

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO E
DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL

Ana Carla Miranda de Oliveira

**Resposta metabólica e ventilatória no exercício contínuo de alta intensidade
versus intervalado de alta intensidade em corredores de fundo**

Juiz de Fora
2019

Ana Carla Miranda de Oliveira

**Resposta metabólica e ventilatória no exercício contínuo de alta intensidade
versus intervalado de alta intensidade em corredores de fundo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima

Juiz de Fora

2019

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Ana Carla Miranda de.

Resposta metabólica e ventilatória no exercício contínuo de alta intensidade versus intervalado de alta intensidade em corredores de fundo / Ana Carla Miranda de Oliveira. – 2019.

60 f. : il.

Orientador: Jorge Roberto Perroux de Lima

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Fisioterapia. Programa de Pós Graduação em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico Funcional, 2019.

1. Corredores de Fundo. 2. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. 3. Treinamento Contínuo de Alta Intensidade. 4. Controle Respiratório. 5. Ventilação. I. Lima, Jorge Roberto Perroux de, orient. II. Título.

Ana Carla Miranda de Oliveira

**Resposta metabólica e ventilatória no exercício contínuo de alta intensidade
versus intervalado de alta intensidade em corredores de fundo**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação Mestrado em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito a obtenção do grau de Mestre em Ciências da Reabilitação e Desempenho Físico-Funcional.

Aprovada em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima – Orientador
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^a. Dra. Patrícia Fernandes Trevizan
Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Francisco Zacaron Werneck
Universidade Federal de Ouro Preto

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por todas as dificuldades que passei na vida, elas foram grandes adversárias e tornaram minhas vitórias muito mais saborosas e agradeço a minha família por estar do meu lado em todas elas. Também agradeço ao meu orientador Jorge Perrout, ao meu coorientador Daniel Martinez, e aos meus colegas do Grupo de Pesquisa em Treinamento Aeróbio da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora, a disposição em transmitir conhecimento, me dando a oportunidade de aprender cada dia mais, sempre com uma descontração fundamental para o meu crescimento.

RESUMO

Introdução: As respostas ventilatórias e metabólicas ao exercício parecem diferir no treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) e treinamento contínuo de alta intensidade (HICT). Sabe-se que o treinamento intervalado de alta intensidade tem picos de alta intensidade, o que poderia aumentar a resposta ventilatória e metabólica, diferentemente do treinamento contínuo de alta intensidade. **Objetivo:** Comparar o comportamento metabólico e ventilatório entre o treinamento intervalado de alta intensidade e o treinamento contínuo de alta intensidade em atletas de alto rendimento. **Métodos:** Participaram 10 indivíduos do sexo masculino, de 16 a 35 anos, com experiência em provas de fundo, que praticam o treinamento intervalado e treinamento contínuo e que realizam exercício aeróbico no mínimo três vezes por semana. Quatro visitas foram realizadas, a primeira para familiarização, instruções e realização do teste ergoespirométrico máximo para determinar a velocidade do exercício nas visitas seguintes, a segunda e a terceira para aplicação do protocolo do HIIT, com estímulos de um min. a 110% do $vVO_2\text{max}$ intercalados com um min. a 60% da velocidade relacionada ao $VO_2\text{max}$ ($vVO_2\text{max}$), ou HICT a 85% do $vVO_2\text{max}$, e a quarta para coleta da ventilação voluntária máxima (VVM). Ambos tiveram o mesmo aquecimento, desaquecimento, tempo de duração de 14 min. e mesma intensidade média. **Resultados:** Valores médios do HIIT versus HICT - VO_2 : $55,6 \pm 5,6$ vs $53,9 \pm 5,9$ ml/kg/min; VE : $134,1 \pm 21,5^*$ vs $111,9 \pm 21,8$ L/min; VCO_2 : $3690,2 \pm 546,3^*$ vs $3314,0 \pm 545,1$ ml/min; VC : $2,4 \pm 0,4^*$ vs $2,2 \pm 0,3$ L; f : $56,5 \pm 7,7^*$ vs $50,7 \pm 5,2$ irpm. **Conclusão:** Mesmo os exercícios sendo iguais em relação ao VO_2 , o HIIT estimula mais o sistema ventilatório, com maiores valores de VE , VC e f , se aproximando mais da capacidade ventilatória máxima (VVM), com VCO_2 mais elevado que no HICT.

Palavras-chave: Corredores de Fundo. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. Treinamento Contínuo de Alta Intensidade. Controle Respiratório. Ventilação.

ABSTRACT

Introduction: The ventilatory and metabolic responses to exercise seem to differ in high intensity interval training (HIIT) and high intensity continuous training (HICT). It is known that high intensity interval training has high intensity peaks, which could increase respiratory and metabolic work, unlike high intensity continuous training. **Objective:** To compare the metabolic and ventilatory behavior between high intensity interval training and high intensity continuous training in high performance athletes. **Methods:** Ten male subjects participated of the research, of 16 to 35 years old, with experience in long distance running, who practiced in interval training and continuous training, and performed aerobic exercise at least three times a week. Four visits were realized, the first one for familiarization, teaching and performing the maximal ergospirometric test for the determination of the exercise speed in the subsequent visits, the second and the third for the application of the HIIT protocol, with stimuli of a min. to 110% of vVO_{2max} intercalated with a min. to 60% of the related speed to VO_{2max} (vVO_{2max}), or HICT to 85% of vVO_{2max} , and the fourth for collection of maximal voluntary ventilation (VVM). Both exercise protocols had the same heating, cooling, duration time of 14 min. and the same average intensity. **Results:** Average values HIIT versus HICT - VO_2 values: 55.6 ± 5.6 vs 53.9 ± 5.9 ml/ kg/min; VE : 134.1 ± 21.5 * vs 111.9 ± 21.8 L/min; VCO_2 : 3690.2 ± 546.3 * vs 3314.0 ± 545.1 ml/min; VC : 2.4 ± 0.4 * vs 2.2 ± 0.3 L; f : 56.5 ± 7.7 * vs 50.7 ± 5.2 irpm. **Conclusion:** Even though the exercises are equal in relation to VO_2 , HIIT stimulates the ventilatory system more, with higher values of VE , VC and f , getting closer to the maximum ventilatory capacity (VVM), with higher VCO_2 than in HICT.

Keywords: Long Distance Runners. High Intensity Interval Training. High Intensity Continuous Training. Respiratory Control. Ventilation

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Esquema do protocolo do treinamento contínuo de alta intensidade.....	26
Figura 2 – Esquema do protocolo do treinamento intervalado de alta intensidade.....	26
Figura 3 – Linha do tempo das visitas	27
Figura 4 – Consumo de oxigênio individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade	31
Figura 5 – Volume minuto individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade	32
Figura 6 – Volume de dióxido de carbono individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade.....	32
Figura 7 – Volume corrente individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade	33
Figura 8 – Frequência respiratória individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade	33
Figura 9 – Média dos valores de volume minuto no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade	35
Figura 10 – Média dos valores de consumo de oxigênio no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade.....	35
Figura 11 – Média dos valores de volume de dióxido de carbono no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade.....	36
Figura 12 – Média dos valores de volume corrente no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade	36
Figura 13 – Média dos valores de frequência respiratória no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade.....	37
Figura 14 – Consumo de oxigênio médio a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e consumo de oxigênio máximo, consumo de oxigênio no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo	37
Figura 15 – Volume minuto médio a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e volume minuto máximo,	

volume minuto no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo	39
Figura 16 – Inclinação do primeiro estímulo <i>versus</i> último estímulo do treinamento intervalado de alta intensidade	40
Figura 17 – Relação entre volume minuto/ ventilação voluntária máxima no treinamento intervalado de alta intensidade <i>versus</i> treinamento contínuo de alta intensidade.....	40
Figura 18 – Volume de dióxido de carbono médio a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e volume de dióxido de carbono máximo, volume de dióxido de carbono no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo	41
Figura 19 – Volume corrente média a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e volume corrente máximo, volume corrente no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo	42
Figura 20 – Frequência respiratória média a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidaderepresentados em média e desvio padrão e frequência respiratória máxima, frequência respiratória no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Brums	Escala de Humor de Brunel
CI	Capacidade Inspiratória
CO ₂	Dióxido de Carbono
CPT	Capacidade Pulmonar total
CRF	Capacidade Residual Funcional
CV	Capacidade Vital
CVF	Capacidade Vital Forçada
f	Frequência Respiratória
FEF 25%	Fluxo Expiratório Forçado 25%
FEF 25-75%	Fluxo Expiratório Forçado Médio
FEF 50%	Fluxo Expiratório Forçado 50%
FEF 75%	Fluxo Expiratório Forçado 5%
FEF 75-85%	Fluxo Expiratório Forçado 75-85%
H ⁺	Íons de Hidrogênio
HCO ₃	Íons de Bicarbonato
HICT	Treinamento Contínuo de Alta Intensidade
HIIT	Treinamento Intervalado de Alta Intensidade
LA	Limiar Anaeróbico
LCR	Líquido Cefalorraquidiano
O ₂	Oxigênio
PCR	Ponto de Compensação Respiratória
SNC	Sistema Nervoso Central
VC	Volume Corrente
VCO ₂	Volume de Gás Carbônico
VE	Volume Minuto
VEF ₁	Volume Expiratório Forçado no Primeiro Segundo
VO ₂	Consumo de Oxigênio
VO ₂ max	Consumo de Oxigênio Máximo
VR	Volume Residual
VRE	Volume de Reserva Expiratório
VRI	Volume de Reserva Inspiratório

VVM	Ventilação Voluntária Máxima
vVO ₂ max	Velocidade Relacionada ao VO ₂ max

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS.....	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
3	REVISÃO DA LITERATURA.....	15
4	METODOLOGIA	22
4.1	DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS.....	22
4.2	AMOSTRA.....	22
4.2.1	Critérios de inclusão	22
4.2.2	Critérios de exclusão	23
4.3	INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS	23
4.3.1	Primeira visita.....	23
4.3.2	Segunda e terceira visitas	25
4.3.3	Quarta visita.....	27
4.4	TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	28
5	RESULTADOS.....	29
5.1	TESTE ERGOESPIROMÉTRICO MÁXIMO	29
5.2	PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO.....	31
6	DISCUSSÃO	44
6.1	LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	46
6.2	APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	47
6.3	SUGESTÕES DE NOVOS ESTUDOS	47
7	CONCLUSÃO	48
	REFERÊNCIAS	49
	APÊNDICE A – Diário alimentar.....	53
	ANEXO A – Termo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa	57
	ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	58
	ANEXO C – Escala de Brums.....	60

1 INTRODUÇÃO

A preparação de corredores de fundo envolve diversas metodologias de treinamento, visando o desenvolvimento da capacidade aeróbia, nesse contexto podemos destacar dois métodos, o treinamento contínuo de alta intensidade (HICT) e o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT).

O treinamento contínuo sempre foi muito utilizado para gerar adaptações no desempenho, reabilitação e prevenção de doenças (DUNHAM; HARMS, 2012). O treinamento contínuo com intensidade alta entre 83-88% do VO_{2max} , com duração entre 18 e 20 minutos, tem sido muito utilizado por treinadores, pois simula a intensidade em competições de 5 a 21 km, gera estresse psicológico similar as competições e tem como benefício fisiológico aumentar a capacidade de resistir a uma intensidade de esforço cada vez maior por um período maior, por se tratar de um método psicologicamente difícil (DANIELS, 2013).

Por outro lado, o HIIT é uma alternativa ao treinamento tradicional de *endurance*, foi descrito pela primeira vez por Reindell e Roskamm, popularizado por Emil Zatopek, campeão olímpico na década de 50 e atualmente segue sendo amplamente utilizado nos treinamentos (REINDELL; ROSKAMM, 1959). Apresenta compromisso de tempo reduzido, já que promove adaptações fisiológicas semelhantes ou superiores ao treinamento contínuo, com menos tempo de duração da sessão de exercício, aumenta a aderência ao exercício, pois muitos praticantes relatam ser um exercício menos monótono por variar a velocidade, tem sido cada vez mais investigado no meio científico e em 2018 surgiu como mais popular no levantamento anual das tendências mundiais de fitness (WEN *et al.*, 2019). O tempo reduzido para se exercitar é um dos principais pontos positivos do HIIT, pois atualmente, a maior dificuldade relatada pela população para a realização de exercício físico regular, é a falta de tempo (BEAUCHAMP *et al.*, 2010; GIBALA; JONES, 2013; JUNG *et al.*, 2015). É composto por esforços, quase máximos, de estímulos relativamente curtos, realizados a uma intensidade acima do PCR e intercalados por períodos de recuperação, possibilitando uma recuperação parcial, mas não completa, que pode ser passiva, com períodos de inatividade, ou ativa, quando o indivíduo mantém o exercício, porém em uma intensidade mais baixa (BILLAT, 2001; GIBALA; JONES, 2013; HADDAD *et al.*, 2014; LAURSEN; JENKINS, 2002).

Sabe-se que o HIIT tem se mostrado um treinamento igualmente eficaz para melhorar o desempenho aeróbio e levar a adaptações fisiológicas similares ou superiores ao treinamento contínuo de intensidade moderada (DUNHAM; HARMS, 2012; GIBALA *et al.*, 2006; MACINNIS; GIBALA, 2017). Ele é conhecido por auxiliar na reabilitação de diversas patologias, além de resultar em níveis mais altos de desempenho de *endurance*, desencadeando maiores adaptações fisiológicas em sedentários saudáveis, pois permite que indivíduos passem mais tempo em altas intensidades de exercício, no VO_2max ou o mais próximo dele, por alguns períodos de tempo e por desafiar mais o sistema cardiopulmonar (GIBALA; JONES, 2013; JUNG *et al.*, 2015; NICOLÒ *et al.*, 2014; WEN *et al.*, 2019). Além disso, o estudo de Dunham e Harms (2012) levanta a hipótese de que o HIIT causa adaptações pulmonares, não observadas em HICT, devido à teoria de que ele parece estimular mais a ventilação, causando uma hiperventilação do indivíduo e podendo aumentar a força respiratória mais que no HICT. MacInnis *et al.* (2017) ainda evidenciam que o VO_2max geralmente é aumentado mais por HIIT que o treinamento contínuo de intensidade moderada.

Em uma sessão de HIIT existem diversas variáveis que podem ser manipuladas e irão resultar em adaptações fisiológicas diferentes. São exemplos de principais parâmetros que determinam as respostas fisiológicas a um determinado protocolo: a duração e intensidade do trabalho e do descanso e a duração total do exercício (MACINNIS; GIBALA, 2017; NICOLÒ *et al.*, 2014). Dependendo do protocolo empregado o HIIT pode provocar adaptações que se assemelham ao treinamento de resistência ou força, ou uma mistura dos dois (MACINNIS; GIBALA, 2017).

