

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

Marcus Vinicius da Silva

**A influência da manipulação da recuperação nas respostas fisiológicas e
perceptuais em treinamento intervalado de alta intensidade**

Juiz de Fora
2021

Marcus Vinicius da Silva

A influência da manipulação da recuperação nas respostas fisiológicas e perceptuais em treinamento intervalado de alta intensidade

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Faculdade Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física. Área de Concentração: Exercício e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima

Juiz de Fora

2021

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

Silva, Marcus Vinicius da

A influência da manipulação da recuperação nas respostas fisiológicas e perceptuais em treinamento intervalado de alta intensidade / Marcus Vinicius da Silva. -- 2021.
109 f.

Orientador: Jorge Roberto Perrout de Lima

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Universidade Federal de Viçosa, Faculdade de Educação Física. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2021.

1. Recuperação. 2. Consumo de oxigênio. 3. Percepção subjetiva. 4. Corredores de fundo. 5. Treinamento intervalado de alta intensidade. I. Roberto Perrout de Lima, Jorge, orient. II. Título.

Marcus Vinicius da Silva

A influência da manipulação da recuperação nas respostas fisiológicas e perceptuais em treinamento intervalado de alta intensidade

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física da Faculdade Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Educação Física. Área de concentração: Exercício e Esporte.

Aprovada em: 16 de abril de 2021.

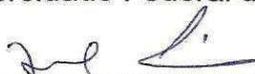
BANCA EXAMINADORA



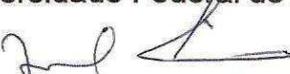
Prof. Dr. Jorge Roberto Perrout de Lima
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Maurício Gattás Bara Filho
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Vinicius de Oliveira Damasceno
Universidade Federal de Pernambuco



Prof. Dr. Reginaldo Gonçalves
Universidade Federal de Minas Gerais

Dedico este trabalho à minha esposa Josária Ferraz Amaral, pelo suporte incondicional e incentivo em toda pós-graduação, e à minha filha Laura Ferraz Silva constante fonte de inspiração e superação.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela vida, sabedoria e discernimento para trilhar os caminhos do bem.

À minha esposa Josária, por estar sempre ao meu lado de forma incondicional, com muito amor e carinho. O seu suporte foi primordial para que eu conseguisse trilhar esse caminho da melhor forma possível. Não há palavras para agradecê-la.

À minha filha Laura, por ser fonte constante de inspiração e Amor. Infelizmente os momentos de ausência foram necessários.

Aos meus pais, por me incentivarem a estudar.

Ao meu orientador Jorge Perrout por promover o meu crescimento pessoal e profissional. Conviver com ele durante esses anos foi muito enriquecedor, sem o seu total suporte essa tese não existiria. Ele nunca me deixou desistir dessa pesquisa, nem nos momentos mais difíceis.

Ao professor Guto, pai de todas as horas, desde o primeiro período até essa fase importante da minha formação. E ainda, auxiliou muito na realização das coletas.

Aos amigos Jorge Luís e Victor Hugo, pelos ricos momentos em que discutimos corridas de rua.

Aos professores Iago Floriano, Wenderson da Costa, Gabriela Lopes, Gilberto Roque, Renato Siqueira, e aos alunos Lucas Santos e Francisco Perrout pela importantíssima contribuição nas coletas de dados dessa pesquisa.

Ao professor Jeferson Macedo Vianna, mentor desde a graduação. Na direção da Faculdade garantiu a viabilidade financeira e estrutural da pesquisa. Muito grato por ter você como avaliador do projeto de pesquisa e membro titular das bancas de qualificação e da defesa.

Ao professor Maurício Bara, pelos ensinamentos desde a graduação (iniciação científica) e orientação na especialização. Muito grato por ter você como membro da banca de qualificação e defesa.

Aos professores Vinicius Damasceno e Reginaldo Gonçalves por aceitarem fazer parte da banca examinadora desta tese, cuja contribuição intelectual a enriquecerá muito o produto final.

Ao Amigo professor Cristiano Diniz, sempre solicito esclarecendo as dúvidas no desenho do estudo e nas análises estatísticas, e agora como membro da banca.

Aos professores Francisco Zacaron e Washington Pires por aceitarem prontamente a comporem a banca examinadora.

Ao professor Paulo Amorim por ter contribuído grandiosamente na qualificação projeto.

Ao coordenador da pós-graduação, professor Moacir Marocolo, pelos conselhos e suporte na parte final da pesquisa.

Ao secretário da pós-graduação, Roberto Matos, por estar sempre disposto a ajudar, sempre realizando um trabalho de excelência.

Ao funcionário responsável pela infraestrutura da FAEFID, Rogério Dias, por todo suporte e manutenção constante da pista de Atletismo, sempre a deixando em condições de coleta.

A Universidade Federal de Juiz de Fora (Departamento de Educação Física / Campus GV) por conceder afastamento total para cursar o Doutorado. E ainda, a reitoria, por ter mantido o programa de qualificação docente, que concedeu bolsas de estudos em quase todo curso.

Aos colegas de trabalho do Campus de Governador Valadares e Campus Juiz de Fora, professores, Dilson, Flávio, Toledo, Meirele, Silvana e João Paulo.

A todos os voluntários da pesquisa que derramaram seu suor na pista de Atletismo, se dedicando fortemente nos exaustivos protocolos experimentais.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização desta tese.

"A teoria sem prática vira 'verbalismo' assim como a prática sem teoria, vira ativismo. No entanto quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade". (FREIRE, 1996, p.25).

RESUMO

O treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é uma das metodologias mais eficientes para o aprimoramento da potência aeróbia máxima de corredores de fundo do Atletismo. No HIIT, o modo de recuperação pode ser decisivo para que a intensidade dos estímulos se mantenha elevada durante toda a sessão. Diante disso, o objetivo deste estudo foi comparar o efeito da manipulação da recuperação no rendimento, nas respostas fisiológicas e de percepção subjetiva do esforço no HIIT, em corredores de fundo treinados. Participaram da pesquisa 19 sujeitos, sendo 14 homens ($31,92 \pm 8,12$ anos) e cinco mulheres ($29,8 \pm 6,94$ anos). Os voluntários foram submetidos a teste progressivo máximo e a três protocolos experimentais. Nesses protocolos foram realizados seis estímulos de três minutos ($90\% \dot{V}O_2\text{max}$), com distinção no modo e no tempo de recuperação executado: recuperação passiva longa de 90 s; recuperação ativa de 90 s ($50\% \dot{V}O_2\text{máx}$); recuperação passiva curta de 60 s. O consumo de oxigênio foi mensurado em todos os testes, utilizando analisador de gases portátil (Marca Cosmed[®], modelo K4b², Roma, Itália). Os dados foram reportados como média \pm desvio padrão e a significância estatística adotada foi de 5%. Em relação ao desempenho dos atletas nos protocolos, no modo de recuperação ativa, os 2^o, 3^o e 6^o estímulos apresentaram menor velocidade quando comparado ao modo passivo longo ($p= 0,005$). Na recuperação passiva curta a velocidade foi inferior à passiva longa apenas no 5^o estímulo ($p= 0,03$). No âmbito das respostas fisiológicas, foi observado tempo de exercício absoluto realizado acima ou igual a 90% do $\dot{V}O_2\text{max}$ (zona vermelha) superior no protocolo de recuperação passiva curta quando comparado ao protocolo de recuperação passiva longa ($p= 0,001$). Já o protocolo de recuperação passiva curta apresentou tempo relativo em zona vermelha superior à recuperação ativa ($p= 0,017$) e passiva longa ($p= 0,001$). O consumo de oxigênio mensurado nos últimos 90 s de estímulo foi superior no modo de recuperação passiva curta em relação à passiva longa (nos estímulos 2, 3, 4, 5) ($p= 0,001$). A análise do consumo de oxigênio nos últimos 30 s da recuperação revelou maiores valores nos modos passivo curto e ativo em relação à recuperação passiva longa ($p= 0,001$). As respostas ventilatórias, produção de CO_2 e ventilação ($\dot{V}E$) durante os estímulos, apresentaram valores superiores no protocolo de recuperação passiva curta ($\dot{V}CO_2$ $p= 0,008$; $\dot{V}E$ $p= 0,004$) e ativa ($\dot{V}CO_2$ $p= 0,012$; $\dot{V}E$ $p= 0,002$) em relação à passiva longa. Já a frequência respiratória, no

modo de recuperação ativa, foi superior em relação à recuperação passiva longa nos estímulos 3, 4 e 5 ($p= 0,015$). A percepção subjetiva do esforço foi inferior na recuperação passiva longa em relação à passiva curta apenas no (6º estímulo) ($p= 0,014$). Os protocolos de recuperação ativo e passivo curto, apresentaram menores valores de percepção subjetiva da recuperação, em relação à passiva longa (recuperações 4 e 5) ($p= 0,012$ e $p= 0,09$). Ademais, a percepção subjetiva da sessão e a carga de treinamento foram inferiores no protocolo de recuperação passiva longa em relação aos protocolos de recuperação ativa ($p= 0,006$) e passiva curta ($p= 0,001$ e $p= 0,021$). Conclui-se que o protocolo de recuperação passiva curta apresenta maior custo benefício para promover as adaptações esperadas pelo HIIT. Nesse modo de recuperação, o tempo em zona vermelha superior aos demais protocolos, gerando maior estresse fisiológico e psicológico, contudo, sem comprometer a qualidade da sessão. O protocolo ativo também proporcionou elevado tempo em zona vermelha, mas, neste a velocidade dos estímulos não foi mantida.

Palavras-chave: Recuperação. Consumo de oxigênio. Percepção subjetiva de esforço. Corredores de fundo. Treinamento intervalado de alta intensidade.

ABSTRACT

High-intensity interval training (HIIT) is a more efficient methodology for improving the maximal aerobic power of long distance runners in Athletics. In HIIT, the recovery mode can be decisive for the intensity of the stimuli to remain high throughout the session. Therefore, this study aimed at comparing the manipulation recovery on performance, on physiological and subjective perception of effort at HIIT, in trained long distance runners. Nineteen subjects, 14 men (31.92 ± 8.12 years old) and five women (29.8 ± 6.94 years old). The volunteers underwent a maximum progressive test and three experimental protocols. In these experimental protocols six stimuli were applied for three minutes ($90\% \dot{V}O_{2\max}$), with distinction in mode and time of recovery executed: passive long recovery (90 s); active recovery (90 s; $50\% \dot{V}O_{2\max}$) and passive short recovery (60 s). Oxygen consumption was measured in all tests, using a portable gas analyzer (Cosmed[®] Model K4b², Rome, Italy). Data were reported as mean \pm deviation from the standard and statistical significance was set at p -value < 0.05 . In relation to performance of the athletes in protocols, in the active recovery mode, the 2nd, 3rd and 6th stimuli produce lower speed than in the passive long recovery ($p= 0.005$). In passive short recovery, the speed was lower than in passive long recovery only on the 5th stimuli ($p= 0.03$). Within the scope of physiological responses, absolute exercise time above or equal the $90\% \dot{V}O_{2\max}$ (red zone) accomplished was observed to be higher in the active recovery protocol in relation to the passive long recovery protocol ($p= 0.001$). On the other hand the short passive recovery protocol produces higher relative time in the red zone than the active ($p= 0.017$) and long passive recovery protocols ($p= 0.001$). The oxygen consumption measured in the last 90 s of stimulus was higher in the short passive recovery mode than in the long passive mode on the 2nd, 3rd, 4th and 5th stimuli ($p= 0.001$). The oxygen consumption analysis in the last 30 s of the recovery demonstrated higher values in short and active passive modes than in the long passive recovery ($p= 0.001$). Ventilatory responses, CO_2 production and ventilation ($\dot{V}E$), presented higher values in short passive ($\dot{V}CO_2$ $p= 0.008$; $\dot{V}E$ $p= 0.004$) and active ($\dot{V}CO_2$ $p= 0.012$; $\dot{V}E$ $p= 0.002$) recovery protocols than in the long passive recovery protocol during the stimuli. The respiratory rate, however, was higher in the active recovery mode than in the long passive recovery on the 3rd, 4th and 5th stimuli ($p= 0.015$). The subjective perception of effort was lower in long passive recovery,

compared to short passive recovery, only on the (6th stimulus) ($p= 0.014$). The active and passive short protocols presented lower values of subjective perception of recovery, in relation to the long passive (4th e 5th recovery) ($p= 0.012$ and $p= 0.09$). In addition, subjective perception of the session and the training load in the long passive recovery protocol was lower in relation to the active recovery protocol ($p= 0.006$) and short passive ($p= 0.001$ and $p= 0.021$). In conclusion, the short passive recovery protocol produces higher cost benefit than other protocols to promote the adaptations of the HIIT. In this mode of recovery, the time in the red zone is higher than other protocols, generating greater physiological and psychological stress, however, without compromising the quality of the session. The active protocol also provided high time in the red zone, but, in this the speed of the stimuli was not maintained.

Keywords: Recovery. Oxygen Consumption. Rate perceived exertion. Long distance runners. High-intensity interval training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Variáveis estruturais do HIIT	21
Figura 2 - Modelo teórico da manipulação da recuperação	22
Quadro 1- Resumo dos resultados das manipulações da recuperação sobre as variáveis fisiológicas e perceptuais em pesquisas de HIIT longo.....	29
Quadro 2 - Ordem de realização dos protocolos conforme o sorteio e balanceamento.....	40
Figura 3 - Representação esquemática da realização dos protocolos experimentais.	42
Figura 4 - Pista de atletismo demarcada para execução do teste progressivo máximo e protocolos experimentais.....	43
Gráfico 1 - Estados de humor (BRUMS) dos voluntários pré-participação aos protocolos experimentais.	48
Gráfico 2 - Escala de recuperação total	49
Gráfico 3 - Velocidade média e desvio padrão realizada em cada estímulo nos protocolos experimentais.	50
Gráfico 4 - Tempo absoluto e relativo de exercício realizado $\geq 90\%$ do $\dot{V}O_2\text{max}$	51
Gráfico 5 - Média do grupo do $\dot{V}O_2$ relativo ao $\dot{V}O_2\text{max}$, nos protocolos experimentais.....	51
Gráfico 6 - Média e desvio padrão do percentual do $\dot{V}O_2\text{máx}$ nos últimos 90s de cada estímulo nos protocolos experimentais.....	52
Gráfico 7 - Média e desvio padrão do percentual do $\dot{V}O_2\text{máx}$ nos últimos 30s de cada recuperação nos protocolos experimentais	53
Gráfico 8 - Média e desvio padrão da diferença pré e pós-protocolo do lactato sanguíneo.....	54
Gráfico 9 - Média e desvio padrão do percentual do $\dot{V}CO_2$ em cada estímulo nos protocolos experimentais	55
Gráfico 10 - Média e desvio padrão da ventilação em cada estímulo nos protocolos experimentais.....	56
Gráfico 11 - Média e desvio padrão do volume corrente em cada estímulo nos protocolos experimentais	57
Gráfico 12 - Média e desvio padrão da frequência respiratória em cada estímulo nos protocolos experimentais	58

Gráfico 13 - Percepção subjetiva do esforço média e desvio padrão em cada estímulo nos protocolos experimentais	59
Gráfico 14 - Correlações entre a percepção subjetiva do esforço e a frequência respiratória	59
Gráfico 15 - Percepção subjetiva da recuperação média e desvio padrão em cada estímulo nos protocolos experimentais	60
Gráfico 16 - Percepção subjetiva da sessão e carga de treinamento nos protocolos experimentais.....	61
Quadro 3 - Quadro resumo dos resultados encontrados	62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos dados de caracterização da amostra	45
Tabela 2 - Média e desvio padrão das variáveis mensuradas no teste progressivo máximo.....	46
Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da temperatura e umidade durante os protocolos experimentais.	47
Tabela 4 - Média e desvio padrão das distâncias e velocidade prescritas nos protocolos experimentais, masculino e feminino.	47

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

f	Frequência respiratória
$f_{\text{máx}}$	Frequência respiratória máxima
FC	Frequência cardíaca
FC _{max}	Frequência cardíaca máxima
FC _{PCR}	Frequência cardíaca no ponto de compensação respiratória
IMC	Índice de massa corporal
HIIT	Treinamento intervalado de alta intensidade
HIE	Hipoxemia induzida pelo exercício
mL/kg/min	Mililitro por quilograma por minuto
mmol/L	Milimol por litro
O ₂	Oxigênio
PCR	Ponto de compensação respiratória
PSE	Percepção subjetiva do esforço
PSR	Percepção subjetiva da recuperação
$p\dot{V}O_{2\text{max}}$	Potência associada ao consumo máximo de oxigênio
SaO ₂	Saturação de oxigênio
TPM	Teste progressivo máximo
$\dot{V}C$	Volume corrente
$\dot{V}C_{\text{max}}$	Volume corrente máximo
$\dot{V}E$	Ventilação
$\dot{V}E_{\text{máx}}$	Ventilação máxima
$\dot{V}O_2$	Consumo de oxigênio
$\dot{V}O_{2\text{max}}$	Consumo máximo de oxigênio
$\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$	Razão de troca respiratória
$\dot{V}CO_2$	Produção de dióxido de carbono
$v\dot{V}O_{2\text{max}}$	Velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio
vPCR	Velocidade no ponto de compensação respiratória
90p	Protocolo de recuperação passiva longa de 90s
90a	Protocolo de recuperação ativa de 90s
60p	Protocolo de recuperação passiva curta de 60s

LISTA DE SÍMBOLOS

®	Marca registrada
%	Por cento
±	Mais ou menos
>	Maior
<	Menor
≥	Maior ou igual
Δ	Diferença
Σ	Somatório
~	Aproximadamente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVO.....	31
3 HIPÓTESES.....	32
4 METODOLOGIA.....	33
4.1 Amostra	33
4.2 Medidas e procedimentos.....	33
4.2.1 Orientações aos voluntários	33
4.2.2. Questionário geral.....	34
4.2.3 Antropometria	34
4.2.4 Pista de Atletismo	35
4.2.5 Recordatório alimentar.....	35
4.2.6 Recordatório de treinamento	35
4.2.7 Consumo de oxigênio	35
4.2.8 Mensuração da frequência cardíaca.....	36
4.2.9 Estado de recuperação.....	36
4.2.10 Perfil de estado de Humor	36
4.2.11 Mensuração da percepção subjetiva do esforço.....	37
4.2.12 Mensuração da percepção subjetiva da recuperação.....	37
4.2.13 Mensuração da percepção subjetiva do esforço da sessão e carga de treinamento.....	37
4.2.14 Mensuração do lactato sanguíneo.....	38
4.3 Protocolo experimental	38
4.3.1 Teste de potência aeróbia máxima.....	38
4.3.2 Protocolos HIIT	40
4.3.3 Controle da velocidade no teste de potência aeróbia máxima e protocolos experimentais	42

4.3.4 Condições climáticas	43
4.4 Análise dos dados	44
5 RESULTADOS	45
6 DISCUSSÃO	63
6.1 Rendimento e respostas metabólicas	64
6.2 Respostas ventilatórias.....	68
6.3 Respostas perceptivas.....	70
6.4 Aplicações práticas	73
6.5 Limitações do estudo	75
7 CONCLUSÃO.....	76
REFERÊNCIAS.....	77
APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido	85
APÊNDICE B - Questionário Geral	87
APÊNDICE C - Recordatório alimentar e de treinamento	89
APÊNDICE D – Tabela para o controle da velocidade do voluntário durante os estímulos recuperação ativa	91
APÊNDICE E - Memória de cálculos para a confecção do arquivo de áudio do bip teste, velocidade inicial de 10km/h.....	93
APÊNDICE F - Memória de cálculos para a confecção do arquivo de áudio do bip teste, velocidade inicial de 8 km/h.....	94
APÊNDICE G - Relatório disponibilizado ao voluntário.....	95
APÊNDICE H - Valores individuais do teste progressivo máximo.....	100
ANEXO A - Aprovação no comitê de ética e pesquisa com seres humanos	101
ANEXO B - Escala de Recuperação Total (QTR)	107
ANEXO C - Versão traduzida do BRUMS para a língua portuguesa	108
ANEXO D - Escalas de percepção subjetiva do esforço e percepção subjetiva da recuperação	109

1 INTRODUÇÃO

O sucesso dos corredores de fundo em competições depende principalmente do desenvolvimento da potência aeróbia máxima ($\dot{V}O_2\text{max}$), da melhora na economia de corrida e do aumento do limiar anaeróbio (DENADAI *et al.*, 2006; JOYNER, 1991). Para que isso aconteça, o processo de treinamento desses atletas deve ser bem planejado, de acordo com o objetivo de cada momento da temporada (LYDIARD; GILMOUR, 2011). Com esses objetivos, diversos meios e métodos de treinamento, podem ser utilizados, tais como: corrida contínua de média e longa distância (8 a 38 km - 60 a 75% $\dot{V}O_2\text{max}$); Corrida de ritmo variado, (Fartlek, progressivo, regressivo - 75-85 $\dot{V}O_2\text{max}$); Ritmo de prova (intensidade da prova com distância inferior); Treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) (LYDIARD; GILMOUR, 2011).

Nesse contexto, podemos destacar o HIIT, que consiste na realização de estímulos em intensidades superiores ao limiar anaeróbio, intercalados por períodos de recuperação (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; MIDGLEY; MCNAUGHTON; CARROLL, 2007). Esse método de treinamento tem sido amplamente utilizada na prescrição do treinamento de corredores de fundo, sendo considerada a forma mais eficiente para aprimorar a aptidão aeróbia de atletas fundistas (BUCHHEIT *et al.*, 2012; DENADAI *et al.*, 2006; MIDGLEY; MCNAUGHTON; CARROLL, 2007). Ele é empregado em cerca de 8 a 20% do microciclo desses corredores, dependendo da fase da periodização (SEILER; KJERLAND, 2006).

No HIIT, tanto o sistema cardiorrespiratório, quanto o musculoesquelético são altamente exigidos, o que pode proporcionar estímulos eficazes para a melhora da potência aeróbia (SHOENMAKERS; REED, 2019). De fato, estudos conduzidos com corredores de fundo demonstraram o aumento significativo da velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio ($v\dot{V}O_2\text{max}$), o aprimoramento da economia de corrida e da velocidade associada ao início do acúmulo de lactato (BILLAT *et al.*, 1999; BURGOMASTER *et al.*, 2008; DENADAI *et al.*, 2006; SMITH *et al.*, 2003; SMITH *et al.*, 1999). Diversas formas de HIIT são empregadas no treinamento esportivo, no entanto, os tipos curto e longo são os mais utilizados na preparação de corredores de fundo do Atletismo. Para Buchheit e Laursen (2013) no HIIT curto os estímulos possuem duração inferior a 60 s e intensidade superior a 100% da

$\dot{V}O_2\text{max}$, já no HIIT longo os estímulos duram entre 1 e 8 minutos com intensidade entre o limar anaeróbio e o $\dot{V}O_2\text{max}$

As adaptações fisiológicas proporcionadas pelo HIIT estão relacionadas ao tempo de exercício que esse método proporciona próximo ao $\dot{V}O_2\text{max}$ (BILLAT, 2001; DEMARIE; KORALSZTEIN; BILLAT, 2000), favorecendo alterações fisiológicas, crônicas e agudas (BUCHHEIT *et al.*, 2012; DENADAI *et al.*, 2006; WAHL *et al.*, 2013). Para Buchheit e Laursen (2013) os estímulos realizados em intensidade igual ou superior a 90% do $\dot{V}O_2\text{max}$ (zona vermelha), são suficientes para promover as adaptações positivas, tanto cardiorrespiratórias quanto periféricas. As adaptações são mais pronunciadas quando as sessões de treinamento proporcionam entre seis e 10 minutos de exercício em zona vermelha (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Pesquisadores têm despertado interesse em investigar quais manipulações de protocolos HIIT permitem aos atletas manter maior tempo de exercício em zona vermelha (MIDGLEY; MCNAUGHTON, 2006). Os exercícios realizados nessa intensidade podem proporcionar: aumento no volume sistólico máximo (JOYNER; COYLE, 2008; MARON; PELLICCIA 2006); aumento na ventilação máxima ($\dot{V}E_{\text{máx}}$) (ILLI *et al.*, 2012); e o maior recrutamento das fibras tipo II (SALE, 1987).

O exercício realizado em altas intensidades proporciona alterações importantes no sistema cardiovascular, sobretudo no volume sistólico ($\dot{V}S$) (JOYNER; COYLE, 2008). O volume sistólico é aumentado por meio do aumento da força contrátil ventricular esquerda, do aumento na pressão de enchimento cardíaco (MARON; PELLICCIA, 2006), e do aumento do volume diastólico final, via lei de *Starling* (ROWELL, 1993). Estudos têm mostrado que o $\dot{V}S$ pode ser alcançado em exercício de alta intensidade com duração entre um e quatro minutos (FAISAL *et al.*, 2009; MORTENSEN *et al.*, 2008; RICHARD *et al.*, 2004). Diante disso, parece que os protocolos de HIIT longo devem ser utilizados quando o objetivo é aumentar o débito cardíaco máximo (BUCHHEIT; LAURSEN, 2018).

Além das adaptações cardiovasculares, exercitar maior tempo possível em zona vermelha pode proporcionar adaptações positivas no sistema respiratório. É conhecido que 50% dos atletas de resistência exibem dessaturação de oxigênio arterial em exercício realizados próximo ao $\dot{V}O_2\text{max}$, esse fenômeno é conhecido como hipoxemia arterial induzida pelo exercício (HIE) (POWERS *et al.*, 1988). A HIE pode ser responsável pelos ganhos de $\dot{V}O_2\text{max}$ e aumento do rendimento em

eventos de resistência (MUCCI *et al.*, 2004). E ainda, os exercícios nessa intensidade podem aprimorar a capacidade da musculatura respiratória. De fato, estudo conduzido por Dunham e Harms (2012) encontrou aumento na força da musculatura respiratória dos voluntários que treinaram por quatro semanas em ciclo ergômetro (5 x 1 minuto a 90% $\dot{V}O_2$ max / 3 min a 20 W).

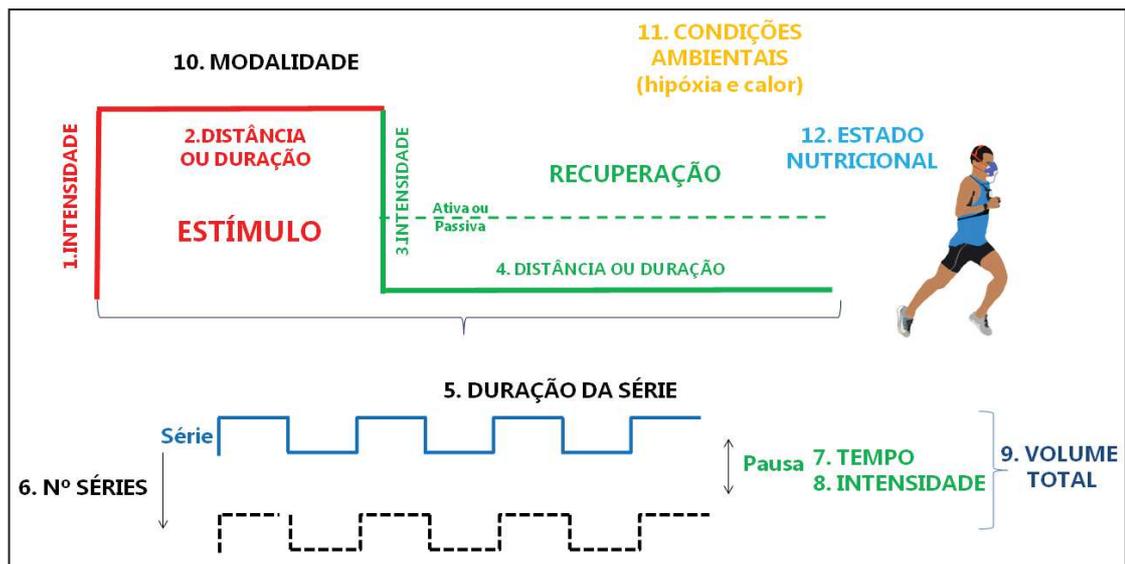
A melhora da capacidade oxidativa e do rendimento está relacionada também à intermitência da concentração de O_2 nos músculos e no cérebro (DAUSSIN *et al.*, 2008; HOPPELER *et al.*, 2003). Baixos níveis de oxigenação durante o treinamento de alta intensidade podem promover adaptações positivas no sistema muscular. De fato, estudo conduzido por Kilding *et al.* (2012) suplementou os atletas com oxigênio, para que eles tivessem melhor oxigenação dos tecidos durante sessão HIIT. Essa suplementação resultou em efeito reduzido no aprimoramento das variáveis fisiológicas em comparação com HIIT realizado em normoxia. Sendo assim, considerar protocolos HIIT que proporcionem baixos valores de oxigenação muscular e/ou cerebral, são importantes recursos estratégicos para prescrição. A familiarização dos atletas a baixos níveis de desoxigenação cerebral durante o treinamento HIIT pode auxiliar no retardo da fadiga central e exaustão durante competição. Essa preparação condiciona os atletas a ficarem mais tolerantes ao esforço específico de trabalho, ou seja, confortáveis em situações desconfortáveis (BUCHEIT; LAURSEN, 2018).

