training: progression and exercise prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674-688, abr. 2004.
- LEE, H.-B.; LEE, H.-K. The effects of circuit training on the indexes of sarcopenia and the risk factors of metabolic syndrome in aged obese women. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 4, p. 666-670, 24 ago. 2018.
- LEITÃO, L. *et al.* Physical and physiological predictors of FRAN CrossFit® WOD athlete's performance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 8, p. 4070, 12 abr. 2021.

- LUZ, S. R. da *et al.* Are rating of perceived exertion and heart rate methods useful to monitor the internal training load in functional training? **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 28, 2022.
- MACHADO, A. F. *et al.* Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. **Clinics**, v. 73, n. 12, p. e516, 1 nov. 2018.
- MARCOS-PARDO, P. J. *et al.* Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: a randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1-12, 2019.
- MARÍN-PAGÁN, C. *et al.* acute physiological responses to high-intensity resistance circuit training vs. traditional strength training in soccer players. **Biology**, v. 9, n. 11, p. 383, 7 nov. 2020.
- MARTÍNEZ-GÓMEZ, R. *et al.* Comparison of different recovery strategies after high-intensity functional training: a crossover randomized controlled trial. **Frontiers in Physiology**, v. 13, 3 fev. 2022.
- MATÉ-MUÑOZ, J. L. *et al.* Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PLOS ONE**, v. 12, n. 7, p. e0181855, 28 jul. 2017.
- MAZINI FILHO, M. L. *et al.* Circuit strength training improves muscle strength, functional performance and anthropometric indicators in sedentary elderly women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 7-8, p. 1029-1036, 2018.
- MICHALSKI, A. C. *et al.* Mixed circuit training acutely reduces arterial stiffness in patients with chronic stroke: a crossover randomized controlled trial. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 1, p. 121-134, 7 jan. 2023.
- MICIELSKA, K. *et al.* The beneficial effects of 15 units of high-intensity circuit training in women is modified by age, baseline insulin resistance and physical capacity. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 152, p. 156-165, 2019.
- MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 1 dez. 2015.
- MYERS, T. R. *et al.* Whole-body aerobic resistance training circuit improves aerobic fitness and muscle strength in sedentary young females. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1592-1600, jun. 2015.
- NASCI, A. B. A. *et al.* Acute responses of high-intensity circuit training in women: Low physical fitness levels show higher muscle damage. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 20, n. 5, p. 391-401, 31 dez. 2018.
- NUÑEZ, T. P. *et al.* Metabolic effects of two high-intensity circuit training protocols: Does sequence matter? **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 18, n. 1, p. 14-20, jan. 2020.
- OUELLETTE, K. A. *et al.* Comparison of the effects of seated, supine, and walking intersit rest strategies on work rate. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3396-3404, dez. 2016.
- PAOLI, A. *et al.* Effects of high-intensity circuit training , low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. **Lipids in Health and Disease**, v. 12, n. 1, p. 1, 2013.
- RAMOS-CAMPO, D. J. *et al.* Effect of high-intensity resistance circuit-based training in hypoxia on aerobic performance and repeat sprint ability. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 10, p. 2135-2143, 13 out. 2018.

- ROBERSON, K. B. *et al.* Loads and movement speed affect energy expenditure during circuit resistance exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 6, p. 637-646, jun. 2017a.
- ROBERSON, K. B. *et al.* Loads and movement speeds dictate differences in power output during circuit training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2765-2776, out. 2017b.
- SCHLEPPENBACH, L. N. *et al.* Speed- and circuit-based high-intensity interval training on recovery oxygen consumption. **International Journal of Exercise Science**, v. 10, n. 7, p. 942-953, [s.d.].
- SCHMIDT, D. *et al.* The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 56, n. 5, p. 534-40, maio 2016.
- SHEA, B. J. *et al.* AMSTAR 2: a critical appraisal tool for systematic reviews that include randomised or non-randomised studies of healthcare interventions, or both. **bmj**, v. 358, 2017.
- SCHOENFELD, B. *et al.* Resistance training recommendations to maximize muscle hypertrophy in an athletic population: position stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 1, n. 1, 16 ago. 2021.
- SMART, N. A. *et al.* Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 1, p. 9-18, mar. 2015.
- SPERLICH, B. *et al.* Functional high-intensity circuit training improves body composition, peak oxygen uptake, strength, and alters certain dimensions of quality of life in overweight women. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. APR, p. 1-9, 3 abr. 2017.
- TIBANA, R. A. *et al.* Two consecutive days of extreme conditioning program training affects pro and anti-inflammatory cytokines and osteoprotegerin without impairments in muscle power. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 28 jun. 2016.
- TIBANA, R. A. *et al.* Time-course effects of functional fitness sessions performed at different intensities on the metabolic, hormonal, and BDNF responses in trained men. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 22, 8 fev. 2022.
- TIMÓN, R. *et al.* 48-hour recovery of biochemical parameters and physical performance after two modalities of CrossFit workouts. **Biology of Sport**, v. 36, n. 3, p. 283-289, 2019.
- TOLEDO, R. *et al.* Comparison of physiological responses and training load between different crossfit® workouts with equalized volume in men and women. **Life**, v. 11, n. 6, p. 586, 20 jun. 2021.
- WESTCOTT, W. L. Resistance training is medicine. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209-216, 2012.
- WESTON, K. S.; WISLØFF, U.; COOMBES, J. S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: a systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 16, p. 1227-1234, 2014.
- WESTON, M. *et al.* Effects of low-volume High-Intensity Interval Training (HIT) on fitness in adults: a meta-analysis of controlled and non-controlled trials. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1005-1017, 18 jul. 2014.
- WILMORE, J. H.; KNUTTGEN, H. G. Aerobic exercise and endurance. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 31, n. 5, p. 45-51, 19 maio 2003.

## 2 ESTUDO II: ESTUDO ORIGINAL

### RESPOSTAS CARDIORRESPIRATÓRIAS, METABÓLICAS E DE AFETO EM PROTOCOLOS HIIRT COM E SEM ESTAÇÕES DE CORRIDA

#### RESUMO

O *High Intensity Interval Resistance Training* (HIIRT) tem ganhado popularidade como uma abordagem eficaz para melhorar tanto a capacidade aeróbia quanto a força muscular. Contudo, a literatura é escassa quanto a estudos que investigaram os efeitos da inclusão de estações de corrida em circuitos HIIRT *all-out*. Dessa forma, este estudo comparou as respostas cardiorrespiratórias, de lactato sanguíneo e de afeto em sessões HIIRT *all-out* executadas com exercícios resistidos e combinadas com estações de corrida. Secundariamente, analisamos o comportamento das repetições realizadas e do volume de treinamento alcançado nos protocolos investigados. Vinte homens, jovens ( $24.1 \pm 3.4$  anos), treinados ( $VO_{2máx} 50.6 \pm 8.7 \text{ ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$ ) foram submetidos a dois protocolos de HIIRT, a saber: protocolo sem estações de corrida (HIIRT-T) e protocolo com estações de corrida (HIIRT-M), ambos com duração de 12 minutos. As principais variáveis analisadas foram os percentuais da frequência cardíaca máxima ( $\%FC_{máx}$ ) e do consumo máximo de oxigênio ( $\%VO_{2máx}$ ), dispêndio energético (DE), lactato sanguíneo [La], número de repetições e volume de treinamento nos exercícios resistidos, e afeto. Dentre os principais resultados, destacamos que o  $\%FC_{máx}$  não diferiu entre os protocolos HIIRT-T e HIIRT-M, respectivamente ( $80,40 \pm 3,73$  vs.  $81,30 \pm 4,09$ ;  $p=0,0613$ ), o mesmo não ocorrendo com  $\%VO_{2máx}$  ( $40,35 \pm 7,73$  vs.  $47,00 \pm 11,56$ ;  $p=0,0414$ ) e o DE ( $103,3 \pm 22,50$  vs.  $118,4 \pm 29,35$  kcal;  $p=0,0399$ ). Quanto ao [La], foi menor na sessão HIIRT-M ( $6,4 \pm 3,5$  a  $9 \pm 4,62$  vs.  $3,96 \pm 3,13$  a  $6,54 \pm 2,8$  mmol·L<sup>-1</sup>;  $p \leq 0,05$ ). Além disso, o HIIRT-M apresentou estabilidade no número de repetições ao longo dos rounds, o mesmo não ocorrendo com HIIRT-T ( $88,44 \pm 8,99$  a  $60,44 \pm 8,72$  vs.  $40,94 \pm 4,4$  a  $46 \pm 4,63$ ;  $p \leq 0,05$ ). Do ponto de vista afetivo, a inclusão de estações de corrida no HIIRT-M não alterou as respostas de prazer, ativação e divertimento entre os protocolos. Em conclusão, as estações de corrida nos circuito HIIRT-M foram eficazes para manter a intensidade do esforço elevada, com maior  $VO_2$  e menor produção de lactato, o que pode ser útil para reduzir a fadiga localizada nesse tipo de circuito. Por fim, apesar da significância estatística a favor de HIIRT-M, a diferença no DE não tem maiores implicações práticas, já que ela foi reduzida. A inclusão das estações de corrida não exerceu influência nas respostas de afeto ao exercício. Estudos futuros são necessários para melhor entender os efeitos psicofisiológicos de diferentes durações e intensidades das estações de corrida em protocolos HIIRT, visando otimizar as estratégias de treinamento.

**Palavras-chave:** Exercício em Circuito, Treinamento de Força, Corrida, Esforço Físico, Respostas Afetivas.

## 2.1 Introdução

A prescrição do treinamento em circuito se destaca como uma metodologia robusta, que combina exercícios sequenciais intercalados por um tempo reduzido de descanso entre as estações (Muñoz-Martínez *et al.*, 2017; Ramos-Campo *et al.*, 2021). Ao longo dos anos, os protocolos envolvendo o treinamento em circuito evoluíram e atualmente são muito populares entre atletas (Hermassi *et al.*, 2019; Ouergui *et al.*, 2015; Ravier; Marcel-Millet, 2020), indivíduos saudáveis (Schmidt *et al.*, 2016; Wilke *et al.*, 2019), bem como aqueles com condições de saúde (Dalili *et al.*, 2015; Jones *et al.*, 2020; Kim; Lee, 2019; Lee; Lee, 2018; Michalski *et al.*, 2023). Com isso, conquistaram atenção por sua eficácia em aprimorar vários componentes da aptidão física e indicadores de saúde (Bocalini *et al.*, 2012b; Mazini Filho *et al.*, 2018; Micielska *et al.*, 2019; Myers *et al.*, 2015; Paoli *et al.*, 2013).

O treinamento em circuito pode ser aplicado através de diferentes protocolos, envolvendo máquinas (Balachandran *et al.*, 2014), exercícios com peso corporal (Armas; Kowalsky; Hearon, 2020), exercícios funcionais (Sperlich *et al.*, 2017), dentre outros (Jimenez-Garcia *et al.*, 2019; Marcinik *et al.*, 1985). Outra forma de aplicação dos circuitos consiste na execução de exercícios resistidos, conjugados com caminhada, pedalada e corrida (Archila *et al.*, 2021; Benito *et al.*, 2016; Birkett *et al.*, 2019). Os circuitos dessa natureza têm sido comumente chamados de multimodais (Buckley *et al.*, 2015; Mang; Vigil; Beam, 2023). Os protocolos multimodais podem envolver grande diversidade de exercícios, que geralmente são delineados para manter os indivíduos em intensidade alvo de esforço. É nesse contexto que as atividades de grandes grupamentos musculares como a corrida podem ser realizadas, uma vez que promovem menor componente localizado em relação aos exercícios resistidos (Benito *et al.*, 2016; Nuñez *et al.*, 2020).

Contudo, a duração e a intensidade podem afetar os indicadores de fadiga. Por exemplo, (García-Fernández *et al.*, 2021) acompanharam um circuito HIIRT composto por sessões *all-out* consistindo de 2 *rounds* de exercícios resistidos combinados com corridas de 200 m. Uma vez que os participantes concluíram esses *rounds*, outros dois *rounds* foram aplicados com outra sequência de exercício resistidos conjugados com corridas de 100 m. Uma vez que os indivíduos foram orientados a realizar o protocolo no menor tempo possível, tal como os exercícios resistidos, os estímulos de corrida foram realizados na maior intensidade possível que permitiria o cumprimento da prescrição pelo praticante. Em outro estudo digno de nota, Nuñez *et al.* (2020) avaliaram o efeito da ordem da inclusão das atividades de corrida em duas sessões de circuitos multimodais. Em uma das sessões, os indivíduos realizaram 6 tiros de 30s a 105% da velocidade de  $VO_{2máx}$ , intercalados por 90s de caminhada a 3 mph em esteira rolante. Imediatamente após, executaram 9 exercícios resistidos com estímulos com durações e intensidades variadas, intercalados por recuperação passiva. Na outra sessão, os indivíduos realizaram 3 blocos de 3 exercícios resistido, intercalados por 3 tiros de corrida em esteira rolante entre cada bloco com a mesma configuração da sessão supracitada. Dentre os achados desse estudo, os autores verificaram que a concentração de lactato sanguíneo foi menor quando os indivíduos realizaram a corrida entre os exercícios resistido. Desta forma, os autores sugeriram que a ordenação das atividades da corrida dentro do circuito pode afetar as respostas cardiorrespiratórias agudas e a fadiga produzida. É importante destacar que, nesse estudo, os indivíduos não foram orientados a realizar os exercícios resistidos com velocidade máxima para o tempo de estímulo.

Uma tendência atual de aplicação de circuitos multimodais é a utilização de esforços *all-out* (Fidalgo *et al.*, 2023; Machado *et al.*, 2018). Os circuitos dessa natureza têm sido muito utilizados por serem efetivos para desenvolver aptidão cardiorrespiratória e força muscular através de sessões curtas de treinamento, com eficiência temporal (Fidalgo *et al.*, 2022; Mangona *et al.*, 2023; Wilke *et al.*, 2019). Contudo, circuitos HIIRT *all-out* geram fadiga localizada de maior magnitude, dificultando a continuidade do exercício devido ao maior acúmulo de metabólitos (Márquez *et al.*, 2017). Nesse sentido, a inclusão de atividades como a corrida pode ser útil para minimizar o efeito da fadiga localizada imposta pelos exercícios

resistidos. Em adição, é possível que as respostas afetivas ao exercício sejam afetadas pela inclusão de corrida em relação aos circuitos HIIRT executados apenas com exercícios resistidos. Até onde se pode verificar na literatura, não foi encontrado qualquer estudo que tenha investigado os efeitos da inclusão de estações de corrida nas variáveis psicofisiológicas ao esforço, em protocolos HIIRT *all-out*. Dessa forma, este estudo tem como propósito analisar as respostas cardiorrespiratórias, de lactato sanguíneo e de afeto em sessões HIIRT *all-out* executadas com exercícios resistido ou combinadas com estações de corrida. Secundariamente, analisamos o comportamento das repetições realizadas e do volume de treinamento alcançado nos protocolos investigados. Nós hipotetizamos que as variáveis cardiorrespiratórias agudas serão similares nos dois protocolos, porém as respostas de lactato sanguíneo e de afeto serão mais favoráveis no HIIRT *all-out* conduzido com estações de corrida.

## 2.2 Material e Métodos

### 2.2.1 Amostra

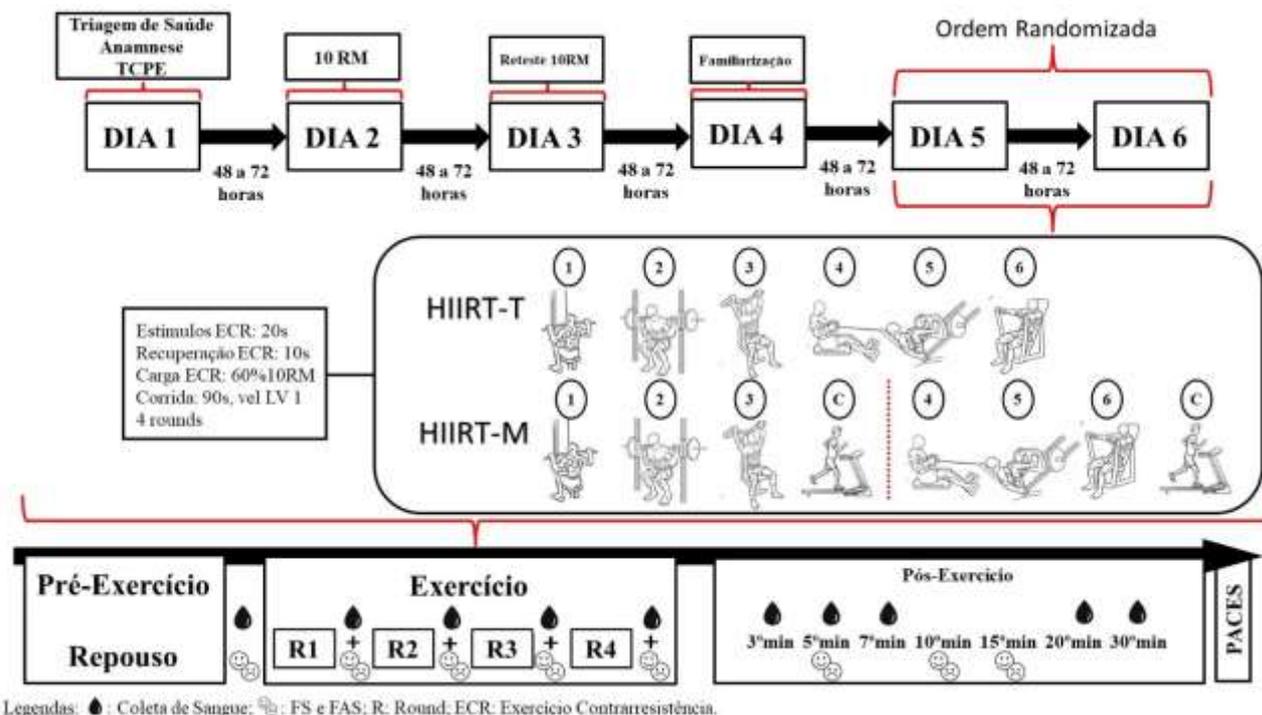
A amostra foi composta por 20 homens jovens (18 a 30 anos) praticantes de HIIRT ao menos nos últimos 12 meses. Os indivíduos foram recrutados nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Educação Física da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, bem como em academias localizadas nos bairros do Maracanã e Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro. Foram adotados os seguintes critérios de exclusão: a) existência de problemas osteomioarticulares ou musculares limitantes à realização dos exercícios resistidos ou desempenho da corrida em esteira rolante; b) presença de doença cardiovascular ou respiratória que pudesse limitar a prática de exercícios nos dias destinados às coletas de dados; c) uso de medicamentos que pudessem influenciar nas respostas cardiorrespiratórias ao esforço. O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética Institucional (CAAE 68285422.4.0000.5259) (Anexo

D). Antes de ingressar no experimento, todos os indivíduos assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo E).

### 2.2.2 Coleta de dados

Para cada sujeito, os dados foram coletados em seis visitas ao laboratório, com intervalo de 48 a 72 horas entre cada visita. No primeiro dia, os sujeitos realizaram uma triagem de saúde pré-exercício, seguida de anamnese para identificar as atividades físicas realizadas e possíveis fatores limitantes à prática de exercícios. Posteriormente, foi realizado teste cardiopulmonar de exercício (TCPE) em esteira rolante. Nos segundo e terceiro dias, foram realizados teste e reteste das cargas dos exercícios selecionados. No quarto dia, foi realizada uma sessão de familiarização com o circuito e aparatos utilizados nas sessões de exercícios. No quinto e no sexto dia, em ordem randomizada, foram realizadas sessões de HIIRT tradicional, que foram executadas apenas com exercícios resistidos (HIIRT-T) e HIIRT multimodal (HIIRT-M), em que foram incluídas estações de corrida entre cada três exercícios resistidos. O diagrama de fluxo do estudo é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Diagrama de fluxo do experimento



Fonte: O autor, 2023.