A combinação entre intensidade do estímulo e a duração da sessão pode resultar em diferentes protocolos de sessão com intervalos diferentes, por exemplo: o HIIT de intervalo longo tem 2 a 4 min. de estímulo em intensidade submáxima (LI-HIIT), o de intervalo curto tem menos de 45 s de estímulo em intensidade submáxima (SI-HIIT), o de intervalo de *sprint* tem estímulo em intensidade próxima a máxima maior que 20 a 30 s (SIT) e o exercício de *sprints* repetidos tem 10 s de estímulo ou menos em intensidade próxima a máxima (RST) (WEN *et al.*, 2019). Com relação ao número de repetições os protocolos podem ser de alto volume com duração aproximada de 16min. (HV-HIIT) ou baixo volume com aproximadamente 4min. de trabalho (LV-HIIT) ((WEN *et al.*, 2019). A periodização do treino pode ser subdividida

em longo prazo, com tempo de intervenção maior ou igual a 12 semanas (LT-HIIT), ou curto prazo, de 4 semanas ou menos (ST-HIIT) (WEN *et al.*, 2019).

As adaptações fisiológicas provocadas pelo treinamento intervalado são mais conhecidas nos indivíduos saudáveis, não treinados e moderadamente treinados (BACON *et al.*, 2013; GIST *et al.*, 2014; SLOTH *et al.*, 2013; WASSERMAN, K.; WHIPP; CASABURI, 2011). Por outro lado, há menos evidências sobre como essas adaptações ocorrem em atletas de alta performance, devido à dificuldade de recrutar essa amostra (HAWLEY *et al.*, 1997; WEN *et al.*, 2019). De acordo com os autores Acevedo e Goldfarb (1989); Gibala e Jones (2013); Hawley *et al.* (1997) e Laursen e Jenkins (2002), as adaptações fisiológicas em atletas, acontecem quando se adicionam sessões de treinamento intervalado aos já elevados volumes de treinos dos atletas, pois somente o treinamento contínuo submáximo não é capaz de provocar melhorias significativas no desempenho de *endurance* nesses indivíduos. Quando há associação do HIIT e treinamento contínuo, acontece melhora da condição aeróbica e, portanto, do desempenho (GIBALA; JONES, 2013; LAURSEN; JENKINS, 2002; NICOLÒ *et al.*, 2014). Uma outra visão é a da revisão de Wen *et al.* (2019), em que o HIIT melhorou o VO_2max em atletas de forma reduzida, quando comparado ao treinamento contínuo de moderada intensidade, pois, segundo o estudo, este achado pode indicar que os estágios iniciais de treinamento parecem ser responsáveis pelo acréscimo no desempenho dessa população. O estudo também destaca que esses achados devem ser interpretados de maneira cautelosa, já que o número de estudos em atletas bem treinados é escasso (WEN *et al.*, 2019).

De acordo com o que foi descrito anteriormente nesta dissertação, o HIIT permite que seus praticantes passem mais tempo em altas intensidades de exercício ou se exercitem por durações mais longas e em maiores porcentagens de VO_2max . Isso faz dele um exercício intenso, capaz de gerar picos de alta intensidade, causando provável estresse respiratório e consequentemente hiperventilação, resultando nas adaptações fisiológicas citadas anteriormente (DUNHAM; HARMS, 2012; HARMS *et al.*, 2000; MACINNIS *et al.*, 2017; MIDGLEY; MCNAUGHTON; CARROLL, 2007).

A hipótese do presente estudo é de que os picos de alta intensidade produzidos durante o HIIT e que não acontecem no HICT, resultem em esforço muscular respiratório elevado, aumentando resposta ventilatória e metabólica, de maneira diferente do que parece acontecer com o HICT, mesmo esse sendo aplicado também em alta intensidade.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do presente estudo foi comparar as respostas metabólicas e ventilatórias entre sessões de exercício contínuo e intervalado de alta intensidade em corredores fundistas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar e analisar as seguintes variáveis nas duas sessões de exercício físico:

- Consumo de oxigênio (VO_2);
- Volume minuto (VE);
- Volume corrente (VC);
- Frequência respiratória (f);
- Produção de dióxido de carbono (VCO_2);
- Relação entre o volume minuto e ventilação voluntária máxima (VE/VVM).

3 REVISÃO DA LITERATURA

O sistema respiratório tem a função de suprir as demandas de oxigênio (O_2) do organismo e remover os produtos do metabolismo, ou seja, o dióxido de carbono (CO_2). Nos seres humanos esse sistema é constituído pelas vias aéreas superiores (nariz, cavidade nasal, faringe e laringe, e pelas vias aéreas inferiores (traqueias brônquios, bronquíolos e alvéolos), pleuras (visceral e parietal) e pelos músculos respiratórios (inspiratórios: esternocleidomastoideo, escalenos, intercostais externos e o principal deles, o diafragma; expiratórios: intercostais internos, latíssimo do dorso, quadrado lombar, oblíquo interno e externo, transverso do abdome, reto abdominal) (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). No repouso, a musculatura respiratória consome aproximadamente 2% do consumo total de oxigênio, enquanto durante o exercício de alta intensidade, com o aumento da profundidade e da frequência respiratória, os músculos respiratórios passam a ser responsáveis por até 11% do consumo total de oxigênio pelo corpo e recebem até 15% do débito cardíaco (HARMS *et al.*, 2000; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013).

O controle da respiração é executado pelo sistema nervoso central (SNC) através dos centros respiratórios, localizados no tronco encefálico, mais especificamente no bulbo e na ponte. Os centros respiratórios são encarregados de estabelecerem a frequência e a profundidade da respiração, enviando estímulos para a musculatura respiratória (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). O encéfalo possui quatro áreas cerebrais que auxiliam no controle respiratório: a área inspiratória, a expiratória, a pneumotóxica e a apnêustica. A inspiratória dispara e controla o ritmo da ventilação. A expiratória se mantém inativa durante a respiração normal quando não há esforço físico, entra em ação quando o corpo está em uma situação de prática de exercício e a respiração passa a ser forçada (NEDER; NERY, 2004; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). A apnêustica provoca um longo disparo dos neurônios inspiratórios através da sua ação excitatória e a pneumotóxica desativa a inspiração, inibindo a mesma para que ocorra a normalização do volume inspiratório e da frequência respiratória (f) (NEDER; NERY, 2004; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013).

Além do comando central, a respiração também responde aos controles químicos do corpo, através dos quimiorreceptores, a alterações nos níveis de O_2 , CO_2

e íons de hidrogênio (H^+) (NEDER; NERY, 2004; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Os quimiorreceptores centrais estão localizados no bulbo, na zona quimiossensorial do centro respiratório e são sensíveis ao aumento do H^+ no líquido cefalorraquidiano (LCR) e do CO_2 , capaz de se difundir na barreira hematoencefálica, reagindo para elevar mais ainda o H^+ , resultando primeiramente no aumento da profundidade da respiração (volume corrente – VC) e em seguida da f, diminuindo assim as concentrações de CO_2 e H^+ (NEDER; NERY, 2004; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Os centros periféricos existentes no arco aórtico e carotídeo (corpos aórticos e carotídeos), são estimulados também pelas alterações nas concentrações de H^+ , mas são as concentrações CO_2 que parecem ser o estímulo mais forte para a regulação da respiração (NEDER; NERY, 2004; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Existem ainda outros mecanismos nervosos que modulam a respiração como os receptores dos tecidos pulmonares, os proprioceptores localizados nos músculos em exercícios e inclusive respiratórios, nas articulações envolvidas no exercício e a temperatura corporal (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013).

A ventilação pulmonar é um processo mecânico, capaz de mobilizar o ar para dentro e para fora dos pulmões através da inspiração e da expiração (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Em condições de repouso, a inspiração é um processo ativo, ocorre contração muscular, principalmente do diafragma, gerando aumento no espaço dentro dos pulmões e da caixa torácica, consequentemente diminuindo a pressão intrapulmonar, e fazendo com que o ar seja transportado para dentro dos pulmões (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). A expiração por outro lado é um processo passivo, ocasionada pelo relaxamento do diafragma, diminuindo o volume pulmonar e forçando o ar para fora dos pulmões (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Entretanto, quando o corpo passa de uma condição de repouso para o exercício físico, a respiração passa a ser forçada, a expiração se torna um processo ativo, através da contração dos músculos expiratórios, que tracionam as costelas para baixo e exercem uma pressão sobre o abdome, aumentando a pressão abdominal e forçando ainda mais o ar para fora dos pulmões (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013).

A espirometria mede os volumes e capacidades pulmonares oferecendo fatores fundamentais para identificar possíveis disfunções pulmonares obstrutivas, restritivas, avaliar a evolução pré e pós-intervenção clínica, determinar condutas, avaliar risco cirúrgico e caracterizar indivíduos saudáveis, doentes ventilatórios e

atletas (ALCÂNTARA; SILVA, 2013). É medida de forma não invasiva, utilizada para avaliação da função pulmonar e é classificada em espirometria simples ou convencional: fornece a avaliação de todos os volumes e capacidades pulmonares (espirometria estática) e fluxos pulmonares (espirometria dinâmica), com exceção do volume residual (VR), e espirometria completa: através da análise de gases, permite a avaliação de todos os volumes e capacidades pulmonares, incluindo o VR e consequentemente a capacidade pulmonar total (CPT) que é a soma de todos os volumes pulmonares (ALCÂNTARA; SILVA, 2013; COSTA; JAMAMI, 2001; PEREIRA, 2002).

A espirometria estática, capta dados de VC, ou seja, a quantidade de ar que entra e sai dos pulmões a cada ciclo respiratório (uma inspiração e uma expiração), com valor de normalidade, em repouso, em torno de 5 a 8 ml/kg, volume de reserva expiratório (VRE), volume de reserva inspiratório (VRI) e VR; e dados da capacidade pulmonar, que são estimados através da soma dos volumes, como: a Capacidade Vital (CV), Capacidade Inspiratória (CI) e Capacidade Residual Funcional (CRF) (ALCÂNTARA; SILVA, 2013; COSTA; JAMAMI, 2001; PEREIRA, 2002). O volume minuto (VE) que é quantidade de ar que entra e sai dos pulmões a cada minuto, cerca de 5 a 6 L/min, é um dado ventilatório medido pelo K4b2, assim como a f, o VC, volume de oxigênio ou consumo de oxigênio (VO_2), volume de gás carbônico (VCO_2) e outros (ALCÂNTARA; SILVA, 2013).

A espirometria dinâmica capta dados da velocidade em que o ar sai dos pulmões, também definido como o tempo que o ar leva para passar pelas vias aéreas e chegar na cavidade oral (fluxo aéreo ou expiratório), é realizada por meio da manobra de capacidade vital forçada (CVF), orientada para que o indivíduo, fazendo o uso do clipe nasal para que o ar não escape pelas narinas, realize uma inspiração máxima forçada, seguida de uma expiração máxima forçada e o mais profunda que puder (COSTA; JAMAMI, 2001). Essa manobra oferece vários dados diretos e indiretos como CVF, volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF_1), pico de fluxo, índice de tiffeneau (VEF_1/CVF), fluxo expiratório forçado 25% (FEF 25%), fluxo expiratório forçado 50% (FEF 50%), fluxo expiratório forçado 75% (FEF 75%), fluxo expiratório forçado médio (FEF 25%-75%), fluxo expiratório forçado 75%-85% (FEF 75%-85%) e a ventilação voluntária máxima (VVM) (COSTA; JAMAMI, 2001).

Essa última pode ser calculada de forma direta através do teste da VVM, onde o sujeito realiza a manobra com intuito de mobilizar a maior quantidade de ar

(inspirações e expirações) de forma máxima, forçada e mais profunda possível, de forma voluntária, durante um período de 12 a 15 s (COSTA; JAMAMI, 2001). O volume de ar mobilizado nesse período é convertido em para 60s e o valor é dado em litros por minuto (COSTA; JAMAMI, 2001). Ou de forma indireta através das fórmulas $VEF_1 \times 30$ ou $VEF_{75\%} \times 40$ (Cherniak), $VEF_1 \times 37$ (Bethlen) e $VEF_1 \times 41$ (Muller). Essa manobra é utilizada para testar o desempenho da ventilação com foco no desempenho muscular respiratório, avaliando juntamente as propriedades mecânicas dos pulmões e da parte torácica adicionado a condição da musculatura respiratória (COSTA; JAMAMI, 2001).

Para que o sistema respiratório forneça oxigenação adequada ao corpo, também é importante que o ar que entra nos pulmões a cada respiração, passe para o sangue de forma eficiente, isto é, tenha boa relação entre ventilação e perfusão (V/Q) e uma boa difusão pulmonar (NEDER; NERY, 2004; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). A relação V/Q tem valor de normalidade de aproximadamente 0,8, em repouso, onde V é a ventilação alveolar, com valor mais ou menos 4 L/min e Q é o fluxo sanguíneo pulmonar próximo de 5 L/min (NEDER; NERY, 2004). A difusão nada mais é do que a passagem do ar que está nos alvéolos para os capilares sanguíneos que passam pelos pulmões, ela acontece pela diferença de concentração e de pressão dos gases (NEDER; NERY, 2004). De acordo com as leis de Fick, a difusão depende da área de contato do alvéolo pulmonar com o capilar sanguíneo, da espessura da parede do alvéolo, da difusibilidade (capacidade de difusão do gás, da quantidade e da qualidade da hemoglobina), da quantidade de sangue circulante no capilar e principalmente do gradiente de pressão dos gases pulmonares (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013).

O ajuste respiratório ao exercício acontece de forma quase imediata ao seu início e a acentuação da respiração pode acontecer mesmo antes de qualquer contração muscular (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Wasserman, Van Kessel e Burton (1967), evidenciaram que durante o período inicial do exercício, independente da intensidade que está sendo executada, parte da energia necessária para sua execução é obtida através de outras fontes de energia, que não a utilização do oxigênio atmosférico e que são essenciais para o início do exercício, pois se não estivessem disponíveis seria impossível de ser realizado, devido ao atraso no transporte de grandes quantidades de oxigênio para a musculatura que está sendo exercitada.

O exercício aeróbico e progressivo pode ser dividido em três fases: fase 1, fase 2 e fase 3. A fase 1 é uma fase aeróbia, acontece com o início do exercício, na transição do repouso para o exercício de leve intensidade, rapidamente o SNC comanda o ajuste respiratório, mediado pelos centros respiratórios no encéfalo, além de ter contribuição dos receptores nos músculos em exercício, aumentando a VE devido à elevação dos níveis de VC (LOPES; BRITTO; PARREIRA, 2005).

A fase 2 acontece com a continuidade do exercício em intensidade moderada, ocorre um aumento da atividade metabólica nos músculos e elevação dos níveis de CO_2 e H^+ , resultando em uma acidose metabólica (LOPES; BRITTO; PARREIRA, 2005; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Nesse momento, acontece o tamponamento do H^+ pelo bicarbonato de sódio (HCO_3), vindo dos rins, com intuito de controlar o pH sanguíneo, liberando água e CO_2 (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). O aumento do CO_2 é detectado pelos quimiorreceptores centrais estimulando o centro inspiratório a aumentar a VE, através do aumento da f, enquanto o VC tende a fazer um platô, compensando assim a acidose metabólica (WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013).

Na fase 3 ocorre a escassez do íon de bicarbonato (HCO_3) enquanto a produção H^+ ainda permanece elevada, alterando o estado químico do sangue arterial, que fica mais ácido (reduzindo o pH), caracterizando uma acidose descompensada (LOPES; BRITTO; PARREIRA, 2005; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). A ventilação necessária para compensar o desequilíbrio no pH e a elevação do CO_2 nessa fase e em trabalho intenso, aproxima-se da capacidade respiratória máxima (WASSERMAN, K.; VAN KESSEL; BURTON, 1967).