A eficiência da produção de energia no músculo esquelético pode ser determinada pela integração das vias metabólicas que fornecem ATP (capacidade glicolítica e das enzimas oxidativas) e dos processos de contração muscular (GREEN *et al.*, 2000). Quando o exercício demanda maior participação de unidades motoras, como no HIIT, mais carboidrato é utilizado como combustível, em relação aos exercícios de baixa intensidade. Assim, agudamente, o exercício em zona vermelha, proporciona maiores taxas de oxidação de carboidratos, predominantemente das reservas de glicogênio armazenadas (BUCHEIT; LAURSEN, 2018). As demandas metabólicas do exercício em alta intensidade, aumentam a ativação de proteínas de sinalização, como as quinases CaMKII e AMPK (MACINNIS; GIBALA, 2017). O aumento da atividade dessas proteínas atua como coativador de genes nucleares que codificam proteínas mitocondriais (MACINNIS; GIBALA, 2017). Como resultado há o aumento da síntese de proteínas mitocondriais, que leva ao aumento do conteúdo mitocondrial, a maior oxidação de

gordura, ao maior transporte de GLUT4, e ao aumento no conteúdo de glicogênio (BAAR, 2014; HOLLOSZY; COYLE, 1984; LAURSEN, 2010). E ainda, essas adaptações fisiológicas, promovem menor degradação do glicogênio e menor produção de lactato em altas intensidades, isto somado ao limiar anaeróbio aumentado, permite que os indivíduos realizem exercício por períodos mais longos e em maiores porcentagens do seu $\dot{V}O_{2max}$ (JOYNER; COYLE, 2008).

Para que todos esses mecanismos fisiológicos de fato aprimorem o rendimento dos atletas, faz-se necessário se exercitar o maior tempo possível em zona vermelha. Para esse fim faz-se necessário correta manipulação das variáveis estruturais do HIIT. Os autores Buchheit e Laursen (2018) consideram 12 variáveis estruturais, conforme apresentado na Figura 1.

Figura 1- Variáveis estruturais do HIIT



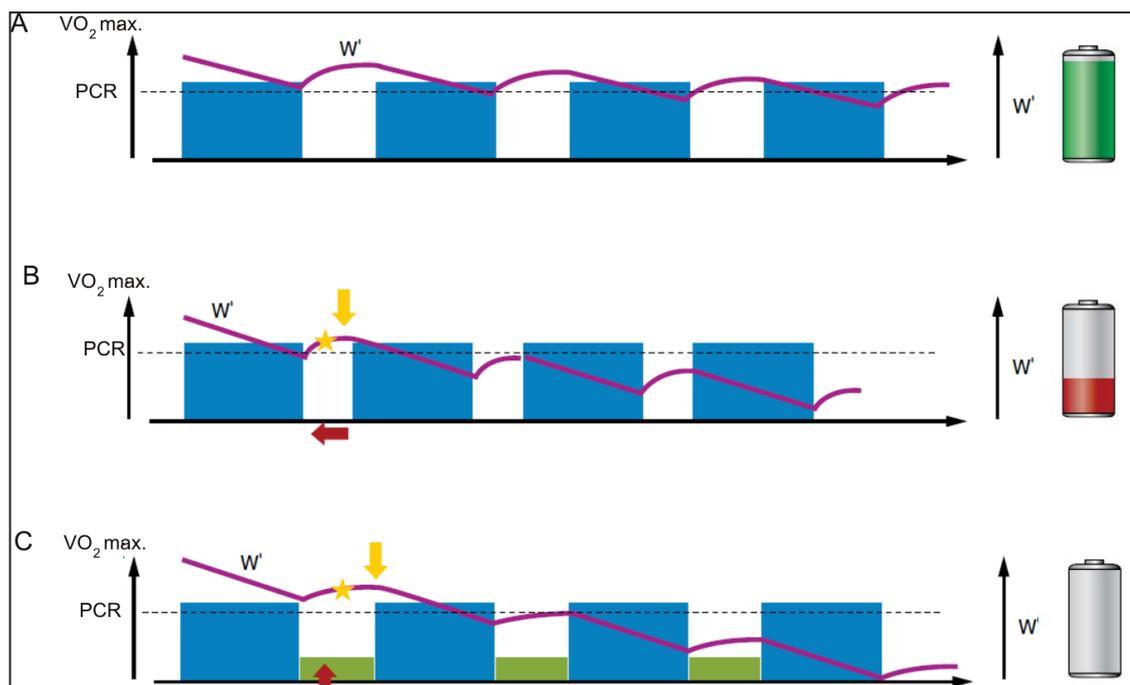
Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de Buchheit e Laursen (2018).

Dentre essas variáveis estruturais do HIIT propostas por Buchheit e Laursen (2018), destaca-se a relação entre o tempo de estímulo e o tempo de recuperação, que é denominada densidade. A manipulação da densidade pode ser determinante no estresse fisiológico esperado para a sessão de treinamento HIIT (SCHOENMAKERS; REED, 2019). Diante disso, a variável recuperação merece atenção, em protocolos HIIT ela foi muito utilizada baseada no retorno da frequência cardíaca (FC) para uma porcentagem fixa de FC_{max} (ESFARJANI; LAURSEN, 2007; HELGERUD *et al.*, 2007). No entanto, estudos têm apontado que utilizar

valores fixos de retorno da FC na recuperação pode não refletir, mensurar ou prever a carga de treinamento esperada na sessão HIIT. Esses estudos demonstraram que a resposta da frequência cardíaca (FC), tanto na recuperação quanto no estímulo não se relacionou com a resposta do consumo de oxigênio (SCHOENMAKERS; REED, 2019; SMILIOS *et al.*, 2018; TOCCO *et al.*, 2015).

Diversos mecanismos fisiológicos podem influenciar o processo de recuperação entre os estímulos, e conseqüentemente a realização bem sucedida da sessão. Buchheit e Laursen (2018) propuseram um modelo teórico para explicar a influência dos modos de recuperação na manutenção do rendimento nos estímulos subsequentes em sessão HIIT. O modelo preconiza que o ser humano possui uma quantidade finita de energia anaeróbia (W') para ser utilizada durante um exercício acima do ponto de compensação respiratória. Essa energia é gerada pelo metabolismo anaeróbio alático e láctico, e o modo de recuperação exerce grande influência na disponibilidade de energia anaeróbia ao longo da sessão. Podemos fazer uma analogia, dessa energia com a de uma bateria (Figura 2). Se em cada estímulo no HIIT for proporcionada recuperação adequada, essa energia anaeróbia será restaurada ao longo da sessão (Figura 2 A), o que possivelmente garantirá estímulos o rendimento nos estímulos (sem diminuição da velocidade).

Figura 2 - Modelo teórico da manipulação da recuperação



Fonte: Elaborado pelo autor e adaptado de Buchheit e Laursen (2018).

Por outro lado, caso a recuperação não seja adequada, diminuindo o tempo de recuperação, por exemplo, a reserva de energia anaeróbia irá diminuindo ao longo da sessão, conforme (Figura 2 B). Se mantiver a intensidade dos estímulos e o tempo de recuperação, mas incluir exercício na pausa, a não recuperação do sistema cardiorrespiratório e muscular poderá acarretar queda de rendimento na sessão, diminuindo a capacidade de trabalho, a qualidade técnica do movimento ou até mesmo interrupção prematura da sessão (Figura 2 C) (LAURSEN; JENKINS 2002).

Na prescrição do HIIT, além de levar em consideração os aspectos relacionados à energia anaeróbia, faz-se necessário considerar também o $\dot{V}O_2$, tanto na recuperação quanto no estímulo. Se a recuperação entre os estímulos for longa, poderá ocasionar redução demasiada do $\dot{V}O_2$ e FC e, portanto, possivelmente atenuar os valores de pico que poderiam ser alcançados durante os estímulos subsequentes, podendo diminuir o tempo total de exercício na zona vermelha. Estudo conduzido com corredores de fundo bem treinados, em protocolo (5 x 3 minutos - 90% $v\dot{V}O_{2max}$) com recuperação passiva, encontraram que 43% da sessão foi realizada com o tempo $\geq 90\%$ $\dot{V}O_{2max}$ (BUCHHEIT *et al.*, 2012). Por outro lado, estudo conduzido por Demarie, Koralsztein e Billat (2000) com corredores treinados, em protocolo (5 x 5 minutos - ~92% $v\dot{V}O_{2max}$) de recuperação ativa (2,5 minutos - ~46% $v\dot{V}O_{2max}$), encontrou $\dot{V}O_2$ acima de 95% do $\dot{V}O_{2max}$ durante 38% da sessão e 10 minutos de duração em intensidade superior a 90% da capacidade aeróbia máxima ($\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$).

Mesmo com algumas pesquisas sobre o tempo em zona vermelha (BUCHHEIT *et al.*, 2012; SCHOENMAKERS; REED, 2019; SMILIOS *et al.*, 2018), ainda não está evidente qual a manipulação da densidade proporcionaria maior tempo nessa intensidade. Espera-se que a utilização de intervalos curtos de recuperação maximize o estresse fisiológico, pois os estímulos subsequentes podem começar a partir de maior $\dot{V}O_2$. No entanto, Schoenmakers e Reed (2019) em protocolo experimental HIIT 4 x 4 minutos (92,5% $v\dot{V}O_{2max}$), com tempos de recuperação passiva de 1 minuto, 2 minutos, 3 minutos e autosselecionados (100s \pm 34s), encontraram que a redução do tempo de recuperação, não proporcionou maior $\dot{V}O_2$, e ainda, o menor tempo de recuperação proporcionou menor velocidade média na sessão. Do mesmo modo, Smilios *et al.* (2018), ao submeterem os voluntários a quatro estímulos de quatro minutos, com recuperações passivas de dois, três e

quatro minutos, verificaram que o $\dot{V}O_2$ nos últimos 20 s da recuperação de dois minutos foi superior as outras duas condições de recuperação. No entanto, não foi suficiente para afetar o tempo na zona vermelha. Ambos os estudos foram conduzidos com corredores pouco treinados.

Outra possibilidade de tentar aumentar o estresse fisiológico, mantendo o rendimento da sessão (intensidade do estímulo ou número de repetições propostas) é a utilização de recuperações ativas entre os estímulos. Com objetivo de investigar esse modo de recuperação, alguns trabalhos com ciclistas bem treinados (WAHL *et al.*, 2013; WAHL *et al.*, 2014) investigaram a influência da recuperação longa (3 minutos), ativa e passiva, no estresse fisiológico provocado pela sessão de HIIT. Wahl *et al.* (2014), submeteram 12 atletas de ciclismo bem treinados a seis estímulos de quatro minutos com recuperação de três minutos passiva ou ativa (50% $p\dot{V}O_2$). Eles encontraram menor pressão parcial de oxigênio quando realizado o protocolo de recuperação ativa, sugerindo assim, menor eficácia das trocas de oxigênio entre os alvéolos e os capilares pulmonares. O estudo de Wahl *et al.* (2013), com jovens ciclistas bem treinados, analisou o efeito crônico (14 dias em microciclo choque) dos tipos de recuperação ativa e passiva, apenas o grupo que realizou a recuperação passiva melhorou o desempenho em prova contra-relógio.

Para buscar compreender melhor o equacionamento entre estímulo e recuperação, sobre o rendimento na sessão HIIT, pode-se utilizar a mensuração do lactato sanguíneo produzido para dimensionar o estresse fisiológico. O estudo conduzido por Wahl *et al.* (2014) demonstrou que a recuperação ativa, não foi mais efetiva na remoção do lactato sanguíneo quando comparada com a passiva, entre os estímulos e 10 minutos após o protocolo com recuperação ativa (50% $p\dot{V}O_{2max}$). E ainda, esses autores encontraram maiores valores de cortisol e testosterona sanguínea, quando os voluntários realizaram a recuperação ativa, quando comparados com a recuperação passiva. Diante disso, a hipótese de que a recuperação ativa promoveria maior remoção de lactato, atenuando os valores de cortisol e testosterona sanguínea e conseqüentemente menor estresse metabólico não foi confirmada (WAHL *et al.*, 2014).

Ainda com o objetivo de comparar as recuperações ativa e passiva, Dupont *et al.* (2004) submeteram indivíduos treinados em futebol a HIIT 15s/15s, com recuperação ativa (40% do $\dot{V}O_{2max}$) e recuperação passiva. Eles observaram por quanto tempo os sujeitos puderam repetir os estímulos. O tempo de exaustão para

exercícios com recuperação passiva foi o dobro em comparação com a condição de recuperação ativa. Deste modo, a intensidade da recuperação influenciou a energia anaeróbia que esses sujeitos tinham disponível para realizar a sessão HIIT. Possivelmente, a energia anaeróbia foi mais bem restaurada com a recuperação passiva. Por outro lado, a potência aeróbia durante o HIIT com recuperação passiva foi menor em comparação à condição ativa ($48,9 \pm 4,9$ vs $52,6 \pm 4,6$ mL/kg/min). Nesse estudo, foi medida a saturação da oxihemoglobina (SaO_2) e mostrou-se que a taxa média de redução de SaO_2 foi menor com recuperação passiva versus recuperação ativa. Assim, mais oxigênio disponível significa, em última análise, melhor recuperação, de forma aguda, da energia anaeróbia.

Outro estudo, também comparou recuperação ativa e passiva, no entanto, com objetivo de analisar que o tipo de recuperação utilizada em HIIT longo seria mais eficiente para proporcionar de forma crônica o aumento do volume sistólico (STANLEY; BUCHHEIT, 2014). Eles submeteram ciclistas bem treinados a protocolo de HIIT longo (3×3 min a $90\% \dot{V}O_{2max}$) com recuperações passiva e ativas de 2 minutos (0% , 30% ou $60\% \dot{V}O_{2max}$), foram encontrados valores iguais de volume sistólico entre as três intensidades de recuperação.

O treinamento intervalado de alta intensidade impõe também grande demanda ao sistema respiratório, pois os exercícios são realizados acima do ponto de compensação respiratória, ocasionando grande mobilização da ventilação minuto, do volume corrente e da frequência respiratória (NICOLÒ *et al.*, 2017). Mesmo sendo de grande importância, essas variáveis têm sido pouco exploradas em estudos de HIIT (BOSSI *et al.*, 2020). Esses parâmetros podem explicar o comportamento do $\dot{V}O_2$ igual ou superior a 90% do $\dot{V}O_{2max}$. Estudos conduzidos por Aaron *et al.* (1998) e Domineli *et al.* (2015) demonstraram elevado custo de oxigênio causado pela hiperpneia (cerca de 15% do $\dot{V}O_{2max}$), causando respostas ventilatórias exacerbadas. E ainda, algumas pesquisas têm associado à frequência respiratória, como excelente parâmetro para o monitoramento agudo da sessão, devido à forte associação com a percepção subjetiva do esforço (NICOLÒ; MARCORA; SACCHETTI, 2016; NICOLÒ *et al.*, 2017; NICOLÒ *et al.*, 2020). Adicionalmente, os valores elevados de frequência respiratória têm sido associados à fadiga prematura (HARMS *et al.*, 2000).

A realização de exercício em intensidades próximas a de competição das corridas de fundo (acima do limiar anaeróbio), não é uma tarefa psicologicamente

fácil para os atletas de acordo com o objetivo de cada momento da temporada (LYDIARD; GILMOUR, 2011). Essas demandas psicológicas estão intimamente ligadas às respostas fisiológicas para o controle e ajuste da intensidade do exercício. O que pode explicar essa autorregulação dos sistemas fisiológicos e psicológicos é o modelo da “teleantecipação”. Esse modelo preconiza que as variáveis fisiológicas são monitoradas constantemente pelo sistema nervoso central, com objetivo de evitar possíveis distúrbios fisiológicos, que podem prejudicar as funções celulares e o equilíbrio homeostático (GIBSON; NOAKES, 2004; NOAKES; GIBSON; LAMBERT, 2005).

O controle da velocidade de exercício pelo atleta é modulado pela aferência periférica advinda das alterações fisiológicas e metabólicas, para que o esforço seja realizado em uma intensidade “segura”, impedindo a “catástrofe fisiológica”, a qual poderia levar à interrupção prematura da sessão (LAMBERT; GIBSON; NOAKES, 2005; NOAKES; GIBSON; LAMBERT, 2005). E ainda, os ajustes sobre a intensidade do exercício podem sofrer interferência direta de mecanismos centrais, gerados por fatores como as experiências prévias do atleta, a motivação, o estado de humor e outras variáveis psicológicas (NOAKES; GIBSON; LAMBERT, 2005).

Desta forma, o controle da velocidade de corrida parece ser influenciado pela associação dos fatores fisiológicos e psicológicos, que são comparados momento a momento, permitindo ao atleta o ajuste constante da intensidade do esforço (LAMBERT; GIBSON; NOAKES, 2005; NOAKES; GIBSON; LAMBERT, 2005). No HIIT, a recuperação entre os estímulos exerce papel primordial no equacionamento da sessão. Se ela for inadequada, o estímulo pode não ser realizado com êxito, ou a sessão pode ser finalizada prematuramente. O mecanismo de teleantecipação também parece ser o responsável pela autorregulação da relação entre os períodos de estímulo e recuperação (EDWARDS *et al.*, 2011; SEILER; HETLELID, 2005; SEILER; SJURSEN, 2004).

Os estudos desenvolvidos por Gunar Borg, desde 1962 (Borg, 1962), podem nos auxiliar a compreender a integração dos sistemas psicofisiológicos na realização do exercício. O esforço percebido é definido como a sensação consciente de como uma tarefa física pode ser difícil, pesada ou extenuante (MARCORA; STAIANO, 2010). Devido a essa integração dos sistemas psicofisiológicos, a percepção subjetiva do esforço (PSE) se tornou uma importante ferramenta para prescrição e monitoramento do treinamento (FOSTER *et al.*, 2001). O modelo combinado postula

que a PSE resulta da integração do *feedback* aferente (músculos ativos e musculatura respiratória) associada ao estímulo proveniente do comando central motor (PAGEAUX, 2016). De fato, estudos conduzidos por Harms *et al.* (2000) e Dempsey *et al.* (2006) demonstraram que o trabalho da musculatura respiratória possui forte influência no esforço percebido, quando utilizado dispositivo capaz de diminuir o trabalho diafragmático, foi observado a diminuição da PSE periférica e da dispneia. Por outro lado, quando o dispositivo aumentou o trabalho diafragmático a PSE periférica e dispneia aumentaram.

Diante dessa associação psicofisiológica na determinação do esforço percebido, é oportuno desenvolver e investigar instrumentos para que os atletas desenvolvam o autoconhecimento sobre o esforço realizado momentaneamente em sessões HIIT. Nesse sentido, estudo conduzido por Edwards *et al.*, (2011), propôs uma escala de prontidão da recuperação entre estímulos, com o objetivo de verificar como ela poderia auxiliar os atletas no autoconhecimento do esforço percebido e prontidão para os estímulos subsequentes. Nessa pesquisa, os protocolos em que a recuperação foi baseada somente na percepção subjetiva do esforço e prontidão de recuperação, os voluntários obtiveram melhor rendimento, com satisfatório tempo de recuperação, quando comparados protocolos de densidade 1:1 e/ou intervalos de retorno da frequência cardíaca para 130 bpm.

Do mesmo modo, outros estudos utilizaram escalas de percepção subjetiva do esforço e da recuperação (LAURENT *et al.*, 2011; LAURENT *et al.*, 2014; SEILER *et al.*, 2005; SEILER; SJURSEN, 2004;). Seiler *et al.* (2005) ao investigarem corredores bem treinados ($\dot{V}O_2\text{max} = 71,4 \text{ mL/kg/min}$) em sessão HIIT longo (6 × 4 minutos - 85% $\dot{V}O_2\text{max}$), verificou que a percepção do esforço subjetiva após cada estímulo não foi diferente entre o 1º minuto e o 2º minuto de recuperação, mas os voluntários reportaram que o modo de recuperação de caminhada de cerca de dois minutos proporcionou melhor recuperação. A duração da recuperação de dois minutos permitiu que os corredores mantivessem velocidades de corrida mais altas. Quando a recuperação passiva foi de dois para quatro minutos não houve benefícios adicionais nas velocidades de corrida. Assim, as melhores práticas para o HIIT longo parece ser a densidade de 2:1 (quatro minutos de estímulo para dois minutos de recuperação, por exemplo).

Por outro lado, estudo conduzido com ciclistas bem treinados por Seiler *et al.* (2011), no HIIT de 4 × 4 minutos (94% FCmax) a PSE foi superior ao HIIT de 4 x 16

minutos (88% FCmax), demonstrando que os valores de PSE são mais sensíveis à intensidade da sessão do que ao volume. Já o trabalho conduzido por Smlios *et al.*, (2018), com corredores recreacionais, em que os indivíduos realizaram 4 estímulos de 4 minutos a 90% da $\dot{V}O_2$ máx, com recuperação ativa a 35% da $\dot{V}O_2$ máx (2, 3 e 4 minutos), encontrou maior PSE entre nos protocolos com recuperação de 2 e 3 minutos quando comparada com o de 4 minutos. Quando foi comparada a influência da recuperação ativa no HIIT longo em ciclista e triatletas (4 x 4 minutos – 90% $\dot{V}O_2$ max), Wahl *et al.* (2014), encontraram maiores valores de percepção subjetiva do esforço e menor percepção subjetiva de recuperação, quando a recuperação entre os estímulos foi ativa (3 minutos – 45% $\dot{V}O_2$ max). Esses trabalhos demonstram que quanto maior a intensidade do estímulo e/ou menor o tempo ou maior intensidade da recuperação, maior pode ser a percepção subjetiva de esforço.

Os estudos atuais com corredores treinados não investigaram em HIIT longo, com protocolos padronizados, o efeito de diferentes tipos de recuperação nas variáveis fisiológicas e perceptuais. Alguns trabalhos que fizeram alguns experimentos com esse objetivo analisaram apenas a redução do tempo de duração da recuperação (SMILIOS *et al.*, 2018; SCHOENMAKERS; REED, 2019). No entanto, as coletas foram desenvolvidas em ambiente laboratorial, em esteiras motorizadas ou não motorizadas (BUCHHEIT *et al.*, 2012; SCHOENMAKERS; REED, 2019; SEILER; SJURSEN, 2004; SEILER; HETLELID, 2005; SMILIOS *et al.*, 2018;). Raramente atletas treinados realizam suas sessões de treinamento intervalado de alta intensidade nesses ergômetros e em condições laboratoriais, os treinamentos em sua grande maioria são realizados em pista de atletismo ou rua. O quadro um exibe os principais estudos realizados com corredores e ciclistas em HIIT longo, em que foram mensurados algumas variáveis, tais como o tempo de exercício em zona vermelha, o lactato sanguíneo, a percepção subjetiva do esforço e percepção subjetiva da recuperação.

Quadro 1- Resumo dos resultados das manipulações da recuperação sobre as variáveis fisiológicas e perceptuais em pesquisas de HIIT longo

Autor (ano)	Amostra / Protocolo	Protocolo	T >90% $\dot{V}O_2$máx	Lactato	PSE	PSR
Buchheit <i>et al.</i> (2012)	8 corredores de fundo $\dot{V}O_2$ máx: 62,4 ± 5,2 mL/kg/min	5 x 3 min I: (90% $v\dot{V}O_2$ máx) R: 1,5 min (0% $v\dot{V}O_2$ máx)	9:04 ± 2:24 min	-	Aumentou a partir do 3º estímulo	-
Demarie <i>et al.</i> (2000)	12 corredores de fundo 3 corredoras de fundo $\dot{V}O_2$ máx: 56,3 ± 4,4 mL/kg/min	5 x 5 min I: 92 % $v\dot{V}O_2$ máx R: 2,5 min (46% $v\dot{V}O_2$ máx)	10:23 ± 5:51 min	-	-	-
Schoenmakers e Reed (2019)	12 corredores de fundo $\dot{V}O_2$ máx: 53 ± 7 mL/kg/min	4 x 4 min I: 92,5% $v\dot{V}O_2$ máx R: 1, 2, 3 min e AS	R1: 14,1 ± 5,6 min R2:12,1 ± 6,5 min R3:15,3 ± 3,9 min		Semelhantes entre os grupos	-
Smilios <i>et al.</i> (2018)	11 corredores $\dot{V}O_2$ máx: 52,0 ± 4 mL/kg/min	4 x 4 min I:90% $v\dot{V}O_2$ máx R: 2, 3 e 4 min	R2: 9,1 ± 2,1 min R3: 8,7 ± 2,9 min R4: 7,7 ± 3,3 min	R2 > R4	R2 e R3 >R4	-
Seiler e Hetlelid (2005)	9 corredores $\dot{V}O_2$ máx: 72 ± 5 mL/kg/min	4 x 4 min I: AS R: 1, 2, 3, 4 min e AS	-	Igual	Aumento linear ao longo da sessão	
Wahl <i>et al.</i> (2014)	12 ciclistas (homens) $\dot{V}O_2$ máx: 64,3 ± 9,7 mL/kg/min	6 x 3 min I: 90% $p\dot{V}O_2$ máx R: 0 e 50% $p\dot{V}O_2$ máx	-	Igual	Maior na recuperação ativa	Maior na recuperação ativa

Fonte: elaborada pelo autor (2021)

($\dot{V}O_2$ máx: potência aeróbia máxima; T: tempo; min: minutos; PSE: percepção subjetiva da sessão; PSR: percepção subjetiva da recuperação; I: intensidade; R: recuperação; AS: autosselecionada; -: variável não mensurada).

Mesmo o HIIT sendo de grande relevância para a preparação de corredores de fundo, poucos trabalhos investigaram o efeito de diferentes modos de recuperação nesse método de treinamento, em atletas treinados. Diante disso, faz-se necessário investigar a influência da manipulação da recuperação (tempo de duração e intensidade) no rendimento, nas variáveis metabólicas, ventilatórias e perceptuais do HIIT de longa duração realizado em pista de atletismo, em corredores de fundo treinados.

2 OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito da manipulação da recuperação no rendimento, nas respostas fisiológicas e perceptivas agudas do treinamento intervalado de alta intensidade em corredores de fundo treinados.

3 HIPÓTESES

A hipótese é que o protocolo de recuperação passiva longa, ao comparar com os protocolos de recuperação ativa e com o de recuperação passiva curta, irá promover:

- Menor tempo relativo e absoluto de exercício superior ou igual a 90% do $\dot{V}O_2\text{max}$;
- Menor estresse fisiológico e maior rendimento;
- Menor percepção subjetiva do esforço e maior percepção subjetiva da recuperação.