### 2.2.3 Triagem de saúde e anamnese

No primeiro dia, valendo-se do questionário PAR-Q (Anexo F), os sujeitos realizaram a triagem de saúde pré-exercício, seguida de anamnese direcionada à identificação das atividades físicas realizadas e fatores limitantes à prática de exercícios (Anexo G).

### 2.2.4 Teste cardiopulmonar de exercício

O teste foi realizado em esteira rolante (Inbramed, Porto Alegre, Brasil), utilizando-se um protocolo individualizado em rampa. O protocolo foi elaborado com base nos valores de  $VO_{2máx}$  estimado pelo questionário de (Matthews *et al.*, 1999). O Cardiorespiratory Fitness foi desenvolvido para populações saudáveis, com idades

entre 18 e 80 anos, podendo ser aplicado tanto em homens quanto em mulheres. A partir desses valores, foram calculadas as velocidades iniciais e finais, e as razões de incremento conforme especificações de (DA SILVA *et al.*, 2012), considerando-se as equações metabólicas propostas pelo American College of Sports Medicine (2018). O teste foi programado para ter duração entre 8 e 12 min. O aquecimento teve duração de 2 minutos, a uma velocidade correspondente a 40% da velocidade máxima predita. Após o aquecimento, o teste se iniciou a uma velocidade correspondente a 50% da velocidade máxima predita. Foram utilizados os percentuais de velocidade estabelecidos para o aquecimento e para a carga inicial de teste devido à melhor relação entre carga de trabalho e tempo de exercício (Silva *et al.*, 2012). A inclinação da esteira foi fixada em 1%. Antes do início do teste, o avaliado permaneceu monitorizado até o momento em que o quociente respiratório (R) e o consumo de oxigênio ( $VO_2$ ) assumiram valores aproximados de 0,75 a 0,85 e  $3,5 \text{ mL}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ , respectivamente (Weisman *et al.*, 2003). Os indivíduos foram encorajados verbalmente a realizar o esforço máximo (Andreacci *et al.*, 2002) e foi considerado como  $VO_2$  de pico o maior valor registrado no teste considerando a média registrada nos últimos 20 segundos de esforço. O teste foi realizado por meio do analisador de gases VO2000 (Medical Graphics, Saint Paul, Estados Unidos) devidamente calibrado antes do teste, de acordo com as instruções do fabricante. Também foi utilizado um frequencímetro Polar para monitoramento das respostas de frequência cardíaca (Polar V-800, Kempele, Finlândia). Para que o teste fosse considerado máximo, o sujeito deveria atingir ao menos três dentre os cinco critérios, segundo adaptação da proposta de (Howley; Bassett; Welch, 1995), a saber: a) exaustão voluntária máxima, b) nota 9 ou 10 na escala CR-10 de Borg; c) obtenção de ao menos 90% da  $FC_{\text{máx}}$  predita ou presença de platô na FC mediante aumento da carga ao final do teste; d) presença de platô no  $VO_2$  com incremento de carga ao final do teste, e) quociente respiratório  $\geq 1,10$ . Para determinação dos limiares ventilatórios 1 ( $LV_1$ ) e 2 ( $LV_2$ ), foram utilizados os critérios propostos por Wasserman e Koike (1992). A análise foi baseada na inspeção visual gráfica dos equivalentes respiratórios, por meio de dois avaliadores (ASF e RPB). Em caso de divergência, um terceiro avaliador, seria chamado (WDM). O  $LV_1$  caracterizou-se pelo aumento não linear em relação ao tempo das variáveis VE e  $VE/VO_2$ . Já para identificar o  $LV_2$ , foi utilizado o aumento não linear em relação ao tempo das

variáveis VE e VE/VCO<sub>2</sub>. Os valores coincidentes entre os dois avaliadores após inspeção visual foram considerados, e, em caso de discordância, um terceiro avaliador foi utilizado para encontrar uma definição consensual.

#### 2.2.5 Sessão de familiarização

Esta sessão foi útil para adaptar os indivíduos aos equipamentos e procedimentos empregados na coleta de dados. Antes da sessão, os indivíduos permaneceram monitorados com o analisador de gases e monitor de frequência cardíaca durante 10 minutos; ao final desse período, foi aferido o lactato sanguíneo e foram aplicados os questionários Feeling Scale (FS) e Felt Arousal Scale (FAS). Após esse período, realizaram duas passagens no circuito, cujos exercícios e ordem tiveram a mesma configuração da sessão HIIRT-M. Após o término da sessão de exercício, os indivíduos continuaram monitorados por mais 10 minutos, sendo coletado o lactato sanguíneo ao final desse período. Em seguida, os sujeitos serem desmonitorizados e encaminhados a uma sala para responderem ao questionário de divertimento (PACES).

#### 2.2.6 Medida do consumo de oxigênio em repouso

Foi realizada antes de cada sessão de exercício. O VO<sub>2</sub> foi aferido de acordo com as recomendações de (Compher *et al.*, 2006). Para tanto, os sujeitos realizaram os seguintes procedimentos: a) abstenção de exercícios físicos, bebidas alcólicas, coladas ou cafeinadas por 24 horas precedentes ao teste; b) jejum alimentar de 8 horas antes do teste; e c) realizar o menor esforço possível no deslocamento até o laboratório. No laboratório, os sujeitos ficaram deitados (posição supina) em um local calmo usando a máscara facial durante 10 min para efeito de adaptação. Após esse período, o consumo de oxigênio foi registrado por 30 min. Foi solicitado ao participante que evitasse realizar movimentos bruscos como espirros ou tosse

durante o teste. Caso isso ocorresse, os dados seriam excluídos. O  $VO_2$  de repouso foi obtido pela média dos últimos 5 minutos em *steady-state*. Com o objetivo de confirmar o *steady-state* do consumo de oxigênio, foi calculado o coeficiente de variação (CV) em intervalos de 5 minutos. O *steady-state* é caracterizado por um CV inferior a 10% nos valores de  $VO_2$  e  $VCO_2$ . Tal conduta foi realizada para ter uma medida precisa do consumo de oxigênio de repouso, fundamental para o cálculo do dispêndio energético das sessões de exercícios (Cunha *et al.*, 2013).

### 2.2.7 Teste de 10 repetições máximas (10RM)

O teste foi realizado adotando-se o protocolo de 10 RM utilizado por Pessoa *et al.* (2023), conforme descrito a seguir. A carga para 10RM foi determinada em duas a cinco tentativas, acrescentando-se a cada nova tentativa a carga disponível na máquina, com um intervalo de cinco minutos entre cada tentativa e dez minutos entre cada exercício. O teste foi interrompido quando o sujeito não conseguiu realizar o movimento adequadamente e/ou atingiu exaustão. Para reduzir a margem de erro durante o teste, foram adotadas as seguintes estratégias: 1) Instruções padronizadas foram fornecidas antes do teste, para que o sujeito estivesse ciente de toda a rotina que envolvia a coleta de dados; 2) O sujeito foi orientado sobre a técnica do exercício; 3) O avaliador estava atento à posição adotada pelo sujeito no momento do teste, pois pequenas variações na posição das articulações envolvidas no movimento poderiam acionar outros músculos, levando a interpretações errôneas dos valores obtidos; foram dados incentivos verbais para manter um alto nível de motivação. Foi instruído aos indivíduos que não ingerissem nenhuma substância estimulante (caféina ou álcool) e que não realizassem atividade física no dia anterior ou no dia dos testes. Para determinar a reprodutibilidade das cargas nos exercícios foram realizados dois testes em cada exercício, separados por 48 a 72 horas. Em cada dia os indivíduos realizaram os testes na seguinte sequência: puxada na polia alta, agachamento na barra guiada, desenvolvimento de ombros, remada na máquina, levantamento terra e supino. Optou-se por determinar a reprodutibilidade

nas cargas em duas sessões devido ao fato de os indivíduos no estudo serem treinados nos exercícios e equipamentos utilizados na realização do estudo.

#### 2.2.8 Medida do gasto calórico

A medida do gasto calórico na sessão foi realizada através da monitorização do consumo máximo de oxigênio, incluindo-se a fase de aquecimento da sessão. O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), a ventilação pulmonar (VE), a produção de dióxido de carbono ( $VCO_2$ ) e foram coletadas continuamente, sendo arquivados em intervalos de 10 segundos. Foi utilizado pneumotacógrafo de fluxo alto com máscara de silicone (Hans Rudolph, Cidade, Estados Unidos) e analisador de gases VO2000 (Medical Graphics, Saint Paul, Estados Unidos) para monitorização do consumo de oxigênio. Previamente à monitorização dos sujeitos, o equipamento foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante. A frequência cardíaca também foi aferida continuamente por meio de um monitor Polar (Polar V-800, Kempele, Finlândia), sendo arquivada continuamente. O gasto calórico foi calculado valendo-se da equação proposta por (WEIR, 1949).

#### 2.2.9 Medida de Lactato Sanguíneo

As concentrações de lactato sanguíneo foram mensuradas por meio de analisador eletroenzimático de lactato (YSI 2300L - Yellow Springs Instruments - Ohio - EUA), seguindo as especificações do fabricante. Amostras de sangue para analisar a concentração de lactato [La] foram coletadas no lóbulo da orelha direita, após assepsia do local com álcool 70<sup>0</sup>, utilizando luvas e lancetas descartáveis. Os momentos de amostragem foram: a) pré-exercício, b) durante o exercício: entre cada *round* dos circuitos, c) pós-exercício: imediatamente após os circuitos e durante a recuperação nos minutos 3, 5 e 7, 20 e 30. Os valores de lactatemia foram expressos em  $mmol \cdot L^{-1}$ .

### 2.2.10 Avaliação da afetividade e prazer nas sessões de HIIRT

As respostas afetivas foram registradas logo após o período inicial de repouso e ao término de cada *round* do circuito, somando um total de três registros ao longo da sessão. Posteriormente, essas avaliações foram repetidas nos intervalos de cinco, dez e quinze minutos após o término da sessão de exercício. A escala "Feeling Scale - FS" (Hardy; Rejeski, 1989) (ANEXO H) foi adotada para quantificar a valência afetiva. Trata-se de uma ferramenta bipolar que interpreta sensações de prazer e desprazer, sendo, neste contexto, relacionada ao esforço. Ela é segmentada em 11 categorias, com valores que oscilam entre -5 (Muito Desagradável) e +5 (Muito Agradável). A avaliação do nível de ativação utilizou a escala "Felt Arousal Scale - FAS" (HARDY; REJESKI, 1989) (ANEXO I), que tem uma variação de 1 (Pouco Ativado) a 6 (Muito Ativado).

Passados 30 minutos após a conclusão da sessão HIIRT, os participantes foram conduzidos a um espaço confortável para responderem à "*Physical Activity Enjoyment Scale (PACES)*" a fim de quantificar o divertimento (Kendzierski; Decarlo, 1991) (ANEXO J). Esse instrumento possui dezoito questões organizadas em uma escala bipolar, com pontuações que vão de 1 a 7. A versão em português da escala foi adaptada seguindo os padrões para adaptação transcultural de instrumentos autorreferidos, conforme (Beaton *et al.*, 2000).

### 2.2.11 Sessões de exercício

Os dados foram coletados no período da manhã, no Laboratório de Atividade Física e Promoção da Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (LABSAU – UERJ). Os indivíduos foram monitorados quanto as variáveis cardiorrespiratórias ao longo dos 10 minutos que antecederam às sessões de exercício, durante as sessões de exercício e até 30 minutos após os seus terminos.

Ambas as sessões foram realizadas em forma de circuito. A sessão HIIRT-T foi composta pelos seguintes exercícios e sequências: 1) puxada pela frente no pulley alto; 2) agachamento na barra guiada; 3) desenvolvimento de ombros; 4) remada na máquina; 5) *leg press*; 6) supino na máquina. Esses exercícios foram escolhidos por envolverem grandes grupamentos musculares e habitualmente utilizados em sessões de treinamento resistido. Além disso, são exercícios que se valem de grupamentos musculares recrutados para realização de atividades diárias e são comumente prescritos em programas de exercícios direcionados à promoção da saúde.

A partir da realização de um estudo piloto, no qual foram testados diferentes percentuais de 10 RM para realização dos exercícios (40, 60, e 80% de 10 RM) foi utilizado 60% de 10 RM como sobrecarga. Optou-se por usar a carga de 60% de 10 RM pois permitiu que os praticantes realizassem o exercício com técnica adequada, sem ocorrência de fadiga precoce no circuito. Por outro lado, a carga de 40% de 10 RM afetou a técnica dos movimentos nos estímulos *all-out*, enquanto a carga de 80% de 10 RM causou interrupção precoce dos estímulos, mostrando-se muito acentuada.

Sessão HIIRT-T: os indivíduos realizaram quatro passagens pelo circuito, cuja duração dos estímulos e períodos de recuperação foram de 20 e 10 segundos, respectivamente. Os períodos de recuperação foram compostos, primordialmente, para o deslocamento dos indivíduos entre as estações. Cada passagem completa pelos exercícios teve duração de 3 minutos, totalizando 12 minutos, considerando as quatro passagens. Em todas as passagens pelo circuito, os sujeitos foram motivados verbalmente a imprimir o maior número de repetições possíveis, de modo que realizassem um esforço *all-out*. As sessões foram filmadas para posterior avaliação do volume de treinamento, que foi calculado através da multiplicação das cargas nos exercícios pelo número de repetições ao longo dos exercícios em cada passagem pelo circuito.

Sessão HIIRT-M: composta pelos mesmos exercícios. Contudo, entre cada três exercícios, foi incluída uma estação de corrida em esteira rolante, que teve duração de 90 segundos, sendo executada na velocidade de obtenção do limiar ventilatório 1 no TCPE. Para que esta sessão tivesse a mesma duração da sessão HIIRT-T, os indivíduos realizaram duas passagens pelos exercícios. Desta forma, a

configuração da sessão obedeceu a seguinte sequência: 1) puxada pela frente no pulley alto; 2) agachamento na barra guiada; 3) desenvolvimento de ombros; 4) corrida em esteira rolante; 5) remada na máquina; 6) *leg press*; 7) supino na máquina; 8) corrida em esteira rolante. Os estímulos nos exercícios resistidos tiveram duração de 20 segundos, intercalados por 10 segundos de recuperação. A carga nos exercícios foi a mesma de sessão HIIRT-T e os voluntários foram orientados para executar os exercícios em intensidade *all-out*. Quanto às estações de corrida, suas durações foram programadas para ter a mesma duração que três estações de exercícios resistidos. O quadro a seguir exhibe a estruturação das sessões e rounds nos diferentes protocolos.

Quadro 1 - Estruturação das sessões de exercício

<b>HIIRT-T:</b>											
Pux.	→	Aga.	→	Des.	→	Rem.	→	LPr.	→	Sup.	R1
Pux.	→	Aga.	→	Des.	→	Rem.	→	LPr.	→	Sup.	R2
Pux.	→	Aga.	→	Des.	→	Rem.	→	LPr.	→	Sup.	R3
Pux.	→	Aga.	→	Des.	→	Rem.	→	LPr.	→	Sup.	R4
<b>HIIRT-M:</b>							}				
Pux.	→	Aga.	→	Des.	→	Corrida			R1		
Rem.	→	LPr.	→	Sup.	→	Corrida			R2		
Pux.	→	Aga.	→	Des.	→	Corrida			R3		
Rem.	→	LPr.	→	Sup.	→	Corrida			R4		

Legenda: Pux.: puxada; Aga.: agachamento; Des.: desenvolvimento; Rem.: remada; LPr.: *leg press*; Sup.: supino; R: *round*.

Fonte: O Autor.

A ordem das sessões foi randomizada, sendo aplicado um intervalo de 48 a 72 horas entre sessões. Durante o período de coleta de dados, os voluntários foram orientados a não realizar exercícios físicos adicionais aos realizados nas sessões experimentais.

### 2.2.12 Tratamento Estatístico

A normalidade dos dados foi testada através do teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Após confirmada a normalidade dos dados, foi utilizada uma ANOVA de dupla entrada com medidas repetidas para comparar as sessões (HIIRT-T vs. HIIRT-M) e momentos de realização das medidas (pré-exercício, exercício, pós-exercício e *rounds*) para as variáveis cardiorrespiratórias, afetivas, lactato sanguíneo, repetições e volume de treinamento. Em caso de identificação de efeito principal para sessão ou momento, o *post-hoc* de Bonferroni foi realizado para localizar diferenças específicas. O teste de esfericidade de Mauchly foi realizado e a correção de Greenhouse-Geisser foi aplicada quando a esfericidade foi violada. Para a comparação dos valores médios de %FC<sub>máx</sub> e do %VO<sub>2máx</sub> das sessões, bem como EPOC, EPEE, dispêndio energético e das respostas de divertimento provenientes das sessões de HIIRT, foi utilizado o teste t de *Student*. Para as comparações utilizando o teste t de *Student*, os tamanhos de efeito foram expressos pela estatística d de Cohen (ES) e foram calculados considerando 0,2, 0,5 e 0,8 como limites para efeitos pequenos, médios e grandes, respectivamente (Cohen, 2013). Para aquelas comparações utilizando ANOVA, os tamanhos de efeito foram expressos através da estatística eta-quadrado ( $\eta^2$ ). Todos os dados foram apresentados como média  $\pm$  desvio padrão, sendo considerado nível de significância de  $P \leq 0,05$  para todas as análises. Os dados foram analisados com auxílio do pacote estatístico SPSS versão 20 (IBM, Nova Iorque, Estados Unidos) e ilustrados através do pacote estatístico Prism 10 for Windows (GraphPad, Boston, Estados Unidos).

### 2.3 Resultados

A Tabela 1 descreve os dados (média  $\pm$  DP) referentes às características etárias e antropométricas dos sujeitos, bem como as principais variáveis cardiorrespiratórias obtidas nas situações de repouso e ao final do TCPE. Em

adição, são ilustrados os valores referentes à velocidade de limiar ventilatório 1 e respectivo percentual do  $VO_{2máx}$ . Por fim, são exibidas as cargas alcançadas nos testes de 10 RM nos exercícios selecionados, cujos coeficientes intraclassas para o teste e reteste variaram de 0,92 a 0,94.