A ventilação (VE) aumenta durante o exercício progressivo, seja devido ao aumento do VC no início do exercício ou pelo aumento da f em seguida, mas quando se atingem altas intensidades de trabalho, o VE aumenta desproporcionalmente ao aumento do VO_2 , que também aumenta, mas de maneira menos evidente (aumento da relação VE/VO_2) (WASSERMAN, K.; VAN KESSEL; BURTON, 1967; WASSERMAN, K.; WHIPP; CASABURI, 2011). O VO_2 tem elevação proporcional a taxa de trabalho aplicada se a carga for constante, aumenta no início do exercício e atinge estado estacionário, dependendo da intensidade que está sendo aplicada, do nível de treinamento do praticante, idade e condições patológicas (WASSERMAN, K.; VAN KESSEL; BURTON, 1967; XU; RHODES, 1999). O componente lento atrasa o estado estacionário do VO_2 , é maior em maiores

intensidades e durações de exercício e fatos como aumento dos lactato sanguíneo, aumento da adrenalina, aumento do trabalho ventilatório e aumento da temperatura do corpo, atrasam sua atuação (WHIPP, 1994; XU; RHODES, 1999).

O limiar anaeróbico (LA) é caracterizado pela transição da fase 1 para a fase 2 e acontece entre aproximadamente 55 e 70% do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (LOPES; BRITTO; PARREIRA, 2005; WILMORE; COSTILL; KENNEY, 2013). Acima do LA, ocorre o aumento do VCO_2 e do VE, enquanto o VO_2 continua a aumentar linearmente, em consequência do aumento do CO_2 gerado a partir do tamponamento do H^+ pelo HCO_3 como foi relatado anteriormente (WASSERMAN, K.; WHIPP; CASABURI, 2011). Já a transição da fase 2 para a 3 acontece quando a VE de maneira abrupta em comparação com o volume de dióxido de carbono (VCO_2), que também aumenta, mas menos evidente que a VE (aumento da relação VE/VCO_2). Essa transição se chama ponto de compensação respiratória (PCR) e está entre, aproximadamente, 70 a 90% do $\text{VO}_{2\text{max}}$. A relação entre VE e VCO_2 é menos variável e mais linear do que entre VE e VO_2 , sugerindo que o VE está mais próximo do CO_2 do que do VO_2 (WASSERMAN, K.; VAN KESSEL; BURTON, 1967).

Os mecanismos responsáveis pelo controle da respiração durante a prática de exercício dependem da produção de CO_2 , da acidose metabólica e da sensibilidade do centro respiratório (WASSERMAN, K.; VAN KESSEL; BURTON, 1967). O exercício geralmente é interrompido quando o praticante apresenta fadiga da musculatura que está sendo recrutada durante o exercício ou quando há limitação ventilatória, o que não ocorre em atletas. O estudo de Neder e Nery (2004) evidencia que quando a VE ultrapassa 80% da VVM não existe nenhuma limitação ventilatória influenciando a interrupção do exercício.

O treinamento aeróbico é capaz de promover remodelamento fisiológico, melhorando o conteúdo mitocondrial, a capacidade oxidativa da musculatura esquelética, a estrutura e a função vascular periférica, induz adaptações cardiovasculares, metabólicas, aumentando a capacidade aeróbica, o $\text{VO}_{2\text{max}}$ e consequentemente o desempenho (BACON *et al.*, 2013; GIBALA; JONES, 2013; GIST *et al.*, 2014; HADDAD *et al.*, 2014; MACINNIS *et al.*, 2017; MACINNIS; GIBALA, 2017; SLOTH *et al.*, 2013; WASSERMAN, K.; WHIPP; CASABURI, 2011).

A maior taxa de utilização corporal do O_2 é denominada $\text{VO}_{2\text{max}}$, variável usada para determinar a capacidade aeróbica, utilizada como indicador de aptidão cardiorrespiratória e considerada fundamental para a promoção da saúde (NEDER;

NERY, 2004; WEN *et al.*, 2019). O desempenho físico do indivíduo está relacionado a maiores níveis de capacidade aeróbia (VO_2max), menor risco de desenvolver doenças cardiovasculares e menor risco de mortalidade (WEN *et al.*, 2019). Melhorias no VO_2max se manifestam normalmente cedo, entre duas a quatro semanas após o início do treinamento e a intensidade do exercício está relacionada às adaptações mitocondriais e as melhorias na capacidade aeróbica máxima, de acordo com Macinnis *et al.* (2017). Além do VO_2max , quando não apresentam nenhuma disfunção cardiopulmonar, sujeitos treinados chegam muito próximos da sua reserva ventilatória, ou seja, da VVM. Também é sabido que o treinamento desloca o LA e o PCR para a direita, permitindo que os sujeitos se exercitem por durações cada vez mais longas e em maiores porcentagens do VO_2max (JOYNER; COYLE, 2008).

4 METODOLOGIA

4.1 DELINEAMENTO DO ESTUDO E ASPECTOS ÉTICOS

Trata-se de um estudo quantitativo, do tipo observacional transversal, composto por quatro visitas ao Laboratório de Avaliação Motora – LAM da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora, durante o período de janeiro a julho de 2018.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Juiz de Fora sob o parecer 2.475.426 (Anexo A) e segue a resolução específica do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2013). Para participar do estudo os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B). Os sujeitos menores de 18 anos tiveram o termo assinado pelos pais ou pelo responsável legal.

4.2 AMOSTRA

O cálculo amostral foi realizado através do GPower e o número de participantes foi determinado com base no artigo *Effects of high-intensity interval training on pulmonary function* (DUNHAM; HARMS, 2012), resultando em $n = 25$. O estudo foi realizado com dez indivíduos, devido à dificuldade de recrutar a amostra, assim como descrito por Hawley *et al.* (1997), já que tivemos 23 perdas.

Os sujeitos foram selecionados por conveniência, recrutados do *ranking* de corridas de rua de Juiz de Fora, dos projetos de atletismo da UFJF e atletas orientados por instituições privadas da cidade de Juiz de Fora.

4.2.1 Critérios de inclusão

- Serem do sexo masculino;

- Idade entre 16 e 35 anos;
- Experiência em treinamentos e competições em provas de fundo;
- Utilização rotineira do treinamento contínuo e intervalado em sua preparação;
- Realização de treinamento aeróbio regular, com frequência de, no mínimo, três vezes por semana.

4.2.2 Critérios de exclusão

- Obtenção de VO_{2max} menor que 52,5 ml/kg/min no teste ergoespirométrico máximo (COOPER, 1989);
- Apresentação de lesão ou restrição para o treinamento de corrida;
- Utilização de medicamentos de uso contínuo.

4.3 INSTRUMENTOS E PROCEDIMENTOS

4.3.1 Primeira visita

Foi realizado uma anamnese estruturada para selecionar os participantes corretamente, a familiarização com os instrumentos (esteira e o analisador de gases) e com os questionários que foram utilizados – Brums (Anexo C) e diário alimentar (Apêndice A) –, algumas instruções e, por fim, os indivíduos realizaram o teste ergoespirométrico para determinar a velocidade relacionada ao VO_{2max} (vVO_{2max}), que foi a base para estabelecer a velocidade dos exercícios HIIT e HICT, e os limiares (LA e PCR).

A anamnese estruturada foi formulada pelos autores do estudo, com o intuito de confirmar os dados dos participantes e excluir os voluntários que não preencheram os critérios para a pesquisa. Ela contou com as seguintes perguntas:

- Qual a principal atividade física que você pratica no momento?
- Há quanto tempo você pratica atividade de corrida?
- Participa de competições de corrida de fundo?
- Qual a sua frequência de treinamento nos últimos seis meses?
- Quantos quilômetros você tem treinado por semana, em média, nos últimos três meses?
- Você já realizou treinamento contínuo?
- Já treinou utilizando HIIT?
- Você faz uso de algum medicamento?
- Está lesionado?
- Há quanto tempo foi sua última lesão? Qual o tipo?

Nessa visita, explicamos aos voluntários a Escala de Humor de Brunel (Brums) e o questionário referente ao diário alimentar, que foram aplicados na segunda e terceira visitas.

A escala de Brums é adaptada do *Profile of Mood States* (POMS), foi desenvolvida para permitir uma rápida mensuração do estado de humor e contém 24 itens subdivididos em seis (raiva, confusão, depressão, cansaço, tensão e vigor), com uma escala de cinco pontos cada, onde: 0 = representa nada e 4 = extremamente (SLIMANI; BRAGAZZI, 2017). A escala de Brums serviu para caracterização da amostra, assim como o diário alimentar, caso os participantes obtivessem diferença de dois pontos na escala Brums em comparação da terceira com a segunda visita, outra data após 24 horas seria marcada, com o intuito de eliminar possível alteração na motivação para realização do exercício. Nenhum dos voluntários da pesquisa obteve essa diferença, não sendo necessário a marcação de outro dia por esse motivo.

O diário alimentar, que também foi elaborado pelos autores, foi entregue em uma folha de papel A4 contendo três colunas, preenchidas pelo voluntário da pesquisa. A primeira coluna contém o horário em que ele se alimentou; a segunda, qual o alimento ingerido, incluindo as bebidas; e a terceira, a quantidade deste alimento, durante as 24 horas que antecederam as coletas de dados, até a última refeição antes da coleta. Os participantes foram orientados a manter a mesma dieta

nas 24 horas que antecederam a segunda e a terceira visita, quando os participantes realizaram o exercício. O voluntário que não mantivesse a mesma dieta nas 24 horas que antecederam as duas sessões de exercício, teria nova visita marcada, com objetivo de eliminar qualquer alteração energética disponibilizada por ingestão de diferentes substratos alimentares. O diário alimentar foi conferido no início da segunda e terceira visitas e todos os indivíduos mantiveram a mesma dieta como foi pré-determinado.

O teste ergoespirométrico máximo foi realizado em uma esteira rolante (Super ATL, Inbrasport®, Porto Alegre, Brazil) juntamente com o analisador de gases portátil (K4b2, Cosmed®, Roma, Italy) para medir o VO_2 , VE, VC, VCO_2 , f, VE/VO_2 , PetO_2 , VE/VCO_2 e PetCO_2 , seguindo as recomendações para sua calibração e utilização. Após três minutos de aquecimento a 8 km/h, o protocolo foi iniciado com uma velocidade de 10 km/h, seguido por incrementos de 1 km/h a cada dois minutos até o momento em que o participante fosse incapaz de continuar correndo.

A vVO_2max foi determinada como a velocidade em que o indivíduo estava quando obteve o maior VO_2max absoluto do teste e foi utilizada para prescrição do exercício na segunda e terceira visitas.

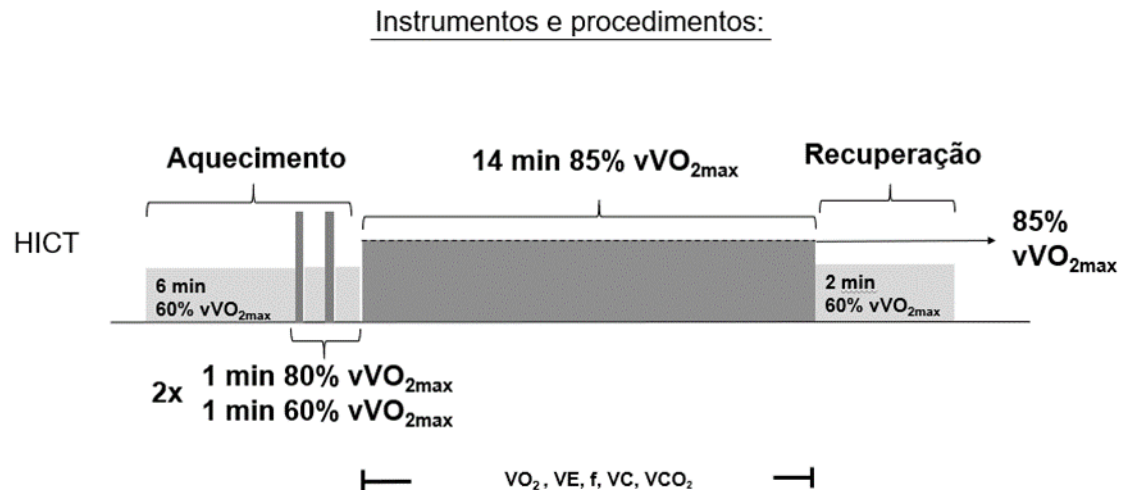
4.3.2 Segunda e terceira visitas

O tipo de protocolo que os indivíduos realizaram nessas visitas foi randomizado, definido por sorteio. Com o intuito de coletar o VO_2 , VE, VC, VCO_2 e f a cada respiração, durante a execução dos protocolos, o ergoespirômetro K4b2 foi usado novamente, em associação a esteira ergométrica, onde o sujeito realizou o HIIT ou HICT, por todo o tempo em que o indivíduo esteve na esteira.

Assim que chegou, o participante entregou a folha do diário alimentar, respondeu o questionário Brums e, a seguir, foi preparado para o início do teste. Com o ergoespirômetro K4b2 conectado ao indivíduo que estava posicionado de pé na esteira rolante, os testes tiveram início com um aquecimento de seis min. a 60% da vVO_2max , seguido de dois estímulos de um min. a 80% do vVO_2max , intercalados por dois períodos de recuperação ativa a 60% do vVO_2max e, a partir daí, o voluntário realizou o HICT ou HIIT (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

O HICT foi constituído de 14 min. de exercício com intensidade média de 85% do $\dot{V}O_{2\max}$ (Figura 1) (BILLAT, 2001).

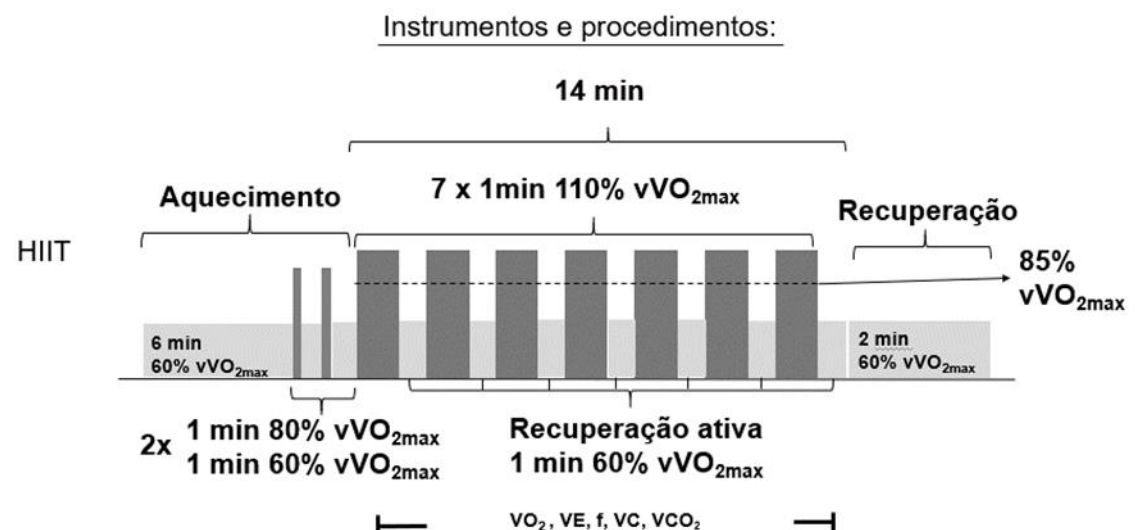
Figura 1 – Esquema do protocolo do treinamento contínuo de alta intensidade



Fonte: A AUTORA, 2019

Já a sessão do protocolo HIIT foi constituída de sete estímulos de um min. a 110% do $\dot{V}O_{2\max}$, seguidos de intervalos ativos de um min. a 60% do $\dot{V}O_{2\max}$, completando um período total de 14 min. de treino (Figura 2) com intensidade média também de 85% do $\dot{V}O_{2\max}$ (BILLAT, 2001).