4 METODOLOGIA

4.1 Amostra

Participaram desse estudo 19 atletas treinados (14 homens com idade de $31,92 \pm 8,12$ anos e cinco mulheres com $29,8 \pm 6,94$ anos), e que estavam em processo de treinamento e competição em corridas de fundo do Atletismo. Adicionalmente, eles deveriam estar treinando há pelo menos dois anos, e ter realizado nos últimos seis meses antecedentes a coleta, pelo menos cinco sessões de treinamento por semana (com volume semanal médio de 60 km), sendo uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade por semana. Ainda, os indivíduos deveriam possuir velocidade aeróbia máxima estimada igual ou superior a 16 km/h para as mulheres e 18 km/h para os homens (calculada a partir do tempo realizado em competição com distância de 10 km). Além disso, só foram incluídos os voluntários que tivessem realizado teste de esforço máximo nos últimos seis meses com as respostas fisiológicas normais, e apresentado liberação do médico cardiologista.

Foi utilizado como critério de exclusão os voluntários com qualquer tipo de lesão que o impossibilitaram de treinar nos últimos três meses, bem como aqueles que tivessem utilizado medicamentos ou substâncias que pudessem ter influenciado o desempenho esportivo e/ou variáveis mensuradas.

Todos os procedimentos só foram iniciados após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora, nº parecer 3.604.831; CAAE: 92489618.2.0000.5147 (ANEXO A) e assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE A).

4.2 Medidas e procedimentos

4.2.1 Orientações aos voluntários

No primeiro contato com os voluntários, as seguintes orientações sobre os procedimentos que eles deveriam adotar durante a participação na pesquisa foram

realizadas: 1) abster-se de tabaco, café, cafeína, álcool e bebidas energéticas nas últimas 48 horas que antecederam os protocolos experimentais; 2) evitar o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplemento durante a participação na pesquisa e, caso utilizassem, que avisassem aos responsáveis pelo estudo com antecedência; 3) comunicar aos pesquisadores responsáveis sobre imprevistos como doenças, lesões e demais problemas; 4) manter a boa qualidade de sono durante as fases da pesquisa. 5) Não competir e não realizar treinos superiores a intensidade de 75% da $\dot{V}O_2\text{máx}$ e/ou volume superior a 12 km, nas 72 h que antecederiam os protocolos experimentais. O cumprimento ou não dessas orientações foram verificadas antes do início de cada protocolo experimental.

4.2.2. Questionário geral

Foi utilizado um questionário para conhecer a especialidade de prova do atleta, investigar o nível de rendimento esportivo atual, o período de treinamento na temporada, bem como a média do volume semanal e a intensidade em que os voluntários treinaram corridas contínuas e intervaladas nos últimos seis meses (APÊNDICE B).

4.2.3 Antropometria

Para as medidas de massa corporal e estatura, foram utilizados, respectivamente, uma balança Filizola[®] com precisão de 0,1kg e estadiômetro escalonado com precisão de 0,5 cm acoplado à mesma. No momento da avaliação, os voluntários deveriam trajar roupas leves e estarem descalços. O índice de massa corporal (IMC) foi calculado dividindo-se a massa corporal pela estatura ao quadrado (kg/m^2) (QUETELET, 1870).

A avaliação do percentual de gordura corporal foi realizada por meio das medidas das dobras cutâneas utilizando-se o adipômetro científico da marca Cescorf[®]. A adipometria foi realizada por meio da mensuração das dobras peitoral, abdome e coxa (JACKSON; POLLOCK, 1978) para os homens e tríceps, supra íliaca e coxa para as mulheres (JACKSON; POLLOCK; WARD, 1980). Para o cálculo do percentual de gordura foi utilizada a equação proposta por Siri (1961).

4.2.4 Pista de Atletismo

Todos os protocolos foram realizados em pista de Atletismo oficial de oito raias *outdoor* (Modelo *Sportflex Super X*, marca Mondo[®], Itália) com certificação da *World Athletics* nível II. O referido espaço faz parte do complexo esportivo da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora – MG, Brasil.

4.2.5 Recordatório alimentar

Os indivíduos preencheram um recordatório alimentar de 24 horas previamente a segunda visita, e foram orientados a repetir a alimentação descrita no recordatório, nas 24 horas que antecederam a terceira e quarta visitas (APÊNDICE C).

4.2.6 Recordatório de treinamento

Os indivíduos preencheram um recordatório de treinamento, em que deveria reportar as seguintes informações dos treinamentos realizados nas 72 horas que antecederam as quatro visitas: 1) método de treinamento utilizado; 2) Volume (em km) 3) Ritmo médio (em min/km) (APÊNDICE D).

4.2.7 Consumo de oxigênio

Durante todos os testes, os dados de trocas gasosas ($\dot{V}O_2$ e $\dot{V}CO_2$) foram coletados continuamente usando um analisador de gases, que realiza de forma automática medidas respiração a respiração (Marca Cosmed[®], modelo K4b², Roma, Itália). O dispositivo possui sistema de telemetria com massa de 0,7 kg, foi utilizado um colete para acoplar a unidade na parte posterior, e na parte anterior foi acoplada a bateria. No rosto do voluntário foi posicionada a máscara, que possui a válvula respiratória (turbina). Antes de cada teste, o analisador de gases foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante, a saber: calibração do ar ambiente, calibração da turbina, calibração do atraso da frequência respiratória e calibração do gás. Para a calibração do ar ambiente foi assumido a concentração 20,9% de O_2 , a

calibração do gás foi realizada com uma mistura gasosa contendo 16% de O₂, 5% de CO₂ e nitrogênio balanceado. A calibração do medidor de vazão da turbina foi realizada usando uma seringa de 3l (Quinton Instruments, Seattle).

Para a análise dos dados de consumo do teste máximo e protocolos 1, 2 e 3 os dados foram exportados com média de 5s (DEMARIE; KORALSZTEIN; BILLAT, 2000).

4.2.8 Mensuração da frequência cardíaca

A frequência cardíaca (FC) foi mensurada no teste progressivo máximo por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar[®] (Electro, Finlândia) modelo RS800.

4.2.9 Estado de recuperação

Para mensurar o estado de recuperação pré-testes, os voluntários responderam à escala de Qualidade Total de Recuperação (QTR), proposta por Kenttä e Hassmén (1998). Eles respondiam à pergunta “Como você se sente com relação à sua recuperação?”, apontando um valor da escala, que varia de 6 (“em nada recuperado”) a 20 (“totalmente bem recuperado”), e seu descritor correspondente (ANEXO B). Essa aplicação foi realizada 30 minutos antes da realização dos protocolos experimentais.

4.2.10 Perfil de estado de Humor

Para mensurar o estado de humor do voluntário previamente ao teste de potência aeróbia máxima e protocolos experimentais, foi utilizado a Escala de Humor de Brunel, BRUMS (ANEXO C). Ela foi desenvolvida para permitir rápida mensuração do estado de humor de populações adultas e adolescentes. O BRUMS foi adaptado do POMS, ele contém 24 indicadores simples de humor, tais como as sensações de raiva, disposição, nervosismo e insatisfação que são perceptíveis pelo indivíduo avaliado (ROHLFS *et al.*, 2006). Os avaliados responderam como se sentiam em relação a tais sensações, de acordo com a escala de cinco pontos (de 0 = nada a 4 = extremamente). A escala foi validada para português (Brasil) e

apresentou grande consistência interna, em todas as dimensões, os valores de alfa de *Conbrach* foram superiores a 0,70 (Raiva: 0,83; Confusão: 0,86; Depressão: 0,82; Fadiga: 0,88; Tensão: 0,88; Vigor: 0,78) (ROHLFS *et al.*, 2008).

4.2.11 Mensuração da percepção subjetiva do esforço

Para mensurar a percepção subjetiva do esforço (PSE), foi utilizada a escala de 10 pontos (ANEXO D) proposta por Foster *et al.* (2001). Logo após a execução de cada estímulo do protocolo experimental, o voluntário tinha que indicar um índice entre zero e dez na escala apresentada, mediante a seguinte pergunta: “Qual a percepção de esforço desse estímulo?”. O valor máximo (10) é considerado o maior esforço físico experimentado e (0) o valor mínimo, ou seja, a condição de repouso absoluto.

4.2.12 Mensuração da percepção subjetiva da recuperação

Para mensurar a percepção subjetiva de recuperação (PSR) foi utilizada a escala de 10 pontos (ANEXO D) proposta por Laurent *et al.* (2011), nela o voluntário tinha que indicar um índice entre zero e dez na escala apresentada, respondendo a seguinte pergunta: “Como você se sente recuperado?”. O valor máximo (10) significa totalmente recuperado e o valor zero (0) nenhuma recuperação. A escala foi aplicada 10 s antes de iniciar cada estímulo dos protocolos experimentais.

4.2.13 Mensuração da percepção subjetiva do esforço da sessão e carga de treinamento

Para mensurar a PSE da sessão a mesma escala de 10 pontos foi aplicada, no entanto o voluntário, 20 minutos após a sessão, respondia a escala mediante a seguinte interrogação: “Como foi sua sessão de treino”. O cálculo da carga de treinamento foi realizado por meio da multiplicação do escore apresentado na escala pelo tempo da sessão.

4.2.14 Mensuração do lactato sanguíneo

Para determinar a concentração de lactato sanguíneo foi coletada uma gota de sangue da polpa do dedo indicador do voluntário, antes do período de aquecimento, e nos segmentos 1º minuto, 2º minuto e 3º minuto após protocolos experimentais, ou até o momento em que os valores de lactato sanguíneo não apresentassem elevação de uma medida para outra. As dosagens de lactato foram mensuradas por meio do analisador portátil Accutrend® utilizando fitas de análise da mesma marca.

4.3 Protocolo experimental

As coletas aconteceram, em quatro visitas não consecutivas no período da manhã, no Laboratório de Avaliação Motora e na Pista de Atletismo da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora.

Primeira Visita: Os voluntários foram esclarecidos sobre todos os procedimentos do projeto e, somente após a concordância e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e apresentação por parte do voluntário, da liberação cardiológica para realização de exercício de alta intensidade, foram iniciados os seguintes procedimentos: (1) aplicação de um questionário geral; (2) avaliação antropométrica; (3) familiarização com os instrumentos; (4) teste progressivo máximo em pista oficial de Atletismo para mensuração da capacidade aeróbia máxima ($\dot{V}O_2\text{max}$) e velocidade aeróbia máxima ($v\dot{V}O_2\text{max}$).

Segunda, Terceira e Quarta visitas: em cada uma das visitas foi realizado um dos protocolos experimentais conforme a randomização. O intervalo mínimo entre eles foi de 72 horas e no máximo seis dias.

4.3.1 Teste de potência aeróbia máxima

O teste para mensurar a capacidade aeróbica máxima foi realizado por meio de protocolo incremental em pista de Atletismo. Inicialmente, o voluntário realizou aquecimento de 5 minutos com a velocidade de 10 km/h. Em seguida, os voluntários iniciaram o teste em velocidade individualizada (entre 8 e 11 km/h), conforme a $v\dot{V}O_2\text{máx}$ estimada, esse procedimento foi adotado, para garantir que o teste tivesse

duração entre 8 e 12 minutos. A cada minuto de teste, foi incrementado 1 km/h. O voluntário foi orientado e estimulado a realizar o teste até a exaustão. O teste foi considerado máximo quando atendeu pelo menos dois dos seguintes critérios: (1) platô no pico de $\dot{V}O_2$; (2) taxa de troca respiratória $\geq 1,10$; (3) pico de frequência cardíaca $\geq 90\%$ da máxima predita pela idade ($220 - \text{idade}$); e (4) indicação de exaustão voluntária do avaliado (CUNHA *et al.*, 2010).

A $v\dot{V}O_2\text{max}$ foi considerada a menor velocidade de corrida, na qual ocorreu o $\dot{V}O_2\text{max}$ (BILLAT, 1999), no entanto, se o voluntário tivesse completado alguma parte do estágio subsequente em que a $v\dot{V}O_2\text{max}$ ocorreu, utilizou-se a correção proposta por Kuipers *et al.* (2003).

Equação 1: $v\dot{V}O_2\text{max} = V + (TR/60)$

V: velocidade realizada no último estágio completo (km/h)

TR: tempo realizado no último estágio não completo (em s).

Análise dos limiares ventilatórios no teste de capacidade aeróbia máxima

No teste progressivo máximo foi analisado os limiares ventilatórios, por meio da relação entre o $\dot{V}O_2$ e o $\dot{V}CO_2$, e equivalentes respiratórios. Para determinação do limiar anaeróbio (LA) analisou-se a ocorrência de pelo menos duas das seguintes variáveis:

1. Perda de linearidade entre de $\dot{V}CO_2$ e o $\dot{V}O_2$, denominada razão de troca respiratória ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$).
2. Menor valor da $P_{et}O_2$ precedendo sua ascensão.
3. Perda da linearidade entre a $\dot{V}E$ e o $\dot{V}O_2$, analisada a partir da razão $\dot{V}E/\dot{V}O_2$ (SKINNER; MCLELLAN 1980; WASSERMAN, 1973)

O ponto de compensação respiratória (PCR) foi analisado pela ocorrência de pelo menos um dos seguintes fatores:

1. Verificação do maior valor da $P_{et}CO_2$ precedendo sua queda abrupta.
2. Perda da linearidade da relação entre $\dot{V}E$ e $\dot{V}CO_2$ verificada a partir do $\dot{V}E/\dot{V}CO_2$ (SKINNER; MCLELLAN, 1980).

4.3.2 Protocolos HIIT

Com objetivo de investigar como proporcionar maior estresse fisiológico sem alterar o tempo de estímulo (3 minutos), manipulou-se o modo de recuperação, dois protocolos com razão estímulo recuperação de 2:1 (um com recuperação passiva longa e o outro ativa – ambas de 90 s), e o terceiro a razão foi alterada para 3:1 (recuperação passiva curta – 60 s). A ordem de realização dos protocolos experimentais foi aleatorizada e contrabalanceada, conforme apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 - Ordem de realização dos protocolos conforme o sorteio e balanceamento.

N	ORDEM
4	90p, 90a, 60p
3	90p, 60p, 90a
3	90a, 90p, 60p
3	90a, 60p, 90p
3	60p, 90p, 90a
3	60p, 90a, 90p

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

(N: número de voluntários;

90p: recuperação passiva longa;

90a: recuperação ativa;

60p: recuperação passiva curta)

Todos os protocolos foram realizados em pista de atletismo, inicialmente os voluntários realizaram aquecimento (5 minutos a 50% $\dot{V}O_2\text{máx}$), procedido de quatro acelerações de 50 m (90% $\dot{V}O_2\text{max}$). O voluntário realizou todo o protocolo de teste com o analisador portátil de gases e cinta de frequência cardíaca. Durante a recuperação entre os estímulos, foram realizadas três medidas: 1) Após o término de cada estímulo, foi apresentada ao voluntário a escala de percepção subjetiva de esforço; 2) Ao final de cada recuperação, 10 s antes do estímulo subsequente, foi apresentada a escala de percepção subjetiva de recuperação; 3) Foi coletado o sangue para mensuração do lactato sanguíneo antes do aquecimento (após repouso

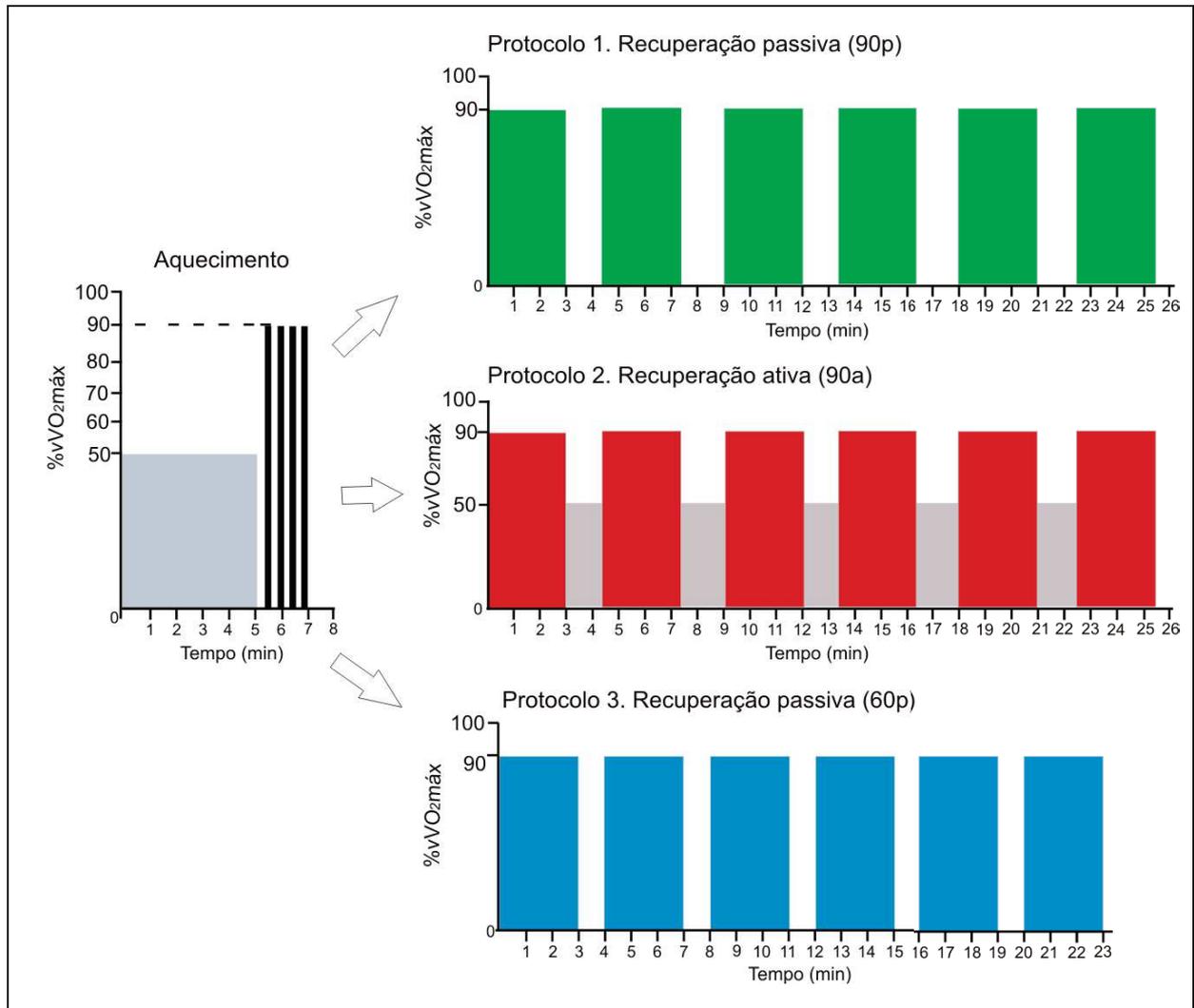
de 30 minutos), e após a realização dos protocolos nos segmentos: 1º minuto, 2º minuto, 3º minuto.

Protocolo 1. (90p - recuperação passiva longa). Um minuto após o término do aquecimento, os voluntários executaram 6 (seis) estímulos de 3 minutos, com intensidade prevista de 90% da $\dot{V}O_2\text{max}$, com recuperação passiva de 90 segundos parado de pé. O protocolo teve duração total de 33 minutos e 30 segundos.

Protocolo 2. (90a - recuperação ativa). Um minuto após o término do aquecimento, os voluntários executaram 6 (seis) estímulos de 3 minutos, com intensidade prevista de 90% da $\dot{V}O_2\text{max}$, com recuperação a ativa de 90 segundos (corrida a 50% $\dot{V}O_2\text{max}$). O protocolo teve duração total de 33 minutos e 30 segundos.

Protocolo 3. (60p - recuperação passiva curta). Um minuto após o término do aquecimento, os voluntários executaram 6 (seis) estímulos de 3 minutos, com intensidade prevista de 90% da $\dot{V}O_2\text{max}$, com recuperação passiva de 60 segundos. O protocolo teve duração total de 31 minutos.

Figura 3 - Representação esquemática da realização dos protocolos experimentais.



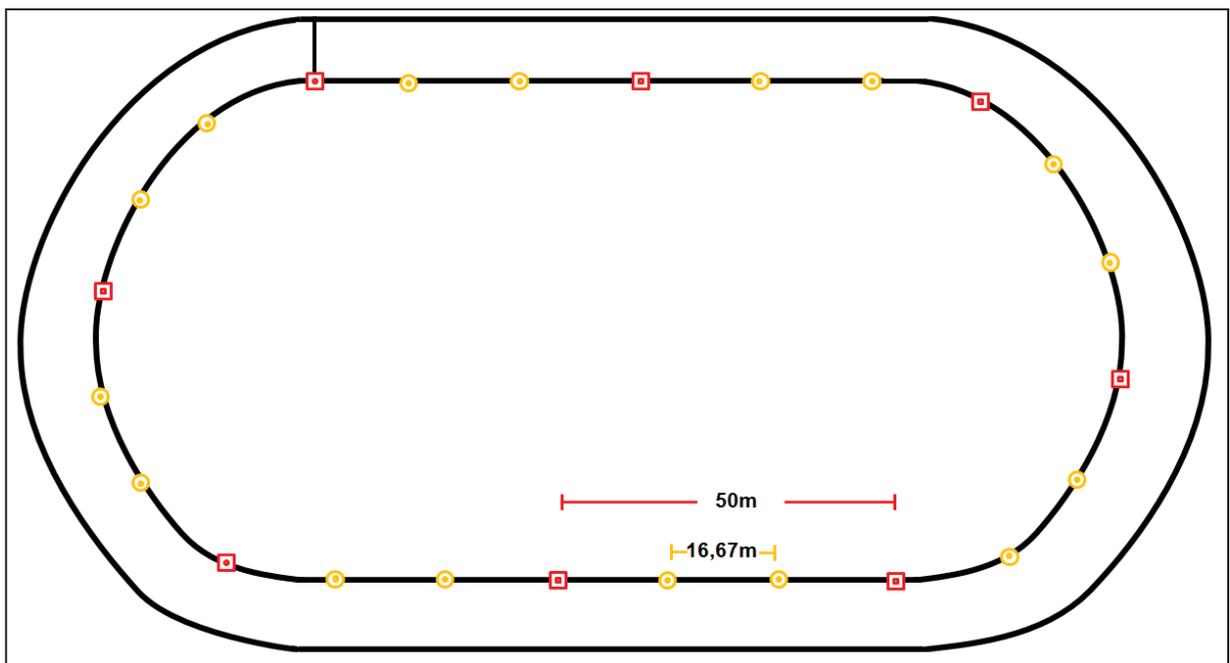
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.3.3 Controle da velocidade no teste de potência aeróbia máxima e protocolos experimentais

Com o objetivo de garantir que o voluntário realizasse o teste de potência aeróbia máxima nas intensidades estipuladas, respeitando os incrementos de 1 km/h a cada minuto, foi criado um arquivo de áudio MP3 com bips, e a pista de atletismo foi demarcada com cones a cada 16,67 m. Para garantir a velocidade correta, a cada bip o avaliado deveria estar na marcação realizada na pista. A cada estágio havia um aumento de 1 km/h na velocidade, sendo assim, os bips ficavam mais próximo um do outro. A tabela utilizada para a confecção do arquivo de áudio está apresentada no Anexo F.

Para o controle da intensidade nos três protocolos experimentais, tanto para os estímulos quanto para a recuperação ativa, a pista foi demarcada a cada 50m, e foi utilizada uma tabela com o tempo a cada 50 m, dependendo da velocidade que o voluntário deveria executar (APÊNDICE C). Para tal procedimento o pesquisador utilizava um cronometro e um apito, o apito soava a cada intervalo de tempo (50 m) correspondente à velocidade de corrida do voluntário. Durante o estímulo, o voluntário mesmo ao apresentar atrasos, o protocolo não era interrompido, ao final do estímulo foi mensurada a distância completada em 3 minutos, e calculada a velocidade alcançada. Durante a recuperação do modo ativo, o avaliado, obrigatoriamente, deveria manter a velocidade de corrida (50% $\dot{V}O_2$ máx).

Figura 4 - Pista de atletismo demarcada para execução do teste progressivo máximo e protocolos experimentais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

4.3.4 Condições climáticas

As coletas de dados foram realizadas entre os meses de abril e outubro de 2019, período em que as temperaturas em Juiz de Fora são amenas. Para a mensuração de temperatura e umidade foi utilizado os dados da Estação Meteorológica Automática do Laboratório de Climatologia e análise ambiental do

(Departamento Geociências/INMET/UFJF). As coletas sempre foram realizadas entre 6h30min e 9h da manhã, sendo no máximo duas coletas por dia e sempre mantendo o horário de início nas quatro visitas do voluntário. Caso houvesse variação de 4° C na temperatura e 10 % na umidade relativa do ar, de uma sessão para outra o protocolo seria repetido.

4.4 Análise dos dados

Os dados foram apresentados como média \pm desvio padrão. Para verificar a normalidade da distribuição de todas as variáveis analisadas, utilizou-se o teste de Shapiro-Wilk. Além disso, também foi verificado o pressuposto de homogeneidade de variância pelo teste de Lèvene.

Para analisar as diferenças médias entre gêneros, nas variáveis de caracterização, foi utilizado o teste *t de student*. As diferenças médias entre os protocolos nos parâmetros fisiológicos coletados (tempo de exercício $\geq 90\%$ $\dot{V}O_2\text{max}$, PSE sessão, QTR, lactato, temperatura, umidade, estado de humor) foram avaliadas usando análise de variância de medidas repetidas de um fator (ANOVA). Para analisar as diferenças entre os protocolos e as alterações das variáveis ao longo do tempo (velocidade, PSE, PSR, $\dot{V}O_2\text{90s}$, $\dot{V}O_2\text{30srec}$, $\dot{V}CO_2$, $\dot{V}E$, $\dot{V}C$, *f*), foi utilizado ANOVA de medidas repetidas de dois fatores. Efeitos de interação (recuperação x tempo) e efeitos principais foram investigados usando comparações de pares com ajuste do intervalo de confiança por *Bonferroni*. Para analisar a associação entre a frequência respiratória e percepção subjetiva do esforço foi utilizada a correlação de *Pearson*. Para mensuração do “tamanho do efeito” foi adotado *Eta-squared statistic* (η^2), com posterior classificação de sua força (pequena= 0,01, médio=0,06 e grande= >0,15) (COHEN, 1988). Os dados foram analisados no software SPSS (SPSS 21.0; IBM Corporation, Armonk, NY, EUA) e a significância estabelecida foi $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

Foram recrutados atletas treinados, corredores de provas de fundo do Atletismo. A Tabela 1 apresenta as características da amostra.

Tabela 1 - Média e desvio padrão dos dados de caracterização da amostra

VARIÁVEIS	HOMENS (n=14)	MULHERES (n=5)	p valor
Idade (anos)	31,92±8,12	29,8±6,94	0,61
Estatura (m)	1,79±0,06*	1,62±0,05	0,00
Massa corporal (kg)	66,94±7,98*	51,16±6,90	0,01
IMC (kg/m ²)	20,88±2,40	19,32±2,08	0,21
Percentual de gordura (%)	6,93±2,34*	12,46±2,86	0,00
Tempo de prática (anos)	9,0±6,53	7,00±2,00	0,51
Volume semanal (km)	99,36±35,55	66,00±11,4	0,59
Volume semanal HIIT (km)	19,29±5,55	16,80±8,32	0,46
Sessões por semana	7,07±2,56	5,8±1,10	0,30
Sessões HIIT por semana	2,00±0,39	2,00±0,71	1,00
Velocidade em prova 10 km	17,19±1,27*	14,94±1,27	0,03

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs *feminino*; IMC: índice de massa corporal; HIIT: treinamento intervalado de alta intensidade)

Para obtenção das intensidades da prescrição dos protocolos experimentais, os voluntários foram submetidos ao teste progressivo máximo, os resultados obtidos foram reportados na Tabela 2.