Tabela 1 - Caracterização da amostra

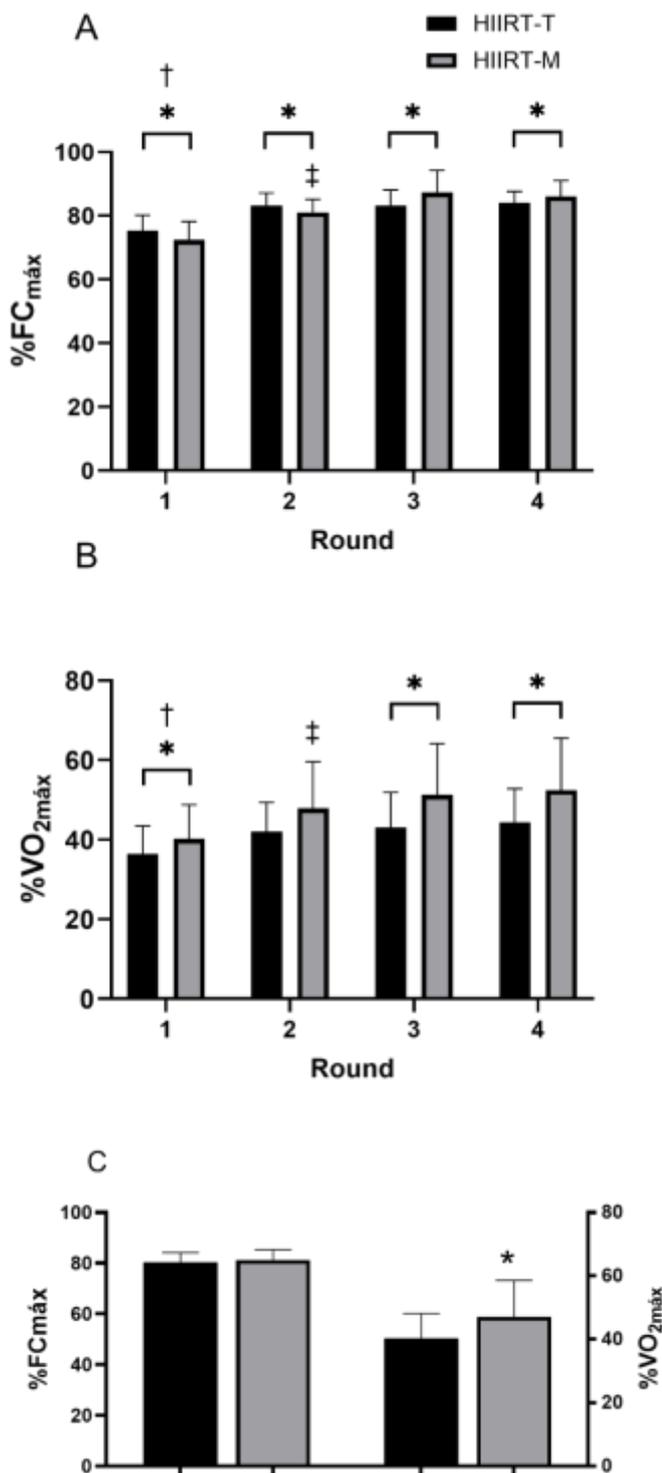
Variáveis	Média ± DP
Idade (anos)	24.1±3.4
Estatura (cm)	175.7±6.3
Massa corporal (kg)	88.6±9.3
$VO_{2máx}$ (ml·kg <sup>-1</sup> ·min <sup>-1</sup> )	50.6±8.7
$FC_{máx}$ (bpm)	190.6±10.1
$FC_{HIIRT-T}$ repouso	69,73±10,51
$FC_{HIIRT-M}$ repouso	70,77±9,83
$VO_{2HIIRT-T}$ repouso	4,11±1,24
$VO_{2HIIRT-M}$ repouso	4,24±1,28
% $VO_{2máx}$ LV1	69,00±4,00
Velocidade de corrida de LV1 (km/h)	10,88±1,21
Puxada (kg)	78,13±15,48
Agachamento (kg)	73,96±35,60
Desenvolvimento (kg)	52,08±13,26
Remada (kg)	69,79±17,38
Leg Press (kg)	154,17±41,50
Supino (kg)	92,45±22,16

Fonte: O Autor.

A Figura 2 ilustra os dados correspondentes aos percentuais da  $FC_{máx}$  (A),  $VO_{2máx}$  (B) nos diferentes rounds nos circuitos realizados. Na mesma figura, também são exibidos os percentuais  $FC_{máx}$  e  $VO_{2máx}$ , considerando as médias das sessões (C). Ao comparar as respostas de % $FC_{máx}$  entre os estímulos das sessões de HIIRT, verificou-se a interação entre *round* e sessão [ $F_{(3, 57)} = 11,94$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,0467$ ]. Além disso, foi encontrado efeito principal dos *rounds* [ $F_{(3, 57)} = 65,25$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,4542$ ], mas não das sessões [ $F_{(1, 19)} = 0,2550$ ;  $P = 0,6194$ ;  $\eta^2 = 0,0003$ ]. Apesar de a sessão não ter alcançado significância estatística como efeito principal na ANOVA de dupla entrada, foram detectadas diferenças entre os respectivos rounds de HIIRT-T e HIIRT-M para o percentual de  $FC_{máx}$  ( $p \leq 0,05$ ),

sendo superiores no HIIRT-T para os *rounds* 1 e 2 de, e no HIIRT-M para os *rounds* 3 e 4. Sobre as diferenças encontradas dentro de cada sessão, vale ressaltar que, em ambas as sessões, *round* 1 diferenciou-se dos demais *rounds* ( $p < 0,0001$ ). No caso do  $\%VO_{2m\acute{a}x}$  (B), foi encontrada interação entre *round* e sessão [ $F_{(1,724, 32,76)} = 5,380$ ;  $P=0,0125$ ;  $\eta^2= 0,0067$ ], bem como efeitos principais para *round* [ $F_{(1,883, 35,78)} = 80,15$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2=0,1241$ ] e sessão [ $F_{(1,000, 19,00)} = 4,835$ ;  $P=0,0405$ ;  $\eta^2=0,0868$ ]. Entre as sessões, cabe destacar a diferença encontrada apenas nos *rounds* 3 ( $p= 0,0283$ ) e 4 ( $p= 0,0229$ ), sendo superiores na sessão HIIRT-M. Durante ambas as sessões, assim como ocorreu para o  $\%FC_{m\acute{a}x}$ , o *round* 1 diferenciou-se de todos os outros ( $p \leq 0,05$ ). Quanto aos dados referentes às médias dos valores percentuais de  $FC_{m\acute{a}x}$  e  $VO_{2m\acute{a}x}$  (C), não houve diferença entre as sessões para  $FC_{m\acute{a}x}$  ( $p= 0,0613$ ), o mesmo não ocorrendo para o  $VO_{2m\acute{a}x}$  [HIIRT-M superior a HIIRT-T ( $p= 0,0414$ ;  $ES= 0,67$ )]. Por fim, o dispêndio energético durante as sessões de exercício exibiu diferença a favor da sessão HIIRT-M ( $118,4 \pm 29,35$  kcal) vs HIIRT-T ( $103,3 \pm 22,50$  kcal) ( $p= 0,0399$ ;  $ES= 0,58$ ).

Figura 2 – Percentuais médios de  $FC_{máx}$  (A) e  $VO_{2máx}$  (B) por *rounds* e médias das sessões (C) nos protocolos investigados.

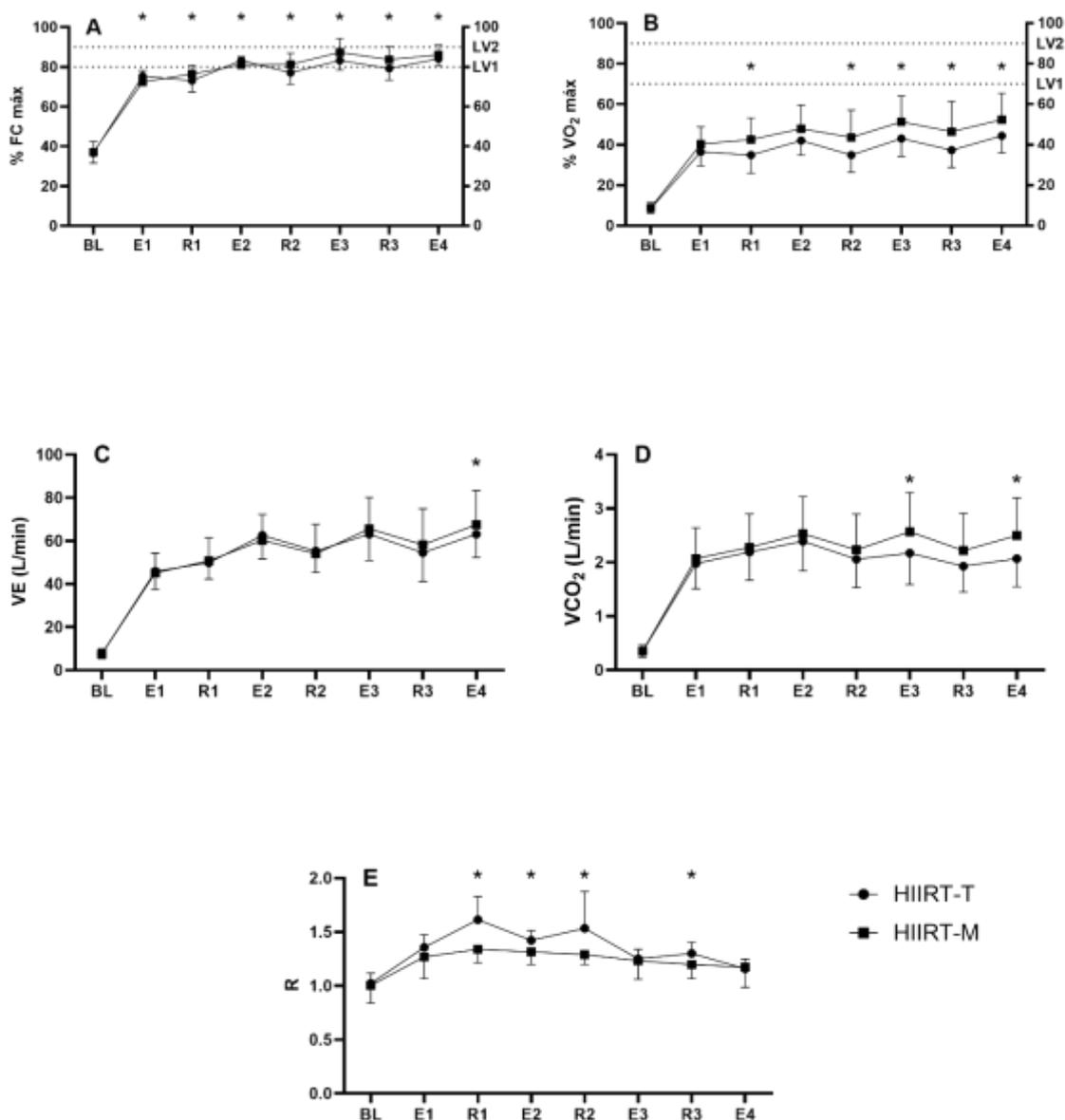


\* = diferença entre HIIRT-T e HIIRT-M ( $p < 0,05$ ). † = diferença entre o round 1 e os demais rounds do mesmo protocolo, em ambas as sessões ( $p < 0,05$ ); ‡ = diferença entre o round 2 e os demais da sessão HIIRT-M ( $p < 0,05$ ).

Fonte: O Autor.

A Figura 3 apresenta o comportamento das variáveis cardiorrespiratórias durante as sessões de exercício investigadas. Ao comparar as respostas de %FC<sub>máx</sub> (A) entre os estímulos e recuperações, com exceção do baseline ( $p=0,68$ ), foram encontradas diferenças entre sessões para todos os momentos. Verificou-se a interação entre momento e sessão [ $F_{(4,750, 90,25)} = 8,203$ ;  $P<0,0001$ ;  $\eta^2=0,0078$ ]. Além disso, foi encontrado efeito principal dos momentos [ $F_{(3,363, 63,90)} = 382,8$ ;  $P<0,0001$ ;  $\eta^2= 0,8843$ ], e também para sessões [ $F_{(1,000, 19,00)} = 15,68$ ;  $P=0,0008$ ;  $\eta^2= 0,0028$ ]. Foram detectadas diferenças entre os respectivos momentos de HIIRT-T e HIIRT-M para o percentual de FC<sub>máx</sub> ( $p\leq 0,05$ ), sendo superiores no HIIRT-T para os momentos E1 e E2, e no HIIRT-M para os demais. No caso do %VO<sub>2máx</sub> (B), foi encontrada interação entre momento e sessão [ $F_{(2,242, 42,61)} = 4,719$ ;  $P=0,0115$ ;  $\eta^2= 0,0082$ ], bem como efeitos principais para momento [ $F_{(2,487, 47,25)} = 268,9$ ;  $P<0,0001$ ;  $\eta^2= 0,5729$ ] e sessão [ $F_{(1,000, 19,00)} = 5,353$ ;  $P=0,0320$ ;  $\eta^2= 0,0428$ ]. Entre as sessões, cabe destacar que os valores de %VO<sub>2máx</sub> para HIIRT-M foram superiores durante todo o intervalo analisado ( $P\leq 0,05$ ). No caso do VE (C), foi encontrada interação entre momento e sessão [ $F_{(4,040, 76,77)} = 4,303$ ;  $P=0,0033$ ;  $\eta^2= 0,0029$ ], bem como efeitos principais para momento [ $F_{(2,133, 40,52)} = 199,5$ ;  $P<0,0001$ ;  $\eta^2= 0,7105$ ], mas não para sessão [ $F_{(1,000, 19,00)} = 0,5620$ ;  $P=0,4626$ ;  $\eta^2= 0,0004$ ]. Ao longo da sessão houve diferença entre sessões apenas em E4, sendo os valores de HIIRT-M superiores ( $P= 0,0163$ ). No caso do VCO<sub>2</sub> (D), foi encontrada interação entre momento e sessão [ $F_{(2,026, 38,49)} = 5,771$ ;  $P=0,0062$ ;  $\eta^2= 0,0072$ ], bem como efeitos principais para momento [ $F_{(2,219, 42,16)} = 229,6$ ;  $P<0,0001$ ;  $\eta^2= 0,5624$ ], mas não para sessão [ $F_{(1,000, 19,00)} = 2,355$ ;  $P=0,1413$ ;  $\eta^2= 0,0142$ ]. Durante as sessões, os valores de VCO<sub>2</sub> foram superiores em HIIRT-M nos momentos E3 e E4 ( $P\leq 0,05$ ). Finalmente, para R (E), foi encontrada interação entre momento e sessão [ $F_{(1,910, 36,29)} = 7,376$ ;  $P=0,0023$ ;  $\eta^2= 0,0503$ ], bem como efeitos principais para momento [ $F_{(2,539, 48,24)} = 57,98$ ;  $P<0,0001$ ;  $\eta^2= 0,3925$ ], e para sessão [ $F_{(1,000, 19,00)} = 13,96$ ;  $P=0,0014$ ;  $\eta^2= 0,0566$ ]. Para essa variável, R, HIIRT-T foi superior R1, E2, R2 e R3 ( $P\leq 0,05$ ).

Figura 3 – Percentuais médios de  $FC_{m\acute{a}x}$  (A) e  $VO_{2m\acute{a}x}$  (B), VE (C),  $VCO_2$ (D) e R (E) nos est\u00edmulos e recupera\u00e7\u00f5es nos protocolos investigados.



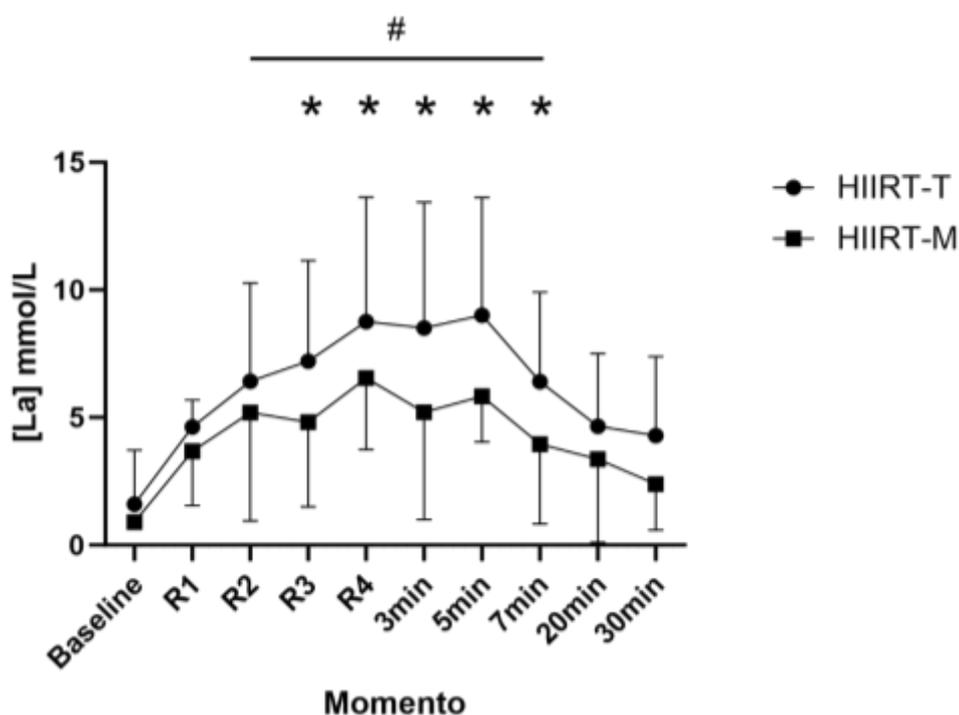
\* = diferença entre HIIRT-T e HIIRT-M ( $p < 0,05$ ). BL = baseline; E1 a E4 = est\u00edmulos durante os rounds; R1 a R3 = recupera\u00e7\u00f5es entre rounds.

Fonte: O Autor.

A Figura 4 apresenta o comportamento do lactato sangu\u00edneo ao longo das sess\u00f5es de exerc\u00edcio. Na compara\u00e7\u00e3o entre protocolos, n\u00e3o houve intera\u00e7\u00e3o entre sess\u00e3o e momento [ $F_{(9, 380)} = 0,7379$ ;  $P = 0,6741$ ;  $\eta^2 = 0,0120$ ]. No entanto, foi

verificado efeito principal para momento [ $F_{(9, 380)} = 14,55$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,2372$ ] e sessão [ $F_{(1, 380)} = 34,61$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,0627$ ]. Entre as distintas sessões, houve diferença ao longo do trecho compreendido entre o R3 até o sétimo minuto de recuperação ( $p \leq 0,05$ ), sendo superior em HIIRT-T para todos os momentos. Para ambas as sessões, as medidas efetuadas de R2 a 7min de recuperação diferenciaram-se do *baseline* ( $p \leq 0,05$ ).

Figura 4 – Concentração de lactato nos diferentes momentos de medida.



\* = diferença entre protocolos ( $p \leq 0,05$ ); # = diferença para *baseline* durante todo o trecho assinalado em ambos os protocolos ( $p \leq 0,05$ ).

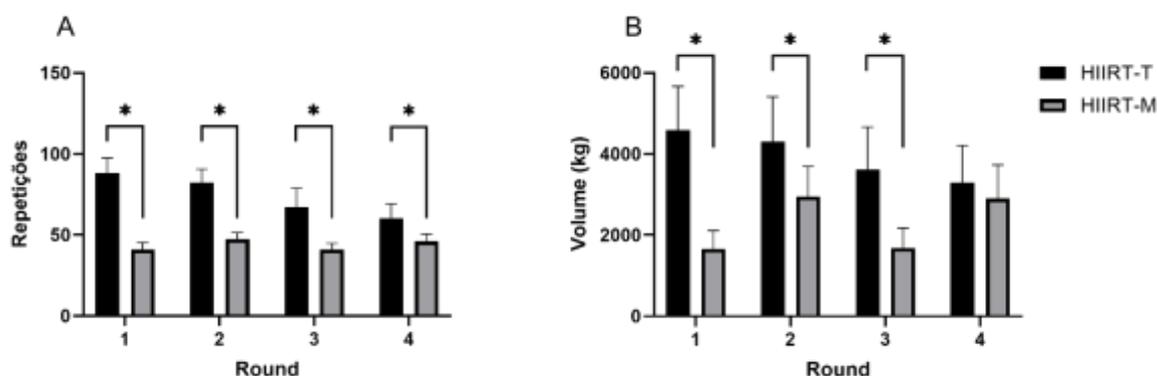
Fonte: O Autor.

A Figura 5 apresenta o número de repetições e volume realizados em cada round dos circuitos. Para o número de repetições por *round* (A) houve interação entre *round* e sessão [ $F_{(3, 152)} = 36,00$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,1030$ ]. Além disso, foram encontrados efeito dos *rounds* [ $F_{(3, 152)} = 30,50$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,0873$ ] e das sessões [ $F_{(1, 152)} = 696,6$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,6646$ ]. Na comparação entre sessões, o número de repetições de HIIRT-T foi superior a HIIRT-M em todos os *rounds* ( $p \leq 0,05$ ). Ao longo da sessão HIIRT-T só não foi encontrada diferença entre os rounds 1 e 2 ( $p = 0,0614$ ). Todas as demais comparações entre rounds alcançaram

significância ( $p \leq 0.05$ ), adotando um comportamento decrescente nas repetições. Na comparação entre *rounds* da sessão HIIRT-M, os rounds 1 e 3 não se diferenciaram ( $p > 0,9999$ ), o mesmo ocorrendo com os rounds 2 e 4 ( $p > 0,9999$ ).