Figura 2 – Esquema do protocolo do treinamento intervalado de alta intensidade



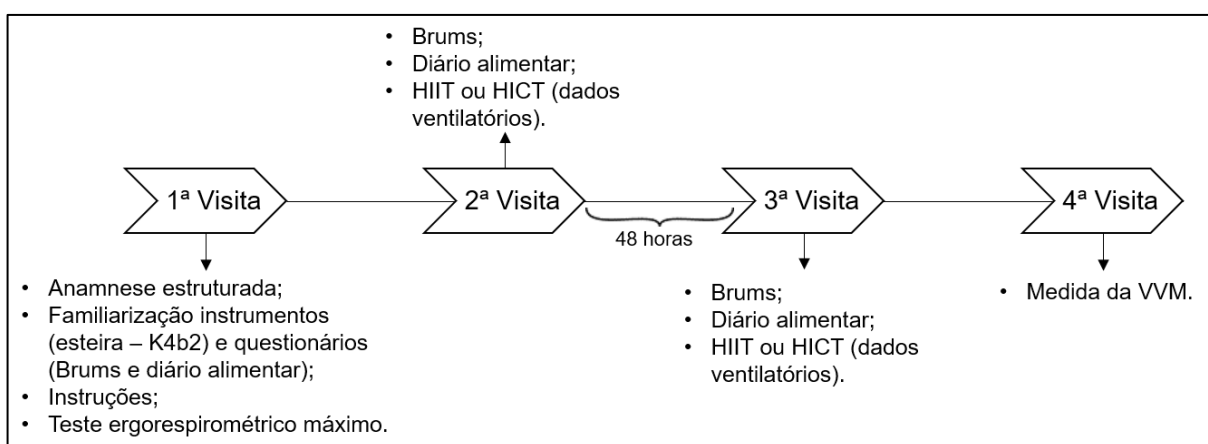
Fonte: A AUTORA, 2019

Os dois protocolos apresentaram o mesmo período de aquecimento no início, mesmo período de desaquecimento ao final, a mesma duração e intensidade média de exercício de 85% da $vVO_2\text{max}$ e foram realizados com 48 horas de espaço um do outro, respeitando o período de recuperação do exercício (ARAÚJO *et al.*, 2015; BILLAT, 2001).

4.3.3 Quarta visita

A coleta da VVM foi realizada com o espirômetro portátil (Datospir Micro-C, Sibelmed®, Barcelona, Espanha), com o voluntário sentado numa cadeira de quatro apoios, as costas apoiadas no encosto e os pés firmes tocando o chão. O teste foi realizado da seguinte forma: o participante segurou o aparelho com as duas mãos, com a tela voltada para cima, foi solicitado que colocasse o bocal na boca, segurando com os lábios e realizasse inspirações e expirações profundas, máximas e forçadas, por um período de 15 segundos. Os indivíduos realizaram o teste duas vezes, os valores foram anotados e usamos a média das medidas coletadas.

Figura 3 – Linha do tempo das visitas



Fonte: A AUTORA, 2019

4.4 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Os resultados foram apresentados como média e desvio-padrão. O teste de Shapiro-Wilk foi realizado para verificar a normalidade das variáveis do estudo e teste de esfericidade para identificar se as variâncias das diferenças eram similares. Como todas as variáveis tiveram distribuição normal ($p > 0,05$) e as variâncias das diferenças foram similares ou foram corrigidas pelo teste de Greenhouse-geisser, foi utilizado o teste t para comparar os valores médios e máximos nos dois protocolos, a ANOVA *two-way* para comparar as variáveis metabólicas e ventilatórias a cada minuto durante os protocolos e determinada a linha de tendência do VO_2 , VE, VC, VCO_2 e f no HIIT e HICT.

Foi aceito como significância estatística p valor $\leq 0,05$ e todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do *software STATISTICA* (STATSOFT. INC, 2011).

5 RESULTADOS

5.1 TESTE ERGOESPIROMÉTRICO MÁXIMO

Os dados descritivos dos dez voluntários que participaram do estudo estão descritos na Tabela 1, apresentados em média e desvio padrão (DP). Pode-se destacar o elevado VO_2max dos participantes no teste máximo, com média de $62,0 \pm 6,5$, demonstrando se tratar de atletas de alta performance, em categoria superior (de 13 a 19 anos com $\text{VO}_2\text{max} > 56,0$ ml/kg/min e de 20 a 29 anos com $\text{VO}_2\text{max} > 52,5$ ml/kg/min), em concordância com Cooper, 1989.

Tabela 1 – Dados antropométricos, de treinamento e do teste ergoespirométrico máximo dos corredores (n = 10)

Variável	Média $\pm$ DP
Idade (anos)	25,5 $\pm$ 4,9
Massa corporal (kg)	68,7 $\pm$ 11,3
Estatura (cm)	177 $\pm$ 1
IMC (kg/m ²)	21,9 $\pm$ 2,7
Volume semanal de treino (km)	88,0 $\pm$ 4,3
Frequência semanal de treino (dias)	5,0 $\pm$ 1,3
Experiência em corrida (anos)	6,4 $\pm$ 3,1
VO_2max (ml/kg/min)	62,0 $\pm$ 6,5
vVO_2max (km/h)	18,3 $\pm$ 2,1

Legenda: IMC: índice de massa corporal; VO_2max : consumo de oxigênio máximo; vVO_2max : velocidade relacionada ao VO_2max .

Fonte: A AUTORA, 2019

Os dados ventilatórios e metabólicos do teste máximo, valores ventilatórios e metabólicos no limiar anaeróbico (LA) e no ponto de compensação respiratório (PCR), valores ventilatórios e metabólicos máximos e VVM dos voluntários estão representados na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados ventilatórios e metabólicos do teste ergoespirométrico máximo e ventilação voluntária máxima dos voluntários da pesquisa

Variável	Média ± DP
VO ₂ LA (ml/kg/min)	53,9 ± 5,8
VO ₂ PCR (ml/kg/min)	59,3 ± 6,1
VO ₂ max (ml/kg/min)	62,0 ± 6,5
VE LA (L/min)	98,4 ± 13,1
VE PCR (L/min)	123,9 ± 18,3
VE _{max} (L/min)	161,3 ± 22,5
VC LA (L)	2,1 ± 0,4
VC PCR (L)	2,2 ± 0,3
VC _{max} (L)	2,6 ± 0,4
VCO ₂ LA (ml/min)	2435,2 ± 364,2
VCO ₂ PCR (ml/min)	3112,3 ± 337,1
VCO ₂ max (ml/min)	4370,1 ± 701,6
f LA (irpm)	34,6 ± 5,9
f PCR (irpm)	43,1 ± 6,1
f _{max} (irpm)	66,4 ± 10,6
VVM (L/min)	163,7 ± 28,0

Legenda: VO₂ LA: consumo de oxigênio no limiar anaeróbico; VO₂ PCR: consumo de oxigênio no ponto de compensação respiratória; VO₂max: consumo de oxigênio máximo; VE LA: volume minuto no limiar anaeróbico; VE PCR: volume minuto no ponto de compensação respiratória; VE_{max}: volume minuto máximo; VC LA: volume corrente no limiar anaeróbico; VC PCR: volume corrente no ponto de compensação respiratória; VC_{max}: volume corrente máximo; VCO₂ LA: volume de dióxido de carbono no limiar anaeróbico; VCO₂ PCR: volume de dióxido de carbono no ponto de compensação respiratória; VCO₂max: volume de dióxido de carbono máximo; f LA: frequência respiratória no limiar anaeróbico; f PCR: frequência respiratória no ponto de compensação respiratória; f_{max}: frequência respiratória máxima; VVM: ventilação voluntária máxima.

Fonte: A AUTORA, 2019

Os limiares foram determinados por dois avaliadores independentes e quaisquer discrepâncias foram resolvidas em consenso com um terceiro avaliador. O LA foi determinado como o menor ponto da VE/VO₂ antes de começar a subir de forma abrupta e confirmado pelo menor valor de PetO₂ antes de começar a aumentar desordenadamente, e o PCR foi definido como o menor valor de VE/VCO₂, antes de começar a aumentar de forma progressiva e confirmado pelo maior valor de PetCO₂ antes de começar a aumentar descontroladamente.

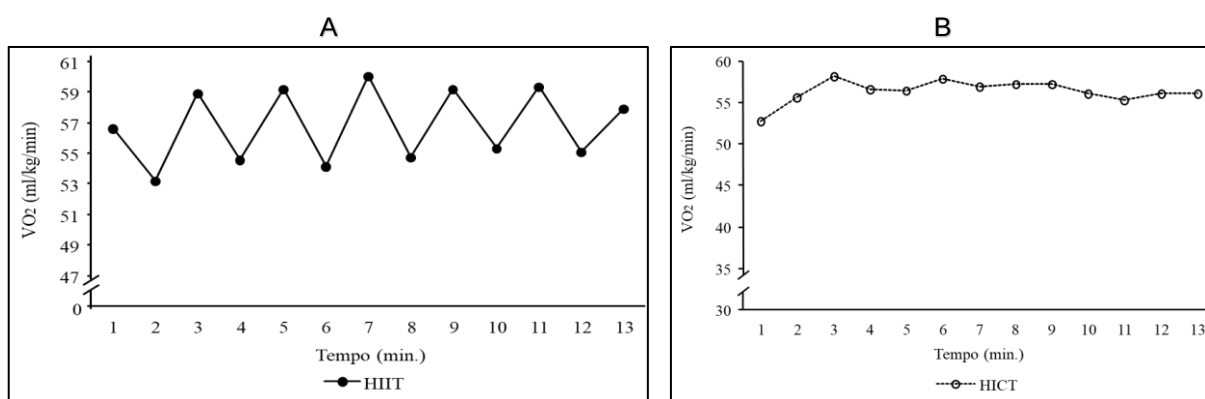
5.2 PROTOCOLOS DE EXERCÍCIO

As sessões de HIIT não foram tão bem toleradas quanto as sessões de HICT. Quatro voluntários não conseguiram completar a última recuperação do HIIT, interrompendo o treino logo após o último estímulo a 110% do $\dot{V}O_2\text{max}$. Por esse motivo foram analisados os 7 estímulos e 6 recuperações do HIIT comparando com os 13 min. do HICT. Em todas as duas sessões de treino verificamos o recordatório alimentar e o Brums, todos mantiveram a mesma rotina alimentar e tiveram estado de humor semelhante, não variando dois pontos ou mais na escala Brums entre as sessões dois e três.

Os primeiros resultados das sessões de exercícios são individuais, de um voluntário da pesquisa no HIIT alternando com HICT, do $\dot{V}O_2$, VE, $\dot{V}CO_2$, f e VC, nessa ordem.

No HIIT o $\dot{V}O_2$ tem picos nos estímulos intercalados com pontos baixos nas recuperações. No HICT o $\dot{V}O_2$ aumenta discretamente no início do exercício e tende a manter até o último minuto (Figuras 4A e 4B).

Figura 4 – Consumo de oxigênio individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade

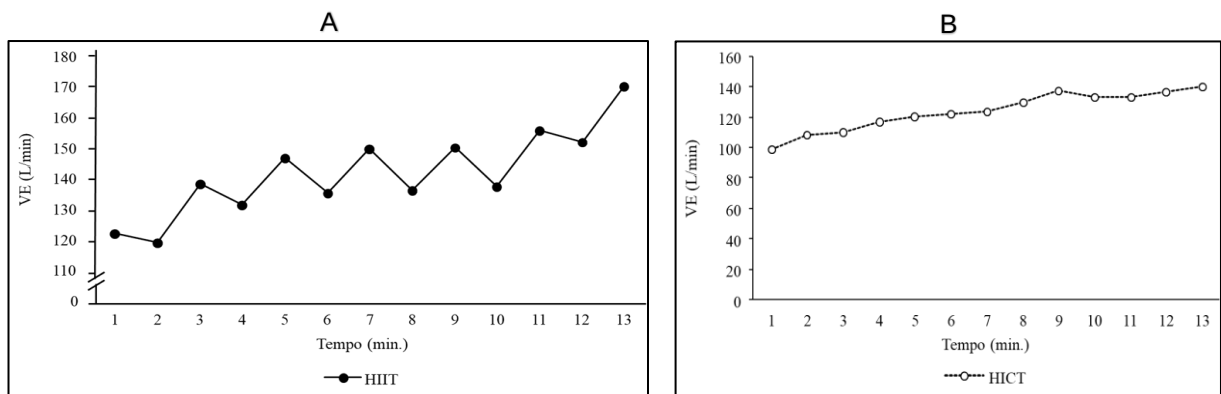


Legenda: $\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade

Fonte: A AUTORA, 2019

A VE no HIIT também tem picos nos estímulos, intercalados por queda dos valores na recuperação e parece aumentar com a progressão do exercício, os picos e as recuperações ficam cada vez mais elevados com o passar dos minutos. No HICT o VE aumenta durante todo o exercício (Figuras 5A e 5B).

Figura 5 – Volume minuto individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade

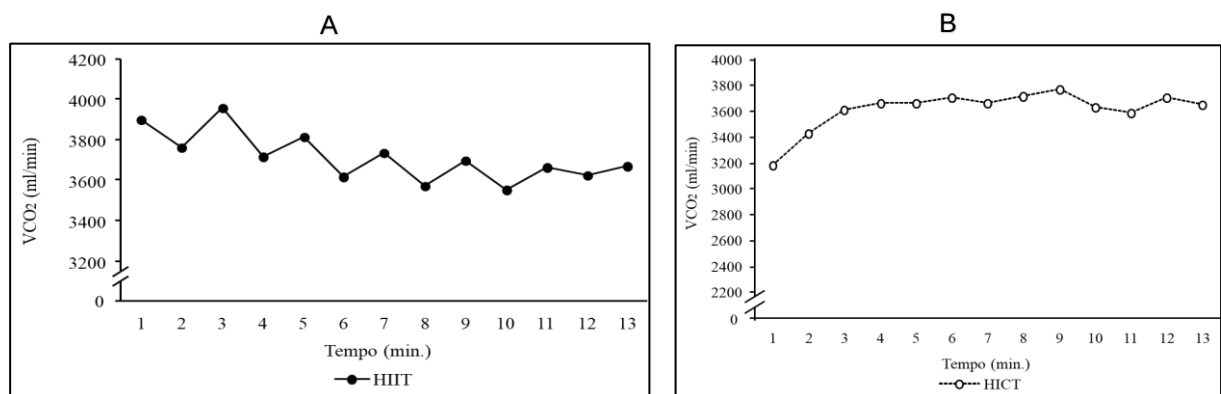


Legenda: VE: volume minuto; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; ; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

VCO₂ está mais elevado no início do exercício HIIT, com valores altos nos estímulos e baixos nas recuperações, mas vai caindo à medida que o exercício se desenvolve. O HICT apresenta elevação do VE nos primeiros minutos do exercício e em seguida faz um platô até o final dele (Figuras 6A e 6B).