Tabela 2 - Média e desvio padrão das variáveis mensuradas no teste progressivo máximo

VARIÁVEIS	HOMENS (n=14)	MULHERES (n=5)	p valor
$\dot{V}O_2$ máx (mL/kg/min)	65,08±3,54*	60,83±5,0	0,05
$\dot{V}O_2$ máx (L/min)	4,35±0,43*	3,09±0,32	0,00
v $\dot{V}O_2$ máx (km/h)	20,09±1,43*	17,56±1,21	0,03
FCmáx (bpm)	180,9±13,13*	190,2±2,86	0,02
$\dot{V}E$ máx (L/min)	172,62±18,93*	116,76±10,26	0,00
$\dot{V}C$ máx (l)	2,73±0,29*	2,07±0,36	0,01
<i>f</i> máx (rpm)	69,39±8,32	62,60±9,24	0,15
$\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$	1,18± 0,09	1,1±0,02	0,06
$\dot{V}O_2$ PCR (mL/kg/min)	57,56±3,47	52,88±6,15	0,05
vPCR (km/h)	17,57±1,22*	15,2±1,3	0,01
PCR (% $\dot{V}O_2$ máx)	88,44±1,9	86,77±3,16	0,18
FC _{PCR} (bpm)	171,2±14,3	171,4±8,7	0,98

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs feminino; $\dot{V}O_2$ máx: consumo máximo de oxigênio. v $\dot{V}O_2$ max: velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio. FCmáx: frequência cardíaca máxima; $\dot{V}E$ máx Ventilação máxima; $\dot{V}C$ máx: volume corrente máximo; *f*máx: frequência respiratória; $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$: coeficiente respiratório; $\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio; PCR: ponto de compensação respiratória; vPCR: velocidade no ponto de compensação respiratória; FC_{PCR}: frequência cardíaca no ponto de compensação respiratória)

Todos os protocolos foram realizados em pista de atletismo descoberta, sendo assim, a temperatura e a umidade foram mensuradas e não controladas. O período em que a pesquisa foi realizada, não apresentou variações climáticas significativas intra-sujeito. Os dados são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 - Valores médios e desvio padrão da temperatura e umidade durante os protocolos experimentais.

	PROTOCOLOS				p valor
	TPM	90p	90a	60p	
TEMPERATURA (°C)	16,01±2,93	16,3±2,7	16,8±2,3	16,7±2	0,823
UMIDADE (%)	87,5±9,97	88,5±9,4	90,2±8,4	86,4±9,9	0,477

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(TPM: teste progressivo máximo; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Verificou-se que todos os participantes mantiveram a mesma dieta nas 24 h que antecederam os protocolos. Do mesmo modo, o treinamento realizado pelos voluntários nas 72 h antes seguiu as orientações fornecidas pelo pesquisador.

Após o teste progressivo máximo, foi determinado, a partir da $\dot{V}O_2\text{max}$ obtida, as distâncias necessárias para que o estímulo tivesse a duração de três minutos, e para o protocolo de recuperação ativa que a distância do estímulo recuperativo perfizesse os 90 s necessários. Esses valores estão representados na Tabela 4.

Tabela 4 - Média e desvio padrão das distâncias e velocidade prescritas nos protocolos experimentais, masculino e feminino.

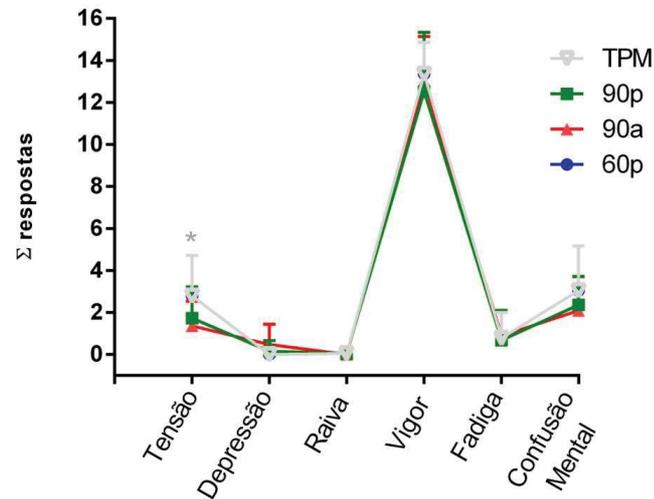
		Masculino (n=14)	Feminino (n=5)	p valor
ESTÍMULO	Distância (m)	903,9±64,0*	790,5±54,5	0,03
	Velocidade (km/h)	18,1±1,3*	15,8±1,1	0,03
RECUPERAÇÃO (ativa)	Distância (m)	250,9±16,4*	219,8±14,9	0,04
	Velocidade (km/h)	10,1±0,8*	8,8±0,6	0,02

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Os voluntários não apresentaram variação dos estados de humor pré-participação aos protocolos, com exceção da tensão, que foi maior pré-teste progressivo máximo quando comparado com o protocolo de recuperação passiva

($p= 0,032$), o Gráfico 1 ilustra os perfis de estado de humor nos protocolos experimentais.

Gráfico 1 - Estados de humor (BRUMS) dos voluntários pré-participação aos protocolos experimentais.

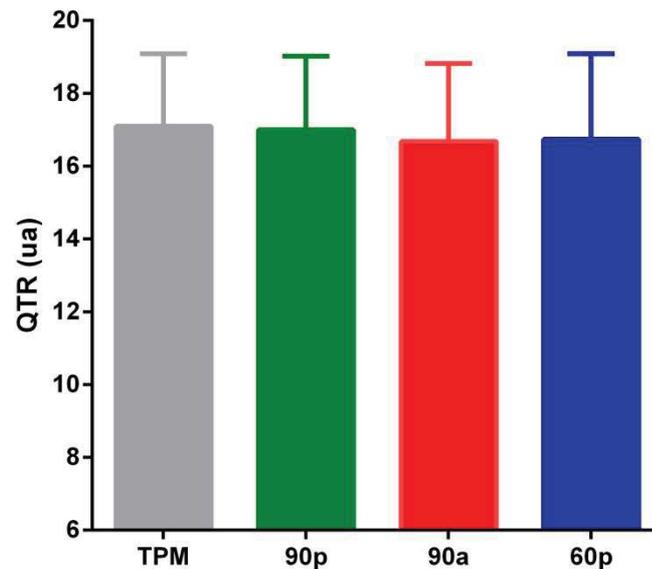


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p, $p < 0,05$. (90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Não foram encontradas diferenças significativas nos valores de recuperação total autorrelatada (QTR) pelos voluntários pré-protocolos experimentais (Gráfico 2; $p= 0,77$).

Gráfico 2 - Escala de recuperação total



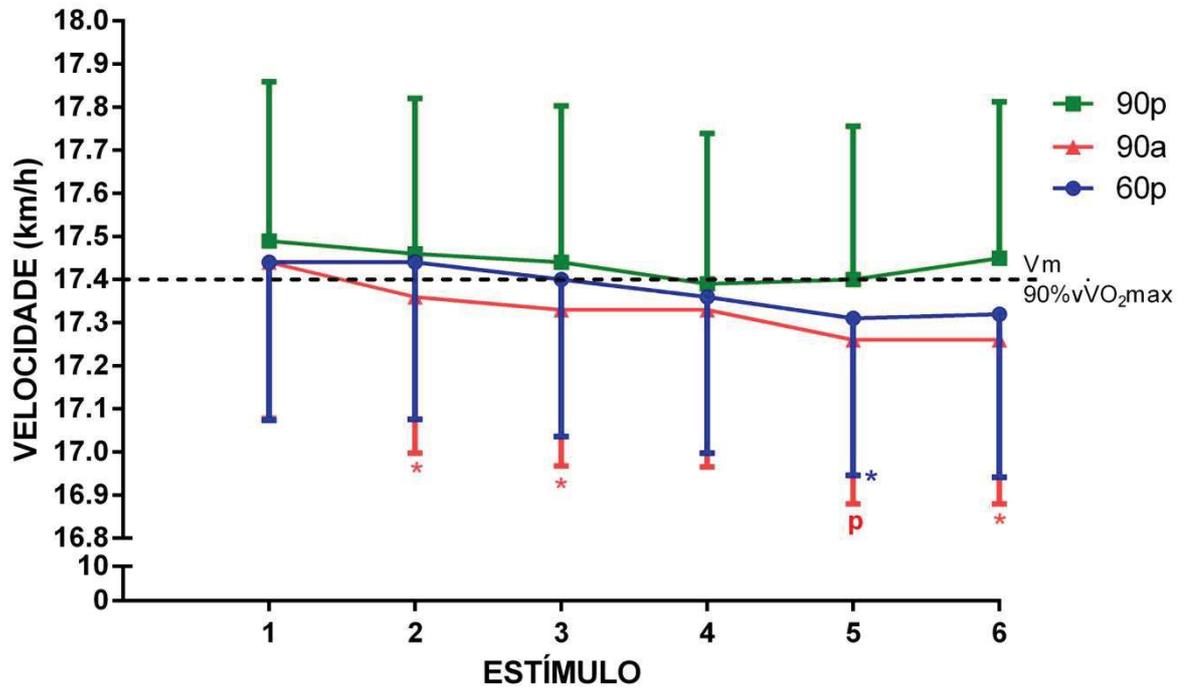
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Na velocidade média executada durante os protocolos experimentais não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito médio $F=(3,4, 62)= 1,21$, $p= 0,31$, $\eta^2= 0,063$. Demonstrando dessa forma comportamentos similares entre as manipulações da recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p= 0,001$), a correção de *Greenhouse-Geisser* foi utilizada para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças significativas, a recuperação ativa proporcionou menor velocidade nos 2º, 3º e 6º estímulos (Gráfico 3; $p= 0,005$) em relação ao modo passivo longo. Na recuperação passiva curta, apenas o 5º estímulo apresentou velocidade inferior a passiva longa (Gráfico 3; $p= 0,03$). No protocolo de recuperação ativa, o 5º estímulo apresentou velocidade inferior ao primeiro estímulo (Gráfico 3; $p= 0,32$). Não houve diferenças significativas entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

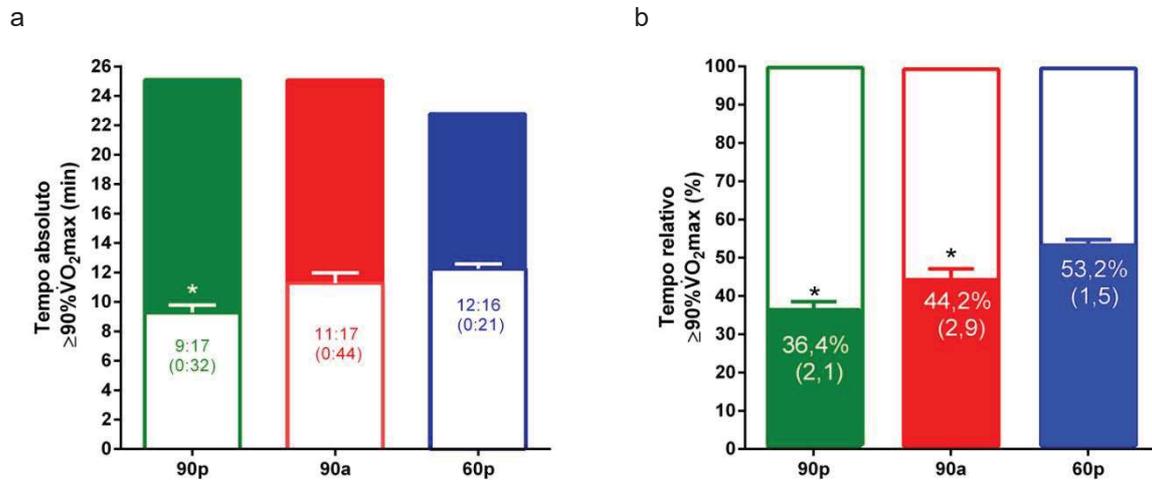
Gráfico 3 - Velocidade média e desvio padrão realizada em cada estímulo nos protocolos experimentais.



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p; ^p vs 1º estímulo. $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

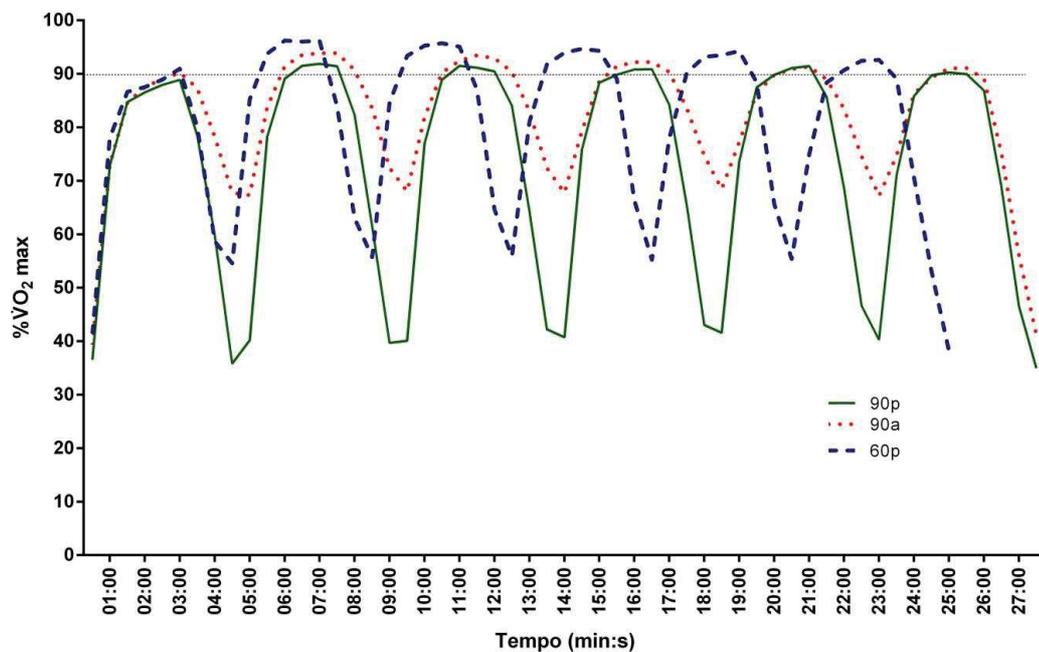
O tempo de exercício absoluto realizado acima ou igual a 90% do $\dot{V}O_2\text{max}$ foi superior no protocolo de recuperação passiva curta (60s) quando comparado recuperação passiva longa ($p = 0,001$) Gráfico 4a. As sessões tiveram tempo de duração distintos, as partes principais dos protocolos de recuperação passiva longa e ativa tiveram duração 25min30s, e do protocolo de recuperação passiva curta durou 23 minutos. Diante disso, foi calculado o tempo relativo realizado igual ou acima de 90% do $\dot{V}O_2\text{max}$. Para essa variável, a recuperação passiva longa não foi diferente da recuperação ativa ($p = 0,144$), a recuperação passiva curta teve tempo nessa intensidade superior a recuperação ativa ($p = 0,017$) e a recuperação passiva longa ($p = 0,001$), conforme os dados apresentados no Gráfico 4b.

Gráfico 4 - Tempo absoluto e relativo de exercício realizado $\geq 90\%$ do $\dot{V}O_2\text{max}$.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs recuperação passiva (60s), $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

O comportamento da média do $\dot{V}O_2$ nos protocolos experimentais, com os dados exportados em janelas de 30 s, está reportado no Gráfico 5.

Gráfico 5 – Média do grupo do $\dot{V}O_2$ relativo ao $\dot{V}O_2\text{max}$, nos protocolos experimentais.

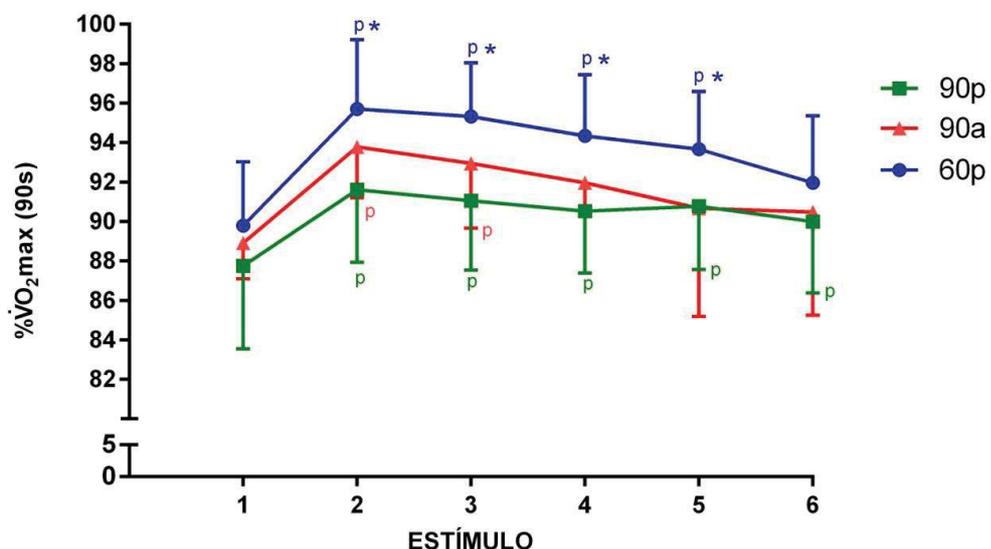
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

No $\dot{V}O_2$ nos últimos 90s de estímulo não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito médio $F(4,3, 77,9) = 1,974$, $p = 0,102$, $\eta^2 = 0,099$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p = 0,01$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os grupos apenas entre o modo de recuperação passiva curta em relação à passiva longa (estímulos 2, 3, 4, 5) (Gráfico 6; $p = 0,001$). No grupo de recuperação passiva longa os estímulos 2, 3, 4, 5 e 6 tiveram maior consumo em relação ao primeiro estímulo (Gráfico 6; $p < 0,015$). No grupo de recuperação ativa os estímulos 2 e 3 tiveram maior consumo em relação ao primeiro estímulo (Gráfico 6; $p < 0,001$). No grupo de recuperação passiva curta os estímulos 2, 3, 4 e 5 tiveram maior consumo em relação ao primeiro estímulo (Gráfico 6; $p < 0,023$). Não foram encontradas diferenças entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 6 - Média e desvio padrão do percentual do $\dot{V}O_{2max}$ nos últimos 90s de cada estímulo nos protocolos experimentais



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

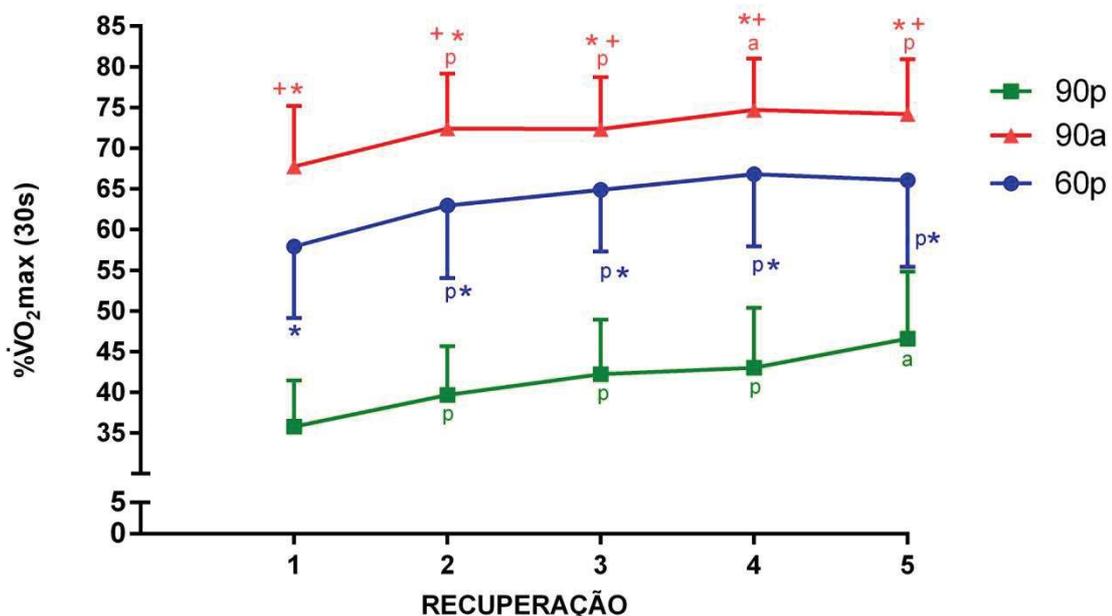
(*vs 90p; ^p vs 1° estímulo, $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

No consumo de oxigênio nos últimos 30 s da recuperação não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito alto

$F(2,9, 52,2)= 1,823$, $p= 0,156$, $\eta^2= 0,092$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p= 0,01$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os modos de recuperação passiva curta e ativa em relação à recuperação passiva longa (Gráfico 7; $p= 0,001$), e ainda entre a recuperação ativa em relação a passiva curta (Gráfico 7; $p= 0,002$). Nos três protocolos a recuperações 2, 3, 4 e 5 apresentaram consumo de oxigênio maior que o consumo da primeira recuperação (Gráfico 7; $p\leq 0,027$). No protocolo de recuperação passiva longa a 5ª recuperação teve consumo maior que a recuperação anterior ($p= 0,003$). Já no protocolo de recuperação ativa a 4ª recuperação teve consumo maior que a recuperação anterior (Gráfico 7; $p= 0,005$). Não foram encontradas diferenças entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 7 - Média e desvio padrão do percentual do $\dot{V}O_2$ max nos últimos 30s de cada recuperação nos protocolos experimentais



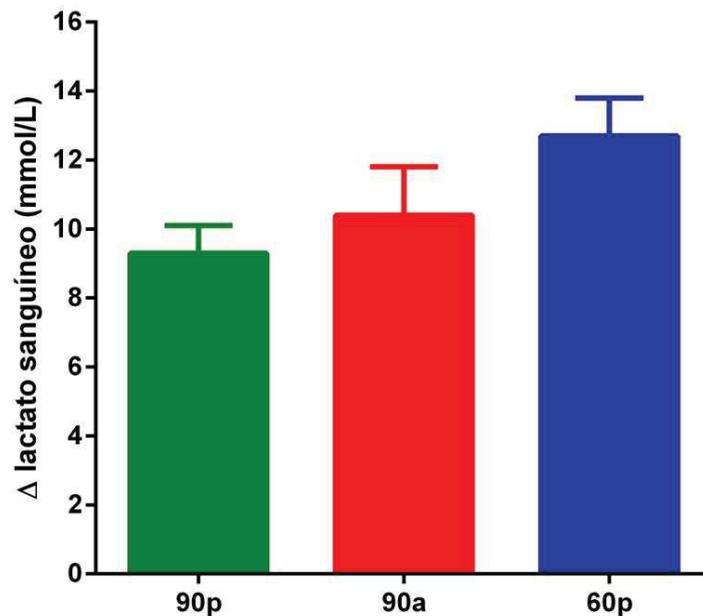
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p; + vs 60p; ^p vs 1° estímulo; ^a vs anterior, $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

A diferença entre o lactato sanguíneo ao final da sessão pelo de repouso não apresentou diferença entre os protocolos, dados apresentados no Gráfico 8 (60p vs

90p; $p= 0,065$; 60p vs 90a; $p= 0,621$ e 90a vs 90p; $p= 0,691$). O pico do lactato sanguíneo aconteceu no 2º ou 3º minuto de coleta, respectivamente 40% e 60%.

Gráfico 8 - Média e desvio padrão da diferença pré e pós-protocolo do lactato sanguíneo



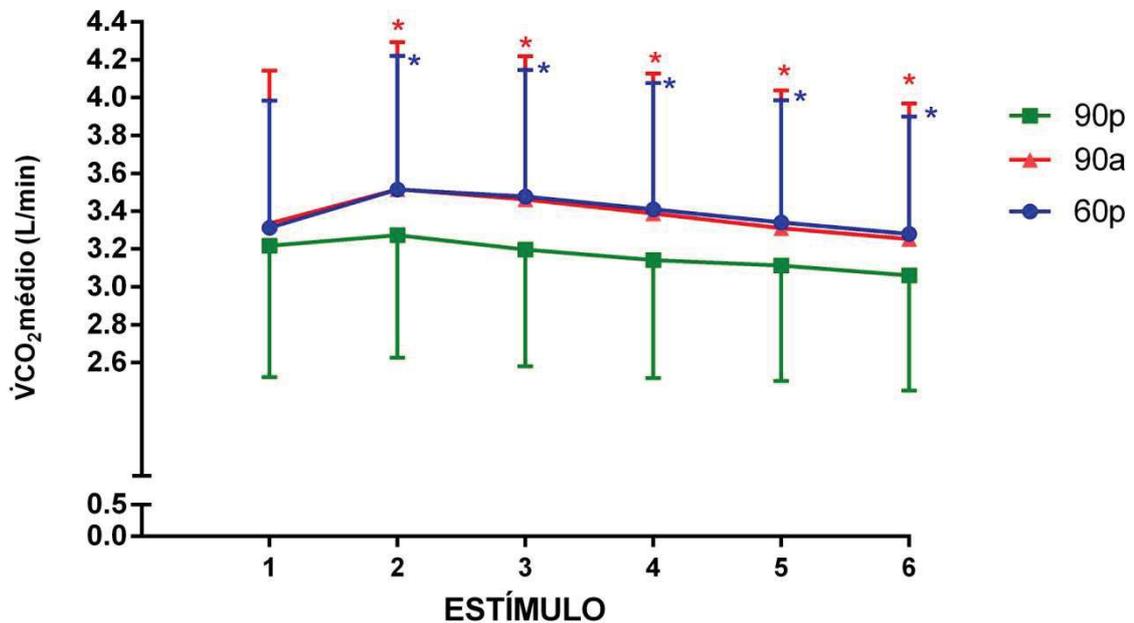
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Na produção de dióxido de carbono do estímulo não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito alto $F(4,9, 87,7) = 2,896$, $p= 0,019$, $\eta^2 = 0,139$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p= 0,01$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os modos de recuperação passiva curta e ativa em relação à recuperação passiva longa (Gráfico 9; $p= 0,008$ e $p= 0,012$ respectivamente). Não foram encontradas diferenças entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 9 - Média e desvio padrão do percentual do $\dot{V}CO_2$ em cada estímulo nos protocolos experimentais



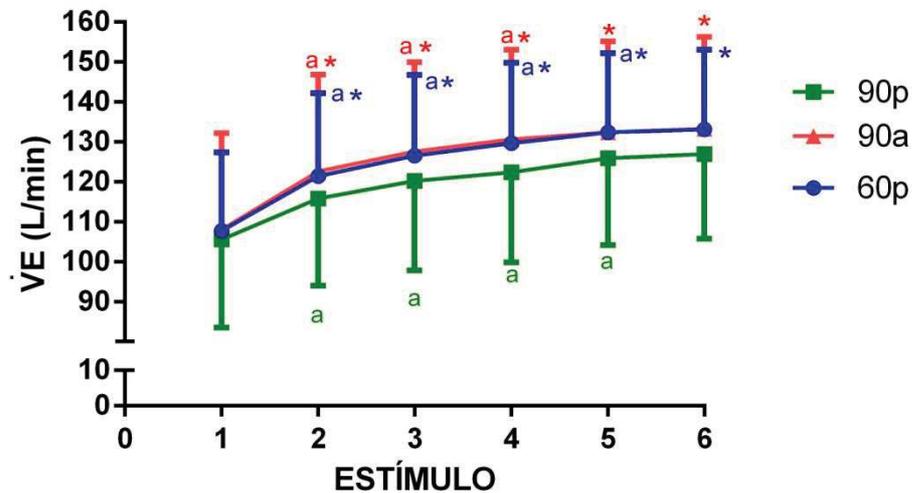
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p; $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Na ventilação em cada estímulo não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito alto $F(4,8, 87,6) = 1,835$, $p = 0,116$, $\eta^2 = 0,93$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p = 0,001$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os modos de recuperação ativa e passiva curta em relação à recuperação passiva longa (Gráfico 10; $p = 0,004$ e $p = 0,002$, respectivamente). Nas recuperações passiva longa e passiva curta os estímulos 2, 3, 4 e 5 tiveram ventilações superiores aos estímulos anteriores (Gráfico 10; $p \leq 0,049$). Na recuperação ativa os estímulos 2, 3, 4 e 5 tiveram ventilações superiores aos estímulos anteriores (Gráfico 10; $p \leq 0,04$). Não foram encontradas diferenças entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 10 - Média e desvio padrão da ventilação em cada estímulo nos protocolos experimentais