Quanto à comparação do volume de treinamento por round (B), foi encontrada interação entre s e sessão [ $F_{(3, 152)} = 15,22$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,1234$ ], bem como efeitos principais para round [ $F_{(3, 152)} = 8,595$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,0697$ ] e sessão [ $F_{(1, 152)} = 146,5$ ;  $P < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,3960$ ]. Houve diferença entre protocolos em todos os rounds ( $p \leq 0.05$ ), com HIIRT-T sendo superior, exceto para o round 4 ( $p = 0,1528$ ). Durante a sessão HIIRT-T o volume de treinamento por round assumiu um comportamento decrescente com diferença entre todas as combinações ( $p \leq 0.05$ ), exceto *round 1 versus round 2* ( $p = 0,7212$ ) e *round 3 versus round 4* ( $p = 0,6561$ ). Na comparação entre *rounds*, na sessão HIIRT-M, os *rounds* 1 e 3 não se diferenciaram ( $p = 0,9995$ ), o mesmo acontecendo com *rounds* 2 e 4 ( $p = 0,9982$ ).

Figura 5 - Repetições (A) e volume (B) por *round*.



\* = diferença entre protocolos.

Fonte: O Autor.

As linhas pontilhadas nas figuras A a D referem-se aos valores em repouso \* = diferença entre protocolos ( $p \leq 0.05$ ); † = diferença para todos os outros momentos da mesma sessão ( $p \leq 0.05$ ); ‡ = diferença entre todos os momentos ( $p \leq 0.05$ ).

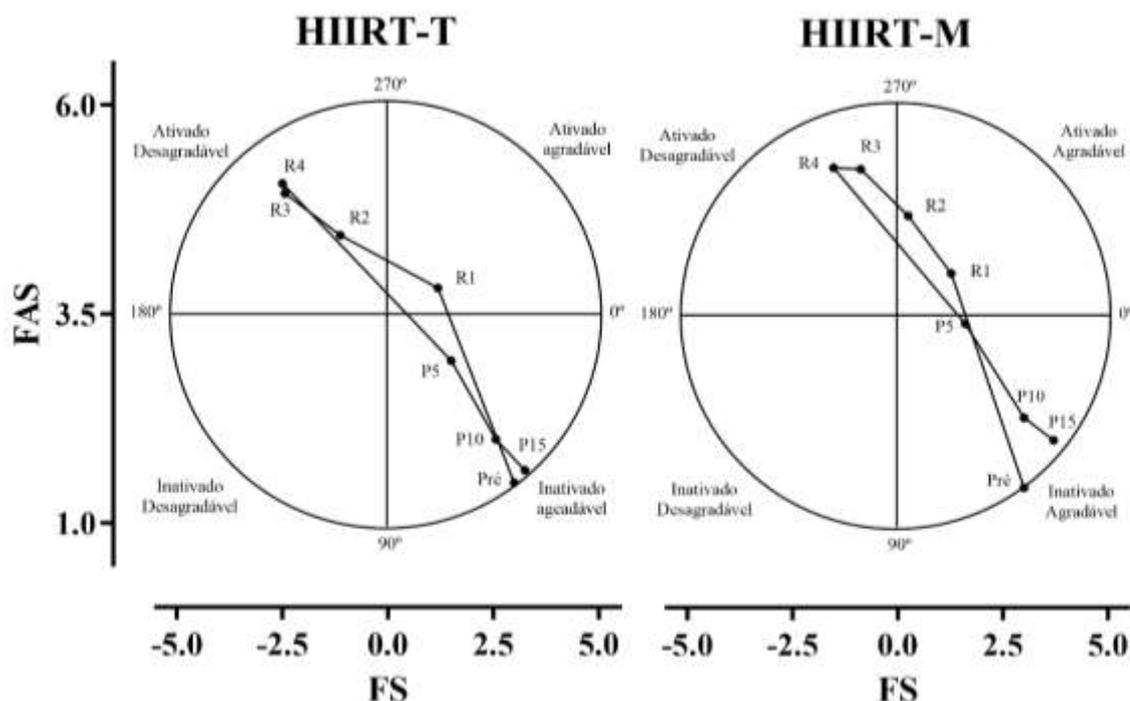
Fonte: O Autor.

Por fim, o modelo circunplexo resultante das respostas afetivas das sessões de HIIRT-T e HIIRT-M (Figura 6). Quanto a FS, não foi encontrada interação entre condição e momento [ $F_{(7, 304)} = 0,5433$ ;  $p = 0,8013$ ;  $\eta^2 = 0,0069$ ]. Por outro lado, foi verificado efeito principal da sessão [ $F_{(1, 304)} = 6,564$ ;  $p = 0,0109$ ;  $\eta^2 = 0,0119$ ] e do

momento nas respostas dessa escala [ $F_{(7, 304)} = 33,75$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,4290$ ]. Em ambas as condições, as principais diferenças foram encontradas apenas entre os momentos de medida ( $p < 0,05$ ). Apesar de verificado efeito principal para condição, diferenças entre sessões foram encontradas apenas no R3 ( $p = 0,0403$ ). Os valores da FS antes das sessões diferenciaram-se daqueles durante o exercício, indicando que os indivíduos experimentaram sensações degradáveis durante as sessões de exercício. Durante a recuperação, a percepção em ambas as condições, retornou aos valores verificados no pré-exercício ( $p > 0,05$ ).

Quanto às respostas da FAS, o mesmo comportamento foi observado. Não foi encontrada interação entre condição e momento [ $F_{(7, 304)} = 0,2278$ ;  $p = 0,9785$ ;  $\eta^2 = 0,0021$ ]. Foi encontrado efeito principal da condição [ $F_{(1, 304)} = 4,310$ ;  $p = 0,0387$ ;  $\eta^2 = 0,0057$ ] e do momento sobre essa variável [ $F_{(7, 304)} = 64,65$ ;  $p < 0,0001$ ;  $\eta^2 = 0,5935$ ]. Dessa forma, em ambas as sessões, a medida pré-exercício se diferenciou dos quatro rounds de exercícios ( $p < 0,0001$ ) e retornou aos valores pré-exercício após 10 minutos de recuperação. Já durante as sessões de HIIRT, as principais diferenças foram verificadas apenas entre os momentos de medida ( $p < 0,05$ ). No que diz respeito à percepção geral de divertimento refletida pelo PACES, ela foi semelhante em ambas as sessões [HIIRT-T:  $(98,14 \pm 14,36)$  vs. HIIRT-M:  $(99,57 \pm 22,11)$ ] ( $p = 0,3299$ ).

Figura 6 - Modelo Circumplexo derivado das sessões de exercício



Pré: medida de repouso pré-exercício; R1: round 1 das sessões; R2: round 2 das sessões; R3: round 3 das sessões; R4: round 4 das sessões; P5: pós 5 minutos de recuperação; P10: pós 10 minutos de recuperação; P15: pós 15 minutos de recuperação.

Fonte: O Autor, 2023.

## 2.4 Discussão

Até onde sabemos, este foi o primeiro estudo que investigou o impacto da inclusão de estações de corrida nas respostas cardiorrespiratórias, de lactato sanguíneo e de afeto, em circuitos HIIRT *all-out*. Dentre os principais resultados, verificou-se que as respostas de FC diferenciaram-se entre os rounds dos protocolos investigados, sem, contudo, afetar os valores médios de FC das sessões. Já com relação aos percentuais de  $VO_{2máx}$ , as diferenças entre rounds provocaram maiores valores médios na sessão HIIRT-M. Tal comportamento, ocasionou maior dispêndio energético a favor do HIIRT-M. Por outro lado, o lactato sanguíneo, foi sistematicamente menor na sessão HIIRT-M, mostrando que a inclusão da corrida pode ser útil para minimizar a fadiga imposta pelos exercícios resistidos. Quanto ao número de repetições e ao volume de treinamento, observou-se redução com a

evolução dos rounds no protocolo HIIRT-T, o mesmo não acontecendo no protocolo HIIRT-M. Por fim, a inclusão de estações de corrida, não afetou as respostas de afeto nos protocolos HIIRT investigados. A partir desses resultados, nossa hipótese foi parcialmente confirmada, tendo em vista que, algumas variáveis cardiorrespiratórias apresentaram comportamento diferente entre as sessões de exercício. O mesmo ocorreu com as respostas de afeto, que não demonstraram diferença entre sessões, diferentemente do que foi inicialmente esperado.

Em geral, circuitos dessa natureza têm como objetivo a eficiência temporal para obtenção de efeitos fisiológicos positivos. Daí a utilização de altas intensidades e curtas durações (Birkett *et al.*, 2019; Gist *et al.*, 2015). Nesse sentido, a prescrição do exercício deve ser cuidadosamente planejada para evitar que os praticantes interrompam a atividade antes do tempo previsto para o seu término. Comparando as respostas cardiorrespiratórias e de lactato sanguíneo em circuitos, realizados com e sem estações de corrida Benito *et al.* (2016) investigaram três protocolos. O protocolo 1 foi composto por circuito executado apenas com pesos livres (PL) (3 passagens por 8 exercícios com cargas de 70% de 15RM, 2s de fase concêntrica e 1s de fase excêntrica, com 15s de intervalo entre cada exercício e 5 minutos de intervalo entre cada passagem). O protocolo 2 foi composto por 8 exercícios executados em máquinas (CM), com as mesmas variáveis de prescrição do protocolo 1. Já no protocolo 3 (EC), foram incluídas estações de 45s de corrida a 70% da reserva de FC, entre cada exercício resistido, em que foram alternadas estações de máquinas e pesos livres (2 máquinas, 2 pesos livres seguindo as mesmas características de prescrição dos protocolos 1 e 2). Dentre os principais resultados, os autores verificaram que o consumo de oxigênio foi mais alto no protocolo EC, seguido por PL e CM. Já a frequência cardíaca (FC) foi menor no CM e igualmente maior nos protocolos EC e PL. Quanto ao lactato sanguíneo, o protocolo EC apresentou menores concentrações durante a sessão e recuperação, comparados aos protocolos PL e CM. Nesse estudo, a inclusão de estações de corrida foi muito positiva, na medida em que os praticantes conseguiram executar o circuito com maiores valores de  $VO_2$  e FC e menores valores de lactato.

É importante destacar que, diferentemente do presente estudo, cujos exercícios resistidos foram executados em intensidade *all-out*, no estudo de Benito *et al.* (2016), a cadência de execução dos exercícios foi controlada (2 s de fase

excêntrica e 1 s de fase concêntrica). Em adição, em nosso experimento, os estímulos *all-out* nos exercícios resistidos foram mais curtos (20 s vs. 45 s), o mesmo ocorrendo com a duração dos intervalos de recuperação (10 s vs. 15 s). A combinação da corrida com exercícios resistidos no presente estudo foi efetiva para produzir maior  $VO_2$  na sessão HIIRT-M em comparação com HIIRT-T ( $47,00 \pm 11,56$  vs.  $40,35 \pm 7,72$ ). Todavia, as respostas de FC durante os 2 protocolos aplicados não foram diferentes. É importante destacar que o lactato sanguíneo foi mais baixo durante o esforço e período de recuperação investigados para o HIIRT-M. Em adição, durante o esforço, notadamente nos dois últimos rounds, a produção de  $CO_2$  foi maior no HIIRT-T (Figura 5 (D)). Isso pode estar associado a uma maior contribuição do sistema energético aeróbio no protocolo HIIRT-M, mesmo com os exercícios resistidos sendo realizados em intensidade *all-out*. A contribuição dos sistemas energéticos em sessões de exercício e modalidades inerentemente intervaladas vem sendo alvo de investigações (Bertuzzi *et al.*, 2007; Guidetti *et al.*, 2008; Panissa *et al.*, 2018). Todavia, nos circuitos HIIRT, essa questão tem sido pouco enfatizada. Os poucos experimentos que controlaram o lactato em circuitos envolvendo exercícios resistidos não envolveram estímulos *all-out* (Benito *et al.*, 2016; Nuñez *et al.*, 2020). Dessa forma, estudos futuros devem ser conduzidos para esclarecer essa questão.

É importante destacar que a inclusão de estações de corrida nos circuitos HIIRT podem ser utilizadas com diferentes objetivos. Dependendo de sua intensidade e duração, a corrida pode servir como um potente estímulo para maximização da intensidade do esforço e do gasto calórico. Dentro desse escopo, metodologias como as utilizadas em atividades como o Crossfit, por exemplo, têm sido muito empregadas. Nessas atividades, é comum ver os indivíduos serem orientados a realizarem o máximo de repetições possíveis de uma sequência de exercícios em um período determinado (Tibana *et al.*, 2016b; Toledo *et al.*, 2021b) ou a completarem uma quantidade pré-estabelecida de repetições no menor tempo possível (Kluszczewicz *et al.*, 2018; Leitão *et al.*, 2021). Já no presente estudo, ou mesmo em outros estudos (Benito *et al.*, 2016; Nuñez *et al.*, 2020), a corrida foi incluída para reduzir a fadiga localizada e a produção de metabólitos. Nesse sentido, uma relação ótima entre intensidade e duração da corrida deve ser obtida. Tal premissa foi observada no experimento de Nuñez *et al.* (2020), em que a corrida no

protocolo HIIRT foi executada através de estímulos intervalados de 30s a 105% da velocidade em que foi atingido o  $VO_{2máx}$ , intercalados por 90s a 3 mph (4,8km/h). Já em nosso experimento, a corrida foi realizada de forma contínua, com duração de 90s na velocidade em que foi obtido o LV1. Como demonstrado em nossos resultados, essa combinação de duração e intensidade da corrida no HIIRT-M foi efetiva para metabolizar o lactato produzido e, ao mesmo tempo, produzir um maior consumo de oxigênio em relação ao HIIRT-T. Como os protocolos HIIRT podem ser compostos por uma variedade muito grande de exercícios, bem como intensidades, durações e formas de aplicação da corrida (intervalada e contínua), estudos adicionais devem ser realizados para melhor elucidar o papel de sua inclusão nos circuitos HIIRT *all-out*.

Apesar de não ser o foco central deste estudo, é importante tecer algumas considerações com relação ao comportamento do número de repetições e do volume de treinamento verificados nos dois protocolos. Considerando que, na sessão HIIRT-M, os voluntários realizaram apenas metade dos estímulos resistidos em relação à outra sessão de exercício, reduções nas repetições e nos volumes de treinamento era esperada em relação a HIIRT-T. Todavia, o que realmente chama atenção é o contraste no comportamento das tendências ao longo dos *rounds* entre as sessões. Como constatado na Figura 5, durante a sessão HIIRT-T ocorreu um declínio claro no número de repetições (A) e volume (B) de treinamento ao longo dos *rounds*, sugerindo uma rápida manifestação de fadiga. Em contraste, a sessão HIIRT-M, apresentou uma estabilidade notável nessas variáveis, sugerindo que essa combinação de número de rounds e corrida pode ser positiva para evitar fadiga excessiva na sessão de exercício. Em uma perspectiva prática, as observações supracitadas podem ser críticas para a estruturação e objetivos do treinamento. O HIIRT-T, com seu início potente, mas declínio subsequente, pode não ser ideal para treinamentos visando manter a performance ao longo da duração da sessão. Em contrapartida, o HIIRT-M, mesmo com um volume de treinamento reduzido, destaca-se por sua consistência, especialmente quando se busca um equilíbrio entre estímulos resistidos e de corrida.

No que diz respeito ao dispêndio energético das sessões, observou-se diferença a favor da sessão HIIRT-M (Figura 2). Isso já era esperado na medida em que a inclusão das estações de corrida no circuito aplicado nesse dia proporcionou

um maior consumo de oxigênio na sessão. Esses dados estão alinhados com os verificados em estudo prévio, que demonstrou valores superiores de consumo de oxigênio e dispêndio energético quando foi adicionada a corrida ao circuito (Benito *et al.*, 2016). Entretanto, apesar da significância estatística, a diferença verificada não tem relevância prática, visto que a diferença entre sessões foi de 15 calorias ( $118,4 \pm 29,35$  vs.  $103,3 \pm 22,50$  kcal).

Para além das respostas fisiológicas, a investigação das respostas de afeto é importante na medida em que desempenham um papel importante na decisão dos indivíduos de repetir as sessões de exercícios (Ekkekakis *et al.*, 2008; Rhodes; Kates, 2015). Ao analisar as respostas afetivas geradas pelas sessões de HIIRT-T e HIIRT-M, identificamos padrões relevantes que merecem atenção. No tocante à escala FS, que mensura as sensações de prazer, não houve interação entre condição e momento, indicando que as variações nas respostas afetivas foram influenciadas de maneira independente, pelo tipo de sessão e pelo momento. As diferenças principais se manifestaram nos momentos de medida, com a condição de exercício impactando negativamente o prazer, seguindo-se de uma recuperação nas fases pós-exercício. Curiosamente, diferenças entre os dois protocolos foram notadas somente no R3, momento a partir do qual também foi detectada significância estatística na concentração de lactato entre protocolos a favor de HIIRT-T. Embora não seja possível estabelecer uma relação de causa e efeito, não se pode excluir a possibilidade de o prazer nesse momento ter sido afetado negativamente pela fadiga alcançada no protocolo HIIRT-T. A análise visual das escalas exibidas no modelo circumplexo, demonstrou que, durante o *round 2*, os voluntários ainda se situavam no quadrante Ativado Agradável na sessão HIIRT-M. Isso sugere que a inclusão da estação de corrida pode ter contribuído para o retardo do aparecimento da sensação desagradável nesse protocolo. É importante destacar que essa trajetória, de sensação agradável do pré-exercício para desagradável durante o exercício, retornando para agradável no pós-exercício, está alinhada com resultados de estudos prévios, reforçando a existência de um efeito de rebote na percepção de prazer após exercícios intensos (Ekkekakis; Parfitt; Petruzzello, 2011; Fidalgo *et al.*, 2022; Oliveira *et al.*, 2013). Em relação à escala FAS, destinada a avaliar a ativação, observa-se um comportamento similar a FS. As diferenças entre pré-exercício, exercício e recuperação foram claras, refletindo o aumento esperado

do impulso simpático durante atividades intensas (Hall; Ekkekakis; Petruzzello, 2002). Cabe ainda destacar que visualização simultânea de FS e FAS no modelo circunflexo exibiu um padrão muito parecido para HIIRT-T e HIIRT-M. Por fim, o divertimento avaliado pela escala PACES foi semelhante entre as sessões de HIIRT-T e HIIRT-M, indicando que a variação no tipo de estímulo aplicado não teve impacto significativo na sensação de diversão experimentada pelos participantes.

Apesar de este estudo ter sido cuidadosamente planejado, algumas limitações necessitam ser destacadas. Uma das principais diz respeito à realização de esforço *all-out* por parte dos participantes durante as sessões de HIIRT. Apesar de todos os esforços de motivação por parte da equipe de pesquisa, essa é uma variável intrinsecamente subjetiva e, por mais que os indivíduos tenham sido motivados, não se pode ter certeza de que o esforço foi *all-out* durante toda a sessão. Contudo, é imperativo notar que, enquanto este estudo avança nosso entendimento sobre o HIIRT aplicado com diferentes configurações, ainda existem lacunas que necessitam ser exploradas em pesquisas futuras. A diversidade potencial nos tipos de exercícios, intensidades, durações e formas de aplicação da corrida, bem como outros padrões de movimento para este tipo de estação (cicloergômetro, remoergômetro etc.) destaca a necessidade de estudos adicionais para esclarecer completamente o papel da inclusão de corrida nos circuitos HIIRT.

## 2.5 Conclusão

Este estudo fornece evidências iniciais sobre o impacto da inclusão de estações de corrida em circuitos de HIIRT. As variações observadas entre os protocolos oferecem observações críticas que podem guiar a prescrição de exercícios para alcançar objetivos específicos de treinamento.