Figura 6 – Volume de dióxido de carbono individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade

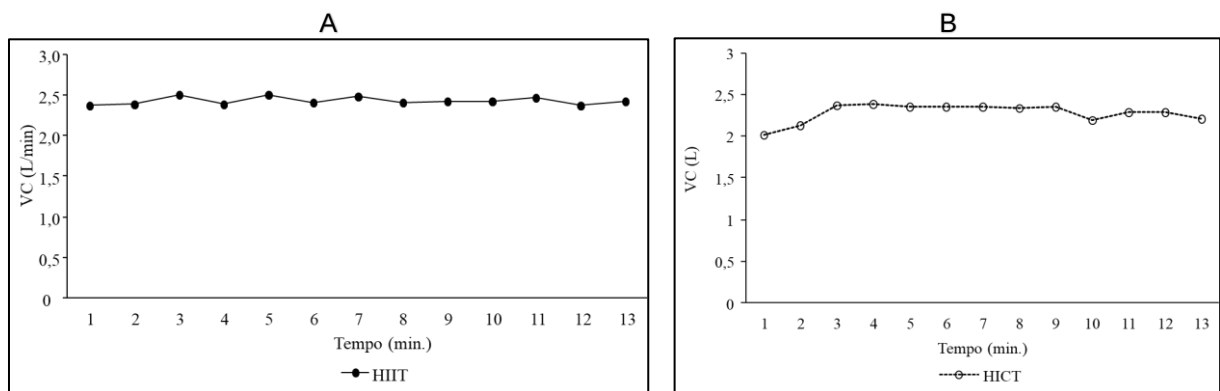


Legenda: VCO₂: volume de dióxido de carbono; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

VC têm altos valores nos picos e baixos nas recuperações no HIIT e seus picos e suas recuperações ficam ainda mais elevados com a progressão da sessão, diferente do HICT, com comportamento similar ao VCO_2 , se eleva no início do exercício, fazendo platô até o fim dele (Figuras 7A e 7B).

Figura 7 – Volume corrente individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade

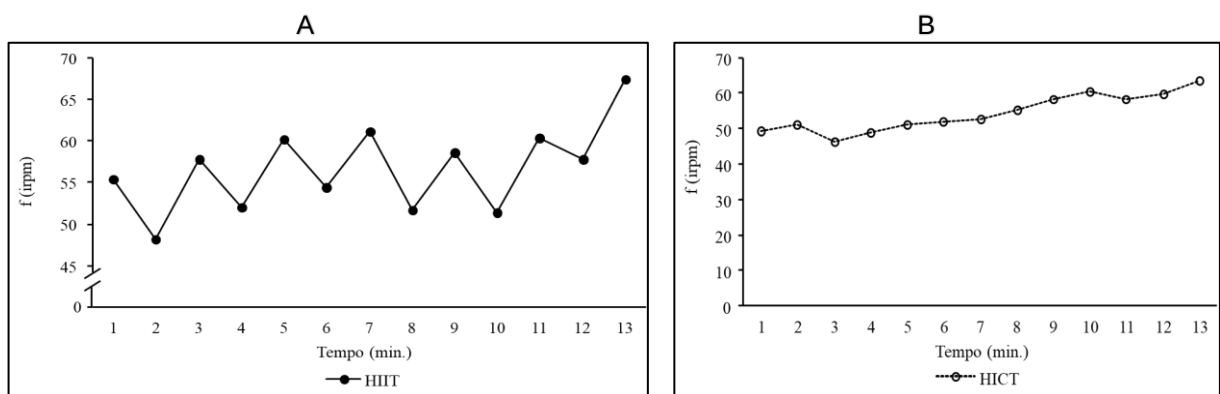


Legenda: VC: volume corrente; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

Assim como as variáveis anteriormente descritas, f tem estímulos mais altos que as recuperações no HIIT. Os valores iniciais de f aumentam em comparação do início do exercício ao final, nos picos e recuperações, em HIIT. HICT tem aumento progressivo desse marcador ao longo dos minutos (Figuras 8A 8B).

Figura 8 – Frequência respiratória individual no treinamento intervalado de alta intensidade e no treinamento contínuo de alta intensidade



Legenda: f : frequência respiratória; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

Os valores máximos e desvios padrões dos voluntários em ambos exercícios estão na Tabela 3 e os médios e desvios padrões estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 3 – Valores máximos VO₂, VE, VC, VCO₂ e f média e desvio padrão das sessões de exercício

Variável	HIIT	HICT
VO ₂ max (ml/kg/min)	60,8 ± 5,8	57,4 ± 5,8
VEmax (L/min)	162 ± 29,0*	124,8 ± 24,9
VCO ₂ max (ml/min)	4052,8 ± 633,2*	3550,1 ± 502,1
VCmax (L)	2,7 ± 0,4*	2,4 ± 0,3
fmax (irpm)	71,3 ± 14,0*	58,0 ± 8,3

Legenda: * p ≤ 0,05; VO₂max: consumo máximo de oxigênio; VEmax: volume minuto máximo; VCmax: volume corrente máximo; VCO₂max: volume de dióxido de carbono máximo; fmax: frequência respiratória máxima; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

Tabela 4 – Valores médios de VO₂, VE, VC, VCO₂ e f média e desvio padrão das sessões de exercício

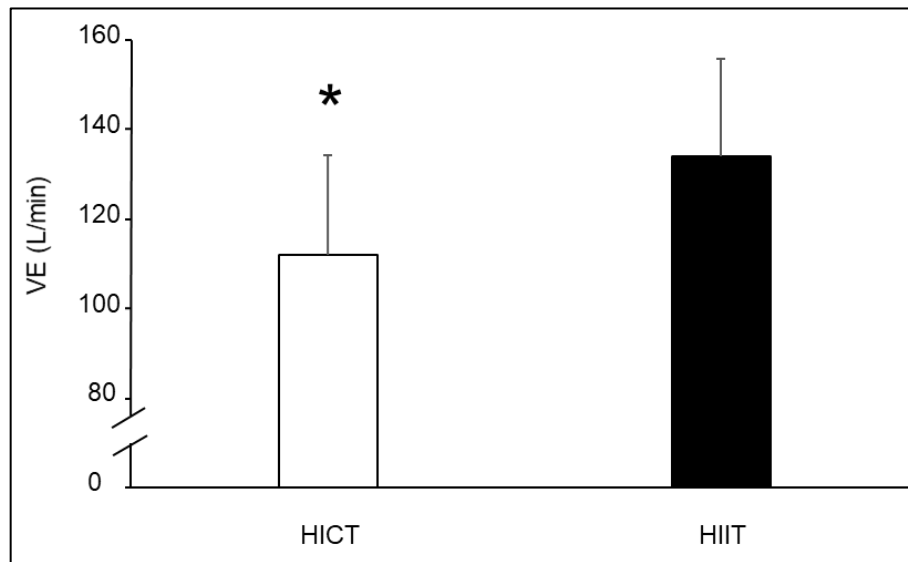
Variável	HIIT	HICT
VO ₂ médio (ml/kg/min)	55,6 ± 5,6	53,9 ± 5,9
VE médio (L/min)	134,1 ± 21,5*	111,9 ± 21,8
VCO ₂ médio (ml/min)	3690,2 ± 546,3*	3314,0 ± 545,1
VC médio (L)	2,4 ± 0,4*	2,2 ± 0,3
f média (irpm)	56,5 ± 7,7*	50,7 ± 5,2

Legenda: * p ≤ 0,05; VO₂ médio: consumo de oxigênio médio da sessão; VE médio: volume minuto médio da sessão; VC médio: volume corrente médio da sessão; VCO₂ médio: volume de dióxido de carbono médio da sessão; f médio: frequência respiratória média da sessão; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

Não houve diferença significativa entre o VO₂ da sessão HIIT quando comparado ao HICT, diferentemente do que aconteceu com as outras variáveis VE, VC, VCO₂ e f, que tiveram diferença estatística entre as sessões de exercício, como pode-se observar nos Figuras 9, 10, 11, 12 e 13, a seguir.

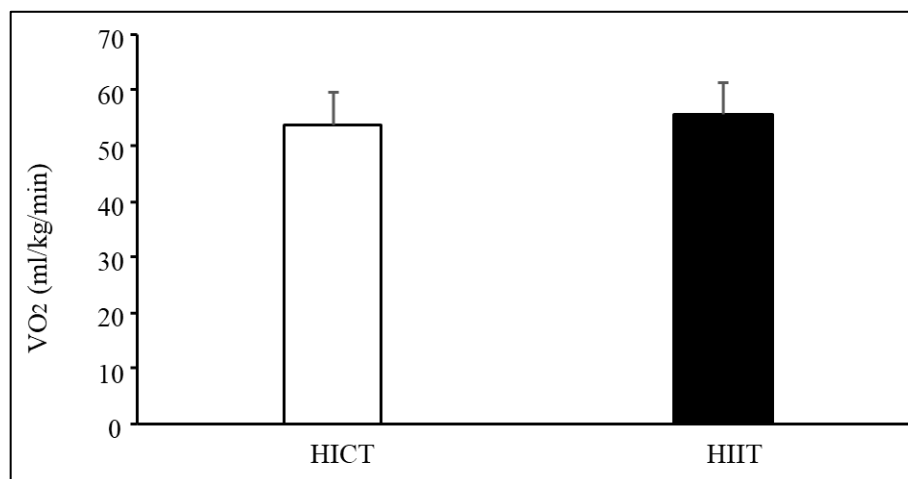
Figura 9 – Média dos valores de volume minuto no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade



Legenda: * $p = 0,000010827$; VE: volume minuto; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

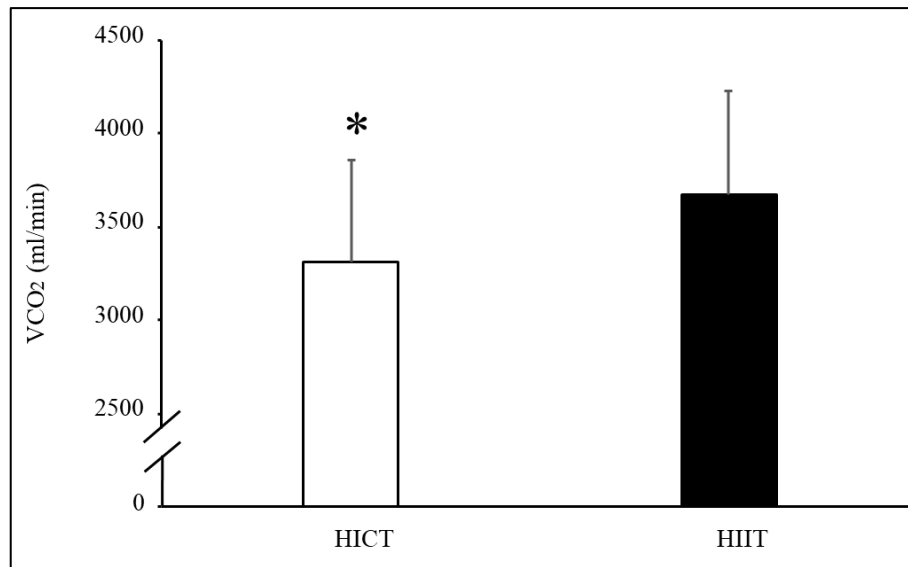
Figura 10 – Média dos valores de consumo de oxigênio no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade



Legenda: * $p = 0,279098353$; VO₂: consumo de oxigênio; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

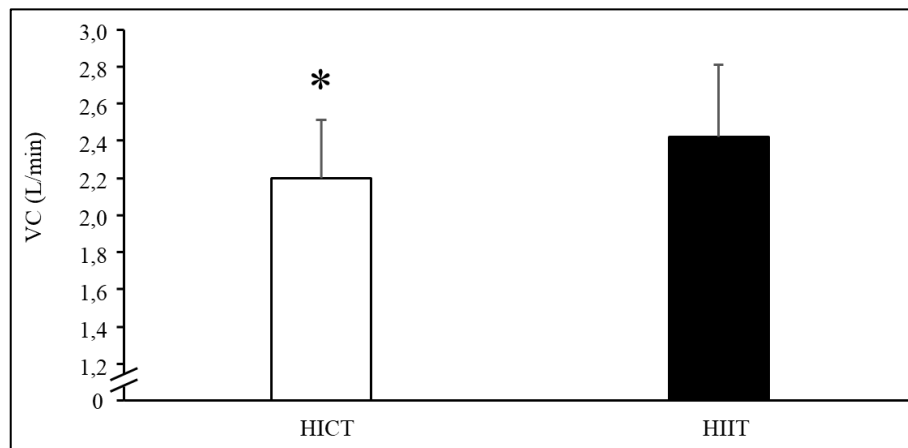
Figura 11 – Média dos valores de volume de dióxido de carbono no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade



Legenda: * $p = 0,002384$; VCO₂: volume de dióxido de carbono; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

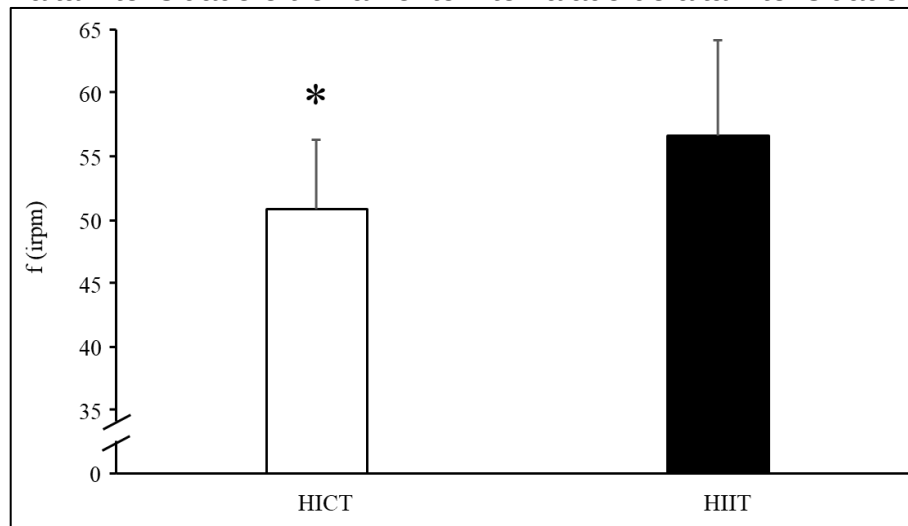
Figura 12 – Média dos valores de volume corrente no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade



Legenda: * $p = 0,001454513$; VC: volume corrente; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA. 2019

Figura 13 – Média dos valores de frequência respiratória no treinamento contínuo de alta intensidade e treinamento intervalado de alta intensidade

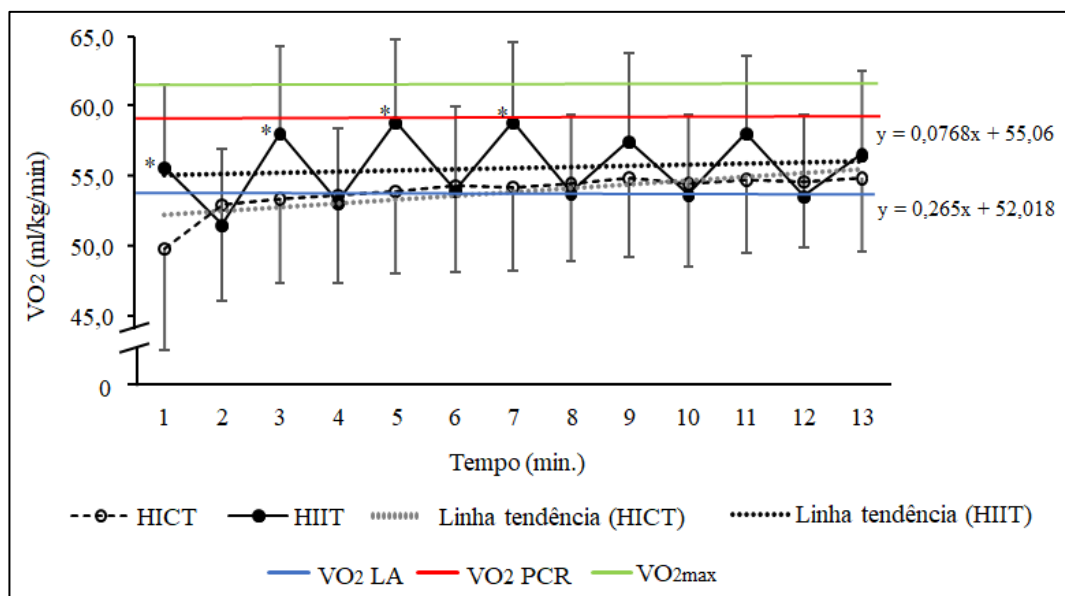


Legenda: * $p = 0,014879$; f: frequência respiratória; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

Estão representados na Figura 14, os valores médios de VO_2 a cada minuto do HIIT e do HICT e os valores do teste máximo de VO_{2max} , VO_2 no LA e no PCR.