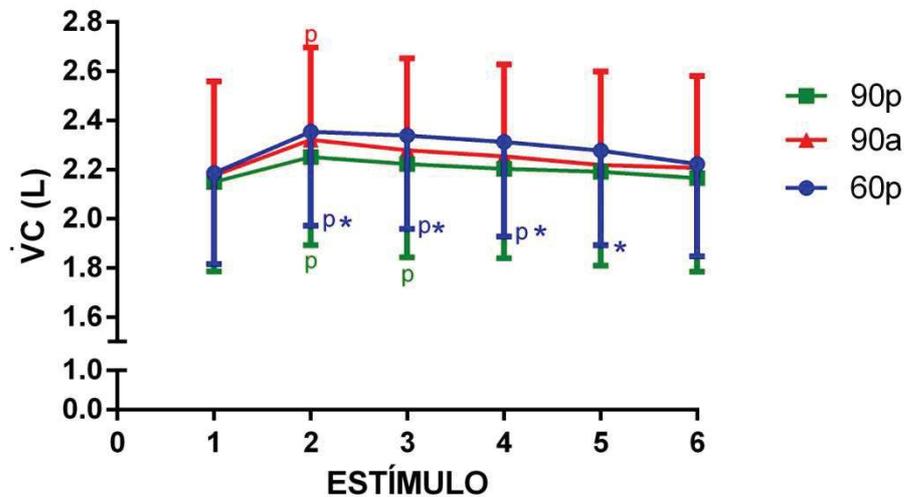
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(^a vs anterior; *vs 90p; $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

No volume corrente em cada estímulo não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito alto $F(4,5, 82) = 0,937$, $p = 0,455$, $\eta^2 = 0,50$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p = 0,001$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os modos de recuperação ativa e passiva longa em relação à recuperação passiva curta (Gráfico 11; $p = 0,030$ e $p = 0,001$, respectivamente). Na recuperação passiva longa os estímulos 2 e 3 tiveram ventilações superiores ao primeiro estímulo (Gráfico 11; $p \leq 0,017$). Na recuperação ativa o estímulo 2 foi superior ao primeiro estímulo (Gráfico 11; $p = 0,04$). Na recuperação passiva curta os estímulos 2, 3 e 4 tiveram ventilações superiores ao primeiro estímulo (Gráfico 11; $p \leq 0,006$). Não foram encontradas diferenças entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 11 - Média e desvio padrão do volume corrente em cada estímulo nos protocolos experimentais



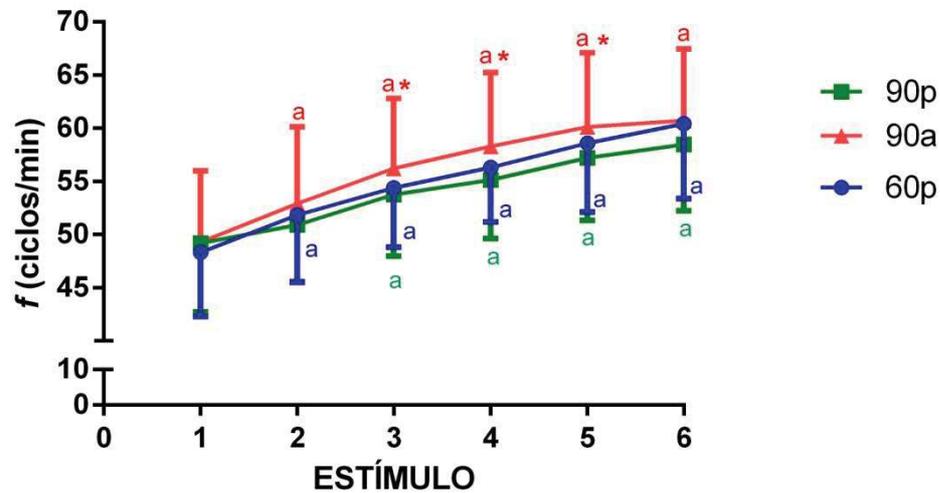
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(^p vs primeiro; *vs 90p; $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Na frequência respiratória em cada estímulo não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito médio $F(3,82, 68,8) = 2,178$, $p = 0,083$, $\eta^2 = 0,108$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p = 0,001$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os modos de recuperação ativa em relação à recuperação passiva longa nos estímulos de 3 a 5 (Gráfico 12; $p = 0,015$). Na recuperação passiva longa os estímulos de 3 a 6 tiveram frequências respiratórias superiores ao primeiro estímulo (Gráfico 12; $p = 0,000$). Na recuperação ativa os estímulos de 2 a 6 foram superiores ao primeiro estímulo (Gráfico 12; $p = 0,000$). Na recuperação passiva curta os estímulos de 2 a 6 tiveram ventilações superiores ao primeiro estímulo (Gráfico 12; $p \leq 0,000$). Não foram encontradas diferenças entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 12 - Média e desvio padrão da frequência respiratória em cada estímulo nos protocolos experimentais



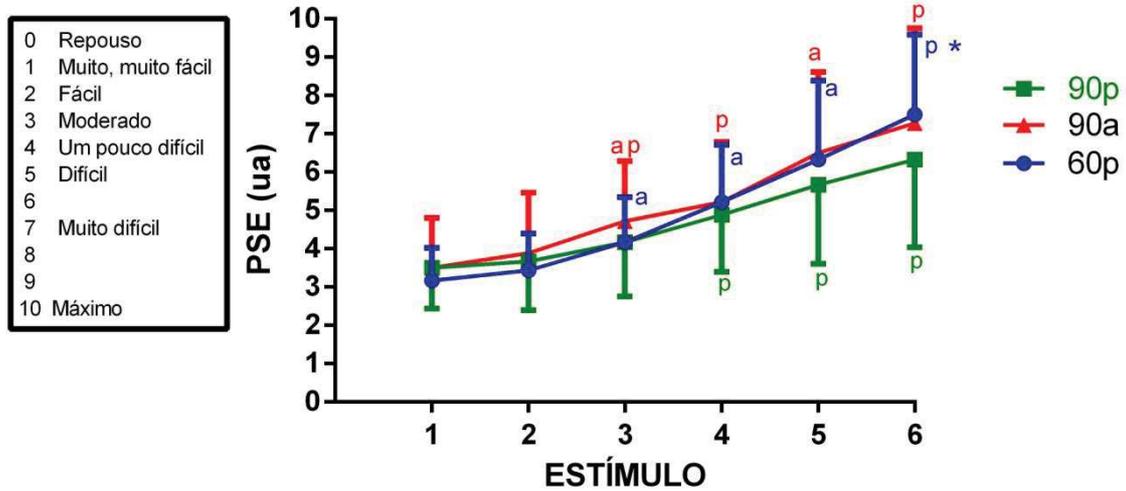
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(^a vs anterior; * vs 90p; $p < 0,05$; 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

Na percepção subjetiva do esforço (PSE) não houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito médio $F(3,2, 57,3) = 1,964$, $p = 0,128$, $\eta^2 = 0,098$, isso demonstra comportamentos similares dos modos de recuperação. Devido à violação da esfericidade pelo teste de *Mauchly* ($p = 0,001$), utilizou-se a correção de *Greenhouse-Geisser* para a interpretação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre os grupos apenas entre o modo de recuperação passiva longa em relação à passiva curta (6º estímulo) (Gráfico 13; $p = 0,014$). No grupo de recuperação passiva longa os estímulos, 4, 5 e 6 apresentaram maior percepção subjetiva em relação ao primeiro estímulo (Gráfico 13; $p = 0,002-0,04$). O grupo de recuperação ativa apresentou maior percepção subjetiva nos estímulos 3, 4, 5 e 6 quando comparado com o primeiro estímulo (Gráfico 13; $p < 0,001$), e os estímulos três e cinco foram maiores que o estímulo anterior (Gráfico 13; $p < 0,001$). A recuperação passiva curta apresentou maior percepção subjetiva nos estímulos 4, 5 e 6 quando comparado com o primeiro estímulo (Gráfico 13; $p < 0,001$) e os estímulos 3, 4 e 5 foram maiores que o estímulo anterior (Gráfico 13; $p = 0,005-0,01$). Não houve diferenças significativas entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 13 - Percepção subjetiva do esforço média e desvio padrão em cada estímulo nos protocolos experimentais

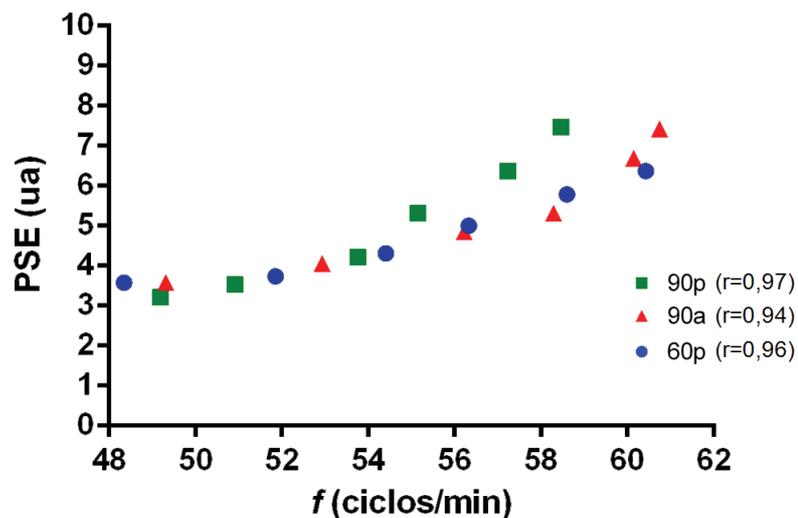


Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p; ^p vs 1° estímulo; ^a vs estímulo anterior; $p < 0,05$, 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

A percepção subjetiva do esforço obteve correlação significativa com a frequência respiratória ($p < 0,001$) para 90p ($r = 0,97$), 90a ($r = 0,94$), 60p ($r = 0,96$) e total ($r = 0,92$).

Gráfico 14 - Correlações entre a percepção subjetiva do esforço e a frequência respiratória



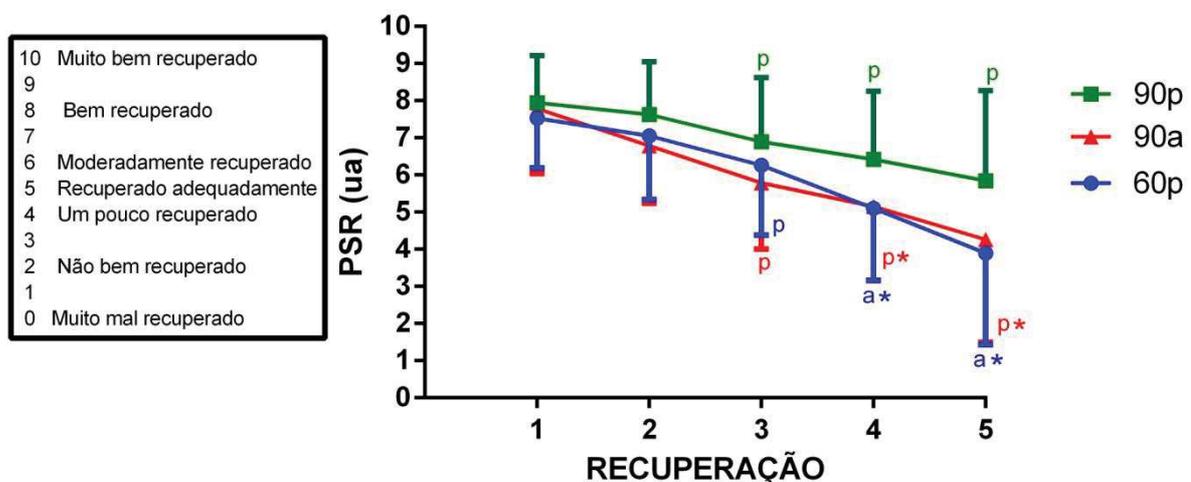
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(90p: protocolo de recuperação passiva longa; 90a: protocolo de recuperação ativa; 60p: protocolo de recuperação passiva curta)

Na percepção subjetiva da recuperação (PSR) houve interação significativa entre os modos de recuperação, com tamanho de efeito $F(8,144)= 3,209$, $p= 0,004$, $\eta^2= 0,14$, isso demonstra comportamentos diferentes dos modos de recuperação.

Comparações pareadas com ajuste de Bonferroni mostraram diferenças entre a recuperação passiva curta e recuperação ativa em relação à recuperação passiva longa nas recuperações 4 e 5 (Gráfico 15; $p= 0,012$ e $0,09$). Nos três modos de recuperação, as recuperações 3, 4 e 5 apresentaram menor PSR quando comparado com primeira recuperação do respectivo modo (Gráfico 15; $p= 0,001-0,049$). E ainda, no modo de recuperação passiva curta as recuperações 4 e 5 tiveram menor PSR que a recuperação anterior (Gráfico 15; $p= 0,06$ e $p= 0,002$). Não houve diferenças significativas entre os demais pontos temporais intra ou inter modos de recuperação.

Gráfico 15 - Percepção subjetiva da recuperação média e desvio padrão em cada estímulo nos protocolos experimentais



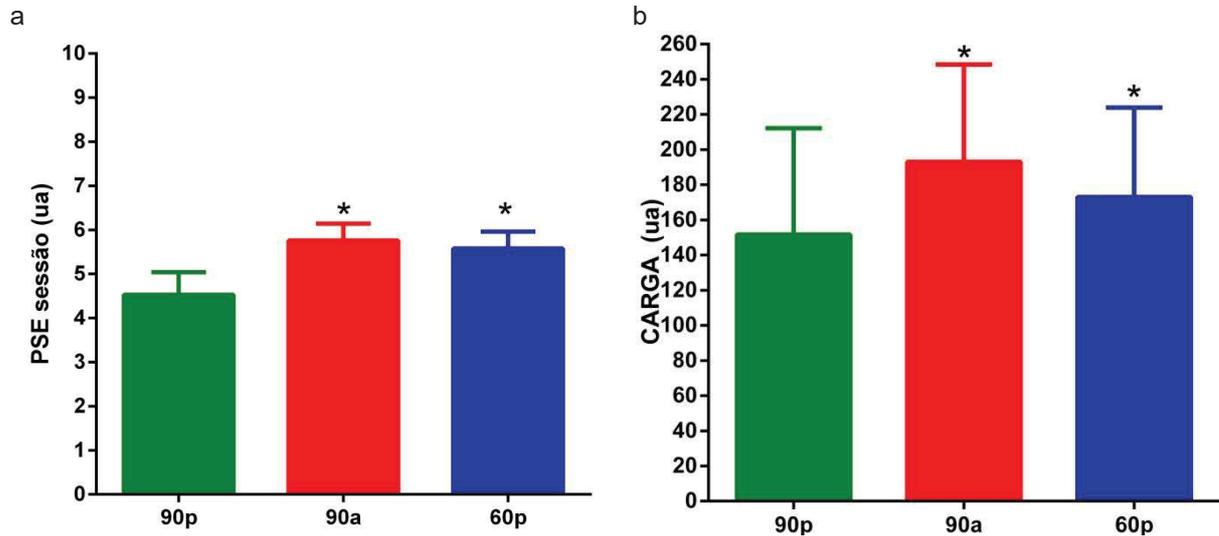
Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p; ^p vs 1º estímulo; ^a vs anterior, $p < 0,05$, 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

A percepção subjetiva da sessão foi inferior no protocolo de recuperação passiva longa em relação aos protocolos de recuperação ativa ($p= 0,006$) e passiva curta ($p= 0,001$). A carga de treinamento apresentou o mesmo comportamento das PSE da sessão, foi inferior no protocolo de recuperação passiva longa em relação

aos protocolos de recuperação ativa ($p= 0,006$) e passiva curta ($p= 0,021$). Esses dados foram reportados nos Gráficos 16a e 16b.

Gráfico 16 - Percepção subjetiva da sessão e carga de treinamento nos protocolos experimentais



Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

(*vs 90p; $p < 0,05$, 90p: protocolo de recuperação passiva de 90s; 90a: protocolo de recuperação ativa de 90s; 60p: protocolo de recuperação passiva de 60s)

O resumo dos resultados encontrados no presente estudo é apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 - Quadro resumo dos resultados encontrados

VARIÁVEL	90p	90a	60p
QTR	+++	+++	+++
Velocidade	+++	+	++
T≥90% absoluto	++	+++	+++
T≥90% relativo	++	++	+++
$\dot{V}O_2$ 90s	++	++	+++
$\dot{V}O_2$ 30s	+	+++	++
Δ Lactato	+++	+++	+++
$\dot{V}CO_2$	+	+++	+++
$\dot{V}E$	++	+++	+++
$\dot{V}C$	+	++	+++
<i>f</i>	+	+++	++
PSE	++	++	+++
PSR	+++	+	++
PSE sessão	++	+++	+++
Carga	++	+++	+++

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

(QTR: qualidade total de recuperação; T≥90%: tempo maior ou igual a 90% do $\dot{V}O_2$ max.; $\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio; Δ : diferença; VE: Ventilação; *f*: frequência respiratória; PSE: percepção subjetiva de esforço; PSR: percepção subjetiva de recuperação)

6 DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi comparar o efeito de diferentes manipulações da recuperação no tempo de exercício igual ou superior a 90% do $\dot{V}O_2$ máx (zona vermelha), no rendimento, nas variáveis metabólicas, ventilatórias e nas respostas perceptivas de esforço. Como principais resultados encontrou-se que: (i) A velocidade de corrida no protocolo de recuperação ativa foi inferior ao protocolo de recuperação passiva longa; (ii) O protocolo de recuperação passiva curta apresentou maior tempo absoluto e relativo em zona vermelha quando comparado com a recuperação passiva longa e maior tempo relativo em zona vermelha quando comparado ao modo ativo; (iii) A resposta do lactato sanguíneo não foi diferente entre os protocolos. (iv) A percepção subjetiva da sessão foi inferior na recuperação passiva longa quando comparado com as outras duas condições.

Para que as condições pré-experimentais fossem o mais semelhante possível, diversos procedimentos foram adotados. Utilizou-se o questionário de estados de humor e escala de recuperação total. Não foram encontradas diferenças nas condições pré-protocolos, apenas no domínio tensão (no estado de humor), ele foi maior pré-teste progressivo máximo em relação ao protocolo de recuperação passiva longa. Esse resultado pode ser explicado pelo fato desse teste ter sido a primeira etapa da pesquisa, e ainda, atletas desse nível de rendimento podem apresentar preocupação com os seus resultados em testes de aptidão aeróbia máxima.

Previamente aos protocolos experimentais os indivíduos mantiveram a alimentação e rotinas de treinamentos, em conformidade as orientações da pesquisa. Após a análise do recordatório alimentar não foi observado variação no padrão alimentar. A temperatura e a umidade foram monitoradas, para que a condição climática não influenciasse as variáveis analisadas, não foram observadas diferenças desses parâmetros entre os protocolos experimentais. Diante disso, as possíveis interferências nos resultados foram minimizadas.

Foi identificado que as três manipulações da recuperação foram eficientes para proporcionar elevado tempo em zona vermelha, que segundo Buccheit e Laursen (2013) deve ter duração entre seis e 10 minutos, para que as adaptações positivas proporcionadas pelo HIIT sejam alcançadas. Os resultados do presente estudo estão de acordo com os outros estudos de HIIT longo, que encontraram entre

sete e 12 minutos de exercício em zona vermelha. (BUCHHEIT *et al.*; 2012; MILLET *et al.*, 2003; THEVENET *et al.*, 2007; SCHOENMAKERS; REED, 2019; SMILIOS *et al.*, 2018).

6.1 Rendimento e respostas metabólicas

A velocidade nos protocolos experimentais foi monitorada para que os estímulos fossem executados a 90% da $\dot{V}O_2$ máx. No entanto, observou-se pequenas variações da velocidade entre os modos de recuperação (0,1 a 0,18 km/h). Essas variações podem ter influenciado os dados de consumo de oxigênio. A recuperação ativa apresentou menor velocidade dos estímulos 2, 3, 4 e 6 em relação à recuperação passiva longa. Isso pode ser explicado pelo modelo teórico proposto por Buchheit e Laursen (2018), em que, quando a recuperação é insuficiente, as reservas de energia anaeróbia não são restauradas, o que conseqüentemente leva a perda de qualidade da sessão HIIT, podendo culminar até em interrupção prematura da sessão de treinamento.

Do mesmo modo, estudo conduzido por Schoenmakers e Reed (2019), também encontrou menores velocidades no protocolo com menor tempo de recuperação, e conseqüentemente maior estresse fisiológico. No presente estudo, recuperação ativa apresentou menor velocidade nos estímulos 2, 3, 4 e 6 em relação à recuperação passiva longa. Mesmo a recuperação ativa proporcionando essa redução da velocidade todos os atletas completaram o protocolo. Alguns avaliados ficaram na eminência de desistirem, porém possivelmente pelo elevado nível de preparação física e psicológica completaram todos os estímulos propostos. Por outro lado, a recuperação passiva curta também impôs dificuldade para os voluntários, porém, apenas o 5º estímulo apresentou velocidade inferior à recuperação passiva longa.

O protocolo de recuperação passiva curta do presente estudo se mostrou mais eficiente para estimular maior tempo absoluto e relativo em zona vermelha, quando comparado com a recuperação passiva longa de 90 s. Por outro lado, estudos prévios conduzidos por Schoenmakers e Reed (2019) e Smilios *et al.* (2018) com corredores pouco treinados ($\dot{V}O_2$ máx: ~53mL/kg/min), não encontram aumento do tempo em zona vermelha quando diminuíram o tempo de recuperação passiva de três para um minuto. Muito pelo contrário, os achados de Schoenmakers e Reed

(2019) tendenciaram a maior consumo em zona vermelha quando o tempo de recuperação foi superior (3 minutos vs 1 minuto). No entanto, a intensidade de estímulo foi controlada pelo próprio avaliado, e nesse caso a recuperação de três minutos proporcionou maiores velocidades médias em relação a outra recuperação, o que conseqüentemente pode ter influenciado o maior consumo de oxigênio. O nível de treinamento dos atletas do estudo de Schoenmakers e Reed (2019) pode explicar a incapacidade de realizarem a sessão de exercício com o tempo de recuperação reduzido (um minuto).

Essa superioridade do consumo de oxigênio em zona vermelha do protocolo de recuperação passiva curta no presente estudo, também pode ter sofrido influência do elevado consumo de oxigênio dos intervalos de recuperação, a diminuição do tempo de recuperação passiva de 90 s para 60 s, fez com que o $\dot{V}O_2$ nos últimos 30 s de recuperação se mantivesse elevado (recuperação passiva curta 63,7 % do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e recuperação passiva 41,5 % do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$). Segundo Smilios *et al.* (2018) esse elevado consumo de oxigênio na recuperação pode possibilitar que o estímulo subsequente atinja maiores consumos de oxigênio.

Quando comparamos o protocolo ativo com os protocolos de recuperação passiva do presente estudo, o tempo relativo em zona vermelha da recuperação ativa foi inferior a passiva curta (60 s). A recuperação ativa não foi capaz de proporcionar maior tempo em zona vermelha em relação à recuperação passiva longa, como hipotetizamos. Isso pode ser explicado, possivelmente, pelo fato de mesmo a recuperação ativa partindo de um consumo mais alto de oxigênio (72,3 % do $\dot{V}O_{2\text{max}}$ vs 41,5 % do $\dot{V}O_{2\text{max}}$) nos últimos 30 s da recuperação, à cinética de oxigênio foi mais lenta (DIMENNA *et al.*, 2008; WILKERSON; JONES, 2008; SMILIOS *et al.*, 2018), não permitindo assim a superioridade do método para maior $\dot{V}O_2$ em zona vermelha.

O modo de recuperação ativa exige demasiadamente do sistema cardiorrespiratório e periférico, pois ao mesmo tempo em que o oxigênio consumido deve restaurar os sistemas de energia, ele é requerido para a execução do exercício (ativo), dessa forma há maior absorção de oxigênio muscular, o qual é dirigido à produção de energia e reoxigenação e não à mioglobina (DUPONT *et al.*, 2004). De fato, Wahl *et al.* (2014) investigaram a influência da recuperação longa (três minutos) ativa e passiva no estresse fisiológico em ciclistas bem treinados ($\dot{V}O_{2\text{max}}$: $64,3 \pm 9,7$ mL/kg/min), os voluntários realizaram de forma randomizada seis estímulos de

quatro minutos com recuperação de três minutos passiva e ativa (50% $\dot{V}O_2$ máx). Eles encontraram menor pressão parcial de oxigênio quando os atletas realizaram o protocolo de recuperação ativa, sugerindo assim, menor eficácia das trocas de oxigênio entre os alvéolos e os capilares pulmonares.

O estudo conduzido por Thevenet *et al.* (2007), também não encontrou diferença do tempo de exercício em zona vermelha, em protocolo HIIT curto (30s/30s), com recuperação passiva e ativa (50% $\dot{V}O_2$ máx), eles atribuíram a não diferença, o fato da recuperação passiva ter permitido mais tempo de exercício que a recuperação ativa. Ou seja, a recuperação ativa ao invés de proporcionar a recuperação dos sistemas de energia, parece impor maior estresse fisiológico, e em alguns casos interrupção pré-matura da sessão e/ou diminuição da intensidade do estímulo. De fato, os atletas desse estudo tiveram muita dificuldade em completar o protocolo de recuperação ativa, inclusive apresentaram velocidade média inferior, quando comparada com os modos de recuperação passiva longa (17,33 km/h 90a; 17,44 km/h 90p; 17,38 km/h 60p).

Os maiores percentuais de $\dot{V}O_2$ aconteceram nos últimos 90 segundos de cada estímulo nos protocolos. Verificou-se que o protocolo de recuperação passiva curta apresentou maiores consumos nos últimos 90s dos estímulos (do segundo ao quinto) quando comparado com o protocolo passivo longo. Esses dados podem ser explicados pelo $\dot{V}O_2$ durante os últimos 30 segundos da recuperação, a passiva curta (63,7 % $\dot{V}O_2$ max) foi superior ao modo passivo (41,5 % $\dot{V}O_2$ max), isso pode ter influenciado a intensidade do estímulo subsequente. No entanto, essa relação de maior consumo de oxigênio da recuperação influenciando o consumo do estímulo subsequente, não foi observada por Schoenmakers e Reed (2019) e Smilios *et al.* (2018). Diferentemente dos atletas do presente estudo, os voluntários das pesquisas de Schoenmakers e Reed (2019) e Smilios *et al.* (2018) eram pouco treinados em corridas, o que possivelmente fez com que eles não conseguissem manter as velocidades de estímulo no protocolo de recuperação passiva curta (um minuto), o que conseqüentemente pode ter proporcionando menor consumo de oxigênio. No presente estudo, os voluntários recrutados eram treinados e acostumados a realizar recuperações curtas, sendo assim, mesmo com alta demanda fisiológica os atletas conseguiram manter a velocidade de estímulo e elevado consumo de oxigênio.

Por outro lado, a recuperação ativa apresentou valores percentuais semelhantes de consumo de oxigênio nos últimos 90 segundos em relação aos

modos passivos, o maior consumo médio nos últimos 30 segundos de recuperação (72,3 % $\dot{V}O_2\text{max}$) não foi suficiente a para elevar o consumo de oxigênio nos estímulos subsequentes. Isso pode ser explicado, pois nesse modo há elevada demanda de oxigênio para restauração do sistema e realização do exercício, ao mesmo tempo. E ainda, a velocidade média (17,33 km/h) dos estímulos 2, 3, 4 e 6 foram inferiores quando comparada com a velocidade da recuperação passiva longa (17,44 km/h). A recuperação sistêmica inadequada proporcionou menor capacidade de manter a velocidade do estímulo subsequente, o que por sua vez minimizou a possibilidade de maiores valores de $\dot{V}O_2$, assim como nos estudos de Schoenmakers e Reed (2019).