Nossos dados mostraram que a intensidade expressa pela FC não se diferenciou entre os protocolos. Contudo, o protocolo HIIRT, que incorporou estações de corrida, mostrou-se mais eficaz para produzir maior consumo de oxigênio, maior dispêndio energético, com menor acúmulo de lactato sanguíneo durante as sessões de exercício. Do ponto de vista prático, essa abordagem pode

ser particularmente benéfica para indivíduos que desejam trabalhar em intensidade do esforço mais elevada com menor produção de metabólitos. Em adição, a estabilidade nas respostas de volume de treinamento e número de repetições ao longo dos *rounds*, observada no HIIRT-M, sugere que a inclusão de corrida pode atuar como um fator atenuante da fadiga localizada, permitindo uma manutenção mais efetiva do desempenho ao longo da sessão. No que diz respeito às respostas de afeto, a inclusão de corrida não exerceu efeito negativo em relação ao circuito realizado somente com exercícios resistidos. É fundamental destacar que as semelhanças nas respostas cardiorrespiratórias pós-exercício e afetivas entre os dois protocolos sugerem que a inclusão de corrida não implica um estresse adicional significativo do ponto de vista cardiorrespiratório ou afetivo. Isso reforça a viabilidade do HIIRT-M como estratégia eficaz para integrar os treinamentos aeróbio e de força, sem impor um ônus desproporcional nas respostas de afeto. Por fim, é importante destacar que, ao identificar as nuances nas respostas fisiológicas e perceptivas entre os protocolos HIIRT *all-out*, este estudo fornece uma base inicial para futuras pesquisas no campo do treinamento físico. Como os dados deste estudo são iniciais, futuras investigações devem ser conduzidas para melhor esclarecer o papel da inclusão de corridas com diferentes durações e intensidades e suas influências nas variáveis psicofisiológicas ao esforço.

## Referências

- AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, D. *et al.* **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Tenth edit ed. [s.l: s.n.].
- ANDREACCI, J. L. *et al.* The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 4, p. 345–352, 9 jan. 2002.
- ARCHILA, L. R. *et al.* Simple bodyweight training improves cardiorespiratory fitness with minimal time commitment: A contemporary application of the 5bx approach. **International Journal of Exercise Science**, v. 14, n. 3, p. 93–100, 2021.
- ARMAS, C.; KOWALSKY, R. J.; HEARON, C. M. Comparison of Acute Cardiometabolic Responses in a 7-Minute Body Weight Circuit to 7-Minute HIIT

- Training Protocol. **International journal of exercise science**, v. 13, n. 2, p. 395–409, 2020.
- AZEVEDO, A. DE *et al.* Perception of effort monitors internal load during compounded circuit training. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 22, n. 1, p. 90–93, mar. 2016.
- BALACHANDRAN, A. *et al.* High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 60, p. 64–71, dez. 2014.
- BATRAKOULIS, A. *et al.* High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detraining randomized controlled trial. **PLoS ONE**, v. 13, n. 8, p. 1–21, 2018.
- BEATON, D. E. *et al.* Guidelines for the Process of Cross-Cultural Adaptation of Self-Report Measures. **Spine**, v. 25, n. 24, p. 3186–3191, dez. 2000.
- BENÍTEZ-FLORES, S. *et al.* Sprint Interval Training Attenuates Neuromuscular Function and Vagal Reactivity Compared With High-Intensity Functional Training in Real-World Circumstances. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 5, p. 1070–1078, 1 maio 2023.
- BENITO, P. J. *et al.* Cardiovascular Fitness and Energy Expenditure Response during a Combined Aerobic and Circuit Weight Training Protocol. **PLOS ONE**, v. 11, n. 11, p. e0164349, 10 nov. 2016.
- BERTUZZI, R. C. DE M. *et al.* Energy system contributions in indoor rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 3, p. 293–300, 2007.
- BILLAT, L. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice: Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 13–31, 2001.
- BIRKETT, S. T. *et al.* The effects of low-volume high-intensity interval training and circuit training on maximal oxygen uptake. **Sport Sciences for Health**, v. 15, n. 2, p. 443–451, 2 ago. 2019.
- BOCALINI, D. *et al.* Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. **Clinical Interventions in Aging**, p. 551, dez. 2012a.

- BOCALINI, D. S. *et al.* Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 7, p. 551–556, 2012b.
- BRAUN, W. A.; HAWTHORNE, W. E.; MARKOFSKI, M. M. Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption. **European Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 5–6, p. 500–504, 2005.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 927–954, 2013a.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, v. 43, n. 5, p. 313–338, 2013b.
- BUCKLEY, S. *et al.* Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 11, p. 1157–1162, nov. 2015.
- CADORE, E. L. *et al.* Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and disease**, v. 5, n. 3, p. 183–95, 2014.
- COMPTON, C. *et al.* Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 6, p. 881–903, 2006.
- CUNHA, F. A. *et al.* How long does it take to achieve steady state for an accurate assessment of resting  $\text{VO}_2$  in healthy men? **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 6, p. 1441–1447, 2013.
- DA SILVA, S. C. *et al.* Determination of best criteria to determine final and initial speeds within ramp exercise testing protocols. **Pulmonary Medicine**, v. 2012, p. 9–12, 2012.
- DALILI, S. *et al.* Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 6, n. 1, p. 34, 2015.
- DANTAS, P. E. H. M.; GERALDES, P. A. R. Treinamento Em Circuito Individualizado: Uma Forma Fisiológica De Trabalho Com Atletas De Alto Rendimento. **Treinamento Desportivo**, v. V, n. 3, p. 85–92, 1998.

- DE OLIVEIRA-NUNES, S. G. *et al.* HIIT vs. SIT: What Is the Better to Improve  $\dot{V}O_2\text{max}$ ? A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 24, p. 13120, 12 dez. 2021.
- DE-OLIVEIRA, L. A. *et al.* Analysis of Pacing Strategies in AMRAP, EMOM, and FOR TIME Training Models during “Cross” Modalities. **Sports**, v. 9, n. 11, p. 144, 20 out. 2021.
- DI MICHELE, R.; DEL CURTO, L.; MERNI, F. Mechanical and metabolic responses during a high-intensity circuit training workout in competitive runners. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 52, n. 1, p. 33–9, fev. 2012.
- EKKEKAKIS, P. *et al.* Walking is popular among adults but is it pleasant? A framework for clarifying the link between walking and affect as illustrated in two studies. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 9, n. 3, p. 246–264, 2008.
- EKKEKAKIS, P. Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 857–88, out. 2009.
- EKKEKAKIS, P.; PARFITT, G.; PETRUZZELLO, S. J. The Pleasure and Displeasure People Feel When they Exercise at Different Intensities. **Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 641–671, ago. 2011.
- EVANGELISTA, A. L. *et al.* Effects of a short-term of whole-body, high-intensity, intermittent training program on morphofunctional parameters. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 23, n. 3, p. 456–460, 2019.
- FEITO, Y. *et al.* High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. **Sports**, v. 6, n. 3, p. 76, 2018.
- FIDALGO, A. *et al.* Frequência cardíaca e volume de treinamento no High-Intensity Interval Resistance Training com diferentes intervalos entre estímulos. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 20, n. 5, p. 532–541, 28 nov. 2021.
- FIDALGO, A. *et al.* Influence of HIIRT With Fixed and Self-Selected Recovery Intervals on Physiological, Affective, and Enjoyment Responses. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1–9, 20 abr. 2022.
- FIDALGO, A. *et al.* Self-selected or fixed: is there an optimal rest interval for controlling intensity in high-intensity interval resistance training? **European Journal of Applied Physiology**, 7 jun. 2023.

- FOUNTAINE, C. J. Introduction to High-Intensity Interval Training and Chronic Diseases. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v. 25, n. 5, p. 11–12, set. 2021.
- GARBER, C. E. *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.
- GARCÍA-FERNÁNDEZ, P. *et al.* Muscle Recovery after a Single Bout of Functional Fitness Training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 12, p. 6634, 20 jun. 2021.
- GIBALA, M. J. *et al.* Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. **The Journal of physiology**, v. 590, n. 5, p. 1077–1084, 2012.
- GILLEN, J. B. *et al.* Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. e0154075, 2016.
- GIST, N. H. *et al.* Effects of Low-Volume, High-Intensity Whole-Body Calisthenics on Army ROTC Cadets. **Military Medicine**, v. 180, n. 5, p. 492–498, maio 2015.
- GIST, N. H.; FREESE, E. C.; CURETON, K. J. Comparison of Responses to Two High-Intensity Intermittent Exercise Protocols. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3033–3040, nov. 2014.
- GRAY, S. R. *et al.* High-intensity interval training: Key data needed to bridge the gap from laboratory to public health policy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 20, p. 1231–1232, 2016.
- GUIDETTI, L. *et al.* Energy cost and energy sources of a ballet dance exercise in female adolescents with different technical ability. **European Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 3, p. 315–321, 2008.
- GUO, Z. *et al.* Effect of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Fat Loss and Cardiorespiratory Fitness in the Young and Middle-Aged a Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 6, p. 4741, 8 mar. 2023.

- HALL, E. E.; EKKEKAKIS, P.; PETRUZZELLO, S. J. The affective beneficence of vigorous exercise revisited. **British Journal of Health Psychology**, v. 7, n. 1, p. 47–66, 2002.
- HARDY, C. J.; REJESKI, W. J. Not What, but How One Feels: The Measurement of Affect during Exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 11, n. 3, p. 304–317, set. 1989.
- HARRIS, N. K. *et al.* Acute Responses to Resistance and High-Intensity Interval Training in Early Adolescents. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 5, p. 1177–1186, maio 2017.
- HENDKER, A.; EILS, E. A Group-Based 8-Week Functional Interval-Type Outdoor Training Program Improves Physical Performance in Recreationally Active Adults. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 3, n. March, 31 mar. 2021.
- HERBERT, P. *et al.* HIIT produces increases in muscle power and free testosterone in male masters athletes. **Endocrine Connections**, v. 6, n. 7, p. 430–436, 2017.
- HERMASSI, S. *et al.* Effects of In-Season Circuit Training on Physical Abilities in Male Handball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 4, p. 944–957, abr. 2019.
- HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 27, n. 9, p. 1292–301, set. 1995.
- IMANUDIN, I. *et al.* **The Impact of Aerobic Circuit Training Methods on the Improvement of Anaerobic Dynamic and Aerobic Capacity**. Proceedings of the 4th International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2019). **Anais...**Paris, France: Atlantis Press, 2020.
- JIMENEZ-GARCIA, J. D. *et al.* Suspension Training HIIT Improves Gait Speed, Strength and Quality of Life in Older Adults. **International journal of sports medicine**, v. 40, n. 2, p. 116–124, fev. 2019.
- JONES, L. M. *et al.* Circuit resistance training and cardiovascular health in breast cancer survivors. **European Journal of Cancer Care**, v. 29, n. 4, 5 jul. 2020.
- KAIKKONEN, P. *et al.* Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 3, p. 829–838, 16 mar. 2012.

- KEATING, S. E. *et al.* A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. **Obesity Reviews**, v. 18, n. 8, p. 943–964, 17 ago. 2017.
- KELEMEN, M. H.; STEWART, K. J. Circuit Weight Training A New Direction for Cardiac Rehabilitation. **Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 2, n. 6, p. 385–388, 1985.
- KENDZIERSKI, D.; DECARLO, K. J. Physical Activity Enjoyment Scale: Two Validation Studies. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 13, n. 1, p. 50–64, mar. 1991.
- KIM, J.-W. *et al.* Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 3, p. 460–465, 27 jun. 2018.
- KIM, K.-H.; LEE, H.-B. Effects of circuit training interventions on bone metabolism markers and bone density of old women with osteopenia. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 15, n. 2, p. 302–307, 26 abr. 2019.
- KLIKA, B.; JORDAN, C. HIGH-INTENSITY CIRCUIT TRAINING USING BODY WEIGHT: Maximum Results With Minimal Investment. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v. 17, n. 3, p. 8–13, maio 2013.
- KLISZCZEWICZ, B. *et al.* Autonomic response to a short and long bout of high-intensity functional training. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 16, p. 1872–1879, 18 ago. 2018.
- KRAEMER, W. J. *et al.* Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.
- KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.
- LEE, H.-B.; LEE, H.-K. The effects of circuit training on the indexes of sarcopenia and the risk factors of metabolic syndrome in aged obese women. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 4, p. 666–670, 24 ago. 2018.
- LEITÃO, L. *et al.* Physical and Physiological Predictors of FRAN CrossFit® WOD Athlete's Performance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 8, p. 4070, 12 abr. 2021.

- LI, Z. *et al.* Effects of running-based versus body-weight-based high-intensity interval training on physical fitness in healthy adolescents. **Frontiers in Physiology**, v. 14, 10 mar. 2023.
- LINDNER, R. *et al.* Moderate to Vigorous-intensity Continuous Training versus Highintensity Interval Training for Improving VO<sub>2</sub>max in Women: A Systematic Review and Meta-analysis. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 07, p. 484–495, 21 jun. 2023.
- LUZ, S. R. DA *et al.* Are rating of perceived exertion and heart rate methods useful to monitor the internal training load in functional training? **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 28, 2022.
- MACHADO, A. F. *et al.* Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. **Clinics**, v. 73, n. 12, p. e516, 1 nov. 2018.
- MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **The Journal of Physiology**, v. 595, n. 9, p. 2915–2930, 7 maio 2017.
- MANG, Z. A.; VIGIL, E. D.; BEAM, J. R. Utilizing multimodal high-intensity interval training for a firefighter training academy during the COVID-19 pandemic. **Work**, v. 75, n. 4, p. 1153–1163, 11 ago. 2023.
- MANGONA, L. *et al.* Energy Expenditure, Intensity, and Perceived Effort in Recreational Functional Training. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1–10, 23 jan. 2023.
- MARCINIK, E. J. *et al.* Aerobic/calisthenic and aerobic/circuit weight training programs for Navy men: a comparative study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 17, n. 4, p. 482–487, ago. 1985.
- MARCOS-PARDO, P. J. *et al.* Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019.
- MARÍN-PAGÁN, C. *et al.* Acute Physiological Responses to High-Intensity Resistance Circuit Training vs. Traditional Strength Training in Soccer Players. **Biology**, v. 9, n. 11, p. 383, 7 nov. 2020.
- MÁRQUEZ, G. *et al.* Peripheral and central fatigue after high intensity resistance circuit training. **Muscle and Nerve**, v. 56, n. 1, p. 152–159, 2017.

- MARTÍNEZ-GÓMEZ, R. *et al.* Comparison of Different Recovery Strategies After High-Intensity Functional Training: A Crossover Randomized Controlled Trial. **Frontiers in Physiology**, v. 13, 3 fev. 2022.
- MATÉ-MUÑOZ, J. L. *et al.* Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PLOS ONE**, v. 12, n. 7, p. e0181855, 28 jul. 2017.
- MATTHEWS, C. E. *et al.* Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. 3, p. 486–493, mar. 1999.
- MAZINI FILHO, M. L. *et al.* Circuit strength training improves muscle strength, functional performance and anthropometric indicators in sedentary elderly women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 7–8, p. 1029–1036, 2018.
- MAZZEO, R. S.; TANAKA, H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 31, n. 11, p. 809–18, 2001.
- MCDERMOTT, A. Y.; MERNITZ, H. Exercise and older patients: prescribing guidelines. **American family physician**, v. 74, n. 3, p. 437–44, 1 ago. 2006.
- MCRAE, G. *et al.* Extremely low volume, whole-body aerobic–resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1124–1131, dez. 2012.
- MENZ, V. *et al.* Functional Vs. Running Low-Volume High-Intensity Interval Training: Effects on VO<sub>2</sub>max and Muscular Endurance. **Journal of sports science & medicine**, v. 18, n. 3, p. 497–504, set. 2019.
- MICHALSKI, A. C. *et al.* Mixed circuit training acutely reduces arterial stiffness in patients with chronic stroke: a crossover randomized controlled trial. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 1, p. 121–134, 7 jan. 2023.
- MICIELSKA, K. *et al.* The beneficial effects of 15 units of high-intensity circuit training in women is modified by age, baseline insulin resistance and physical capacity. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 152, p. 156–165, 2019.
- MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 1 dez. 2015.

- MORO, T. *et al.* High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. **Experimental Gerontology**, v. 98, p. 91–98, 2017.
- MUÑOZ-MARTÍNEZ, F. A. *et al.* Effectiveness of Resistance Circuit-Based Training for Maximum Oxygen Uptake and Upper-Body One-Repetition Maximum Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2553–2568, 2017.
- MYERS, T. R. *et al.* Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit Improves Aerobic Fitness and Muscle Strength in Sedentary Young Females. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1592–1600, jun. 2015.
- NASCI, A. B. A. *et al.* Acute responses of high-intensity circuit training in women: Low physical fitness levels show higher muscle damage. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 20, n. 5, p. 391–401, 31 dez. 2018.
- NI CHEILLEACHAIR, N. J.; HARRISON, A. J.; WARRINGTON, G. D. HIIT enhances endurance performance and aerobic characteristics more than high-volume training in trained rowers. **Journal of sports sciences**, v. 35, n. 11, p. 1052–1058, jun. 2017.
- NUÑEZ, T. P. *et al.* Circuit Weight Training: Acute and Chronic Effects on Healthy and Clinical Populations. **Journal of Sport and Human Performance**, v. 6, n. 1, p. 1–21, 2018.
- NUÑEZ, T. P. *et al.* Metabolic effects of two high-intensity circuit training protocols: Does sequence matter? **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 18, n. 1, p. 14–20, jan. 2020.
- OLIVEIRA, B. R. R. *et al.* Continuous and High-Intensity Interval Training: Which Promotes Higher Pleasure? **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. e79965, 26 nov. 2013.
- OLIVEIRA, B. R. R. *et al.* Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 13, n. 6, p. 1–17, 2018.
- OUELLETTE, K. A. *et al.* Comparison of the Effects of Seated, Supine, and Walking Interset Rest Strategies on Work Rate. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3396–3404, dez. 2016.
- OUERGUI, I. *et al.* Development of a Noncontact Kickboxing Circuit Training Protocol That Simulates Elite Male Kickboxing Competition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 12, p. 3405–3411, dez. 2015.

- PANISSA, V. L. G. *et al.* Is Oxygen Uptake Measurement Enough to Estimate Energy Expenditure During High-Intensity Intermittent Exercise? Quantification of Anaerobic Contribution by Different Methods. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 9 jul. 2018.
- PAOLI, A. *et al.* Effects of high-intensity circuit training, low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. **Lipids in Health and Disease**, v. 12, n. 1, p. 1, 2013.
- PESSOA, D. *et al.* Effect of Static Stretching on Agonists, Antagonists, and Agonist-Antagonist Combination on Total Training Volume. **International journal of exercise science**, v. 16, n. 4, p. 665–675, 2023.
- PIORKOWSKI, M.; AXTELL, L. A. Effect of circuit exercise training on physical fitness of alcoholic patients. **Physical Therapy**, v. 56, n. 4, p. 403–406, 1976.
- POLLOCK, M. L. How much exercise is enough? **The Physician and Sports Medicine**, n. 6, p. 50–64, 1978.
- RAMOS-CAMPO, D. J. *et al.* Effect of high-intensity resistance circuit-based training in hypoxia on aerobic performance and repeat sprint ability. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 10, p. 2135–2143, 13 out. 2018.
- RAMOS-CAMPO, D. J. *et al.* Effects of Resistance Circuit-Based Training on Body Composition, Strength and Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Biology**, v. 10, n. 5, p. 377, 28 abr. 2021.
- RAVIER, G.; MARCEL-MILLET, P. Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Small-Sided Games, Repeated Sprints and Circuit Training in Elite Handball Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 73, n. 1, p. 115–124, 21 jul. 2020.
- RHODES, R. E.; KATES, A. Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 49, n. 5, p. 715–731, 29 out. 2015.
- ROBERSON, K. B. *et al.* Loads and movement speed affect energy expenditure during circuit resistance exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 6, p. 637–646, jun. 2017a.
- ROBERSON, K. B. *et al.* Loads and Movement Speeds Dictate Differences in Power Output During Circuit Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2765–2776, out. 2017b.

SCHLEPPENBACH, L. N. *et al.* Speed- and Circuit-Based High-Intensity Interval Training on Recovery Oxygen Consumption. **International journal of exercise science**, v. 10, n. 7, p. 942–953, [s.d.].

SCHMIDT, D. *et al.* The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 56, n. 5, p. 534–40, maio 2016.

SCHOENFELD, B. *et al.* Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 1, n. 1, 16 ago. 2021.

SCHRANZ, C. *et al.* Does Home-Based Progressive Resistance or High-Intensity Circuit Training Improve Strength, Function, Activity or Participation in Children With Cerebral Palsy? **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 12, p. 2457- 2464.e4, 2018.