Figura 14 – Consumo de oxigênio médio a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e consumo de oxigênio máximo, consumo de oxigênio no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo



Legenda: * $p \leq 0,05$ vs exercício; VO_2 : consumo de oxigênio; VO_2 LA: consumo de oxigênio no limiar anaeróbico; VO_2 PCR: consumo de oxigênio no ponto de compensação respiratória; VO_{2max} : consumo de oxigênio máximo; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; y: equação da linha de tendência.

Fonte: A AUTORA, 2019

O consumo de oxigênio teve apenas os minutos 1, 2, 3 e 4, primeiros 4 estímulos do HIIT, diferentes estatisticamente dos 4 primeiros minutos do HICT ($p \leq 0,05$). Nota-se que nos estímulos do HIIT o VO_2 é maior, alternando com VO_2 mais baixo nas recuperações, quase em sua totalidade contornando o traçado do HICT. É possível notar que o HICT inicia abaixo do LA, aumenta e mantém um pouco acima do LA, enquanto o HIIT, ultrapassou o LA, chegando próximo do PCR nos estímulos e teve suas recuperações bem próximas ou no LA, ficando mais próximo do VO_{2max} do teste máximo que o HICT. Os desvios padrões do HIIT ultrapassam o PCR nos estímulos e nas recuperações ficam entre o LA e PCR, mais próximos do PCR, diferente do HICT, com seus desvios padrões entre o LA e o PCR.

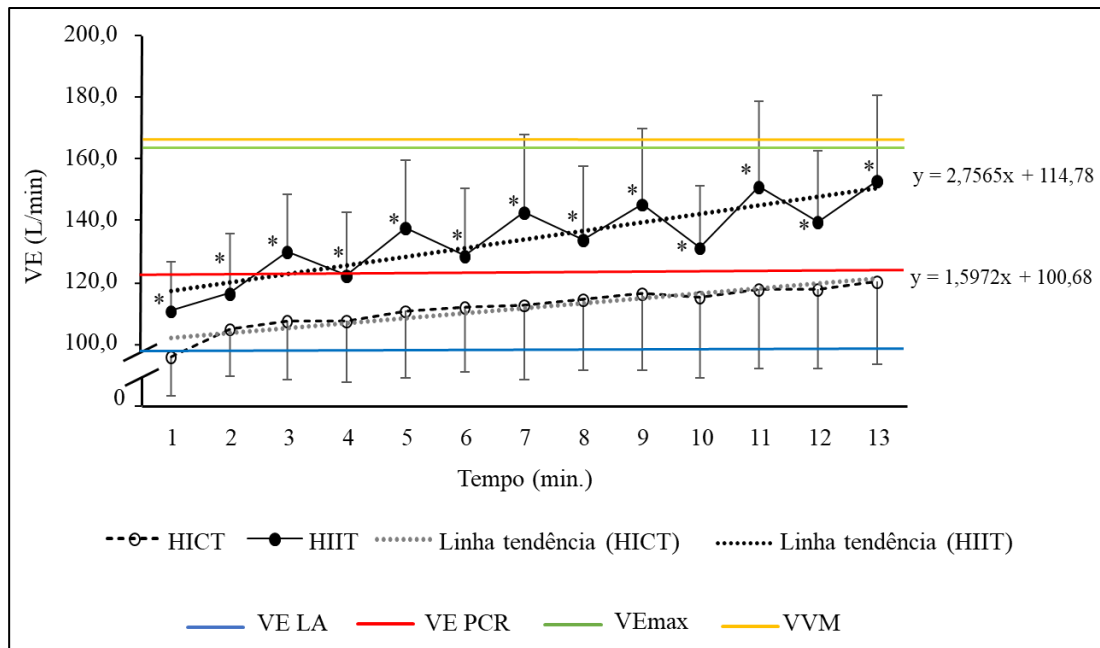
Observa-se que as linhas de tendências nos dois exercícios têm pouca inclinação, sendo semelhantes, tendendo a se manterem horizontalmente, o que pode ser observado pelo valor do coeficiente de inclinação na equação da reta.

Em sequência estão os dados do VE no LA, no PCR, o VE máximo obtidos no teste máximo, o valor da VVM e os valores médios a cada minuto do HIIT e HICT.

Todos os minutos do HIIT foram diferentes estatisticamente dos HICT ($p < 0,05$). Observa-se que a VE no protocolo HIIT está no PCR ou acima dele a partir do minuto 3, enquanto o HICT se inicia abaixo do LA e se mantém acima dele após o segundo ponto, sem atingir o PCR, de forma que o VE_{max} no HIIT se aproxima mais da VVM do que no protocolo HICT.

É possível observar que a linha de tendência do HICT tem uma inclinação discreta ($a = 1,5972$), diferente do HIIT que parece ter um componente de aumento maior com a progressão do exercício, com linha de tendência mais inclinada ($a = 2,7565$) (Figura 15).

Figura 15 – Volume minuto médio a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e volume minuto máximo, volume minuto no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo

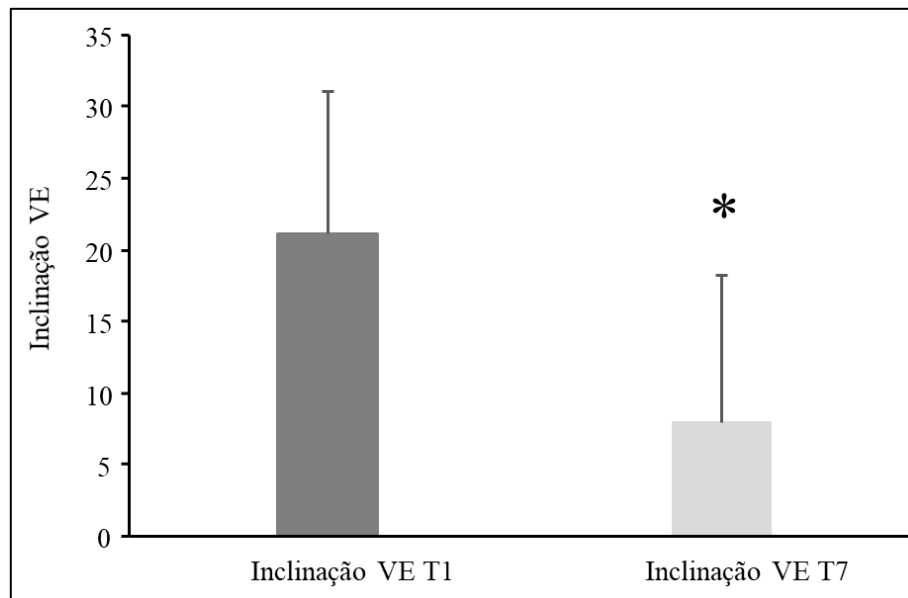


Legenda: * $p \leq 0,05$ vs exercício; VE: volume minuto; VE LA: volume minuto no limiar anaeróbico; VE PCR: volume minuto no ponto de compensação respiratória; VEmax: volume minuto máximo; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; y: equação da linha de tendência.

Fonte: A AUTORA, 2019

Foi calculado a inclinação do primeiro estímulo e do último estímulo do HIIT, com o intuito de identificar se o comportamento da ventilação era o mesmo no início e no fim do exercício. Houve diferença significativa entre a primeira inclinação e a última de acordo com a Figura 16 ($p \leq 0,05$).

Figura 16 – Inclinação do primeiro estímulo *versus* último estímulo do treinamento intervalado de alta intensidade

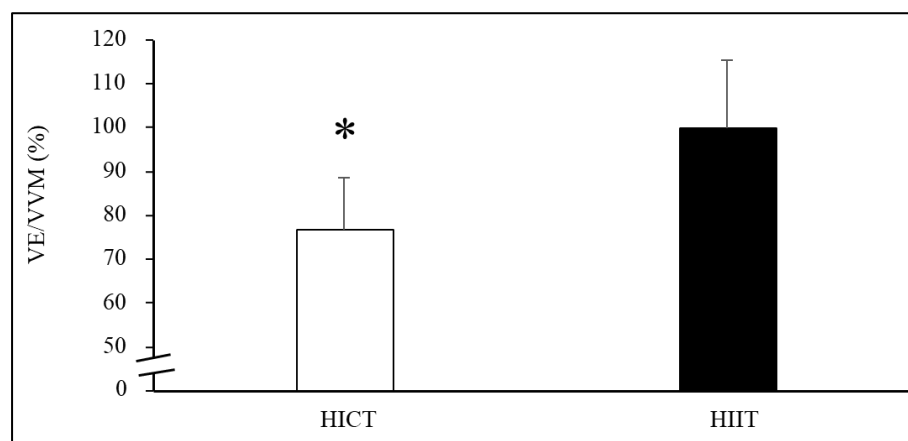


Legenda: * $p = 0,000340827$; VE: volume minuto; Inclinação VE T1: inclinação do volume minuto no primeiro estímulo do HIIT; Inclinação VE T2: inclinação do volume minuto no último estímulo do HIIT.

Fonte: A AUTORA, 2019

Foi determinada a porcentagem do VE em relação a VVM no HIIT e HICT. Essa porcentagem foi estatisticamente maior em HIIT comparado ao HICT ($p \leq 0,05$), como podemos visualizar no Figura 17.

Figura 17 – Relação entre volume minuto/ ventilação voluntária máxima no treinamento intervalado de alta intensidade *versus* treinamento contínuo de alta intensidade

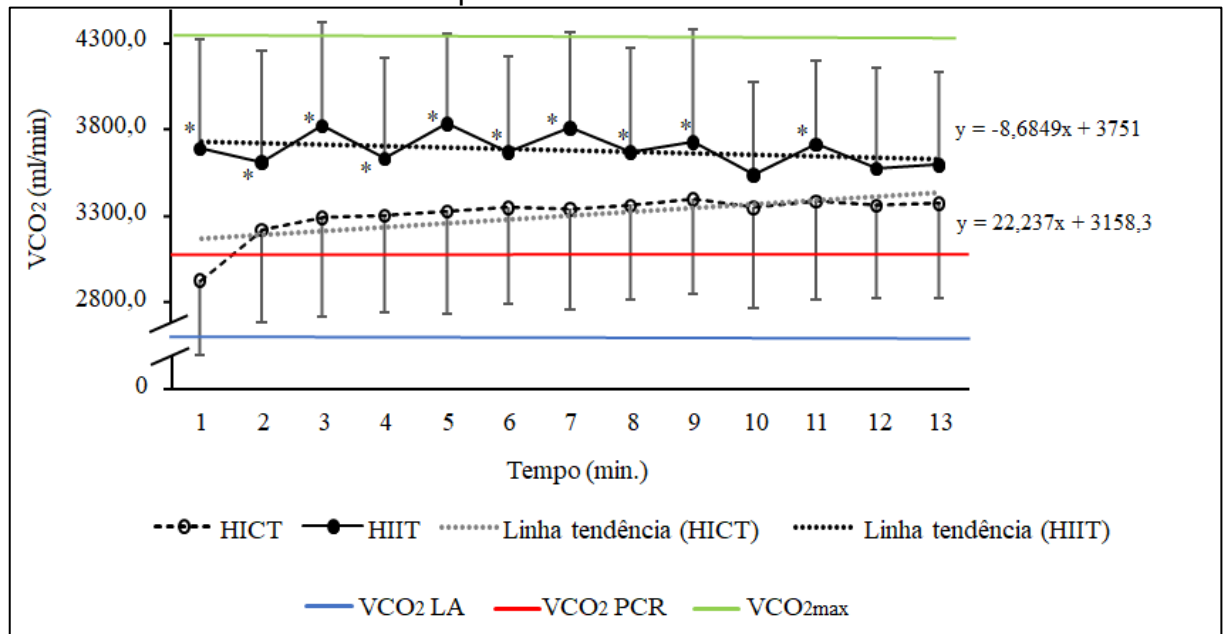


Legenda: * $p = 0,00001$; VE: volume minuto; VVM: ventilação voluntária máxima; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade.

Fonte: A AUTORA, 2019

O VCO_2 está demonstrado na Figura 18 em média e desvio padrão de cada minuto no HIIT e HICT.

Figura 18 – Volume de dióxido de carbono médio a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e volume de dióxido de carbono máximo, volume de dióxido de carbono no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo



Legenda: * $p \leq 0,05$ vs exercício; VCO_2 : volume de dióxido de carbono; VCO_2 LA: volume de dióxido de carbono no limiar anaeróbico; VCO_2 PCR: volume de dióxido de carbono no ponto de compensação respiratória; VCO_2max : volume de dióxido de carbono máximo; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; y: equação da linha de tendência.