A mensuração do lactato sanguíneo logo após o exercício tem sido utilizada por algumas pesquisas com o objetivo de analisar a contribuição do metabolismo anaeróbio em sessões HIIT (SEILER; SJURSEN, 2004; SMILIOS *et al.*, 2018; WAHL *et al.*, 2014). No presente estudo, não foi encontrada nenhuma diferença significativa no lactato sanguíneo pós-exercício entre os modos de recuperação. Estudo conduzido por Wahl *et al.* (2014), com ciclistas e triatletas bem treinados ($\dot{V}O_2\text{máx}$: $64,3 \pm 9,7$ mL/kg/min), também não encontrou diferenças nessa variável. O pressuposto de que a recuperação ativa proporciona maior remoção do lactato sanguíneo não foi suportado por esses autores. Do mesmo modo, Seiler e Sjursen (2004) e Seiler e Hetlelid (2005) em estudos com corredores bem treinados a altamente treinados em HIIT longo (estímulo de quatro minutos), não encontraram diferenças no lactato pós-exercício, independentemente do modo recuperativo, e ainda, nenhuma associação com outras variáveis fisiológicas. Assim como nos achados da presente pesquisa, parece que as evidências atuais suportam que as manipulações da recuperação em treinamento intervalado de alta intensidade de longa duração, não proporcionam mudanças no lactato sanguíneo logo após o exercício (EDWARDS *et al.*, 2008; SEILER; SJURSEN, 2004).

Diante disso, o lactato sanguíneo pós-exercício demonstrou ser insensível para monitorar as possíveis diferenças no estresse fisiológico e contribuição anaeróbia, proporcionadas pela manipulação da recuperação em sessões HIIT. No entanto, a mensuração da produção do dióxido de carbono ($\dot{V}CO_2$) reportou resultados interessantes. O $\dot{V}CO_2$ foi maior nos protocolos de recuperação passiva curta e ativa. A maior produção de CO_2 está intimamente associada à intensidade do exercício, devido às reações químicas de tamponamento do lactato (RIBEIRO *et*

al., 1986). Os exercícios realizados na fase III (entre 90-100% do $\dot{V}O_2$ máx) apresentam maior produção de CO_2 (“não metabólica”) (MEYER *et al.*, 2005).

A menor produção de dióxido de carbono no protocolo de recuperação passiva longa indica que essa manipulação proporcionou intervalos recuperativos mais eficientes, demandando menor contribuição anaeróbia para realização dos estímulos subsequentes. Em acordo com os nossos achados, os estudos conduzidos com ciclistas bem treinados de Bossi *et al.*, (2020) e Nicolò *et al.*, (2017) encontraram menor $\dot{V}CO_2$ nos protocolos em que a manipulação da recuperação proporcionou menor consumo de oxigênio nos estímulos subsequentes. Por outro lado, a recuperação ineficiente proporcionada pelos protocolos ativo e passivo curto (60s), possivelmente criou um efeito cumulativo, mantendo a produção de CO_2 elevada desde o segundo estímulo até o término da sessão.

6.2 Respostas ventilatórias

No presente estudo, o comportamento da ventilação minuto (VE) foi similar ao do $\dot{V}CO_2$, sendo superior nos protocolos de recuperação passiva curta e ativa, e com aumento a partir do segundo até o quinto estímulo nos três protocolos. A ventilação é regulada por fatores químicos e neuroendógenos. Em exercícios de alta intensidade, há elevada produção de lactato e com isso maiores concentrações de CO_2 e subsequentemente maior produção dos íons H^+ , que irá proporcionar estímulo ventilatório adicional e de forma desproporcional ao consumo de oxigênio. O outro mecanismo é a antecipação, os neurônios respiratórios no bulbo são ativados para iniciar o aumento brusco na ventilação, e ainda há o influxo sensorial proveniente da periferia, que irão influenciar os ajustes ventilatórios durante todo o exercício. Sendo assim a $\dot{V}E$ é modulada constantemente pela intensidade do exercício (KENNEY; WILMORE; COSTILL, 2020).

Diante disso, o aumento da $\dot{V}E$ em relação ao $\dot{V}CO_2$, em HIIT, tem como objetivo eliminar CO_2 para o ambiente (RIBEIRO *et al.*, 1986). De fato, foi encontrado no presente estudo valores superior da $\dot{V}E$ nas recuperações ativa e passiva curta (60s), ilustrando como esses modos de recuperação proporcionaram maior estresse metabólico. Do mesmo modo, Bossi *et al.* (2020) também encontraram maior $\dot{V}E$ no protocolo que apresentou a maior estresse fisiológico. Em todos os protocolos do segundo ao quinto estímulos a $\dot{V}E$ foi aumentando, assim

como na pesquisa conduzida por Buchheit *et al.*, (2012), em que corredores jovens bem treinados, submetidos a HIIT longo (5 x 3 minutos - 90% $\dot{V}O_2$ max) obtiveram aumento da $\dot{V}E$ ao longo do protocolo experimental.

Os valores superiores de $\dot{V}E$ podem explicar o maior $\dot{V}O_2$ encontrado no protocolo de recuperação passiva curta em relação à recuperação passiva longa, devido aos mecanismos de hiperpneia, que tendem a elevar o custo de oxigênio (AARON *et al.*, 1998; DOMINELI *et al.*, 2015). Por outro lado, os valores de $\dot{V}E$ na recuperação ativa foram superiores em relação à passiva longa mesmo não apresentando maior consumo de oxigênio, isso pode ser explicado pelo $\dot{V}O_2$ elevado em toda sessão na recuperação ativa, o que possivelmente requereu elevado trabalho mecânico da respiração.

A $\dot{V}E$ é influenciada pelos ajustes do volume corrente ($\dot{V}C$) e da frequência respiratória (f) ($\dot{V}E = \dot{V}C \times f$). O $\dot{V}C$ foi maior no protocolo de recuperação passiva curta em relação à recuperação passiva longa. No entanto, ao longo da sessão ele não aumentou, alguns estímulos tiveram valores superiores apenas em relação ao primeiro estímulo. Sugerimos que o protocolo de recuperação passiva curta tenha imposto maior estresse fisiológico que a recuperação passiva longa, isso pode ser confirmado pelos valores superiores de $\dot{V}C$, pois ele é controlado principalmente pelos estímulos metabólicos provocados (DUFFIN *et al.*, 2000).

Diante disso, no modo de recuperação passiva curta, os altos valores de volume corrente, que por sua vez repercutiram em elevados valores de $\dot{V}E$, podem ter influenciado o maior tempo absoluto em zona vermelha na recuperação passiva curta. De fato, estudo conduzido por NICOLÒ *et al.* (2017) com ciclistas bem treinados ($\dot{V}O_2$ máx= 65 ± 6 mL/kg/min) encontrou maior volume corrente no protocolo em que os estímulos foram realizados em maior intensidade. Por outro lado, o estudo de Bossi *et al.* (2020), a variação da intensidade do estímulo não proporcionou diferença no volume corrente em relação aos estímulos com intensidade de estímulo constante, possivelmente a manipulação, por possuir a mesma intensidade média de estímulo, não foi suficiente para alterar o $\dot{V}C$.

A frequência respiratória também é responsável pelos ajustes na $\dot{V}E$ ao longo do exercício. No presente estudo, a frequência respiratória foi superior na recuperação ativa (estímulos 3, 4 e 5) em relação à passiva longa. Esses dados sugerem que os elevados valores de $\dot{V}E$ proporcionados pelo modo de recuperação ativa foram mais influenciados pela frequência respiratória do que pelo volume

corrente. De fato, estudos prévios já demonstraram que não necessariamente aumentos no volume corrente estão associados diretamente e ao mesmo tempo a aumentos na frequência respiratória. Ohashi *et al.* (2013) sugeriram que os aumentos de frequência respiratória são regulados pelo comando central, já os valores de $\dot{V}C$ possuem grande componente metabólico, principalmente pela produção de CO_2 . Já o estudo de Duffin *et al.* (2000) encontrou que o aumento da hipercapnia, modula primeiro o aumento do volume corrente, a frequência respiratória se eleva somente após nível elevado de hipercapnia. Isso explica porque em todos os protocolos, do terceiro ao sexto estímulo os valores da frequência respiratória foram superiores ao estímulo anterior, ela ficou elevada para manter a ventilação minuto, e volume corrente do segundo ao sexto estímulo tendenciou ao platô.

6.3 Respostas perceptivas

A relação adequada entre estímulo e recuperação no treinamento intervalado de alta intensidade proporciona ao atleta exercitar em intensidades similares a da competição, inclusive sendo uma excelente forma simular o estresse psicológico que o exercício realizado nessas intensidades proporciona. No entanto, recuperações demasiadamente longas podem não oportunizar o estresse psicofisiológico adequado, por outro lado, se ela for ineficiente o atleta pode interromper o exercício prematuramente ou exercitar em intensidades mais baixas do que a requerida. O mecanismo de teleantecipação explica como os ajustes são realizados pelo atleta momento a momento na intensidade do exercício (NOAKES, GIBSON, LAMBERT, 2005), levando em consideração a interação entre variáveis fisiológicas e psicológicas. Quando esse ajuste é realizado de forma eficiente, a sessão tende a ser concluída com qualidade. Para entender na prática como esses mecanismos acontecem no HIIT, pesquisas têm investigado a eficiência de escalas de percepção subjetiva, que são instrumentos acessíveis e de baixo custo (EDWARDS *et al.*, 2011; LAURENT *et al.*, 2011; NICOLÒ; MARCORA; SACCHETTI, 2016).

As escalas de percepção subjetiva do esforço pós-estímulo no HIIT têm sido muito utilizadas (NICOLÒ; MARCORA; SACCHETTI, 2016; SEILER; SYLTA, 2017). Na presente pesquisa a percepção subjetiva do esforço após cada estímulo foi superior apenas no último estímulo da recuperação passiva curta em relação à

recuperação passiva longa. No entanto, houve tendência em maiores valores da PSE no quinto e sexto estímulo nas recuperações ativa e passiva curta em relação ao modo passivo longo. Isso pode ser explicado, pois a recuperação passiva longa proporcionou, baseado nas variáveis metabólicas, de rendimento e respiratórias, menor estresse fisiológico entre os demais modos.

Do mesmo modo, Smilios *et al.* (2018) e Edwards *et al.* (2011), em estudo com corredores, encontraram menores valores de PSE nos protocolos com maior tempo de recuperação, possivelmente pelo fato dos protocolos recuperativos possuírem tempos de recuperação bem distintos entre si (~2 e ~4 minutos). No presente estudo, as pequenas manipulações do tempo recuperação (-30s) e modo (ativo) influenciaram a maioria das variáveis fisiológicas, sem diferença entre nas respostas perceptivas pós-estímulos. Independentemente do modo de recuperação, exercitar a 90% da capacidade aeróbia máxima promove grande estresse e mobilização psicofisiológica (SELEIR; SJURSEN, 2004), talvez isso explique a não diferença significativa das variáveis psicológicas entre os protocolos experimentais. Diante disso, quando as manipulações da recuperação forem minuciosas, temos que ser cautelosos na utilização desse instrumento após cada estímulo, pois ele pode não refletir o real impacto do modo de recuperação.

Ao analisar a elevação da PSE ao longo da sessão, as recuperações em modo ativo e passivo curto apresentaram aumento nos valores de PSE a partir do terceiro estímulo, enquanto a recuperação passiva longa só apresentou esse comportamento a partir do quarto estímulo. Do mesmo modo, Buchheit *et al.* (2012) e Seiler e Sylta (2017) também encontraram elevação da PSE ao longo da sessão em HIIT longo com recuperação passiva. Isso demonstra que o efeito acumulado do exercício exerce influência na percepção de esforço, independentemente do aumento da intensidade (NICOLÒ *et al.*, 2020).

Esse efeito cumulativo pode ser explicado pela interação de mecanismos fisiológicos e psicológicos. O presente estudo e diversas outras pesquisas demonstraram elevada associação da PSE com a frequência respiratória, sendo verificado que há o aumento proporcional dessas variáveis ao longo da sessão (NICOLÒ *et al.*, 2014; NICOLÒ; MARCORA; SACCHETTI, 2016; NICOLÒ *et al.*, 2017; NICOLÒ *et al.*, 2020). O aumento da frequência respiratória ao longo da sessão é influenciado também pelo aumento da temperatura corporal (GONZALEZ-ALONSO *et al.* 1999), dada a forte associação entre a temperatura corporal e

taquipneia durante o exercício (HAYASHI *et al.* 2006). No presente estudo a frequência respiratória aumentou até o final da sessão a partir dos 2-3º estímulos, confirmando essa possível influência do aumento da temperatura corporal na PSE. Além disso, os marcadores metabólicos e o comando central são responsáveis pela elevação abrupta da frequência respiratória em exercício de alta intensidade (MIDGLEY; MCNAUGHTON; CARROLL, 2007; NICOLÒ *et al.*, 2017). Deste modo, elevados valores de frequência respiratória já foram relacionados aos elevados valores de percepção subjetiva de esforço (NICOLÒ *et al.*, 2017; NICOLÒ *et al.*, 2020). Os dados da presente pesquisa corroboram que a associação das variáveis psicológicas e fisiológicas determina percepção subjetiva do esforço.

Dada à importância da variável recuperação no treinamento HIIT, algumas escalas de percepção da recuperação (PSR) têm sido investigadas (EDWARDS *et al.*, 2011; LAURENT *et al.*, 2011). No presente estudo, os resultados de PSR foram interessantes, a partir da terceira recuperação, os três modos de recuperação apresentaram menores escores de recuperação quando comparado com a primeira recuperação. Esses dados de percepção subjetiva do esforço e da recuperação demonstram como que ao longo da sessão, o esforço percebido foi aumentando. Essas percepções foram piores nas recuperações ativa e passiva curta, na parte final da sessão. O efeito acumulado de recuperações ineficientes pode ter contribuído para que o estresse psicofisiológico na metade final da sessão fosse superior, assim como no estudo conduzido por Edwards *et al.* (2011).

Entre os protocolos, as recuperações 4 e 5 dos modos ativo e passivo curto apresentaram os menores valores em relação a passiva longa. Esses dados estão de acordo, em parte, com os valores de consumo de oxigênio nos último 30s da recuperação, em que os modos de recuperação ativa e passiva curta apresentaram valores superiores de $\dot{V}O_2$ em relação à passiva, ou seja, maiores valores de consumo na recuperação, predizem percepção recuperativa inferior. Mesmo com a percepção de recuperação baixa nos protocolos ativo e passivo curto, apenas o protocolo ativo apresentou velocidade de corrida pouco inferior no final da sessão. O estudo de proposição da escala indica que quando valores de PSR entre 4 e 6 são apontados, a tendência é que haja a manutenção do rendimento nos estímulos subsequentes, o prejuízo para o desempenho é encontrado apenas em percepções de recuperação entre 0 e 2 (LAURENT *et al.*, 2011).

No presente estudo os protocolos ativo e passivo curto apresentaram PSR média de quatro e o passivo longo de seis. Esses valores demonstram que apenas uma variável não consegue explicar as diferenças de rendimento ao longo dos protocolos, pois mesmo com PSR que não indicava diminuição de desempenho, o protocolo ativo proporcionou ligeira diminuição da velocidade. Mesmo assim, a utilização de escalas de recuperação entre estímulos são boas estratégias para analisar o impacto do modo de recuperação na qualidade dos estímulos e da sessão.

Com o objetivo de mensurar o estresse psicofisiológico dos protocolos experimentais, foi analisada a percepção subjetiva da sessão, esse método tem sido muito utilizado para o monitoramento da carga de treinamento em diversos esportes (IMPELLIZZERI *et al.*, 2004; RODRIGUES-MARROYO *et al.*, 2012; WALLACE *et al.*, 2009). Ele consiste na aplicação da escala de percepção subjetiva de esforço após o treinamento, o valor apresentado na escala é multiplicado pelo tempo total de duração da sessão (FOSTER *et al.*, 2001).

Esse método de monitoramento da carga foi sensível para quantificar o estresse psicofisiológico da sessão, as recuperações ativa e passiva curta apresentaram maiores valores de PSE da sessão e de carga de treinamento em relação à recuperação passiva longa. Esses maiores valores estão de acordo com as respostas da maioria das variáveis mensuradas no presente estudo, indicando que a recuperação passiva longa, foi a que impôs o menor estresse psicofisiológico aos sujeitos. E ainda, o valor apresentado na PSE da sessão, foi o que modulou a carga de treino, pois as sessões possuíam tempos de duração bem próximos (33min30s e 31min).

6.4 Aplicações práticas

A presente pesquisa nos remete a algumas reflexões e aplicações práticas importantes. Os atletas geralmente realizam HIIT não só para aprimorarem a aptidão aeróbia, limiares e economia de corrida (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013), mas também treinarem próximo da velocidade de prova (BILLAT *et al.*, 2000). Para isso, a sessão deve proporcionar estímulos de qualidade com maior consumo em zona vermelha e menor tempo de recuperação possível (ESTEVE-LANAO *et al.*, 2007; KARP, 2000). Baseado nisso, podemos inferir que no presente estudo o modo de

recuperação que apresentou o maior custo/benefício foi o de recuperação passiva curta, pois proporcionou os maiores tempos em zona vermelha, percepção do esforço similares aos demais, com menor percepção da recuperação em relação ao modo passivo longo, no entanto, com a diminuição da velocidade em um estímulo em relação a passiva, mas garantiu a realização de todos os estímulos da sessão HIIT.

No entanto, não devemos descartar a importância dos outros dois modos de recuperação (passiva longa e ativa de 90 s), pois todos os protocolos do presente estudo proporcionaram tempo em zona vermelha conforme preconizado para as adaptações positiva, duração entre seis e 10 minutos (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Se o objetivo da sessão HIIT para corredores de fundo for maior recrutamento das unidades motoras e manutenção da maior velocidade possível (BUCHHEIT; LAURSEN, 2018), a recuperação deve ser passiva, para permitir maior reoxigenação da mioglobina, maior ressíntese de fosfocreatina e maior recuperação da energia anaeróbia (BUCHHEIT; LAURSEN, 2018). No presente estudo a recuperação passiva longa demonstrou ser melhor para maior restauração do sistema, pois mesmo nos últimos estímulos a velocidade se manteve e com bom tempo de exercício em zona vermelha. E ainda, se o treinador quiser utilizar o mesmo tempo de estímulo (3 minutos) com recuperação passiva longa (90 s), aumentar a intensidade de exercício (entre 92-94% $\dot{V}O_2\text{max}$), ou até mesmo aumentar o número de repetições pode ser considerado.

Se o modo de recuperação ativa for escolhido, ele deve ser longo, superior a dois minutos, em intensidade igual ou inferior a 50% da $\dot{V}O_2\text{max}$, para proporcionar de fato a restauração da energia anaeróbia (BUCHHEIT; LAURSEN, 2018). No presente estudo o modo de recuperação ativa, comumente utilizado pelos treinadores, com tempo de duração metade do tempo de estímulo (2:1) e intensidade em 50% da $\dot{V}O_2\text{max}$, pode não ser a mais indicada. Ele se mostrou eficiente para tempo em zona vermelha, no entanto com prejuízos na velocidade executada pelos atletas nos últimos estímulos.

As escalas de percepção subjetiva de esforço são instrumentos importantes e acessíveis para o monitoramento do HIIT. Elas podem auxiliar atletas e treinadores a monitorarem e equacionarem os esforços durante o treinamento de alta intensidade. No modo de recuperação passiva curta do presente estudo a percepção subjetiva de esforço foi maior, fato explicado pelo maior estresse fisiológico, evidenciado pelo

maior $\dot{V}O_2$. Com a utilização do modo de recuperação curto, maiores serão os valores de PSE. Diante disso, o bom equacionamento da relação estímulo e recuperação são importantes para que a sessão seja realizada no volume total planejado.

6.5 Limitações do estudo

Os protocolos não foram realizados nas melhores condições de temperatura e umidade (18-20° C e 60% de umidade relativa do ar) para avaliações e bom rendimento nos esportes de resistência, indicando uma possível limitação do estudo. No entanto, não foi observada diferença nesses parâmetros entre os protocolos realizados, os voluntários realizaram todos os procedimentos em condições similares. Podemos apontar como outra possível limitação do estudo, a não mensuração do lactato sanguíneo entre os estímulos. Contudo, outros estudos não encontraram diferenças nessas variáveis, entre os modos de recuperação, mesmo tendo realizado coletas nos períodos de recuperação entre estímulos (EDWARDS, 2011; SEILER; SJURSEN, 2004; WAHL *et al.*, 2014). E ainda, a percepção subjetiva entre estímulos pode ter sido subestimada pelos atletas, no entanto, esse padrão foi demonstrado em todos os protocolos.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo trouxe novas informações sobre os efeitos da manipulação da recuperação no rendimento, nas respostas metabólicas, ventilatórias e perceptivas, em protocolos HIIT longo com corredores de fundo treinados. Os resultados indicam que o protocolo de recuperação passiva curta, foi o mais eficiente. Notou-se que essa condição experimental proporcionou maior tempo em zona vermelha, conseqüentemente com maior estresse fisiológico e psicológico. Adicionalmente, proporcionou a realização de todos os estímulos ao longo da sessão. Por outro lado, a recuperação ativa também demonstrou elevado estresse fisiológico, no entanto, não se mostrou eficiente para manutenção da qualidade da sessão. A recuperação passiva longa, pode ser utilizada, quando o objetivo da sessão for a manutenção da velocidade de estímulo, dessa forma, a qualidade técnica do treinamento possivelmente será mantida. Estudos futuros devem investigar como a recuperação ativa auto-selecionada pode influenciar na intensidade de trabalho dos estímulos subsequentes em protocolos HIIT com tempo de estímulo fixo.

REFERÊNCIAS

- AARON, E. A. *et al.* Oxygen cost of exercise hyperpnea: implications for performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 72, n. 5, p. 1818-1825, 1992.
- BAAR, K. Nutrition and the adaptation to endurance training. **Sports Medicine**, v. 44, n. 1, p. 5-12, 2014.
- BILLAT, V. *et al.* Interval training at $\dot{V}O_2$ max: effects on aerobic performance and overtraining markers. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 1, p. 156-163, 1999.
- BILLAT, V. *et al.* Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 188-196, 2000.
- BILLAT, V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.
- BORG, G.A.V. **Physical performance and perceived exertion**. Lund, Sweden: Gleerup, 1962.
- BOSSI, A. H. *et al.* Optimizing Interval Training Through Power-Output Variation Within the Work Intervals. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 1, n.7, p. 982-988, 2020.
- BUCHHEIT, M. *et al.* Physiological strain associated with high-intensity hypoxic intervals in highly trained young runners. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 1, p. 94-105, 2012.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, v.43, n.5, p.313–338, 2013.
- BUCHHEIT, M. *et al.* Muscle deoxygenation during repeated sprint running: Effect of active vs. passive recovery. **International Journal of Sports Medicine**, v. 30, n. 6, p. 418-425, 2009.
- BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P.B. **Science and application of high-intensity interval training: solutions to the programming puzzle**. Champaign, IL: Human Kinetics. 2018.
- 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**, v. 586, n. 1, p. 151-160, 2008.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1988.

- CUNHA, F. A. *et al.* Influence of cardiopulmonary exercise testing protocol and resting $\dot{V}O_2$ assessment on % HRmax, % HRR, % $\dot{V}O_{2max}$ and % $\dot{V}O_{2R}$ relationships. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 05, p. 319-326, 2010.
- DAUSSIN, F. N. *et al.* Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle. **Journal of Applied Physiology**, v. 104, n. 5, p. 1436-1441, 2008.
- DEMARIE, S; KORALSZTEIN, J. P.; BILLAT, V. Time limit and time at $\dot{V}O_{2max}$ during a continuous and intermittent run. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n. 2, p. 96, 2000.
- DEMPSEY, J.A. *et al.* Consequences of exercise-induced respiratory muscle work. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, v. 151, n. 2-3, p. 242-250, 2006.
- DENADAI, B. S. *et al.* Interval training at 95% and 100% of the velocity at $\dot{V}O_2$ max: effects on aerobic physiological indexes and running performance. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v. 31, n. 6, p. 737-743, 2006.
- DIMENNA, F. J. *et al.* Influence of priming exercise on pulmonary O_2 uptake kinetics during transitions to high-intensity exercise from an elevated baseline. **Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 2, p. 538-546, 2008.
- DOMINELLI, P. B. *et al.* Oxygen cost of exercise hyperpnoea is greater in women compared with men. **The Journal of Physiology**, v. 593, n. 8, p. 1965-1979, 2015.
- DUFFIN, J. *et al.* A model of the chemoreflex control of breathing in humans: model parameters measurement. **Respiration Physiology**, v. 120, n. 1, p. 13-26, 2000.
- DUNHAM, C.; HARMS, C. A. Effects of high-intensity interval training on pulmonary function. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 8, p. 3061-3068, 2012.
- DUPONT, G. *et al.* Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 2, p. 302-308, 2004.
- EDWARDS, A. M.; WELLS, C.; BUTTERLY, R. Concurrent inspiratory muscle and cardiovascular training differentially improves both perceptions of effort and 5000 m running performance compared with cardiovascular training alone. **British Journal of Sports Medicine**, v. 42, n. 10, p. 823-827, 2008.
- EDWARDS, A. M. *et al.* Self-pacing in interval training: A teleoanticipatory approach. **Psychophysiology**, v. 48, n. 1, p. 136-141, 2011.
- ESFARJANI, F.; LAURSEN, P. B. Manipulating high-intensity interval training: effects on $\dot{V}O_{2max}$, the lactate threshold and 3000 m running performance in moderately trained males. **Journal of science and medicine in sport**, v. 10, n. 1, p. 27-35, 2007.

ESTEVE-LANAO, J. *et al.* Impact of training intensity distribution on performance in endurance athletes. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 943-949, 2007.

FAISAL, A, *et al.* Prior moderate and heavy exercise accelerate oxygen uptake and cardiac output kinetics in endurance athletes. **Journal of Applied Physiology**, v. 106, n. 5, p. 1553-1563, 2009.

FOSTER, C. *et al.* A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: **Saberes necessários à prática educativa**. São Paulo. Ed. Paz e Terra (coleção leitura), 1996. 25p.

GIBSON, A. S.; NOAKES, T. D. Evidence for complex system integration and dynamic neural regulation of skeletal muscle recruitment during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n. 6, p. 797-806, 2004.

GONZÁLEZ-ALONSO, J. *et al.* Influence of body temperature on the development of fatigue during prolonged exercise in the heat. **Journal of Applied Physiology**, v. 86, n. 3, p. 1032-1039, 1999.

GREEN, H. *et al.* Adaptations in skeletal muscle exercise metabolism to a sustained session of heavy intermittent exercise. **American Journal of Physiology Endocrinology And Metabolism**, v. 278, n. 1, p. E118-E126, 2000.

HARMS, C. A. *et al.* Effects of respiratory muscle work on exercise performance. **Journal of applied physiology**, v. 89, n. 1, p. 131-138, 2000.

HAYASHI, K. *et al.* Relationship between ventilatory response and body temperature during prolonged submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, n. 2, p. 414-420, 2006.

HELGERUD, J. *et al.* Aerobic high-intensity intervals improve $\dot{V}O_2\text{max}$ more than moderate training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 4, p. 665-671, 2007.

HOPPELER, H. *et al.* Response of skeletal muscle mitochondria to hypoxia. **Experimental physiology**, v. 88, n. 1, p. 109-119, 2003.

HOLLOSZY, J. O.; COYLE, E.F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology**, v. 56, n. 4, p. 831-838, 1984.