SMART, N. A. *et al.* Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 1, p. 9–18, mar. 2015.

SPERLICH, B. *et al.* Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. APR, p. 1–9, 3 abr. 2017.

THUM, J. S. *et al.* High-intensity interval training elicits higher enjoyment than moderate intensity continuous exercise. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2017.

TIBANA, A. R. *et al.* Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness? **Sports**, v. 7, n. 7, p. 161, 4 jul. 2019.

TIBANA, R. A. *et al.* Two Consecutive Days of Extreme Conditioning Program Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 28 jun. 2016a.

TIBANA, R. A. *et al.* Two Consecutive Days of Extreme Conditioning Program Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 28 jun. 2016b.

- TIBANA, R. A. *et al.* Time-course effects of functional fitness sessions performed at different intensities on the metabolic, hormonal, and BDNF responses in trained men. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 22, 8 fev. 2022.
- TIMÓN, R. *et al.* 48-hour recovery of biochemical parameters and physical performance after two modalities of CrossFit workouts. **Biology of Sport**, v. 36, n. 3, p. 283–289, 2019.
- TOLEDO, R. *et al.* Comparison of Physiological Responses and Training Load between Different CrossFit® Workouts with Equalized Volume in Men and Women. **Life**, v. 11, n. 6, p. 586, 20 jun. 2021a.
- TOLEDO, R. *et al.* Comparison of Physiological Responses and Training Load between Different CrossFit® Workouts with Equalized Volume in Men and Women. **Life**, v. 11, n. 6, p. 586, 20 jun. 2021b.
- VRIJENS, J. The Influence of Interval Circuit Exercises on Physical Fitness of Adolescents. **Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**, v. 40, n. 3, p. 595–599, 17 out. 1969.
- WASSERMAN, K.; KOIKE, A. Is the Anaerobic Threshold Truly Anaerobic? **Chest**, v. 101, n. 5, p. 211S-218S, maio 1992.
- WEISMAN, I. M. *et al.* ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 167, n. 2, p. 211–277, 2003.
- WESTCOTT, W. L. Resistance Training is Medicine. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.
- WESTON, K. S.; WISLØFF, U.; COOMBES, J. S. High-intensity interval training in patients with lifestyle-induced cardiometabolic disease: A systematic review and meta-analysis. **British Journal of Sports Medicine**, v. 48, n. 16, p. 1227–1234, 2014.
- WESTON, M. *et al.* Effects of Low-Volume High-Intensity Interval Training (HIT) on Fitness in Adults: A Meta-Analysis of Controlled and Non-Controlled Trials. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1005–1017, 18 jul. 2014.
- WHITEHURST, M. A. *et al.* The benefits of a functional exercise circuit for older adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 647–651, 2005.

WILKE, J. *et al.* Effects of high-intensity functional circuit training on motor function and sport motivation in healthy, inactive adults. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 29, n. 1, p. 144–153, 23 jan. 2019.

WILLIAMS, D. M. Exercise, Affect, and Adherence: An Integrated Model and a Case for Self-Paced Exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 30, n. 5, p. 471–496, out. 2008.

WILMORE, J. H.; KNUTTGEN, H. G. Aerobic Exercise and Endurance. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 31, n. 5, p. 45–51, 19 maio 2003.

## CONCLUSÃO GERAL E RECOMENDAÇÕES

Esta tese foi composta por uma revisão sistemática da literatura e um estudo original, explorando as nuances do *High-Intensity Interval Resistance Training* (HIIRT) e sua aplicabilidade em diferentes configurações, com foco particular na inclusão de estações de corrida combinadas aos exercícios resistidos.

A revisão sistemática destacou a versatilidade e a adaptabilidade do HIIRT, revelando uma ampla gama de abordagens metodológicas. Nesse sentido, a duração das sessões variou acentuadamente, sugerindo grande flexibilidade dos protocolos HIIRT para atender diferentes objetivos de prescrição.

O mesmo pode ser dito em relação ao número de séries e de repetições nos exercícios. A variação no número de séries permite que os treinadores manipulem a intensidade e o volume do treinamento para atender a objetivos específicos, seja focando as diferentes manifestações da força ou as capacidades aeróbia e anaeróbia. Quanto às características dos exercícios resistidos, a sobrecarga foi aplicada através de implementos e características de contração muscular variada (dinâmica e isométrica). A forma de controlar a carga dos exercícios resistidos também foi extremamente variada, contando com percentuais de repetições máximas, cargas fixas e exercícios com peso corporal. Por fim, a composição dos circuitos combinando exercícios resistidos com corrida em intensidades variadas, ou outras atividades de baixa intensidade e predominância aeróbia, também foram verificadas nos protocolos. Em síntese, a diversidade envolvendo o número e as características dos exercícios, assim como as formas de controlar as cargas, permite que sejam abordados vários padrões de movimento e aspectos da aptidão física nos protocolos HIIRT.

A partir da lacuna levantada na revisão sistemática da literatura, o estudo original investigou os efeitos da inclusão de estações de corrida em circuitos HIIRT *all-out*, obtendo-se as seguintes conclusões: a inclusão de estações de corrida favoreceu um maior consumo de oxigênio e menor acúmulo de lactato durante a sessão de HIIRT, indicando uma eficácia na gestão da fadiga e na manutenção do desempenho ao longo da sessão; e a combinação de estações de corrida com exercícios resistidos nos circuitos HIIRT não alterou as respostas afetivas, sugerindo

que essa abordagem não impõe um estresse adicional significativo, seja do ponto de vista cardiorrespiratório ou afetivo.

Os achados da presente tese reforçam a necessidade da realização de trabalhos futuros que possibilitem um melhor entendimento da aplicação dos protocolos HIIRT nas respostas psicofisiológicas agudas ao exercício. Nesse sentido, sugerimos estudos que investiguem os efeitos da inclusão de estações de corrida em circuitos HIIRT *all-out*, envolvendo os seguintes aspectos: duração e intensidade da corrida, forma de aplicação (contínua ou intervalada) e posicionamento entre os exercícios que compõem os circuitos. Por fim, levando em conta que os circuitos HIIRT podem ser aplicados em uma grande diversidade de praticantes, pesquisas futuras devem ser conduzidas para melhor conhecer seus efeitos em indivíduos com diferentes níveis de condicionamento.

## REFERÊNCIAS

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, D. *et al.* **ACSM's guidelines for exercise testing and prescription**. Tenth edit ed. [s.l: s.n.].

ANDREACCI, J. L. *et al.* The effects of frequency of encouragement on performance during maximal exercise testing. **Journal of Sports Sciences**, v. 20, n. 4, p. 345–352, 9 jan. 2002.

ARCHILA, L. R. *et al.* Simple bodyweight training improves cardiorespiratory fitness with minimal time commitment: A contemporary application of the 5bx approach. **International Journal of Exercise Science**, v. 14, n. 3, p. 93–100, 2021.

ARMAS, C.; KOWALSKY, R. J.; HEARON, C. M. Comparison of Acute Cardiometabolic Responses in a 7-Minute Body Weight Circuit to 7-Minute HIIT Training Protocol. **International journal of exercise science**, v. 13, n. 2, p. 395–409, 2020.

AZEVEDO, A. DE *et al.* Perception of effort monitors internal load during compounded circuit training. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 22, n. 1, p. 90–93, mar. 2016.

BALACHANDRAN, A. *et al.* High-speed circuit training vs hypertrophy training to improve physical function in sarcopenic obese adults: A randomized controlled trial. **Experimental Gerontology**, v. 60, p. 64–71, dez. 2014.

BATRAKOULIS, A. *et al.* High intensity, circuit-type integrated neuromuscular training alters energy balance and reduces body mass and fat in obese women: A 10-month training-detraining randomized controlled trial. **PLoS ONE**, v. 13, n. 8, p. 1–21, 2018.

BEATON, D. E. *et al.* Guidelines for the Process of Cross-Cultural Adaptation of Self-Report Measures. **Spine**, v. 25, n. 24, p. 3186–3191, dez. 2000.

BENÍTEZ-FLORES, S. *et al.* Sprint Interval Training Attenuates Neuromuscular Function and Vagal Reactivity Compared With High-Intensity Functional Training in Real-World Circumstances. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 37, n. 5, p. 1070–1078, 1 maio 2023.

BENITO, P. J. *et al.* Cardiovascular Fitness and Energy Expenditure Response during a Combined Aerobic and Circuit Weight Training Protocol. **PLOS ONE**, v. 11, n. 11, p. e0164349, 10 nov. 2016.

BERTUZZI, R. C. DE M. *et al.* Energy system contributions in indoor rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 3, p. 293–300, 2007.

BILLAT, L. Interval Training for Performance: A Scientific and Empirical Practice: Special Recommendations for Middle- and Long-Distance Running. Part I: Aerobic Interval Training. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 13–31, 2001.

BIRKETT, S. T. *et al.* The effects of low-volume high-intensity interval training and circuit training on maximal oxygen uptake. **Sport Sciences for Health**, v. 15, n. 2, p. 443–451, 2 ago. 2019.

BOCALINI, D. *et al.* Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. **Clinical Interventions in Aging**, p. 551, dez. 2012a.

BOCALINI, D. S. *et al.* Effects of circuit-based exercise programs on the body composition of elderly obese women. **Clinical Interventions in Aging**, v. 7, p. 551–556, 2012b.

BRAUN, W. A.; HAWTHORNE, W. E.; MARKOFSKI, M. M. Acute EPOC response in women to circuit training and treadmill exercise of matched oxygen consumption. **European Journal of Applied Physiology**, v. 94, n. 5–6, p. 500–504, 2005.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part II: Anaerobic energy, neuromuscular load and practical applications. **Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 927–954, 2013a.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: Cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, v. 43, n. 5, p. 313–338, 2013b.

BUCKLEY, S. *et al.* Multimodal high-intensity interval training increases muscle function and metabolic performance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 40, n. 11, p. 1157–1162, nov. 2015.

CADORE, E. L. *et al.* Strength and endurance training prescription in healthy and frail elderly. **Aging and disease**, v. 5, n. 3, p. 183–95, 2014.

COMPHER, C. *et al.* Best Practice Methods to Apply to Measurement of Resting Metabolic Rate in Adults: A Systematic Review. **Journal of the American Dietetic Association**, v. 106, n. 6, p. 881–903, 2006.

CUNHA, F. A. *et al.* How long does it take to achieve steady state for an accurate assessment of resting VO<sub>2</sub> in healthy men? **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 6, p. 1441–1447, 2013.

DA SILVA, S. C. *et al.* Determination of best criteria to determine final and initial speeds within ramp exercise testing protocols. **Pulmonary Medicine**, v. 2012, p. 9–12, 2012.

DALILI, S. *et al.* Effect of circuit resistance training on glycemic control of females with diabetes Type II. **International Journal of Preventive Medicine**, v. 6, n. 1, p. 34, 2015.

DANTAS, P. E. H. M.; GERALDES, P. A. R. Treinamento Em Circuito Individualizado: Uma Forma Fisiológica De Trabalho Com Atletas De Alto Rendimento. **Treinamento Desportivo**, v. V, n. 3, p. 85–92, 1998.

DE OLIVEIRA-NUNES, S. G. *et al.* HIIT vs. SIT: What Is the Better to Improve V̇O<sub>2</sub>max? A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 24, p. 13120, 12 dez. 2021.

DE-OLIVEIRA, L. A. *et al.* Analysis of Pacing Strategies in AMRAP, EMOM, and FOR TIME Training Models during “Cross” Modalities. **Sports**, v. 9, n. 11, p. 144, 20 out. 2021.

DI MICHELE, R.; DEL CURTO, L.; MERNI, F. Mechanical and metabolic responses during a high-intensity circuit training workout in competitive runners. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 52, n. 1, p. 33–9, fev. 2012.

EKKEKAKIS, P. *et al.* Walking is popular among adults but is it pleasant? A framework for clarifying the link between walking and affect as illustrated in two studies. **Psychology of Sport and Exercise**, v. 9, n. 3, p. 246–264, 2008.

EKKEKAKIS, P. Let them roam free? Physiological and psychological evidence for the potential of self-selected exercise intensity in public health. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 39, n. 10, p. 857–88, out. 2009.

EKKEKAKIS, P.; PARFITT, G.; PETRUZZELLO, S. J. The Pleasure and Displeasure People Feel When they Exercise at Different Intensities. **Sports Medicine**, v. 41, n. 8, p. 641–671, ago. 2011.

EVANGELISTA, A. L. *et al.* Effects of a short-term of whole-body, high-intensity, intermittent training program on morphofunctional parameters. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 23, n. 3, p. 456–460, 2019.

FEITO, Y. *et al.* High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. **Sports**, v. 6, n. 3, p. 76, 2018.

FIDALGO, A. *et al.* Frequência cardíaca e volume de treinamento no High-Intensity Interval Resistance Training com diferentes intervalos entre estímulos. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v. 20, n. 5, p. 532–541, 28 nov. 2021.

FIDALGO, A. *et al.* Influence of HIIRT With Fixed and Self-Selected Recovery Intervals on Physiological, Affective, and Enjoyment Responses. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1–9, 20 abr. 2022.

FIDALGO, A. *et al.* Self-selected or fixed: is there an optimal rest interval for controlling intensity in high-intensity interval resistance training? **European Journal of Applied Physiology**, 7 jun. 2023.

FOUNTAIN, C. J. Introduction to High-Intensity Interval Training and Chronic Diseases. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v. 25, n. 5, p. 11–12, set. 2021.

GARBER, C. E. *et al.* Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: Guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 43, n. 7, p. 1334–1359, 2011.

GARCÍA-FERNÁNDEZ, P. *et al.* Muscle Recovery after a Single Bout of Functional Fitness Training. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 12, p. 6634, 20 jun. 2021.

GIBALA, M. J. *et al.* Physiological adaptations to low-volume, high-intensity interval training in health and disease. **The Journal of physiology**, v. 590, n. 5, p. 1077–1084, 2012.

GILLEN, J. B. *et al.* Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. **PloS one**, v. 11, n. 4, p. e0154075, 2016.

GIST, N. H. *et al.* Effects of Low-Volume, High-Intensity Whole-Body Calisthenics on Army ROTC Cadets. **Military Medicine**, v. 180, n. 5, p. 492–498, maio 2015.

GIST, N. H.; FREESE, E. C.; CURETON, K. J. Comparison of Responses to Two High-Intensity Intermittent Exercise Protocols. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 11, p. 3033–3040, nov. 2014.

GRAY, S. R. *et al.* High-intensity interval training: Key data needed to bridge the gap from laboratory to public health policy. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 20, p. 1231–1232, 2016.

GUIDETTI, L. *et al.* Energy cost and energy sources of a ballet dance exercise in female adolescents with different technical ability. **European Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 3, p. 315–321, 2008.

GUO, Z. *et al.* Effect of High-Intensity Interval Training vs. Moderate-Intensity Continuous Training on Fat Loss and Cardiorespiratory Fitness in the Young and Middle-Aged a Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 6, p. 4741, 8 mar. 2023.

HALL, E. E.; EKKEKAKIS, P.; PETRUZZELLO, S. J. The affective beneficence of vigorous exercise revisited. **British Journal of Health Psychology**, v. 7, n. 1, p. 47–66, 2002.

HARDY, C. J.; REJESKI, W. J. Not What, but How One Feels: The Measurement of Affect during Exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 11, n. 3, p. 304–317, set. 1989.

HARRIS, N. K. *et al.* Acute Responses to Resistance and High-Intensity Interval Training in Early Adolescents. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 5, p. 1177–1186, maio 2017.

HENDKER, A.; EILS, E. A Group-Based 8-Week Functional Interval-Type Outdoor Training Program Improves Physical Performance in Recreationally Active Adults. **Frontiers in Sports and Active Living**, v. 3, n. March, 31 mar. 2021.

HERBERT, P. *et al.* HIIT produces increases in muscle power and free testosterone in male masters athletes. **Endocrine Connections**, v. 6, n. 7, p. 430–436, 2017.

HERMASSI, S. *et al.* Effects of In-Season Circuit Training on Physical Abilities in Male Handball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 33, n. 4, p. 944–957, abr. 2019.

HOWLEY, E. T.; BASSETT, D. R.; WELCH, H. G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 27, n. 9, p. 1292–301, set. 1995.

IMANUDIN, I. *et al.* **The Impact of Aerobic Circuit Training Methods on the Improvement of Anaerobic Dynamic and Aerobic Capacity**. Proceedings of the 4th International Conference on Sport Science, Health, and Physical Education (ICSSHPE 2019). **Anais...**Paris, France: Atlantis Press, 2020.

JIMENEZ-GARCIA, J. D. *et al.* Suspension Training HIIT Improves Gait Speed, Strength and Quality of Life in Older Adults. **International journal of sports medicine**, v. 40, n. 2, p. 116–124, fev. 2019.

JONES, L. M. *et al.* Circuit resistance training and cardiovascular health in breast cancer survivors. **European Journal of Cancer Care**, v. 29, n. 4, 5 jul. 2020.

KAIKKONEN, P. *et al.* Heart rate variability is related to training load variables in interval running exercises. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 3, p. 829–838, 16 mar. 2012.

KEATING, S. E. *et al.* A systematic review and meta-analysis of interval training versus moderate-intensity continuous training on body adiposity. **Obesity Reviews**, v. 18, n. 8, p. 943–964, 17 ago. 2017.

KELEMEN, M. H.; STEWART, K. J. Circuit Weight Training A New Direction for Cardiac Rehabilitation. **Sports Medicine: An International Journal of Applied Medicine and Science in Sport and Exercise**, v. 2, n. 6, p. 385–388, 1985.

KENDZIERSKI, D.; DECARLO, K. J. Physical Activity Enjoyment Scale: Two Validation Studies. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 13, n. 1, p. 50–64, mar. 1991.

KIM, J.-W. *et al.* Effect of circuit training on body composition, physical fitness, and metabolic syndrome risk factors in obese female college students. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 3, p. 460–465, 27 jun. 2018.

KIM, K.-H.; LEE, H.-B. Effects of circuit training interventions on bone metabolism markers and bone density of old women with osteopenia. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 15, n. 2, p. 302–307, 26 abr. 2019.

KLIKA, B.; JORDAN, C. HIGH-INTENSITY CIRCUIT TRAINING USING BODY WEIGHT: Maximum Results With Minimal Investment. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v. 17, n. 3, p. 8–13, maio 2013.

KLISZCZEWICZ, B. *et al.* Autonomic response to a short and long bout of high-intensity functional training. **Journal of Sports Sciences**, v. 36, n. 16, p. 1872–1879, 18 ago. 2018.

KRAEMER, W. J. *et al.* Progression Models in Resistance Training for Healthy Adults. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 41, n. 3, p. 687–708, mar. 2009.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, abr. 2004.

LEE, H.-B.; LEE, H.-K. The effects of circuit training on the indexes of sarcopenia and the risk factors of metabolic syndrome in aged obese women. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 14, n. 4, p. 666–670, 24 ago. 2018.

LEITÃO, L. *et al.* Physical and Physiological Predictors of FRAN CrossFit® WOD Athlete's Performance. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 8, p. 4070, 12 abr. 2021.

LI, Z. *et al.* Effects of running-based versus body-weight-based high-intensity interval training on physical fitness in healthy adolescents. **Frontiers in Physiology**, v. 14, 10 mar. 2023.

LINDNER, R. *et al.* Moderate to Vigorous-intensity Continuous Training versus Highintensity Interval Training for Improving VO<sub>2</sub>max in Women: A Systematic Review and Meta-analysis. **International Journal of Sports Medicine**, v. 44, n. 07, p. 484–495, 21 jun. 2023.

LUZ, S. R. DA *et al.* Are rating of perceived exertion and heart rate methods useful to monitor the internal training load in functional training? **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 28, 2022.

MACHADO, A. F. *et al.* Description of training loads using whole-body exercise during high-intensity interval training. **Clinics**, v. 73, n. 12, p. e516, 1 nov. 2018.

MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **The Journal of Physiology**, v. 595, n. 9, p. 2915–2930, 7 maio 2017.