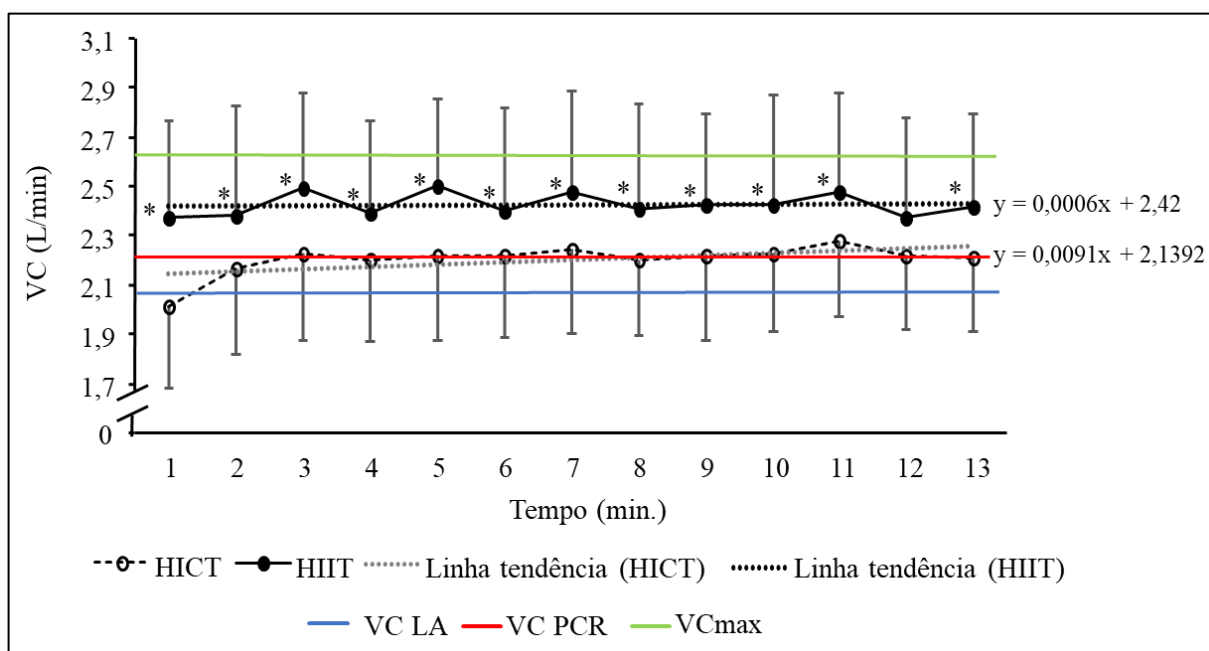
Fonte: A AUTORA, 2019

Com exceção dos dois últimos minutos do HIIT, todos os outros foram estatisticamente diferentes do HICT ($p \leq 0,05$). O VCO_2 no HIIT permanece todo o tempo acima do valor de PCR do teste máximo e o HICT só teve o primeiro minuto abaixo do PCR, mas todos os outros também estiveram acima. Ambos os exercícios tiveram VCO_2 acima do LA e o HIIT foi o que mais se aproximou do VCO_2max .

A linha de tendência do HIIT teve valor de a negativo ($a = -8,6849$) indicando tendência descendente com a progressão do exercício, enquanto a do HICT teve valor de $a = 22,237$ tendendo a aumentar ao longo da sessão (Figura 15).

O volume corrente está representado na Figura 19 em média e desvio padrão de cada minuto no HIIT e HICT. Os minutos do HIIT foram diferentes estatisticamente dos minutos do HICT ($p \leq 0,05$).

Figura 19 – Volume corrente média a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e volume corrente máximo, volume corrente no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo



Legenda: * $p \leq 0,05$ vs exercício; VC: volume corrente; VC LA: volume corrente no limiar anaeróbico; VC PCR: volume corrente no ponto de compensação respiratória; VCmax: volume corrente máximo; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; y: equação da linha de tendência.

Fonte: A AUTORA, 2019

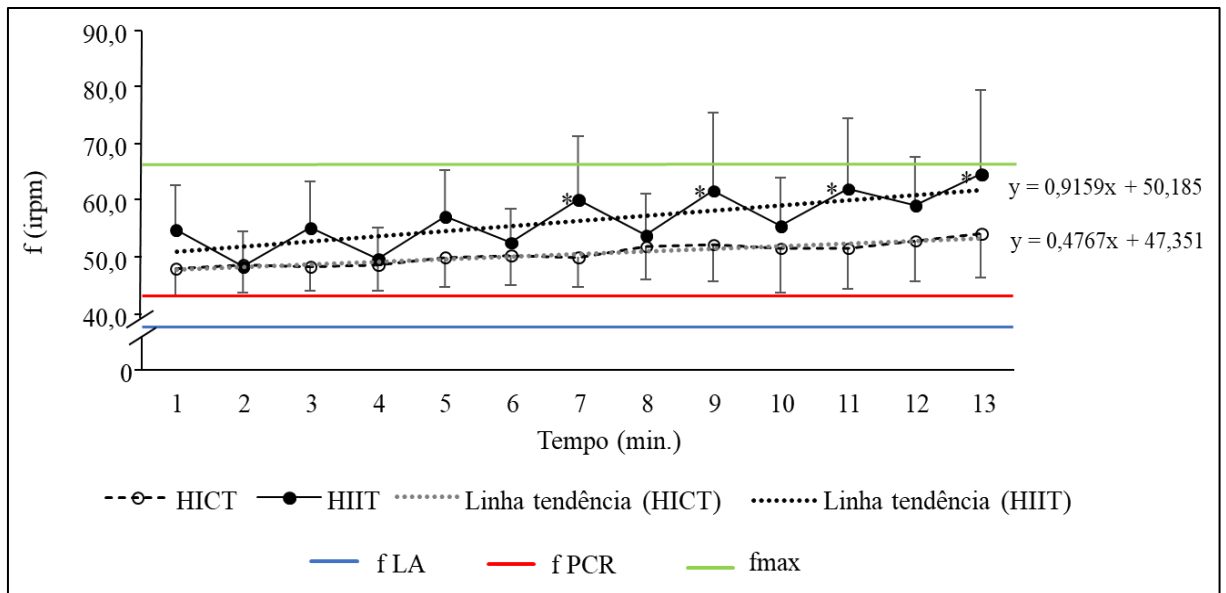
O VC no HIIT fica sempre acima do PCR, enquanto HICT se inicia abaixo do LA e a partir do segundo minuto tende a acompanhar o primeiro limiar, ficando mais distante do VCmax quando comparado ao HIIT.

A dinâmica das linhas de tendência dos dois exercícios é semelhante, com o decorrer da sessão permanecem horizontalizadas, com inclinação imperceptível visualmente.

A f no HIIT e no HICT ficam entre o PCR e a fmax do teste máximo, no HIIT a f é maior que em HICT e estatisticamente diferente do HICT nos minutos 7, 9, 11 e 13, coincidindo com os períodos de estímulo do HIIT ($p \leq 0,05$).

O HIIT tem linha de tendência pouco mais inclinada que HICT, de acordo com o valor de a observado na Figura 20.

Figura 20 – Frequência respiratória média a cada minuto no treinamento intervalado de alta intensidade e treinamento contínuo de alta intensidade representados em média e desvio padrão e frequência respiratória máxima, frequência respiratória no limiar anaeróbico e no ponto de compensação respiratória do teste máximo



Legenda: * $p \leq 0,05$ vs exercício; f: frequência respiratória; f LA: frequência respiratória no limiar anaeróbico; f PCR: frequência respiratória no ponto de compensação respiratória; f max: frequência respiratória máxima; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade; HICT: treinamento contínuo de alta intensidade; y: equação da linha de tendência.

Fonte: A AUTORA, 2019

6 DISCUSSÃO

Após revisão feita por nós para construção dessa dissertação, não foi identificado na literatura nenhum trabalho que comparou dois treinamentos de exercício de alta intensidade, um contínuo e outro intervalado, em atletas de alto rendimento em esteira ergométrica. As variáveis estudadas nesse trabalho de forma aguda, durante as sessões, podem ajudar a esclarecer como o controle respiratório ocorre em diferentes intervenções de exercícios em alta intensidade.

A hipótese do estudo é de que HIIT, devido aos seus elevados picos de alta intensidade, estimularia mais o sistema ventilatório e metabólico que HICT. Confirmamos a hipótese do nosso estudo pois os exercícios foram diferentes em relação ao metabolismo, mesmo com VO_2 médio igual entre as sessões, VCO_2 teve maior valor médio em HIIT, provocado por maior estímulo ventilatório, como observado por maiores valores médios de VE, VC e f no HIIT e chegando mais próximo da VVM que HICT. Além disso, nossos resultados apresentam em todas as variáveis estudadas, aumento e declínio dos pontos, correspondentes aos estímulos e recuperações no HIIT, assim como descrito anteriormente no artigo de Nicolò *et al.* (2014).

A seguir estão alguns exemplos de artigos com metodologias próximas ao nosso, porém, com voluntários com VO_2 menor que de atletas típicos e em ciclo ergômetro, para identificar como diferentes estímulos e recuperações do HIIT interferem na f, como é o caso do artigo de Nicolò *et al.* 2017, outro comparou diferentes protocolos de HIIT de intensidade moderada vs alta intensidade também em ciclo ergômetro, para entender o comportamento do VC e f, como feito por Nicolò *et al.* (2018) e alguns artigos analisaram a ventilação e/ou metabolismo no pós-treinamento, geralmente de HIIT vs contínuo de moderada intensidade (BURGOMASTER *et al.*, 2008; FOSTER *et al.*, 2015; GIBALA *et al.*, 2006; GIST *et al.*, 2014; OLNEY *et al.*, 2018).

Além de Nicolò *et al.* (2014), em sua revisão de Xu e Rhodes (1999) evidenciaram que VO_2 é diretamente proporcional a carga aplicada, em concordância com o presente estudo que mostrou picos de aumento e pontos de redução do VO_2 no HIIT, consistentes com as diferentes cargas de trabalho aplicadas, nos estímulos a 110% da $v\text{VO}_{2\text{max}}$, interpostos pelos descansos ativos a 60% da $v\text{VO}_{2\text{max}}$, e com

HICT, aumentando inicialmente o VO_2 e estabilizando ainda nos primeiros minutos do teste com carga constante de 85% da $\text{vVO}_{2\text{max}}$. Mesmo HIIT tendo períodos hora elevados, hora reduzidos e HICT aumentando o VO_2 inicialmente e atingindo estado estacionário em sequência, a linha de tendência de ambos são semelhantes e próximas a 0, sendo a de HICT discretamente mais inclinada que a de HIIT.

O VO_2 no HICT atinge estado estacionário a partir do LA, nos minutos iniciais do protocolo, corroborando novamente Xu e Rhodes (1999), descrevem que em exercícios com carga constante, abaixo do LA, o VO_2 aumenta até chegar no estado estacionário e com Wasserman, Van Kessel e Burton (1967), evidenciam que indivíduos treinados atingem estado estacionário do VO_2 mais cedo que outras populações.

Nossos achados sugerem que VE aumenta ao passo que o exercício evolui, no HIIT e no HICT, como comprovado pela inclinação positiva da linha de tendência. Porém HIIT tem componente de aumento maior que o HICT, pois tem linha de tendência mais inclinada positivamente e porque todos os seus minutos foram maiores que os minutos correspondentes de HICT. No HIIT, a VE aumenta bruscamente no início, como observado na estatística das inclinações do T1 vs T7, e aumenta de maneira menos evidente ao final do exercício. No fim do exercício não é possível aumentar mais a VE no HIIT pois os indivíduos já estão próximos de suas ventilações máximas. A relação entre a VE/VVM também foi maior em HIIT que HICT. HIIT chegou mais próximo da VVM que HICT, confirmando a hipótese de que o HIIT estimulou mais a ventilação, chegando próximo do máximo. Todos esses fatos indicam que HIIT provoca maior estresse do sistema respiratório em comparação ao HICT.

Conhecendo os mecanismos fisiológicos, na fase 2, as concentrações de CO_2 aumentam com o aumento da intensidade do exercício, devido ao tamponamento do bicarbonato para compensar a acidose metabólica. Para o mesmo VO_2 , HIIT teve maior VCO_2 , aparentemente devido a maior acidose metabólica que HICT. Mas, ao observar a linha de tendência e a análise estatística feita minuto a minuto, o VCO_2 foi diminuindo ao longo do tempo, demonstrando comportamento decrescente, valor de 'a' negativo, no HIIT, enquanto HICT demonstrou comportamento oposto.

No HIIT, a VE elevada, foi também acompanhada de valores mais altos de VC e f em comparação ao HICT. Os valores de VC foram mais elevados durante todo o exercício do HIIT vs HICT, mas os dois se mantiveram estáveis ao longo do

exercício, apresentando linha de tendência com inclinação próxima de zero. A f teve inclinação positiva em ambos, entretanto maior em HIIT, nos estímulos, a partir do minuto 7, como mostrou a análise estatística. Podemos afirmar então que a f tem relação direta com o VE, mas não com o VC, concordando com o estudo de Nicolò *et al.* (2017), que identificou que a f responde diretamente e proporcionalmente aos incrementos de carga diferentemente do VC.

A ventilação aumentada, foi uma combinação de VE, VC e f aumentados no HIIT, que pode ter ocorrido para lavar os altos valores do CO_2 no exercício e compensar provável a acidose metabólica provocada pelos picos intensos, por isso foi possível observar redução dos valores de VCO_2 no fim do exercício. A resposta ventilatória necessária para compensar a aparente acidose metabólica no exercício HIIT foi próxima da VVM, concordando e fornecendo suporte adicional ao estudo de Wasserman, Van Kessel e Burton (1967), o que comprova o elevado nível de treinamento dos atletas participantes do estudo, já que indivíduos treinados conseguem chegar tão próximo da sua ventilação máxima. No HIIT os voluntários não precisaram ter elevada ventilação (VE, VC e f) pois esse exercício não provocou altos valores de VCO_2 como no HIIT.

6.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Os resultados apresentados são exclusivamente para as populações de corredores de fundo de alta performance, tais achados podem não se repetir e não descrevem outras populações, como por exemplo: sedentários saudáveis ou indivíduos com alguma patologia associada.

O estudo poderia ser mais completo se dados de lactato sanguíneo e de percepção subjetiva do esforço fossem coletados durante as sessões de exercício, o que possibilitaria quantificar o grau da acidose metabólica em cada protocolo e estabelecer possíveis relações da PSE com as variáveis ventilatórias estudadas.

6.2 APLICAÇÕES PRÁTICAS

A escolha da prescrição do exercício entre HIIT ou HICT para atletas fundistas de alta performance, pode ser determinada pela intenção de se obter melhor performance. Mesmo os valores de VO_2 não tendo apresentado diferença entre os protocolos em atletas, como confirmado por nós e relatado anteriormente na revisão recente de Wen *et al.* (2019), o HIIT recrutou mais o sistema ventilatório e provocou maior acidose metabólica que HICT.

6.3 SUGESTÕES DE NOVOS ESTUDOS

Há menor número de evidências que estudam populações atléticas, sendo necessário explorar melhor, os efeitos ventilatórios e metabólicos, principalmente agudos, mas também crônicos em programas de HIIT comparando com outros protocolos de HIIT e de HICT, a fim de estabelecer possíveis conexões entre a ventilação e as diferentes manipulações possibilitadas pelo HIIT. Outra possibilidade é estudar a aplicação de protocolos do treinamento de alta intensidade de forma longitudinal com o intuito de observar se as variáveis ventilatórias se adaptam ou não as altas intensidades de exercício.