ILLI, S. K. *et al.* Effect of respiratory muscle training on exercise performance in healthy individuals. **Sports Medicine**, v. 42, n. 8, p. 707-724, 2012.

IMPELLIZZERI, F. M. *et al.* Use of RPE-based training load in soccer. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 6, p. 1042-1047, 2004.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, n. 3, p. 497-504, 1978.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L.; WARD, A. N. N. Generalized equations for predicting body density of women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 12, n. 3, p. 175-181, 1980.

JOYNER, M. J. Modeling: optimal marathon performance on the basis of physiological factors. **Journal of Applied Physiology**, v. 70, n. 2, p. 683-687, 1991.

JOYNER, M.J.; COYLE, Edward F. Endurance exercise performance: the physiology of champions. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 1, p. 35-44, 2008.

KARP, J. R. Interval training for the fitness professional. **Strength and Conditioning Journal**, v. 22, n. 4, p. 64, 2000.

KENNEY, L. W; WILMORE, J. H; COSTILL, D. L. **Fisiologia do esporte e do exercício**. Manole, 2020.

KENTTÄ, G.; HASSMÉN, P. Overtraining and recovery: a conceptual model. **Sports Medicine**, v. 26, n. 1, p. 1–16, 1998.

KILDING, A. E. *et al.* Effect of hyperoxic-supplemented interval training on endurance performance in trained cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 5, p. 359-363, 2012.

KUIPERS, H. *et al.* Effects of stage duration in incremental running tests on physiological variables. **International Journal of Sports Medicine**, v. 24, n. 07, p. 486-491, 2003.

LAMBERT, E. V.; GIBSON, A.; NOAKES, T. D. Complex systems model of fatigue: integrative homeostatic control of peripheral physiological systems during exercise in humans. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v.39, n.1, p.52-62, 2005.

LAURENT, C. Matthew *et al.* A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 3, p. 620-628, 2011.

LAURENT, C. Matthew *et al.* Sex-specific responses to self-paced, high-intensity interval training with variable recovery periods. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 4, p. 920-927, 2014.

LAURSEN, P. B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training?. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 20, p. 1-10, 2010.

LAURSEN, P.B.; JENKINS, D. G. The scientific basis for high-intensity interval training. **Sports Medicine**, v. 32, n. 1, p. 53-73, 2002.

- LUCÍA, A. *et al.* Heart rate and performance parameters in elite cyclists: a longitudinal study. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 10, p. 1777-1782, 2000.
- LYDIARD, A.; GILMOUR, G. **Running to the Top**. Meyer and Meyer Verlag, 2011.
- MACINNIS, M. J.; GIBALA, M. J. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. **The Journal of Physiology**, v. 595, n. 9, p. 2915-2930, 2017.
- MARCORA, S. M.; STAIANO, W. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? **European Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 763-770, 2010.
- MARON, Barry J.; PELLICCIA, Antonio. The heart of trained athletes: cardiac remodeling and the risks of sports, including sudden death. **Circulation**, v. 114, n. 15, p. 1633-1644, 2006.
- MIDGLEY, A. W. *et al.* Time at or near VO₂max during continuous and intermittent running: the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO₂max. **Journal Sports Medicine Physiology Fitness**, v. 46, p. 1-14, 2006.
- MIDGLEY, A. W.; MCNAUGHTON, L.R.; CARROLL, S. Physiological determinants of time to exhaustion during intermittent treadmill running at v $\dot{V}O_2$ max. **International Journal of Sports Medicine**, v. 28, n. 04, p. 273-280, 2007.
- MILLET, G. *et al.* Responses to different intermittent runs at velocity associated with. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 3, p. 410-423, 2003.
- MEYER, T. *et al.* A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters - Theory and application. **International Journal of Sports Medicine**. v. 26, p. 38-48, 2005.
- MORTENSEN, S. P. *et al.* Restrictions in systemic and locomotor skeletal muscle perfusion, oxygen supply and VO₂ during high-intensity whole-body exercise in humans. **The Journal of Physiology**, v. 586, n. 10, p. 2621-2635, 2008.
- MUCCI, P. *et al.* Evidence of exercise-induced O₂ arterial desaturation in non-elite sportsmen and sportswomen following high-intensity interval-training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 01, p. 6-13, 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**, v. 9, n. 1, p. 151-160, 2014.
- NICOLÒ, A.; MARCORA, S. M.; SACCHETTI, M. Respiratory frequency is strongly associated with perceived exertion during time trials of different duration. **Journal of Sports Sciences**, v. 34, n. 13, p. 1199-1206, 2016.

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

NICOLÒ, A. *et al.* Respiratory Frequency as a Marker of Physical Effort During High-Intensity Interval Training in Soccer Players. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 15, n. 1, p. 73-80, 2020.

NOAKES, T.D.; GIBSON, A.; LAMBERT, E.V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v.39, n.2, p.120-4, 2005.

OHASHI, S. *et al.* CO₂ homeostasis is maintained in conscious humans by regulation of tidal volume, but not of respiratory rhythm. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 186, n. 2, p. 155-163, 2013.

PAGEAUX, B. Perception of effort in exercise science: definition, measurement and perspectives. **European Journal of Sport Science**, v. 16, n. 8, p. 885-894, 2016.

POWERS, S.K. *et al.* Incidence of exercise induced hypoxemia in elite endurance athletes at sea level. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 58, n. 3, p. 298-302, 1988.

QUETELET, A. **Anthropométrie ou mesure des différentes facultés de l'homme**. C. Muquardt, 1870.

RICHARD, R. *et al.* Cardiac output and oxygen release during very high-intensity exercise performed until exhaustion. **European Journal of Applied Physiology**, v. 93, n. 1, p. 9-18, 2004.

RIBEIRO, J. P. *et al.* Metabolic and ventilatory responses to steady state exercise relative to lactate thresholds. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 55, n. 2, p. 215-221, 1986.

RODRÍGUEZ-MARROYO, J. A. *et al.* Comparison of heart rate and session rating of perceived exertion methods of defining exercise load in cyclists. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 26, n. 8, p. 2249-2257, 2012.

ROHLFS, I. C. P. M. **Validação do teste Brums para avaliação de humor em atletas e não atletas brasileiros**. 2006. 110 f. Tese (Doutorado) - Curso de Educação Física, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

ROHLFS, I. C. P. M. *et al.* A Escala de Humor de Brunel (Brums): instrumento para detecção precoce da síndrome do excesso de treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 3, p. 176-181, 2008.

ROWELL, Loring B. *et al.* **Human cardiovascular control**. Oxford University Press, USA, 1993.

SALE, D.G. Influence of exercise and training on motor unit activation. **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v. 15, p. 95-151, 1987.

SCHOENMAKERS, P. J. M.; REED, K. E. The effects of recovery duration on physiological and perceptual responses of trained runners during four self-paced HIIT sessions. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 22, n. 4, p. 462-466, 2019.

SEILER, K. S.; SJURSEN, J. E. Effect of work duration on physiological and rating scale of perceived exertion responses during self-paced interval training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 14, n. 5, p. 318-325, 2004.

SEILER, K. S.; HETLELID, K.J. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1601-1607, 2005.

SEILER, K. S.; KJERLAND, G. Ø. Quantifying training intensity distribution in elite endurance athletes: is there evidence for an “optimal” distribution? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 16, n. 1, p. 49-56, 2006.

SEILER, K. S. et al. Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 23, n. 1, p. 74-83, 2013.

SEILER, K. S.; SYLTA, Ø. How Does Interval-Training Prescription Affect Physiological and Perceptual Responses?. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 12, n. Suppl 2, p. S2-80-S2-86, 2017.

SIRI, W.E. Body Composition from Fluid space and density. In J. Brosek & A. Hanschel (eds.). **Techniques for Measuring Body Composition**. Washington, National Academy of Science, 1961.

SKINNER, J. S.; MCLELLAN, T. H. The transition from aerobic to anaerobic metabolism. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 51, n. 1, p. 234-248, 1980.

SMILIOS, I. *et al.* The Effects of Recovery Duration During High-Intensity Interval Exercise on Time Spent at High Rates of Oxygen Consumption, Oxygen Kinetics, and Blood Lactate. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 8, p. 2183-2189, 2018.

SMITH, T. P.; MCNAUGHTON, L. R.; MARSHALL, K. J. Effects of 4-wk training using Vmax/Tmax on $\dot{V}O_2$ max and performance in athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 6, p. 892-896, 1999.

SMITH, T. P.; COOMBES, J. S.; GERAGHTY, D. P. Optimising high-intensity treadmill training using the running speed at maximal O_2 uptake and the time for which this can be maintained. **European Journal of Applied Physiology**, v. 89, n. 3-4, p. 337-343, 2003.

STANLEY, J.; BUCHHEIT, M. Moderate recovery unnecessary to sustain high stroke volume during interval training. A brief report. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 13, n. 2, p. 393, 2014.

THEVENET, D. *et al.* Influence of recovery mode (passive vs. active) on time spent at maximal oxygen uptake during an intermittent session in young and endurance-trained athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 2, p. 133-142, 2007.

TOCCO, F. *et al.* Heart rate unreliability during interval training recovery in middle distance runners. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 14, n. 2, p. 466, 2015.

WALLACE, L. K.; SLATTERY, K. M.; COUTTS, A. J. The ecological validity and application of the session-RPE method for quantifying training loads in swimming. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 33-38, 2009.

WAHL, P. *et al.* Passive recovery is superior to active recovery during a high-intensity shock microcycle. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 27, n. 5, p. 1384-1393, 2013.

WAHL, P. *et al.* Active vs. passive recovery during high-intensity training influences hormonal response. **International Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 07, p. 583-589, 2014.

WASSERMAN, K. *et al.* Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 35, n. 2, p. 236-243, 1973.

WILKERSON, D. P.; JONES, A. M. Influence of initial metabolic rate on pulmonary O₂ uptake on-kinetics during severe intensity exercise. **Respiratory Physiology and Neurobiology**, v. 152, n. 2, p. 204-219, 2006.

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário da pesquisa **"Respostas fisiológicas da manipulação do estímulo e recuperação em treinamento intervalado de alta intensidade de corredores de fundo"**. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é que o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) é uma metodologia importante para a preparação dos corredores de fundo, tanto para o desenvolvimento cardíaco quanto muscular. Mas para que isso aconteça faz-se necessário realizar a sessão HIIT no maior tempo próximo à capacidade máxima. Para proporcionar maior tempo próximo da capacidade máxima é necessário uma manipulação adequada das variáveis tempo de estímulo (tiro) e modo e tempo de recuperação (tipo de pausa), contudo ainda não está claro qual é a melhor manipulação dessas variáveis para alcançar esse objetivo. Nesta pesquisa pretendemos investigar, em corredores de fundo do Atletismo, o efeito das manipulações do tempo de estímulo, tempo e modo de recuperação, no tempo de exercício acima de 90% da capacidade máxima, na contribuição anaeróbia e no estresse cardiovascular em HIIT.

Caso você concorde em participar, você precisará realizar quatro visitas não consecutivas no período da manhã, no Laboratório de Avaliação Motora da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora. Na primeira visita nós iremos esclarecer todos os procedimentos, e somente após a concordância e assinatura deste, e apresentação da sua liberação cardiológica para realização de sessões HIIT, iniciaremos os seguintes procedimentos: (1) Aplicação de um questionário geral, que é composto por questões sobre o seu histórico de treinamento; (2) Mensuração do seu peso, altura e dobras cutâneas; (3) Familiarização com os instrumentos e procedimentos, você irá utilizar uma máscara no rosto, que não atrapalhará sua respiração, para realizar cinco corridas de dois minutos na esteira nas seguintes velocidades: 12 km/h, 13 km/h, 14 km/h, 15 km/h e 16 km/h. Entre as corridas será utilizado um intervalo passivo (parado em pé sobre a esteira) de dois minutos. Ao final de cada corrida será apresentada uma escala numérica em que você indicará qual é o esforço que você está percebendo, e antes do início da corrida subsequente será apresentada uma escala sobre a percepção de quanto você se recuperou, concomitantemente a explicação de suas interpretações. (4) Você será submetido a um teste na esteira para mensuração da capacidade máxima. Você deverá nas últimas 48 horas que antecedem os protocolos experimentais: (1) evitar o uso de qualquer tipo de medicamento ou suplemento durante a participação na pesquisa; (2) comunicar aos pesquisadores responsáveis sobre imprevistos como doenças, lesões e demais problemas; (3) manter a boa qualidade de sono durante as fases da pesquisa; (4) preencher um recordatório alimentar de 24 horas previamente a segunda visita e deverá repetir a alimentação descrita no recordatório, nas 24 horas que antecederá a terceira e quarta visitas.

Na segunda, terceira e quarta visitas, com no mínimo de 48 horas da primeira visita e entre elas, você será submetido aos testes experimentais 1, 2 ou 3, conforme o sorteio. Nos 20 minutos que antecedem à execução dos três protocolos experimentais, você irá deitar na maca (de barriga para cima) para o registro dos seus batimentos cardíacos (FC) durante 15 minutos. Todos os protocolos serão realizados em esteira (inclinada com 1%). Antes de iniciar os testes você sempre realizará um aquecimento de cinco minutos (corrida leve - 50% do máximo), procedido de cinco acelerações de 30s (95% do máximo). *Teste 1.* Após um minuto do término do aquecimento, você executará 6 (seis) tiros de 3 (três) minutos, com intensidade de 95% do máximo, a recuperação utilizada será a ativa com duração de 1 minuto e 30 segundos (corrida leve a 50% do máximo). *Teste 2.* Após um minuto do término do aquecimento, você executará 12 (doze) tiros de 1min30s, com intensidade de 95% do máximo com recuperação ativa de 45 segundos (corrida a 50% do máximo). *Teste 3.* Após um minuto do término do aquecimento você irá executar 6 (seis) estímulos (tiros) de 3 (três) minutos, com intensidade de 95% do máximo, a recuperação utilizada será a passiva em pé na esteira com duração de 1 minuto e 30 segundos. Ainda, nos três testes você permanecerá com a máscara (que mede o quanto você respira) e a cinta que mede o seu batimento cardíaco e serão feitas três conjuntos de medidas: 1) Após o término de cada estímulo, será apresentada a escala de percepção subjetiva de esforço; 2) Ao final da recuperação, antes de iniciar o estímulo subsequente, será apresentada a escala de percepção subjetiva de recuperação; 3) Será coletado o sangue (pequeno furo na polpa do seu dedo, para coleta de uma gota de sangue) para mensuração do

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



lactato sanguíneo nos segmentos: 4min, 8min30s, 13min, 17min30s, 22min e 26min30s. Imediatamente após o término dos protocolos experimentais, os dados da FC também serão coletados por 65 minutos.

Esta pesquisa tem alguns riscos: como incômodos musculoesqueléticos, esses desconfortos são os mesmos que possivelmente você já vivenciou nas sessões de tiros de 1000m, e pequena possibilidade de queda da esteira rolante. Mas, para diminuir a chance desses riscos acontecerem, os protocolos serão em laboratório com a corrida realizada em piso estável e seguro, que diminui a chance de lesões, você irá realizar um protocolo de familiarização na esteira e será orientado sobre como acionar o botão de segurança do equipamento quando sentir algum cansaço extremo. E ainda, o pesquisador permanecerá durante todo o tempo de coleta do seu lado, e se for necessário você poderá interromper qualquer um dos testes a qualquer momento. A pesquisa pode ajudar a prescrição do treinamento dos voluntários, pois receberão um relatório que constará as respostas fisiológicas e rendimento do indivíduo em treinamento intervalado de alta intensidade nos protocolos experimentais realizados. E ainda, os achados dessa pesquisa irão ampliar os conhecimentos dos treinadores e demais profissionais ligados ao treinamento de corredores de fundo, baseado nas respostas fisiológicas que as manipulações dessas variáveis podem promover no rendimento do atleta.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causadas atividades que fizermos com você nesta pesquisa, você tem direito a indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você é atendido. O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado em nenhuma publicação que possa resultar.

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 dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos, e após esse tempo serão destruídos. 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.

Declaro que concordo em participar da pesquisa e que me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Juiz de Fora, _____ de _____ de 20__ .

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

Nome do Pesquisador Responsável: Marcus Vinicius da Silva
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Faculdade de Educação Física e Desportos
CEP: 36036-900
Fone: 32 9 8822 3058
E-mail: marcus.silva@ufff.edu.br

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@ufff.edu.br

APÊNDICE B - Questionário Geral

QUESTIONÁRIO GERAL					
VOLUNTÁRIO: _____ DATA DE NASC. __/__/____ SEXO: <input type="checkbox"/> M <input type="checkbox"/> F CATEGORIA: <input type="checkbox"/> SUB 20 <input type="checkbox"/> SUB 23 <input type="checkbox"/> Adulto EMAIL: _____ TELEFONE: _____ CLUBE: _____ ESTADO: ____					
Possui alguma lesão musculoesquelética? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim. Qual(is)? _____ Sofreu alguma lesão nos últimos 30 dias que te impossibilitou de treinar? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim Quantos dias sem treinar? ____					
Faz uso de algum medicamento? <input type="checkbox"/> não <input type="checkbox"/> sim Qual(is)? _____					
MODALIDADE(S) QUE COMPETE ATUALMENTE					
<input type="checkbox"/> 3.000m rasos <input type="checkbox"/> 3.000 m c/obs <input type="checkbox"/> 5.000 m rasos (pista) <input type="checkbox"/> 10.000 m rasos (pista) <input type="checkbox"/> 5 km (rua) <input type="checkbox"/> 10 km (rua) <input type="checkbox"/> 15 km (rua) <input type="checkbox"/> Cross-country <input type="checkbox"/> Meia Maratona <input type="checkbox"/> Maratona					
TEMPO DE TREINAMENTO EM CORRIDAS DE FUNDO: ____ anos			PERÍODO ATUAL DO TREINAMENTO		
			<input type="checkbox"/> básico <input type="checkbox"/> preparatório geral <input type="checkbox"/> preparatório específico <input type="checkbox"/> competitivo		
SESSÕES DE TREINAMENTO*			VOLUME SEMANAL*		
Nº Sessões por semana (em média): ____ Nº Sessões hit por semana (em média): ____ Duração da sessão (em média): ____ minutos			Corridas constantes (em média): ____ km Corridas intervaladas (em média): ____ km		
PERFORMANCE NOS TREINAMENTOS*					
CORRIDAS CONSTANTES					
DISTÂNCIA	TEMPO	DATA	DISTÂNCIA	TEMPO	DATA
8 km			28 km		
10 km			32 km		
12 km			__ Km		
18 km			__ Km		
21 km			__ Km		
CORRIDAS DE RITMO					
DISTÂNCIA	TEMPO	DATA	DISTÂNCIA	TEMPO	DATA
__ km			__ km		
__ km			_ km		
					1de2

*realizados nos últimos seis meses

APÊNDICE C - Recordatório alimentar e de treinamento

RECORDATÓRIO ALIMENTAR	
ATLETA: _____	DATA ___/___/___
24 h ANTES DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL DATA: ___/___/___	
REFEIÇÃO 1. HORA: ___:___	
Alimento: _____	Porções: _____
REFEIÇÃO 2. HORA: ___:___	
Alimento: _____	Porções: _____
REFEIÇÃO 3. HORA: ___:___	
Alimento: _____	Porções: _____
REFEIÇÃO 4. HORA: ___:___	
Alimento: _____	Porções: _____

REFEIÇÃO 5. HORA: __: __

Alimento: _____ Porções: _____

CONSUMO TOTAL DE ÁGUA: _____ ml

DIA DO PROTOCOLO EXPERIMENTAL DATA __/__/__

REFEIÇÃO 1. DATA: __/__/__ HORA: __: __

Alimento: _____ Porções: _____

PORÇÕES: nº de colheres de sopa, quantidade em mililitros (ml), quantidade em gramas (g), nº fatias, Outras (especificar).

RECORDATÓRIO DE TREINAMENTO		
72h que antecedeu cada teste		
D: __ km 72h antes	D: __ km 48h antes	D: __ km 24h antes
Pace: __: __/km	Pace: __: __/km	Pace: __: __/km
Tempo: __: __: __	Tempo: __: __: __	Tempo: __: __: __
OBS: _____	OBS: _____	OBS: _____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

APÊNDICE D – Tabela para o controle da velocidade do voluntário durante os estímulos recuperação ativa

CONTROLE DE RITMO ESTÍMULO (90%VO_{2máx})														
MAXIMO	V100% (km/h)	18	18.5	19	19.5	20	20.5	21	21.5	22	22.5	23	23.5	24
ESTÍMULO 90%VO_{2máx}	V90%(km/h)	16.2	16.65	17.1	17.55	18	18.45	18.9	19.35	19.8	20.25	20.7	21.15	21.6
	V90%(m/s)	4.5	4.625	4.75	4.875	5	5.125	5.25	5.375	5.5	5.625	5.75	5.875	6
	D 3min (m)	810	832.5	855	877.5	900	922.5	945	967.5	990	1012.5	1035	1057.5	1080
	D 90s (m)	405	416.25	427.5	438.75	450	461.25	472.5	483.75	495	506.25	517.5	528.75	540
	50m	11.11	10.81	10.53	10.26	10.00	9.76	9.52	9.30	9.09	8.89	8.70	8.51	8.33
	100m	22.22	21.62	21.06	20.51	20.00	19.51	19.05	18.60	18.18	17.78	17.39	17.02	16.67
	150m	33.33	32.43	31.58	30.77	30.00	29.27	28.57	27.91	27.27	26.67	26.09	25.53	25.00
	200m	44.44	43.24	42.11	41.03	40.00	39.02	38.10	37.21	36.36	35.56	34.78	34.04	33.33
	250m	55.56	54.05	52.63	51.28	50.00	48.78	47.62	46.51	45.45	44.44	43.48	42.55	41.67
	300m	1:06.67	1:04.86	1:03.16	1:01.54	1:00.00	98.54	97.14	95.81	94.55	93.33	92.17	91.06	90.00
CONTROLE DE RITMO PISTA DEMARCADADA 50 em 50m	350m	1:17.78	1:15.68	1:13.68	1:11.79	1:10.00	1:08.29	1:06.67	1:05.12	1:03.64	1:02.22	1:00.87	99.57	98.33
	400m	1:28.89	1:26.49	1:24.21	1:22.05	1:20.00	1:18.05	1:16.19	1:14.42	1:12.73	1:11.11	1:09.57	1:08.09	1:06.67
	450m	1:40.00	1:37.30	1:34.74	1:32.31	1:30.00	1:27.80	1:25.71	1:23.72	1:21.82	1:20.00	1:18.26	1:16.60	1:15.00
	500m	1:51.11	1:48.11	1:45.26	1:42.56	1:40.00	1:37.56	1:35.24	1:33.02	1:30.91	1:28.89	1:26.96	1:25.11	1:23.33
	550m	2:02.22	1:58.92	1:55.79	1:52.82	1:50.00	1:47.32	1:44.76	1:42.33	1:40.00	1:37.78	1:35.65	1:33.62	1:31.67
	600m	2:13.33	2:09.73	2:06.32	2:03.08	2:00.00	1:57.07	1:54.29	1:51.63	1:49.09	1:46.67	1:44.35	1:42.13	1:40.00
	650m	2:24.44	2:20.54	2:16.84	2:13.33	2:10.00	2:06.83	2:03.81	2:00.93	1:58.18	1:55.56	1:53.04	1:50.64	1:48.33
	700m	2:35.56	2:31.35	2:27.37	2:23.59	2:20.00	2:16.59	2:13.33	2:10.23	2:07.27	2:04.44	2:01.74	1:59.15	1:56.67
	750m	2:46.67	2:42.16	2:37.89	2:33.85	2:30.00	2:26.34	2:22.86	2:19.53	2:16.36	2:13.33	2:10.43	2:07.66	2:05.00
	800m	2:57.78	2:52.97	2:48.42	2:44.10	2:40.00	2:36.10	2:32.38	2:28.84	2:25.45	2:22.22	2:19.13	2:16.17	2:13.33
850m			2:58.95	2:54.36	2:50.00	2:45.85	2:41.90	2:38.14	2:34.55	2:31.11	2:27.83	2:24.68	2:21.67	
900m					3:00.00	2:55.61	2:51.43	2:47.44	2:43.64	2:40.00	2:36.52	2:33.19	2:30.00	
950m							3:00.95	2:56.74	2:52.73	2:48.89	2:45.22	2:41.70	2:38.33	
1000m									3:01.82	2:57.78	2:53.91	2:50.21	2:46.67	
1050m												2:58.72	2:55.00	

CONTROLE DE RITMO RECUPERAÇÃO ATIVA (50%VO _{2máx.})														
MAXIMO	V100% (km/h)	18	18,5	19	19,5	20	20,5	21	21,5	22	22,5	23	23,5	24
REC. ATIVA (1min30s)	V 50% (km/h)	9,00	9,25	9,50	9,75	10,00	10,25	10,50	10,75	11,00	11,25	11,50	11,75	12,00
	V 50% (m/s)	2,50	2,57	2,64	2,71	2,78	2,85	2,92	2,99	3,06	3,13	3,19	3,26	3,33
	DIST. (m)	225,00	231,25	237,50	243,75	250,00	256,25	262,50	268,75	275,00	281,25	287,50	293,75	300,00
CONTROLE DE RITMO PISTA DEMARCADA 50 em 50m	50m	20,00	19,46	18,95	18,46	18,00	17,56	17,14	16,74	16,36	16,00	15,65	15,32	15,00
	100m	40,00	38,92	37,89	36,92	36,00	35,12	34,29	33,49	32,73	32,00	31,30	30,64	30,00
	150m	60,00	58,38	56,84	55,38	54,00	52,68	51,43	50,23	49,09	48,00	46,96	45,96	45,00
	200m	1:20.00	1:17.84	1:15.79	1:13.85	1:12.00	1:10.24	1:08.57	1:06.98	1:05.45	1:04.00	1:02.61	1:01.28	1:00.00
	250m	1:40.00	1:37.30	1:34.74	1:32.31	1:30.00	1:27.80	1:25.71	1:23.72	1:21.82	1:20.00	1:18.26	1:16.60	1:15.00
300m										1:38.18	1:36.00	1:33.91	1:31.91	1:30.00

APÊNDICE E - Memória de cálculos para a confecção do arquivo de áudio do bip teste, velocidade inicial de 10km/h.

ESTÁGIO	TEMPO (min)	VELOCIDADE	DISTÂNCIA ESTÁGIO (m)	PASSAGENS	DISTÂNCIA TOTAL (m)	TEMPO BIP (s)
1	1:00	10km/h	166,67	10	166,7	6,00
2	2:00	11km/h	183,33	11	350,0	5,45
3	3:00	12km/h	200,00	12	550,0	5,00
4	4:00	13km/h	216,67	13	766,7	4,61
5	5:00	14km/h	233,33	14	1000,0	4,28
6	6:00	15km/h	250,00	15	1250,0	4,00
7	7:00	16km/h	266,67	16	1516,7	3,75
8	8:00	17km/h	283,33	17	1800,0	3,53
9	9:00	18km/h	300,00	18	2100,0	3,33
10	10:00	19km/h	316,67	19	2416,7	3,16
11	11:00	20km/h	333,33	20	2750,0	3,00
12	12:00	21km/h	350,00	21	3100,0	2,85
13	13:00	22km/h	366,67	22	3466,7	2,72
14	14:00	23km/h	383,33	23	3850,0	2,60
15	15:00	24km/h	400,00	24	4250,0	2,50

APÊNDICE F - Memória de cálculos para a confecção do arquivo de áudio do bip teste, velocidade inicial de 8 km/h.