MANG, Z. A.; VIGIL, E. D.; BEAM, J. R. Utilizing multimodal high-intensity interval training for a firefighter training academy during the COVID-19 pandemic. **Work**, v. 75, n. 4, p. 1153–1163, 11 ago. 2023.

MANGONA, L. *et al.* Energy Expenditure, Intensity, and Perceived Effort in Recreational Functional Training. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, p. 1–10, 23 jan. 2023.

MARCINIK, E. J. *et al.* Aerobic/calisthenic and aerobic/circuit weight training programs for Navy men: a comparative study. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 17, n. 4, p. 482–487, ago. 1985.

MARCOS-PARDO, P. J. *et al.* Effects of a moderate-to-high intensity resistance circuit training on fat mass, functional capacity, muscular strength, and quality of life in elderly: A randomized controlled trial. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 1–12, 2019.

MARÍN-PAGÁN, C. *et al.* Acute Physiological Responses to High-Intensity Resistance Circuit Training vs. Traditional Strength Training in Soccer Players. **Biology**, v. 9, n. 11, p. 383, 7 nov. 2020.

MÁRQUEZ, G. *et al.* Peripheral and central fatigue after high intensity resistance circuit training. **Muscle and Nerve**, v. 56, n. 1, p. 152–159, 2017.

MARTÍNEZ-GÓMEZ, R. *et al.* Comparison of Different Recovery Strategies After High-Intensity Functional Training: A Crossover Randomized Controlled Trial. **Frontiers in Physiology**, v. 13, 3 fev. 2022.

MATÉ-MUÑOZ, J. L. *et al.* Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PLOS ONE**, v. 12, n. 7, p. e0181855, 28 jul. 2017.

MATTHEWS, C. E. *et al.* Classification of cardiorespiratory fitness without exercise testing. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. 3, p. 486–493, mar. 1999.

MAZINI FILHO, M. L. *et al.* Circuit strength training improves muscle strength, functional performance and anthropometric indicators in sedentary elderly women. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 58, n. 7–8, p. 1029–1036, 2018.

MAZZEO, R. S.; TANAKA, H. Exercise prescription for the elderly: current recommendations. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 31, n. 11, p. 809–18, 2001.

MCDERMOTT, A. Y.; MERNITZ, H. Exercise and older patients: prescribing guidelines. **American family physician**, v. 74, n. 3, p. 437–44, 1 ago. 2006.

MCRAE, G. *et al.* Extremely low volume, whole-body aerobic–resistance training improves aerobic fitness and muscular endurance in females. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 37, n. 6, p. 1124–1131, dez. 2012.

MENZ, V. *et al.* Functional Vs. Running Low-Volume High-Intensity Interval Training: Effects on VO<sub>2</sub>max and Muscular Endurance. **Journal of sports science & medicine**, v. 18, n. 3, p. 497–504, set. 2019.

MICHALSKI, A. C. *et al.* Mixed circuit training acutely reduces arterial stiffness in patients with chronic stroke: a crossover randomized controlled trial. **European Journal of Applied Physiology**, v. 123, n. 1, p. 121–134, 7 jan. 2023.

MICIELSKA, K. *et al.* The beneficial effects of 15 units of high-intensity circuit training in women is modified by age, baseline insulin resistance and physical capacity. **Diabetes Research and Clinical Practice**, v. 152, p. 156–165, 2019.

MOHER, D. *et al.* Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, v. 4, n. 1, p. 1, 1 dez. 2015.

MORO, T. *et al.* High intensity interval resistance training (HIIRT) in older adults: Effects on body composition, strength, anabolic hormones and blood lipids. **Experimental Gerontology**, v. 98, p. 91–98, 2017.

MUÑOZ-MARTÍNEZ, F. A. *et al.* Effectiveness of Resistance Circuit-Based Training for Maximum Oxygen Uptake and Upper-Body One-Repetition Maximum Improvements: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 47, n. 12, p. 2553–2568, 2017.

MYERS, T. R. *et al.* Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit Improves Aerobic Fitness and Muscle Strength in Sedentary Young Females. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1592–1600, jun. 2015.

NASCI, A. B. A. *et al.* Acute responses of high-intensity circuit training in women: Low physical fitness levels show higher muscle damage. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 20, n. 5, p. 391–401, 31 dez. 2018.

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

NUÑEZ, T. P. *et al.* Circuit Weight Training: Acute and Chronic Effects on Healthy and Clinical Populations. **Journal of Sport and Human Performance**, v. 6, n. 1, p. 1–21, 2018.

NUÑEZ, T. P. *et al.* Metabolic effects of two high-intensity circuit training protocols: Does sequence matter? **Journal of Exercise Science & Fitness**, v. 18, n. 1, p. 14–20, jan. 2020.

OLIVEIRA, B. R. R. *et al.* Continuous and High-Intensity Interval Training: Which Promotes Higher Pleasure? **PLoS ONE**, v. 8, n. 11, p. e79965, 26 nov. 2013.

OLIVEIRA, B. R. R. *et al.* Affective and enjoyment responses in high intensity interval training and continuous training: A systematic review and meta-analysis. **PLoS ONE**, v. 13, n. 6, p. 1–17, 2018.

OUELLETTE, K. A. *et al.* Comparison of the Effects of Seated, Supine, and Walking Interset Rest Strategies on Work Rate. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 30, n. 12, p. 3396–3404, dez. 2016.

OUERGUI, I. *et al.* Development of a Noncontact Kickboxing Circuit Training Protocol That Simulates Elite Male Kickboxing Competition. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 12, p. 3405–3411, dez. 2015.

PANISSA, V. L. G. *et al.* Is Oxygen Uptake Measurement Enough to Estimate Energy Expenditure During High-Intensity Intermittent Exercise? Quantification of Anaerobic Contribution by Different Methods. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 9 jul. 2018.

PAOLI, A. *et al.* Effects of high-intensity circuit training , low-intensity circuit training and endurance training on blood pressure and lipoproteins in middle-aged overweight men. **Lipids in Health and Disease**, v. 12, n. 1, p. 1, 2013.

PESSOA, D. *et al.* Effect of Static Stretching on Agonists, Antagonists, and Agonist-Antagonist Combination on Total Training Volume. **International journal of exercise science**, v. 16, n. 4, p. 665–675, 2023.

PIORKOWSKI, M.; AXTELL, L. A. Effect of circuit exercise training on physical fitness of alcoholic patients. **Physical Therapy**, v. 56, n. 4, p. 403–406, 1976.

POLLOCK, M. L. How much exercise is enough? **The Physician and Sports Medicine**, n. 6, p. 50–64, 1978.

RAMOS-CAMPO, D. J. *et al.* Effect of high-intensity resistance circuit-based training in hypoxia on aerobic performance and repeat sprint ability. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 28, n. 10, p. 2135–2143, 13 out. 2018.

RAMOS-CAMPO, D. J. *et al.* Effects of Resistance Circuit-Based Training on Body Composition, Strength and Cardiorespiratory Fitness: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Biology**, v. 10, n. 5, p. 377, 28 abr. 2021.

RAVIER, G.; MARCEL-MILLET, P. Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Small-Sided Games, Repeated Sprints and Circuit Training in Elite Handball Players. **Journal of Human Kinetics**, v. 73, n. 1, p. 115–124, 21 jul. 2020.

RHODES, R. E.; KATES, A. Can the Affective Response to Exercise Predict Future Motives and Physical Activity Behavior? A Systematic Review of Published Evidence. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 49, n. 5, p. 715–731, 29 out. 2015.

ROBERSON, K. B. *et al.* Loads and movement speed affect energy expenditure during circuit resistance exercise. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 42, n. 6, p. 637–646, jun. 2017a.

ROBERSON, K. B. *et al.* Loads and Movement Speeds Dictate Differences in Power Output During Circuit Training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 31, n. 10, p. 2765–2776, out. 2017b.

SCHLEPPENBACH, L. N. *et al.* Speed- and Circuit-Based High-Intensity Interval Training on Recovery Oxygen Consumption. **International journal of exercise science**, v. 10, n. 7, p. 942–953, [s.d.].

SCHMIDT, D. *et al.* The effect of high-intensity circuit training on physical fitness. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 56, n. 5, p. 534–40, maio 2016.

SCHOENFELD, B. *et al.* Resistance Training Recommendations to Maximize Muscle Hypertrophy in an Athletic Population: Position Stand of the IUSCA. **International Journal of Strength and Conditioning**, v. 1, n. 1, 16 ago. 2021.

SCHRANZ, C. *et al.* Does Home-Based Progressive Resistance or High-Intensity Circuit Training Improve Strength, Function, Activity or Participation in Children With Cerebral Palsy? **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, v. 99, n. 12, p. 2457- 2464.e4, 2018.

SMART, N. A. *et al.* Validation of a new tool for the assessment of study quality and reporting in exercise training studies. **International Journal of Evidence-Based Healthcare**, v. 13, n. 1, p. 9–18, mar. 2015.

SPERLICH, B. *et al.* Functional High-Intensity Circuit Training Improves Body Composition, Peak Oxygen Uptake, Strength, and Alters Certain Dimensions of Quality of Life in Overweight Women. **Frontiers in Physiology**, v. 8, n. APR, p. 1–9, 3 abr. 2017.

THUM, J. S. *et al.* High-intensity interval training elicits higher enjoyment than moderate intensity continuous exercise. **PLoS ONE**, v. 12, n. 1, p. 1–11, 2017.

TIBANA, A. R. *et al.* Is Perceived Exertion a Useful Indicator of the Metabolic and Cardiovascular Responses to a Metabolic Conditioning Session of Functional Fitness? **Sports**, v. 7, n. 7, p. 161, 4 jul. 2019.

TIBANA, R. A. *et al.* Two Consecutive Days of Extreme Conditioning Program Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 28 jun. 2016a.

TIBANA, R. A. *et al.* Two Consecutive Days of Extreme Conditioning Program Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. **Frontiers in Physiology**, v. 7, 28 jun. 2016b.

TIBANA, R. A. *et al.* Time-course effects of functional fitness sessions performed at different intensities on the metabolic, hormonal, and BDNF responses in trained men. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v. 14, n. 1, p. 22, 8 fev. 2022.

TIMÓN, R. *et al.* 48-hour recovery of biochemical parameters and physical performance after two modalities of CrossFit workouts. **Biology of Sport**, v. 36, n. 3, p. 283–289, 2019.

TOLEDO, R. *et al.* Comparison of Physiological Responses and Training Load between Different CrossFit® Workouts with Equalized Volume in Men and Women. **Life**, v. 11, n. 6, p. 586, 20 jun. 2021a.

TOLEDO, R. *et al.* Comparison of Physiological Responses and Training Load between Different CrossFit® Workouts with Equalized Volume in Men and Women. **Life**, v. 11, n. 6, p. 586, 20 jun. 2021b.

VRIJENS, J. The Influence of Interval Circuit Exercises on Physical Fitness of Adolescents. **Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**, v. 40, n. 3, p. 595–599, 17 out. 1969.

WASSERMAN, K.; KOIKE, A. Is the Anaerobic Threshold Truly Anaerobic? **Chest**, v. 101, n. 5, p. 211S-218S, maio 1992.

WEISMAN, I. M. *et al.* ATS/ACCP Statement on cardiopulmonary exercise testing. **American journal of respiratory and critical care medicine**, v. 167, n. 2, p. 211–277, 2003.

WESTCOTT, W. L. Resistance Training is Medicine. **Current Sports Medicine Reports**, v. 11, n. 4, p. 209–216, 2012.

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

WESTON, M. *et al.* Effects of Low-Volume High-Intensity Interval Training (HIT) on Fitness in Adults: A Meta-Analysis of Controlled and Non-Controlled Trials. **Sports Medicine**, v. 44, n. 7, p. 1005–1017, 18 jul. 2014.

WHITEHURST, M. A. *et al.* The benefits of a functional exercise circuit for older adults. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 19, n. 3, p. 647–651, 2005.

WILKE, J. *et al.* Effects of high-intensity functional circuit training on motor function and sport motivation in healthy, inactive adults. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 29, n. 1, p. 144–153, 23 jan. 2019.

WILLIAMS, D. M. Exercise, Affect, and Adherence: An Integrated Model and a Case for Self-Paced Exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 30, n. 5, p. 471–496, out. 2008.

WILMORE, J. H.; KNUTTGEN, H. G. Aerobic Exercise and Endurance. **The Physician and Sportsmedicine**, v. 31, n. 5, p. 45–51, 19 maio 2003.

## ANEXO A - Checklist PRISMA

PRISMA-P 2015 checklist: recommended items to include in a systematic review protocol <sup>a</sup>		
Section/topic	Item #	Checklist item
<b>ADMINISTRATIVE INFORMATION</b>		
<b>Title</b>		
Identification	1a	Identify the report as a protocol of a systematic review
Update	1b	If the protocol is for an update of a previous systematic review, identify as such
Registration	2	If registered, provide the name of the registry (e.g., PROSPERO) and registration number
<b>Authors</b>		
Contact	3a	Provide name, institutional affiliation, and e-mail address of all protocol authors; provide physical mailing address of corresponding author
Contributions	3b	Describe contributions of protocol authors and identify the guarantor of the review
Amendments	4	If the protocol represents an amendment of a previously completed or published protocol, identify as such and list changes; otherwise, state plan for documenting important protocol amendments
<b>Support</b>		
Sources	5a	Indicate sources of financial or other support for the review
Sponsor	5b	Provide name for the review funder and/or sponsor
Role of sponsor/funder	5c	Describe roles of funder(s), sponsor(s), and/or institution(s), if any, in developing the protocol
<b>INTRODUCTION</b>		
Rationale	6	Describe the rationale for the review in the context of what is already known
Objectives	7	Provide an explicit statement of the question(s) the review will address with reference to participants, interventions, comparators, and outcomes (PICO)
<b>METHODS</b>		
Eligibility criteria	8	Specify the study characteristics (e.g., PICO, study design, setting, time frame) and report characteristics (e.g., years considered, language, publication status) to be used as criteria for eligibility for the review
Information sources	9	Describe all intended information sources (e.g., electronic databases, contact with study authors, trial registers, or other grey literature sources) with planned dates of coverage
Search strategy	10	Present draft of search strategy to be used for at least one electronic database, including planned limits, such that it could be repeated
<b>Study records</b>		
Data management	11a	Describe the mechanism(s) that will be used to manage records and data throughout the review
Selection process	11b	State the process that will be used for selecting studies (e.g., two independent reviewers) through each phase of the review (i.e., screening, eligibility, and inclusion in meta-analysis)
Data collection process	11c	Describe planned method of extracting data from reports (e.g., piloting forms, done independently, in duplicate), any processes for obtaining and confirming data from investigators
Data items	12	List and define all variables for which data will be sought (e.g., PICO items, funding sources), any pre-planned data assumptions and simplifications
Outcomes and prioritization	13	List and define all outcomes for which data will be sought, including prioritization of main and additional outcomes, with rationale
Risk of bias in individual studies	14	Describe anticipated methods for assessing risk of bias of individual studies, including whether this will be done at the outcome or study level, or both; state how this information will be used in data synthesis
<b>Data</b>		
Synthesis	15a	Describe criteria under which study data will be quantitatively synthesized
	15b	If data are appropriate for quantitative synthesis, describe planned summary measures, methods of handling data, and methods of combining data from studies, including any planned exploration of consistency (e.g., $I^2$ , Kendall's tau)
	15c	Describe any proposed additional analyses (e.g., sensitivity or subgroup analyses, meta-regression)
	15d	If quantitative synthesis is not appropriate, describe the type of summary planned
Meta-bias(es)	16	Specify any planned assessment of meta-bias(es) (e.g., publication bias across studies, selective reporting within studies)
Confidence in cumulative evidence	17	Describe how the strength of the body of evidence will be assessed (e.g., GRADE)

PRISMA-P Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis Protocols.

<sup>a</sup>It is strongly recommended that this checklist be read in conjunction with the PRISMA-P Explanation and Elaboration [10] for important clarification on the items. Amendments to a review protocol should be tracked and dated. The copyright for PRISMA-P (including checklist) is held by the PRISMA-P Group and is distributed under a Creative Commons Attribution License 4.0.

**ANEXO B – Estratégias de Busca**

## PubMed

((("Circuit-Based Exercise"[MeSH]) OR ("Circuit-Based Exercises"[Title/Abstract]) OR ("Exercise, Circuit-Based"[Title/Abstract]) OR ("Exercises, Circuit-Based"[Title/Abstract]) OR ("Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("Training, Circuit"[Title/Abstract]) OR ("Whole Body"[Title/Abstract]) OR ("Whole Body Exercise"[Title/Abstract]) OR ("Whole Body Training"[Title/Abstract]) OR ("Whole-Body High-Intensity Interval Training"[Title/Abstract]) OR ("Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit"[Title/Abstract]) OR ("Whole Body Aerobic Resistance Training"[Title/Abstract]) OR ("High-Intensity Whole-Body Calisthenics"[Title/Abstract]) OR ("Functional Circuit"[Title/Abstract]) OR ("Functional High-Intensity Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("Functional High Intensity Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("Functional Interval-Type Outdoor Training"[Title/Abstract]) OR ("Multimodal Exercise"[Title/Abstract]) OR ("Multimodal Training"[Title/Abstract]) OR ("Multimodal High-Intensity Interval Training"[Title/Abstract]) OR ("Multimodal High Intensity Interval Training"[Title/Abstract]) OR ("Calisthenics Exercise"[Title/Abstract]) OR ("High-Intensity Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("High-Intensity Interval Circuit"[Title/Abstract]) OR ("High Intensity Interval Circuit"[Title/Abstract]) OR ("High-Intensity Interval Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("High Intensity Interval Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("Bodyweight Resistance Exercise Circuit"[Title/Abstract]) OR ("High-Intensity Intermittent Calisthenic Training"[Title/Abstract]) OR ("High Intensity Functional Training"[Title/Abstract]) OR ("CrossFit"[Title/Abstract]) OR ("High-Intensity Interval Resistance Training"[Title/Abstract]) OR ("Intermittent aerobic-resistance interval training"[Title/Abstract]) OR ("Endurance and Strength Mixed Circuit Training"[Title/Abstract]) OR ("moderate-to-high intensity resistance circuit training"[Title/Abstract]) OR ("high-intensity circuit training"[Title/Abstract]) OR ("High intensity functional training"[Title/Abstract]) OR ("Cross training"[Title/Abstract]))) AND (((("oxygen consumption"[Title/Abstract]) OR (lactate[Title/Abstract]) OR ("heart rate"[Title/Abstract]) OR ("energy expenditure"[Title/Abstract])) OR ("subjective perceived exertion"[Title/Abstract])))

## Web of science

## Selecionar antes "Topic"

((("Circuit-Based Exercise" OR "Exercise, Circuit-Based" OR "Exercises, Circuit-Based" OR "Circuit Training" OR "Training, Circuit" OR "Circuit Strength Training" OR "Circuit Weight Training" OR "Circuit Resistance Training" OR "Whole Body" OR "Whole Body Exercise" OR "Whole Body Training" OR "Whole-Body High-Intensity

Interval Training" OR "Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit" OR "Whole Body Aerobic Resistance Training" OR "High-Intensity Whole-Body Calisthenics" OR "Functional Circuit" OR "Functional High-Intensity Circuit Training" OR "Functional High Intensity Circuit Training" OR "Functional Interval-Type Outdoor Training" OR "Multimodal Exercise" OR "Multimodal Training" OR "Multimodal High-Intensity Interval Training" OR "Multimodal High Intensity Interval Training" OR "Calisthenics Exercise" OR "High-Intensity Circuit Training" OR "High-Intensity Interval Circuit" OR "High Intensity Interval Circuit" OR "High-Intensity Interval Circuit Training" OR "High Intensity Interval Circuit Training" OR "Bodyweight Resistance Exercise Circuit" OR "High-Intensity Intermittent Calisthenic Training" OR "High Intensity Functional Training" OR CrossFit OR "High-Intensity Interval Resistance Training" OR "High Intensity Interval Resistance Training" OR HIRT OR HIIRT OR "Intermittent aerobic-resistance interval training" OR "Endurance and Strength Mixed Circuit Training" OR "moderate-to-high intensity resistance circuit training" OR "High intensity functional training" OR "Cross Training") AND ("oxygen consumption" OR "lactate" OR "heart rate" OR "energy expenditure" OR "subjective perceived exertion"))