7 CONCLUSÃO

Concluimos que HIIT estimula mais a ventilação e o metabolismo dos atletas participantes do estudo. Mesmo o VO_2 médio sendo estatisticamente igual nas duas sessões de exercício de alta intensidade, HIIT estimula mais o sistema ventilatório, com maiores valores de VE, VC e f, se aproxima mais da VVM e possivelmente provoca maior acidose metabólica, como observado pelo maior acúmulo de VCO_2 que o HICT em corredores fundistas.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, E. O.; GOLDFARB, A. H. Increased training intensity effects on plasma lactate, ventilatory threshold, and endurance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 21, n. 5, p. 563–568, 1989.
- ALCÂNTARA, E. C.; SILVA, J. D. O. da. Adaptador bocal: um velho conhecido e tão pouco explorado nas medidas de função pulmonar. **ASSOBRAFIR Ciência**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 43–53, 2013.
- ARAÚJO, G. G. *et al.* Interval versus continuous training with identical workload: physiological and aerobic capacity adaptations. **Physiological Research**, Praha, v. 64, n. 2, p. 209–219, 2015.
- BACON, A. P. *et al.* VO₂max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. **PloS One**, San Francisco, v. 8, n. 9, p. e73182, 2013.
- BEAUCHAMP, M. K. *et al.* Interval versus continuous training in individuals with chronic obstructive pulmonary disease: a systematic review. **Thorax**, London, v. 65, n. 2, p. 157–164, 2010.
- BILLAT, L. V. Interval Training for performance: a scientific and empirical practice. special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 1, p. 13–31, 2001.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 43, n. 5, p. 313–338, 2013.
- BURGOMASTER, K. A. *et al.* Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **The Journal of Physiology**, London, v. 586, n. 1, p. 151–160, 2008.
- COOPER, K. H. **Aerobics Way**. New York: Bantam, 1989.
- COSTA, D.; JAMAMI, M. Bases fundamentais da espirometria. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, São Carlos, v. 5, n. 2, p. 95–102, dez. 2001.
- DANIELS, J. **Fórmula de corrida de Daniels**. Tradução de Márcia dos Santos Dornelles; Vinicius Giordano Mancio. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.
- DUNHAM, C.; HARMS, C. A. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 112, n. 8, p. 3061–3068, 2012.

FOSTER, C. *et al.* The effects of high intensity interval training vs steady state training on aerobic and anaerobic capacity. **Journal of Sports Science & Medicine**, Bursa, v. 14, n. 4, p. 747–755, 24 nov. 2015.

GIBALA, M. J. *et al.* Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 575, p. 901–911, 15 set. 2006. Part 3.

GIBALA, M. J.; JONES, A. M. Physiological and performance adaptations to high-intensity interval training. **Nestle Nutrition Institute Workshop Series**, Basel, v. 76, p. 51–60, 2013.

GIST, N. H. *et al.* Sprint interval training effects on aerobic capacity: a systematic review and meta-analysis. **Sports Medicine**, Auckland, v. 44, n. 2, p. 269–279, 2014.

HADDAD, A. *et al.* Modelling and regulating of cardio-respiratory response for the enhancement of interval training. **Biomedical Engineering Online**, London, v. 13, p. 9, 2014.

HARMS, C. A. *et al.* Effects of respiratory muscle work on exercise performance. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 89, n. 1, p. 131–138, 2000.

HAWLEY, J. A. *et al.* Training techniques to improve fatigue resistance and enhance endurance performance. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 15, n. 3, p. 325–333, 1997.

JOYNER, M. J.; COYLE, E. F. endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 586, n. 1, p. 35–44, 2008.

JUNG, M. E. *et al.* High-intensity interval training as an efficacious alternative to moderate-intensity continuous training for adults with prediabetes. **Journal of Diabetes Research**, Cairo, v. 2015, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4396724/>. Acesso em: 17 jun. 2019.

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

LOPES, R. B.; BRITTO, R. R.; PARREIRA, V. F. Padrão respiratório durante o exercício - revisão literária. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Taguatinga, v. 13, n. 2, p. 153–160, 2005.

MACINNIS, M. J. *et al.* Superior mitochondrial adaptations in human skeletal muscle after interval compared to continuous single-leg cycling matched for total work. **The Journal of Physiology**, Oxford, v. 595, n. 9, p. 2955–2968, 2017.

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

MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L. R.; CARROLL, S. Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at $\dot{V}O_{2\max}$. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 28, n. 4, p. 273–280, 2007.

NEDER, J. A.; NERY, L. E. **Fisiologia clínica do exercício: teoria e prática**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2004.

NICOLÒ, A. *et al.* Neuromuscular and Metabolic Responses to High-Intensity Intermittent Cycling Protocols with Different Work-to-Rest Ratios. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 9, n. 1, p. 151–160, 2014.

NICOLÒ, A. *et al.* Differential control of respiratory frequency and tidal volume during high-intensity interval training. **Experimental Physiology**, Cambridge, v. 102, n. 8, p. 934–949, 2017.

NICOLÒ, A. *et al.* Respiratory Frequency and Tidal Volume during Exercise: Differential Control and Unbalanced Interdependence. **Physiological Reports**, Malden, v. 6, n. 21, p. e13908, 2018.

OLNEY, N. *et al.* Comparison of acute physiological and psychological responses between moderate-intensity continuous exercise and three regimes of high-intensity interval training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 32, n. 8, p. 2130–2138, 2018.

PEREIRA, C. A. C. Espirometria. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 28, p. S1–S82, 2002. Suplemento 3.

REINDELL, H.; ROSKAMM, H. Ein beitrag zu den physiologischen grundlagen des intervall training unter besonderer berücksichtigung des kreilaufes. **Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin**, Geneva, v. 7, p. 1–8, 1959.

SLIMANI, M.; BRAGAZZI, N. L. Data concerning the impact of mental fatigue on vigor as measured with the brunel mood scale (BRUMS) in both physically active and trained subjects: a mini meta-analysis. **Data in Brief**, Amsterdam, v. 13, p. 655–660, 2017.

SLOTH, M. *et al.* Effects of sprint interval training on $\dot{V}O_{2\max}$ and aerobic exercise performance: a systematic review and meta-analysis. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 23, n. 6, p. e341-352, 2013.

STATSOFT. INC. **Statistica**: data analysis software system, version 10, Tulsa: Statsoft, 2011.

WASSERMAN, K.; VAN KESSEL, A. L.; BURTON, G. G. Interaction of physiological mechanisms during exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 22, n. 1, p. 71–85, 1967.

WASSERMAN, K.; WHIPP, B. J.; CASABURI, R. Respiratory control during exercise. In: TERJUNG, R. (Org.). . **Comprehensive physiology**. Hoboken: John Wiley & Sons, 2011. p. 595–619.

WEN, D. *et al.* Effects of different protocols of high intensity interval training for VO₂max improvements in adults: a meta-analysis of randomised controlled trials. **Journal of Science and Medicine in Sport**, Victoria, 2019.

WHIPP, B. J. The slow component of O₂ uptake kinetics during heavy exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 26, n. 11, p. 1319–1326, 1994.

WILMORE, J. H.; COSTILL, D. L.; KENNEY, W. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. 5. ed. Barueri: Manole, 2013.

XU, F.; RHODES, E. C. Oxygen uptake kinetics during exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 27, n. 5, p. 313–327, 1999.

APÊNDICE A – Diário alimentar

Instruções de Uso

Por favor, descreva tudo o que você comeu e bebeu nas 24 h anteriores à primeira sessão de teste. Tente repetir o que você comeu neste período ao máximo possível durante as 24 h precedentes às outras sessões de testes e registre tudo, ainda que você não seja capaz de reproduzir 100%. Para cada sessão, nós gostaríamos que você identificasse os alimentos e líquidos consumidos e o tamanho das porções. Para ter a ideia do tamanho aproximado das porções, utilize a padronização a seguir:

Alimentos



Colheres. Medida caseira (da esquerda para direita): nivelada, rasa e cheia



Colheres (da esquerda para a direita): colher de café, colher de chá, colher de sobremesa, colher de sopa e colher de servir



Conchas (de baixo para cima): concha grande, concha média funda, concha média rasa e concha pequena



Bebidas



Lembre-se de adicionar cada alimento e líquido separadamente. Por exemplo, para bebidas diluídas, coloque a quantidade de líquido e de pó concentrado separadamente. Qualquer alimento deixado ao prato deve ser anotado na tabela (na coluna “restos”).

- Não se esqueça de incluir todos os alimentos e líquidos consumidos, incluindo água, lanches e ceias.

EXEMPLO

Data: 16 / 01 / 2018

Hora	Alimento (incluir a marca)	Porção	Restos
08h30	Pão francês	2 unidades	0
08h30	Manteiga (Porto Alegre)	1 c. sob.	0
08h30	Leite	1 copo dup	0
08h30	Achocolatado (Toddy)	2 c. sob.	0
11h00	Água	1 copo am.	0
12h30	Arroz	2 escum.	1 c. sopa
12h30	Feijão	1 con. G	1 c. sob.
12h30	Carne Bovina (bife)	Média	0
15h00	Maçã	1 unidade	0
19h30	Pão integral (Seven Boys)	2 fatias	0
19h30	Margarina (Fibra Qualy)	1 c. sob.	0
19h30	Mussarela	2 fatias	0
22h40	Frango (sobrecoca)	1	0
22h40	Alface	3 folhas	0
22h40	Beterraba	3 rodela	0

SESSÃO 1 – TREINO NA ESTEIRA ERGOMÉTRICA

() HIIT

() CONTÍNUO

Nome:

Data:

/ /

[illegible]

SESSÃO 2 – TREINO NA ESTEIRA ERGOMÉTRICA () HIIT () CONTÍNUO

Nome:

Data: / /

[illegible]

ANEXO A – Termo de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Trabalho Respiratório no Treinamento Intervalado de Alta Intensidade

Pesquisador: Jorge Roberto Perroux de Lima

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 76451817.7.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.475.426

Apresentação do Projeto:

Apresentação do projeto está clara, detalhada de forma objetiva, descreve as bases científicas que justificam o estudo, estando de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, item III.

Objetivo da Pesquisa:

Os Objetivos da pesquisa estão claros bem delineados, apresenta clareza e compatibilidade com a proposta, tendo adequação da metodologia aos objetivos pretendido, de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013, item 3.4.1 - 4.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos e benefícios descritos em conformidade com a natureza e propósitos da pesquisa. O risco que o projeto apresenta é caracterizado como risco mínimo e benefícios esperados estão adequadamente descritos. A avaliação dos Riscos e Benefícios está de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466/12 de 2012, itens III; III.2 e V.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem estruturado, delineado e fundamentado, sustenta os objetivos do estudo em sua metodologia de forma clara e objetiva, e se apresenta em consonância com os princípios éticos norteadores da ética na pesquisa científica envolvendo seres humanos elencados na resolução 466/12 do CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS.

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SÃO PEDRO **CEP:** 36.036-900
UF: MG **Município:** JUIZ DE FORA
Telefone: (32)2102-3788 **Fax:** (32)1102-3788 **E-mail:** cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO B – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa **Trabalho respiratório no treinamento intervalado de alta intensidade**. Nesta pesquisa pretendemos descobrir se há diferença no trabalho da musculatura respiratória entre dois tipos diferentes de treinamento aeróbico. O motivo que nos leva a estudar é que possivelmente essa diferença pode ser o fator responsável pelas adaptações específicas geradas por cada exercício e assim os treinadores e terapeutas poderão prescrever o treinamento de forma mais específica. Para esta pesquisa adotaremos o(s) seguinte(s) procedimento(s): Para esta pesquisa adotaremos os seguintes procedimentos: Serão quatro visitas a Unidade de Investigação Cardiovascular e Fisiologia do Exercício do Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora. Na primeira visita você fará uma sessão de familiarização com a corrida na esteira em altas velocidades e com o uso dos instrumentos de medida empregados no estudo. Você irá fazer alguns testes respiratórios assoprando um bocal ligado a aparelhos, estes testes são: Espirometria, Manovacuometria e Teste de endurance diafragnática. Serão explicados os questionários que usaremos e daremos algumas instruções em relação a como você deve proceder em sua rotina diária durante a pesquisa e procedimentos das próximas visitas. Na segunda visita será feita uma entrevista com perguntas referentes à sua rotina e tipo de treinamento, será medido seu peso e sua altura, você responderá algumas perguntas sobre o seu estado de humor e você fará um teste ergoespirométrico na esteira. Nesse teste você irá correr na esteira e a velocidade será aumentada a cada dois minutos até o seu esforço máximo. Será colocado um aparelho que mede a sua troca gasosa, também será monitorizada a atividade elétrica do coração, e sua pressão arterial, o teste será acompanhado por profissionais treinados e os riscos de realiza-lo são mínimos. Na terceira e quarta visitas você fará um treinamento de corrida em alta intensidade, um contínuo e um intervalado. Será feito novamente as perguntas sobre seu estado de humor antes de começar os treinamentos. Durante o exercício será medido a troca gasosa, com o mesmo aparelho do teste ergoespirométrico, será medido a sua frequência cardíaca por meio de uma cinta colocada no tórax e um relógio. Antes e após os treinos serão feitas algumas medidas de força da musculatura respiratória da mesma forma feita na primeira visita, será medido também o fluxo sanguíneo no seu antebraço, para isso, vamos posicionar diferentes manguitos nos seus braços, bem como em uma de suas pernas, além de colocarmos alguns eletrodos no seu tórax. É importante ressaltar que não será realizada nenhuma intervenção invasiva em seu corpo.

Para participar desta pesquisa, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, caso sejam identificados e comprovados danos provenientes desta pesquisa, você tem assegurado o direito à indenização. Você será esclarecido (a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido (a). O pesquisador irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. Você não será identificado em nenhuma publicação. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em. Os riscos envolvidos na pesquisa consistem em riscos mínimos. São riscos inerentes de se realizar exercício físico, como fadiga na musculatura exercitada. Os resultados da pesquisa contribuirão para a melhor compreensão de como o treinamento intervalado de alta intensidade gera adaptações positivas no nosso corpo, e com isso os treinadores e terapeutas terão maior conhecimento da fisiologia para modular e otimizar o treinamento.

Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais: sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo a legislação brasileira (Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br



Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____ **(se já tiver documento)**, fui informado (a) dos objetivos da presente pesquisa, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar dessa pesquisa. Recebi o termo de assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas *dúvidas*.

Juiz de Fora, ____ de _____ de 20 ____.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Nome do Pesquisador Responsável: Jorge de Lima Perrout

Endereço: Faculdade de Educação Física e Desporto da Universidade Federal de Juiz de Fora, Bairro Martelos, Campus Universitário.

CEP: 36030-900 / **Juiz de Fora – MG**

Fone: (32) (32) 999774390 ou (32) 988751305

E-mail: jorge.perrout@gmail.com

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

CEP - Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos - UFJF

Campus Universitário da UFJF

Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa

CEP: 36036-900

Fone: (32) 2102- 3788 / E-mail: cep.propesq@ufjf.edu.br

ANEXO C – Escala de Brums

ESCALA DE HUMOR DE BRUMS

Nome:

Data: / /

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o círculo que melhor descreve **COMO VOCÊ SE SENTE AGORA**. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

ESCALA: 0 = nada, 1 = um pouco, 2 = moderadamente, 3 = bastante e 4 = exageradamente

- | | | | | | |
|--------------------------|------|-----|-----|-----|-----|
| 1. Apavorado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 2. Animado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 3. Confuso _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 4. Esgotado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 5. Deprimido _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 6. Desanimado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 7. Irritado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 8. Exausto _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 9. Inseguro _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 10. Sonolento _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 11. Zangado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 12. Triste _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 13. Ansioso _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 14. Preocupado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 15. Com disposição _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 16. Infeliz _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 17. Desorientado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 18. Tenso _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 19. Com raiva _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 20. Com energia _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 21. Cansado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 22. Mal-humorado _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 23. Alerta _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |
| 24. Indeciso _____ | _(0) | (1) | (2) | (3) | (4) |