#### Embase

((('Circuit-Based Exercise' OR 'Circuit-Based Exercises' OR 'Exercises, Circuit-Based' OR 'Circuit Training' OR 'Training, Circuit' OR 'Whole Body' OR 'Whole Body Exercise' OR 'Whole Body Training' OR 'Whole-Body High-Intensity Interval Training' OR 'Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit' OR 'Whole Body Aerobic Resistance Training' OR 'High-Intensity Whole-Body Calisthenics' OR 'Functional Circuit' OR 'Functional High-Intensity Circuit Training' OR 'Functional High Intensity Circuit Training' OR 'Functional Interval-Type Outdoor Training Multimodal Exercise Cross training' OR 'Multimodal High-Intensity Interval Training' OR 'Multimodal High Intensity Interval Training' OR 'Calisthenics Exercise' OR 'High Intensity Interval Circuit' OR 'High-Intensity Interval Circuit Training' OR 'Bodyweight Resistance Exercise Circuit' OR 'High-Intensity Intermittent Calisthenic Training' OR 'High Intensity Functional Training' OR 'CrossFit' OR 'High-Intensity Interval Resistance Training' OR 'Intermittent aerobic-resistance interval training' OR Endurance and 'Strength Mixed Circuit Training' OR 'moderate-to-high intensity resistance circuit training' OR 'high-intensity circuit training' OR 'High intensity functional training' OR 'Cross training') AND ('oxygen consumption' OR lactate OR 'heart rate' OR 'energy expenditure' OR 'subjective perceived exertion'))

#### Scielo

((Circuit-Based Exercise) OR (Exercise, Circuit-Based) OR (Exercises, Circuit-Based) OR (Circuit Training) OR (Training, Circuit) OR (Circuit Strength Training) OR

(Circuit Weight Training) OR (Circuit Resistance Training) OR (Whole Body) OR (Whole Body Exercise) OR (Whole Body Training) OR (Whole-Body High-Intensity Interval Training) OR (Whole-Body Aerobic Resistance Training Circuit) OR (Whole Body Aerobic Resistance Training) OR (High-Intensity Whole-Body Calisthenics) OR (Functional Circuit) OR (Functional High-Intensity Circuit Training) OR (Functional High Intensity Circuit Training) OR (Functional Interval-Type Outdoor Training) OR (Multimodal Exercise) OR (Multimodal Training) OR (Multimodal High-Intensity Interval Training) OR (Multimodal High Intensity Interval Training) OR (Calisthenics Exercise) OR (High-Intensity Circuit Training) OR (High-Intensity Interval Circuit) OR (High Intensity Interval Circuit) OR (High-Intensity Interval Circuit Training) OR (High Intensity Interval Circuit Training) OR (Bodyweight Resistance Exercise Circuit) OR (High-Intensity Intermittent Calisthenic Training) OR (High Intensity Functional Training) OR (CrossFit) OR (High-Intensity Interval Resistance Training) OR (High Intensity Interval Resistance Training) OR (HIRT) OR (HIIRT) OR (Intermittent aerobic-resistance interval training) OR (Endurance and Strength Mixed Circuit Training) OR (moderate-to-high intensity resistance circuit training) OR (High intensity functional training) OR (Cross Training)) AND ((oxygen consumption) OR (lactate) OR (heart rate) OR (energy expenditure) OR (subjective perceived exertion))

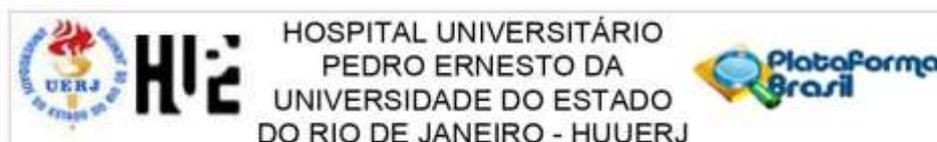
## ANEXO C - TESTEX

## TESTEX

<p><b>Study quality</b></p> <p>1 – Eligibility criteria specified</p> <p>2 – Randomization specified</p> <p>3 – Allocation concealment</p> <p>4 – Groups similar at baseline</p> <p>Blinding of all participants Blinding of all therapists</p> <p>5 – Blinding of assessor (for at least one key outcome)</p> <p><b>Study reporting</b></p> <p>6 – Outcome measures assessed in 85% of patients</p> <p>7 – Intention-to-treat analysis</p> <p>8 – Between-group statistical comparisons reported</p> <p>9 – Point measures and measures of variability for all reported outcome measures</p> <p>10 – Activity monitoring in control groups</p> <p>11 – Relative exercise intensity remained constant</p> <p>12 – Exercise volume and energy expenditure</p>	<p>Eligibility criteria should be specified and fulfilled and specific diagnostic test values should be provided for all participants.</p> <p>A description of the method used to allocate patients into treatment groups should be provided.</p> <p>It should be stated if group allocation was concealed; meaning if a patient was eligible for inclusion in the trial was unaware (when this decision was made) of which group the patient would be allocated to.</p> <p>Baseline data of all participants who were randomized should be presented. There should be no significant difference in the measure of the severity of the treated condition between treatment groups.</p> <p>This item is not scored.</p> <p>This item is not scored.</p> <p>It is not always possible to blind patients and/or therapists; however, blinding of assessors is reasonable. If assessors of primary outcome measures are blinded to the intervention allocation of the patients, this should be stated clearly.</p> <p>The percentage of patients completing the study in both groups should be reported.</p> <p>Any adverse events (serious medical events, deaths, hospitalizations etc.) should be reported for each intervention group.</p> <p>The percentage of exercise sessions completed by the exercise patients who did not withdraw from the study should be reported.</p> <p>When a patient withdraws, this analysis is conducted by using either the last value obtained for each of the outcome measures as a post-intervention value, or by using the baseline value as a post value. This analysis should be added to the data of those that did complete the study and an analysis conducted.</p> <p>Comparison of exercise vs. comparator (control) group for the primary and at least one secondary outcome should be performed.</p> <p>Point estimates should be provided for all outcomes, otherwise this could be deemed selective outcome reporting.</p> <p>Between-group differences may be diluted if control patients crossover to intervention. As many as one third of patients do this, so some measure eg. exercise diary or activity monitoring should be supplied so this effect can be measured and quantified.</p> <p>Exercise intensity is considered by many to be the best stimulus for adaptation. Once patients begin an exercise programme at a set intensity they will begin to adapt. Throughout the study duration the relative intensity will fall in those that do adapt. Therefore, periodic assessment of exercise capacity should be conducted and the intensity titrated up for in those that lose fitness, titrated down) so that exercise intensity remains constant.</p> <p>Exercise parameters; session and programme duration, session frequency, exercise training intensity and modality should be clearly reported.</p> <p><b>Total out of a possible</b></p>	<p>1 Point – if eligibility criteria are clearly stated and fulfilled</p> <p>1 Point – if methods are described and they are truly random eg. coin-tossing, sequence of randomly generated numbers</p> <p>1 Point – if group allocation was concealed from patients eligible for inclusion in the trial (eg. consent should be given before randomization)</p> <p>1 Point – if baseline data are separated by group allocation, presented and no differences are apparent</p> <p>No point</p> <p>No point</p> <p>1 Point – if it is stated unambiguously that the assessor of at least 1 primary outcome measure was blinded to group allocation</p> <p>No point – if withdrawals are &gt; 15%</p> <p>1 Point – if adherence &gt; 85%</p> <p>1 Point – if adverse events are reported</p> <p>1 Point – if exercise attendance is reported</p> <p>Total possible – 3 points</p> <p>1 Point – if intention to treat analysis was performed on outcomes of interest</p> <p>1 Point – if between-group statistical comparisons are reported for the primary outcome measure of interest</p> <p>1 Point – if between-group statistical comparisons are reported for at least one secondary outcome measure</p> <p>Total possible – 2 points</p> <p>1 Point – if all outcomes are reported with point estimates</p> <p>1 Point – if control patients are asked to report their levels of physical activity and data are presented</p> <p>1 Point – if exercise load is titrated to keep relative intensity constant</p> <p>1 Point – if exercise volume and energy expenditure can be calculated</p> <p><b>15 points</b></p>
--	---	--

## ANEXO D – Parecer Consubstanciado do CEP

### Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Aspectos metodológicos e fisiológicos do High Intensity Interval Resistance Training em homens saudáveis

**Pesquisador:** Wallace David Monteiro

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 68285422.4.0000.5259

**Instituição Proponente:** Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 5.968.441

##### Apresentação do Projeto:

Transcrição editada do conteúdo registrado do protocolo "Nome do Arquivo: PB\_INFORMAÇÕES\_BÁSICAS\_DO\_PROJETO\_2000967" e dos arquivos anexados à Plataforma Brasil.

Introdução: dentre as variáveis de prescrição do High-Intensity Interval Resistance Training (HIRT), que influenciam diretamente no tempo

sustentado nas altas intensidades, destaca-se a duração dos estímulos e da recuperação, e a inclusão de estações de exercícios aeróbios.

Interessantes estratégias de prescrição do treinamento que ainda não foram investigadas no HIRT, diz respeito à aplicação de estímulos e

recuperação auto selecionados, bem como a inclusão de estações de corrida na sessão. Objetivo: avaliar o efeito da manipulação de estímulos com

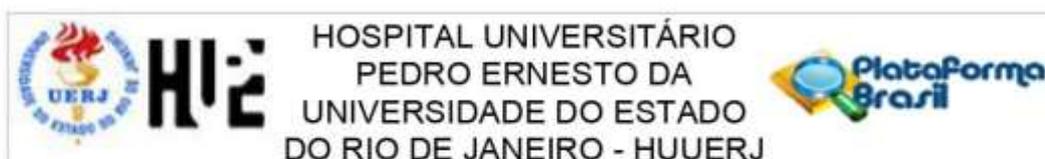
durações fixas e auto selecionadas, bem como a inclusão de estação de corrida em sessões de HIRT nas respostas cardiometabólicas, perceptivas

e afetivas, bem como no volume de treinamento, em homens treinados. Métodos: os sujeitos realizarão teste cardiopulmonar de exercício em esteira

rolante e teste de carga nos exercícios propostos. Posteriormente, será aplicada uma familiarização com os circuitos HIRT e com os aparatos

utilizados para a execução dos mesmos. Do terceiro ao sexto dia, em ordem randomizada, serão

**Endereço:** Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio  
**Bairro:** Vila Isabel **CEP:** 20.551-030  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2668-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br



Continuação do Parecer: 5.968.441

Investigador	Projeto_HIIRT_estacao_esteira.pdf	13/12/2022 14:55:42	Wallace David Monteiro	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_HIIRT.pdf	13/12/2022 14:46:18	Wallace David Monteiro	Aceito
Folha de Rosto	Plataforma_Brasil_Assinada_HIIRT.pdf	13/12/2022 14:41:17	Wallace David Monteiro	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RIO DE JANEIRO, 28 de Março de 2023

---

**Assinado por:**  
**WILLE OIGMAN**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Av. 28 de setembro, nº77 - CePeM - Centro de Pesquisa Clínica Multiusuário - 2º andar/sala nº 28 - prédio  
**Bairro:** Vila Isabel **CEP:** 20.551-030  
**UF:** RJ **Município:** RIO DE JANEIRO  
**Telefone:** (21)2868-8253 **E-mail:** cep@hupe.uerj.br

**ANEXO E – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo intitulado “Efeito agudo da manipulação das cargas nos exercícios nas respostas cardiorrespiratórias, metabólicas e de afeto em protocolos HIIRT com diferentes configurações. O estudo terá como responsáveis Rui Pilon Batista de Jesus e Wallace David Monteiro. O trabalho objetiva analisar como se comportam as variáveis ventilatórias, frequência cardíaca e lactato sanguíneo, antes, durante e após as sessões de exercícios. Sua colaboração é importante e necessária para o desenvolvimento da pesquisa, porém sua participação é voluntária.

Você foi selecionado(a) por estar dentro da faixa etária adequada e ter experiência com o tipo de exercício que será utilizado no estudo. Sua participação não é obrigatória. A qualquer momento, você poderá desistir de participar e retirar seu consentimento. Sua recusa, desistência ou retirada de consentimento não acarretará prejuízo.

Riscos e benefícios: Muito embora seja remota, não se pode descartar a possibilidade de ocorrer algum tipo de risco ou desconforto durante e após a realização do protocolo experimental. Possíveis desconfortos podem advir da realização do exercício com máscara (para medir as variáveis ventilatórias) e da coleta de sangue (gotas retiradas do lobo da orelha) enquanto você se exercita. Devido a intensidade imposta nas sessões de exercício, você poderá sentir dores musculares nos dias seguintes a coletas. Serão ponderados os riscos e benefícios, tanto conhecidos como potenciais, individuais ou coletivos, comprometendo-se com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos e ainda a garantia de que danos previsíveis serão evitados. Sendo voluntário, você não terá nenhum pagamento e/ou despesa referente à sua participação no estudo.

Sua participação nesta pesquisa consistirá em 7 (sete) visitas ao laboratório, no período da manhã (8h às 12h). No primeiro dia, será aplicado um questionário de triagem de saúde pré exercício, anamnese e teste cardiopulmonar de exercício em esteira rolante. No segundo e terceiro dias, serão realizados testes e retestes de uma repetição máxima nos exercícios utilizados no estudo. Do quarto ao sétimo dia, serão realizadas sessões de exercícios em circuito, compostas por exercícios de

musculação e corrida em esteira rolante. Durante as sessões experimentais você será monitorado quanto as variáveis ventilatórias, frequência cardíaca, lactato sanguíneo e percepção do esforço.

Todas as informações referentes às variáveis coletadas e protocolos empregados na pesquisa serão devidamente explicados ao voluntário pelos pesquisadores responsáveis. Caso você não entenda, ou tenha alguma dúvida quanto a qualquer procedimento empregado, sinta-se à vontade para esclarecer tudo com os responsáveis pela pesquisa.

Os dados obtidos por meio desta pesquisa serão confidenciais e não serão divulgados em nível individual, visando assegurar o sigilo de sua participação.

O pesquisador responsável se comprometeu a tornar públicos nos meios acadêmicos e científicos os resultados obtidos de forma consolidada sem qualquer identificação de indivíduos ou instituições participantes.

Caso você concorde em participar desta pesquisa, assine ao final deste documento, que possui duas vias, sendo uma delas sua, e a outra, do pesquisador responsável / coordenador da pesquisa. Seguem os telefones e o endereço institucional do pesquisador responsável e do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, onde você poderá tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação nele, agora ou a qualquer momento.

Contatos do pesquisador responsável: Rui Pilon Batista de Jesus, doutorando, ruipilon@hotmail.com, +55 21 993490752. Professor Doutor Wallace David Monteiro monteirowd@gmail.com, +55 21 987571808.

Caso você tenha dificuldade em entrar em contato com o pesquisador responsável, comunique o fato à Comissão de Ética em Pesquisa da UERJ: Rua São Francisco Xavier, 524, sala 3018, bloco E, 3º andar, - Maracanã - Rio de Janeiro, RJ, e-mail: etica@uerj.br - Telefone: (021) 2334-2180.

Declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa, e que concordo em participar.

Rio de Janeiro, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

Assinatura do(a) participante: \_\_\_\_\_

Assinatura do(a) pesquisador(a) [imprescindível]:

\_\_\_\_\_

**ANEXO F – PAR-Q**

## Questionário PAR-Q

1 - Seu médico já disse que você tem algum problema cardíaco e recomendou atividades físicas apenas sob supervisão médica?

( ) Sim ( ) Não

2 - Você tem dor no peito provocada por atividades físicas?

( ) Sim ( ) Não

3 - Você teve dor no peito no último mês?

( ) Sim ( ) Não

4 - Você já perdeu a consciência em alguma ocasião ou sofreu alguma queda em virtude de tontura?

( ) Sim ( ) Não

5 - Você tem algum problema ósseo ou articular que poderia se agravar com as atividades físicas propostas?

( ) Sim ( ) Não

6 - Algum médico já lhe prescreveu medicamento para pressão arterial ou para o coração?

( ) Sim ( ) Não

7 - Você tem conhecimento, por informação médica ou pela própria experiência, de algum motivo que poderia impedi-lo de participar de atividades físicas sem supervisão médica?

( ) Sim ( ) Não

**ANEXO G - Anamnese****ANAMNESE**

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

1 – Você tem algum problema de ordem cardiovascular, respiratória, óssea, muscular ou articular que o impeça ou o limite a praticar exercícios?

( ) Não      ( ) Sim

Em caso positivo, descreva.

---

---

2 – Você utiliza algum medicamento de uso contínuo ou descontínuo?

( ) Não      ( ) Sim

Em caso positivo, descreva.

---

---

3 – Há quanto tempo você é praticante regular de modalidades mistas de exercícios?

---

4 – Qual a frequência semanal em que você pratica atividades mistas de exercícios?

( ) 1 a 2      ( ) 2 a 3      ( ) 3 a 4      ( ) 4 a 5      ( ) > 5

5 - Você pratica outro tipo de atividade física além das atividades mistas?

( ) Não      ( ) Sim

Em caso positivo, descreva a atividade e informe a frequência semanal.

---

Frequência semanal: ( ) 1 a 2      ( ) 2 a 3      ( ) 3 a 4      ( ) 4 a 5      ( ) > 5

6 - Existe algum esclarecimento ou informação a respeito dos itens inquiridos acima que você deseja relatar?

( ) Não      ( ) Sim

Em caso positivo, descreva.

## ANEXO H – Feeling Scale

## FEELING SCALE

+5	Muito bom
+4	
+3	Bom
+2	
+1	Levemente bom
0	Neutro
-1	Levemente ruim
-2	
-3	Ruim
-4	
-5	Muito ruim

HARDY, Charles J.; REJESKI, W. Jack. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

## ANEXO I – Felt Arousal Scale

## FELT AROUSAL SCALE

6	Muito ativado
5	
4	
3	
2	
1	Pouco ativado

HARDY, Charles J.; REJESKI, W. Jack. Not what, but how one feels: the measurement of affect during exercise. **Journal of Sport and Exercise Psychology**, v. 11, n. 3, p. 304-317, 1989.

## ANEXO J - PACES

Questionário de divertimento após o treinamento		
DATA: _____/_____/_____		
AVALIADO: _____		
ATIVIDADE: _____		
* Eu me diverti	1 2 3 4 5 6 7	Eu odiei
Eu me senti aborrecido	1 2 3 4 5 6 7	Eu me senti interessado
Eu não gostei	1 2 3 4 5 6 7	Eu gostei
* Eu senti prazer	1 2 3 4 5 6 7	Eu não senti prazer
* Eu fiquei entretido com a atividade	1 2 3 4 5 6 7	Eu não fiquei entretido com a atividade
Não foi nada divertido	1 2 3 4 5 6 7	Foi muito divertido
* Eu achei energizante	1 2 3 4 5 6 7	Eu achei cansativo
Me deixou abatido	1 2 3 4 5 6 7	Me deixou alegre
* Foi muito prazeroso	1 2 3 4 5 6 7	Foi nada prazeroso
* Eu me senti fisicamente bem fazendo a atividade	1 2 3 4 5 6 7	Eu me senti fisicamente mal fazendo a atividade
* Foi muito revigorante	1 2 3 4 5 6 7	Foi nada revigorante
Eu fiquei muito frustrado	1 2 3 4 5 6 7	Eu não fiquei nada frustrado
* Foi muito gratificante	1 2 3 4 5 6 7	Foi nada gratificante
* Foi muito animadora	1 2 3 4 5 6 7	Foi nada animadora
* Foi nada estimulante	1 2 3 4 5 6 7	Foi muito estimulante
* Me deu uma sensação de realização	1 2 3 4 5 6 7	Não me deu uma sensação de realização
* Foi muito vitalizante	1 2 3 4 5 6 7	Foi nada vitalizante
Senti que preferia estar fazendo outra coisa	1 2 3 4 5 6 7	Senti como se não houvesse nada que eu preferia