ESTÁGIO	TEMPO (min)	VELOCIDADE	DISTÂNCIA ESTÁGIO (m)	PASSAGENS	DISTÂNCIA TOTAL (m)	TEMPO BIP (s)
1	1:00	8km/h	133,36	8	133,36	7,5
2	2:00	9km/h	150	9	283,36	6,66
3	3:00	10km/h	166,67	10	450,03	6,000
4	4:00	11km/h	183,33	11	633,36	5,455
5	5:00	12km/h	200,00	12	833,36	5,000
6	6:00	13km/h	216,67	13	1050,03	4,615
7	7:00	14km/h	233,33	14	1283,36	4,286
8	8:00	15km/h	250,00	15	1533,36	4,000
9	9:00	16km/h	266,67	16	1800,03	3,750
10	10:00	17km/h	283,33	17	2083,36	3,530
11	11:00	18km/h	300,00	18	2383,36	3,333
12	12:00	19km/h	316,67	19	2700,03	3,160
13	13:00	20km/h	333,33	20	3033,36	3,000
14	14:00	21km/h	350,00	21	3383,36	2,857
15	15:00	22km/h	366,67	22	3750,03	2,727

APÊNDICE G - Relatório disponibilizado ao voluntário

DADOS DO ATLETA												
NOME:												
DATA NASC.:			Massa Corporal: 58,7 kg			ALTURA: 1,71 m			IMC: 20,1 kg/m ²			
ADIPOMETRIA		DATA: 28/08/2019		PESQUISADOR: Marcus V. da Silva					HORA: 07:50			
		Peito 5,6 mm		Abdômen 8,2 mm		Coxa 8,2 mm		% G: 6,6 %				
TESTE PROGRESSIVO MÁXIMO												
Local: Pista de Atletismo da Faculdade de Educação Física e Desportos da UFJF Marca pista: MONDO (Itália) Modelo: Sportflex SuperX												
DATA: 28/08/2019			PESQUISADORES: Marcus V. Silva, Iago e Lucas				Analisador de Gases: Cosmed K4B ² Cardíofrequencímetro: POLAR RS800					
Temperatura: 12,8 °C			Umidade: 91 %			<i>Fonte: Climatologia UFJF</i>						
HORA: 08:38			vVO₂máx estim : 22 km/h			QTR: 20			Vel. Inicial: 10 km/h			
Tempo teste: 13:00			Nº estágios: 13			Distância: 3470 m			Vel. Pico: 22 km/h			
LIMIAR 1: 40,85 mL/kg/min			59,3 % vVO₂máx			V Lan 1: 12 km/h			FC LIMIAR 1: 134 bpm			
LIMIAR 2: 58,44 mL/kg/min			84,8 % vVO₂máx			V Lan 2: 18 km/h			FC LIMIAR 2: 167 bpm			
vVO₂máx: 68,91 mL/kg/min			vVO₂máx: 22,0 km/h			FCmáx: 173 bpm			PSE : 8			
FC 1min após: 134 bpm			FC 2min após: 116 bpm			FC 3min após: 103 bpm						
Vlan: velocidade no limiar; vVO ₂ máx: consumo máximo de oxigênio; vVO ₂ máx velocidade associada ao vVO ₂ máx; QTR: qualidade total de recuperação; FC: frequência cardíaca; vCO ₂ : produção de dióxido de carbono, VO ₂ : consumo de oxigênio; PSE: percepção subjetiva do esforço.												
TABELA DE INTENSIDADES PARA PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO												
	50%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%	100%	105%	110%
vO₂ (mL/kg/min)	36,2	42,5	46,0	49,29	52,6	55,8	59,1	62,4	65,6	68,9	--	--
Vel.(km/h)	11,0	13,2	14,3	15,4	16,5	17,6	18,7	19,8	20,9	22,0	23,1	24,2
Vel. (min/km)	5:05	4:32	04:11	03:53	03:38	03:24	03:12	03:01	02:52	02:43	02:35	02:28
Projeto aprovado no comitê de Ética e Pesquisa com seres Humanos da UFJF Nº CAAE: 92489618.2.0000.5147 Nº PARECER: 2.771.826												
Marcus Vinicius da Silva (32) 9 8822 3058 marcus.silva@ufjf.edu.br			Faculdade de Educação Física e Desportos - UFJF (Centro Olímpico) Universidade Federal de Juiz de Fora Rua João Lourenço Kelmer, s/n- Campus Universitário São Pedro									
Prof. Dnd. Marcus Vinicius da Silva												

PROTOCOLO HIIT 90a

Local: Pista de Atletismo da Faculdade de Educação Física e Desportos da UFJF

Marca pista: MONDO (Itália) **Modelo:** Sportflex SuperX

DATA: 29/08/2019

PESQUISADORES:

Analizador de Gases: Cosmed K4B²

FC repouso pré-teste: 43 bpm

QTR: 17

Cardiofrequencímetro: POLAR RS800

6 x 3 min (90%v $\dot{V}O_2$ máx) / Recuperação: 90 s (50% v $\dot{V}O_2$ máx)

HORA: 08:10

Temperatura: 14,5° C **Umidade:** 86 %

Percepção subjetiva do esforço e percepção subjetiva da recuperação

Dist. est.: 990 m

ES T	DIS	VEL	PS E	PSR
1º	990	19,8	3	10
2º	990	19,8	3	8
3º	990	19,8	3	8
4º	990	19,8	4	8
5º	990	19,8	3	8
6º	990	19,8	10	--

V.est: 19,8 km/h **3:01/km**

Dist. rec: 267 m
km/h

V.rec.: 11

Lacpré: 1,3 mmol/L

PSEsessão (após 20min): 7

Lacpós: 11,2 mmol/L

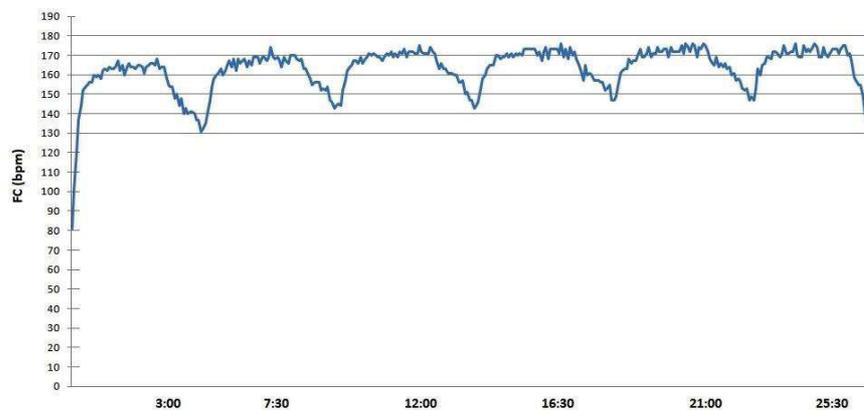


Figura 1. Comportamento da frequência cardíaca durante o protocolo



Figura 2. Comportamento do consumo de oxigênio durante o protocolo.

PROTOCOLO HIIT 60p

Local: Pista de Atletismo da Faculdade de Educação Física e Desportos da UFJF

Marca pista: MONDO (Itália) **Modelo:** Sportflex SuperX

DATA: 03 /09/2019

PESQUISADORES:

Analizador de Gases: Cosmed K4B²

Cardiofrequencímetro: POLAR RS800

FC repouso pré-teste: 40 bpm

QTR: 19

6 x 3 min (90%v $\dot{V}O_2$ máx) / Recuperação: 60 s (passivo)

HORA: 08:45

Temperatura: 17° C

Umidade: 82 %

Percepção subjetiva do esforço e percepção subjetiva da recuperação

Dist. est.: 990 m

V.est: 19,8 km/h

3:01/km

Dist. rec: 0 m

V.rec.: 0 km/h

Lacpré: 3,3 mmol/L

PSEessão (após 20min): 7

Lacpós: 16,0 mmol/L

EST	DIS	VEL	PSE	PSR
1°	990	19,8	4	8
2°	990	19,8	3	8
3°	990	19,8	4	8
4°	990	19,8	4	6
5°	990	19,8	4	4
6°	990	19,8	7	

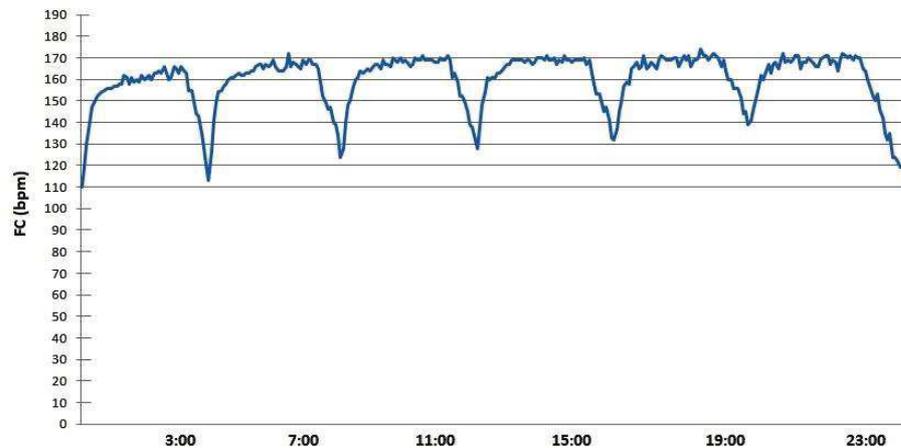


Figura 1. Comportamento da frequência cardíaca durante o protocolo

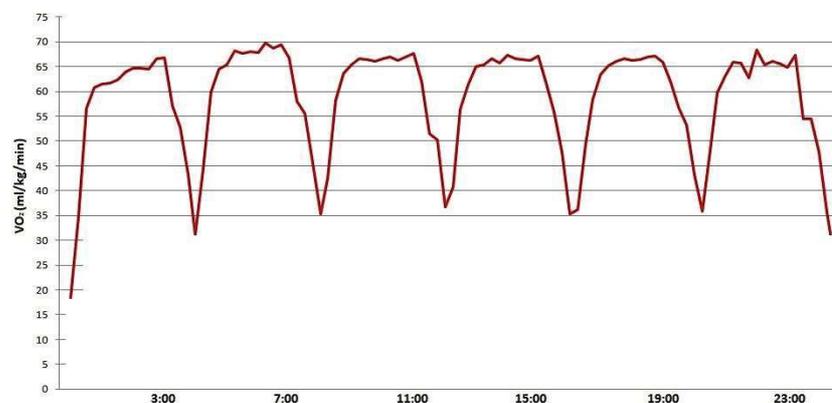


Figura 2. Comportamento do consumo de oxigênio durante o protocolo.

PROTOCOLO HIIT 90p

Local: Pista de Atletismo da Faculdade de Educação Física e Desportos da UFJF

Marca pista: MONDO (Itália) **Modelo:** Sportflex SuperX

DATA: 06/09/2019

PESQUISADORES: Marcus e Lucas Santos

Analizador de Gases: Cosmed K4B²

Cardiofrequencímetro: POLAR RS800

FC repouso pré-teste: 41 bpm

QTR: 20

6 x 3 min (90%v $\dot{V}O_2$ máx) / Recuperação: 90 s (passiva)

HORA: 8:04

Temperatura: 13,5° C **Umidade:** 88 %

Dist. est.: 990 m

V.est: 19,8 km/h **3:01/km**

Dist. rec: 0 m **V.rec.:** 0 km/h **Lacpré:** 1,7 mmol/L

PSEsessão (após 20min): 6 **Lacpós:** 11,8 mmol/L

Percepção subjetiva do esforço e percepção subjetiva da recuperação

EST	DIS	VEL	PSE	PSR
1°	990	19,8	4	8
2°	990	19,8	4	8
3°	990	19,8	4	8
4°	990	19,8	5	8
5°	990	19,8	5	8
6°	990	19,8	5	---

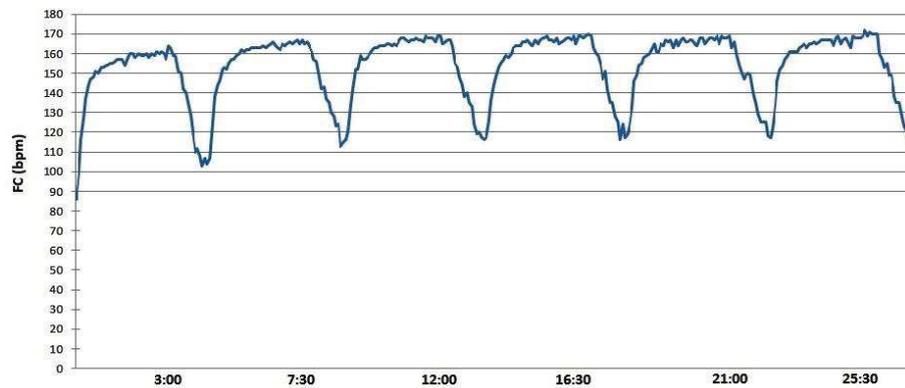


Figura 1. Comportamento da frequência cardíaca durante o protocolo

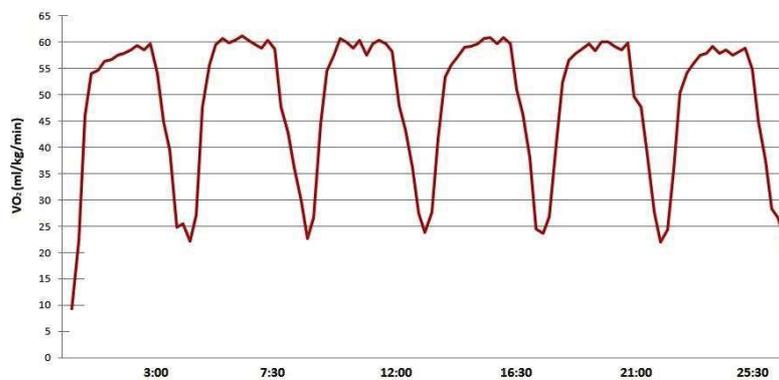


Figura 2. Comportamento do consumo de oxigênio durante o protocolo.

Atleta:	V90% = 19,8 km/h (3:01/km)				v $\dot{V}O_2$ máx= 22 km/h	
PROVA	CLAS	DIST (km)	TEMPO	RITMO	VEL	%v $\dot{V}O_2$ máx
SP City Marathon	4°	42,195	2:26.40	03:28	17,3	78,64
Correndo das Drogas	2°	6,96	21:41	03:06	19,4	88,18
Meia de Montes Claros	1°	21,095	1:06.28	03:09	19	86,36
Corrida Duque de Caxias	4°	10	31:29.0	03:08	19,2	87,27

TABELA INDIVIDUALIZADA PARA PRESCRIÇÃO DO TREINAMENTO DO ATLETA

% MÁXIMO	VEL. (KM/H)	200 m	400 m	500 m	800 m	1000 m	1200 m
109	24,0	30	1:00	1:15	2:00	2:30	3:00
106	23,25	31	1:02	1:17	2:04	2:35	3:06
102	22,5	32	1:04	1:20	2:08	2:40	3:12
99	21,8	33	1:06	1:22.50	2:12	2:45	3:18
96	21,2	34	1:08	1:25	2:16	2:50	3:24
94	20,6	35	1:10	1:27.50	2:20	2:55	3:30
91	20,0	36	1:12	1:30	2:24	3:00	3:36
88	19,46	37	1:14	1:32.50	2:28	3:05	3:42
86	18,9	38	1:16	1:35	2:32	3:10	3:48
84	18,46	39	1:18	1:37.50	2:36	3:15	3:54
82	18,0	40	1:20	1:40	2:40	3:20	4:00
80	17,7	41	1:22	1:42.50	2:44	3:25	4:06
78	17,14	42	1:24	1:45	2:48	3:30	4:12
76	16,75	43	1:26	1:47.50	2:52	3:35	4:18
74	16,36	44	1:28	1:50	2:56	3:40	4:24
73	16,0	45	1:30	1:52.50	3:00	3:45	4:30
71	15,66	46	1:32	1:55	3:04	3:50	4:36
69	15,34	47	1:34	1:57.50	3:08	3:55	4:42
68	15,0	48	1:36	2:00	3:12	4:00	4:48
67	14,7	49	1:38	2:02.50	3:16	4:05	4:54
65	14,4	50	1:40	2:05	3:20	4:10	5:00
64	13,8	51	1:42	2:07.50	3:24	4:15	5:06
63	13,84	52	1:44	2:10	3:28	4:20	5:12
62	13,58	53	1:46	2:12	3:32	4:25	5:18

APÊNDICE H - Valores individuais do teste progressivo máximo

	V_{PCR} (km/h)	PCR % $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$	FC_{PCR} (bpm)	$\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (mL/kg/min)	$\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (L/min)	$v\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ (km/h)	$FC_{m\acute{a}x}$ (bpm)	$\dot{V}CO_2/\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ Máx
1	19	85,61	200	70,05	4,06	21,0	204	1,18
2	18	88,74	179	64,01	5,06	22,0	188	1,17
3	19	84,97	162	65,80	4,08	22,0	170	1,21
4	17	88,19	153	65,27	4,24	20,5	166	1,19
5	17	90,21	153	60,59	4,18	19,5	168	1,31
6	17	86,89	176	60,72	4,01	19,5	185	1,25
7	16	89,57	181	68,04	3,95	18,5	192	1,20
8	17	89,08	173	67,59	4,87	19,5	183	1,17
9	20	88,78	174	65,71	3,74	22,2	181	1,22
10	18	91,17	167	68,71	3,98	22,0	173	1,12
11	16	88,53	152	58,4	4,77	18,0	160	1,11
12	15	83,26	184	57,84	2,95	16,6	194	1,11
13	14	87,97	175	57,11	3,352	17,0	190	1,10
14	18	86,06	171	62,48	4,873	21,0	188	1,14
15	18	89,94	192	68,51	4,247	19,5	201	1,31
16	17	91,58	162	69,49	3,057	19,5	190	1,06
17	16	85,67	171	60,36	2,656	18,0	186	1,12
18	14	85,37	165	59,35	3,442	17,0	191	1,10
19	16	90,39	164	64,41	4,766	18,0	173	0,95

Fonte: elaborado pelo autor

(V_{PCR} : velocidade no ponto de compensação respiratória; PCR: ponto de compensação respiratória; FC_{PCR} : frequência cardíaca no ponto de compensação respiratória; $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: consumo máximo de oxigênio; $v\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: velocidade associada ao consumo máximo de oxigênio; $FC_{m\acute{a}x}$: frequência cardíaca máxima; $\dot{V}CO_2/\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$: coeficiente respiratório máximo)

ANEXO A - Aprovação no comitê de ética e pesquisa com seres humanos



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Respostas fisiológicas da manipulação do estímulo e recuperação em treinamento intervalado de alta intensidade de corredores de fundo

Pesquisador: Marcus Vinicius da Silva

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 92489618.2.0000.5147

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA UFJF

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.771.826

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um estudo transversal, randomizado e contra balanceado.

Hipótese: os protocolos com mesma intensidade média promovem o mesmo tempo de exercício próximo ao VO₂máx, a mesma restauração dos sistemas aeróbio e anaeróbio e estresse cardiovascular. E ainda, que o protocolo de recuperação passiva, ao comparar com os protocolos de recuperação ativa, irá promover menor tempo de exercício próximo ao VO₂máx, superior restauração dos sistemas aeróbio e anaeróbio e menor estresse cardiovascular

Método: O consumo de oxigênio será mensurado na avaliação da capacidade aeróbia e em todos os protocolos experimentais, por meio do analisador de gases portátil da marca Cosmed® K4b2. Para mensurar a velocidade e a capacidade aeróbica máxima será realizado um protocolo incremental em esteira rolante, a velocidade inicial será de 11km/h com incrementos de velocidade (1km/h) a cada minuto. Os protocolos experimentais serão realizados de forma randomizada com intervalo mínimo de 48 horas. O protocolo 1 consistirá em seis estímulos de três minutos, com intensidade de 95% da vVO₂máx, a recuperação utilizada será a ativa com duração de 1 minuto e 30 segundos (corrida a 50%vVO₂máx); o Protocolo 2 consistirá em 12 (doze) estímulos de 1min30s, com intensidade de 95% da vVO₂máx, com recuperação ativa de 45 segundos (corrida a 50%vVO₂máx); o Protocolo 3 será seis estímulos de três minutos, com intensidade de 95% da vVO₂máx, e recuperação passiva de 1 minuto e 30 segundos. Para mensurar a percepção subjetiva do esforço, logo após a execução de cada estímulo

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO 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



Continuação do Parecer: 2.771.826

do protocolo experimental será apresentada uma escala de 10 pontos para o voluntário. Para mensurar a percepção subjetiva de recuperação será utilizada a escala de 10 pontos, a mesma será aplicada cinco segundos antes do término da recuperação de cada estímulo dos protocolos experimentais. A concentração de lactato

sanguíneo será mensurada pelo analisador portátil Accutrend®, para tal será coletada uma gota de sangue da polpa do dedo indicador do voluntário após o período de aquecimento, e nos seguimentos 4min,8min30s, 13min, 17min30s, 22min e 26min30s nos protocolos experimentais. Para a coleta da variabilidade da frequência cardíaca os voluntários serão posicionados em decúbito dorsal em uma maca durante 15 minutos, nos seguintes segmentos: 20 minutos antes à execução dos protocolos experimentais, imediatamente após o término dos protocolos, 20-35 minutos e 50-65 minutos. Para esse registro será utilizado o cardiofrequencímetro da marca Polar® modelo V800. Serão recrutados 15 corredores de fundo do atletismo, com idade entre 18 e 40 anos, que estejam treinando há pelo menos dois anos, e que nos últimos seis meses realizaram seis sessões de treinamento por semana, sendo pelo menos uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade, com volume semanal médio de 80 quilômetros por semana e velocidade aeróbia máxima estimada igual ou superior a 18km/h. Critério de Inclusão: Os voluntários deverão ser corredores de fundo do atletismo, com idade entre 18 e 40 anos, estar treinando há pelo menos dois anos, ter realizado nos últimos seis meses, seis sessões de treinamento por semana, sendo pelo menos uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade, com volume semanal médio de 80 quilômetros por semana e vVO2máx estimada igual ou superior a 18km/h. Além disso, os voluntários deverão apresentar liberação de um médico cardiologista, atestando a aptidão para a realização de exercícios de alta intensidade. Critério de Exclusão: Serão excluídos os voluntários com qualquer prejuízo musculoesquelético agudo ou qualquer tipo de lesão que o impossibilitou de treinar nos últimos três meses, bem como aqueles que utilizam medicamentos ou substâncias que possam influenciar o desempenho esportivo e/ou variáveis

mensuradas. Metodologia de Análise de Dados: Todos os dados coletados serão submetidos ao teste de normalidade Kolmogorov-Smirnov, seguido de análise exploratória, composta de média e desvio padrão. Para avaliar as possíveis diferenças entre as respostas fisiológicas promovidas pelo tipo de recuperação, será empregada a análise de variância ANOVA de dois fatores (tempo e tipo de recuperação) para as variáveis com distribuição normal, e o teste de Friedman para as variáveis que violem esse pressuposto. O nível de

significância adotado será $p < 0,05$. Para a mensuração do "tamanho do efeito" será adotado

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO 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



Continuação do Parecer: 2.771.826

Étasquared statistic (2), com posterior classificação de sua força segundo os valores de 0,01, 0,06 e maior que 0,15, como de pequena, média e grande força, respectivamente [24]. Para analisar o tempo de consumo de oxigênio acima de 90% do VO₂máx será utilizado um algoritmo desenvolvido em linguagem Matlab® (Software Matlab R2009a). Apresentação do projeto está 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:

Objetivo Primário:

Investigar, em corredores de fundo do Atletismo, o efeito das manipulações do tempo de estímulo, tempo e modo de recuperação, no t90% em HIIT de média duração.

Objetivo Secundário:

- Analisar qual modo de recuperação em protocolos com mesmo tempo de estímulo promove maior contribuição do metabolismo anaeróbio durante os estímulos.
- Verificar se a manipulação do tempo de estímulo e do tempo recuperação, em séries com mesma intensidade média e duração apresentam distintas solicitações do metabolismo anaeróbio.
- Verificar o estresse cardiovascular provocado pelas manipulações do tempo de estímulo, do tempo e intensidade da recuperação.

Os Objetivos da pesquisa estão delineados e compatíveis 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:

Os riscos deste estudo são relativamente pequenos (menor que o mínimo) e estão associados à prática de exercício de alta intensidade, como incômodos musculoesqueléticos. Esses desconfortos já foram vivenciados pelos indivíduos, tendo em vista que os protocolos experimentais se assemelham as sessões de treinamento já realizadas ao longo de toda temporada pelos voluntários recrutados. Entretanto, em função das características da amostra (atletas bem treinados e com autonomia plena), não se espera a ocorrência destes e de agravos na saúde associados à realização desses exercícios propostos pelos protocolos experimentais. A possibilidade de lesão por trauma é mínima, pois os protocolos serão realizados em laboratório com a corrida realizada em piso estável e seguro (esteira rolante). Será explicado ao voluntário como utilizar o botão de emergência da esteira, além disso, o pesquisador estará em todo o momento da coleta ao lado do equipamento. Os procedimentos de coleta de amostra sanguínea

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO 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



Continuação do Parecer: 2.771.826

poderão causar um pequeno desconforto. Durante a realização dos protocolos experimentais, qualquer intercorrência detectada que possa colocar em risco a saúde dos voluntários, interromperá a realização do(s) protocolo(s). Adicionalmente, assistências imediatas e integrais aos prováveis riscos e danos da pesquisa serão asseguradas pelo pesquisador e instituições envolvidas, e caso for, eventos dessa natureza serão comunicadas a órgãos competentes e ao Sistema CEP/CONEP. Explicitação dos possíveis desconfortos e riscos decorrentes da participação, assim como providências e cautelas a serem empregadas para evitar e/ou reduzir efeitos e condições adversas que possam causar dano, será incluída no protocolo de instrução do participante e reforçada quando necessário. Benefícios: Os voluntários da pesquisa terão como benefício direto do estudo, o recebimento de um relatório que constará o resultado de todas as avaliações e protocolos experimentais realizados por ele. Esses dados serão uma importante ferramenta para prescrição do treinamento dos atletas que se voluntariarem para a pesquisa, pois apresentará todas as respostas fisiológicas e rendimento do indivíduo em treinamento intervalado de alta intensidade. E ainda, os achados dessa pesquisa irão ampliar os conhecimentos dos treinadores e demais profissionais ligados ao treinamento de corredores de fundo, baseado nas respostas fisiológicas que as manipulações dessas variáveis podem promover na performance do atleta. 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 N° 001/2013 CNS.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O protocolo de pesquisa está em configuração adequada, apresenta FOLHA DE ROSTO devidamente preenchida, com o título em português, identifica o patrocinador pela pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra a; e 3.4.1 item 16. Apresenta o TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO em linguagem clara para compreensão dos participantes, apresenta justificativa e objetivo, campo para identificação do participante, descreve de forma suficiente os procedimentos, informa que

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO 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



Continuação do Parecer: 2.771.826

uma das vias do TCLE será entregue aos participantes, assegura a liberdade do participante recusar ou retirar o consentimento sem penalidades, garante sigilo e anonimato, explicita riscos e desconfortos esperados, ressarcimento com as despesas, indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa, contato do pesquisador e do CEP e informa que os dados da pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador pelo período de cinco anos, de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 466 de 2012, itens: IV letra b; IV.3 letras a, b, d, e, f, g e h; IV. 5 letra d e XI.2 letra f. Apresenta o INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS de forma pertinente aos objetivos delineados e preserva os participantes da pesquisa. O Pesquisador apresenta titulação e experiência compatível com o projeto de pesquisa, estando de acordo com as atribuições definidas no Manual Operacional para CPEs. Apresenta DECLARAÇÃO de infraestrutura e de concordância com a realização da pesquisa de acordo com as atribuições definidas na Norma Operacional CNS 001 de 2013 item 3.3 letra h.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto, o projeto está aprovado, pois está de acordo com os princípios éticos norteadores da ética em pesquisa estabelecido na Res. 466/12 CNS e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS. Data prevista para o término da pesquisa: novembro de 2021.

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o Comitê de Ética em Pesquisa CEP/UFJF, de acordo com as atribuições definidas na Res. CNS 466/12 e com a Norma Operacional Nº 001/2013 CNS, manifesta-se pela APROVAÇÃO do protocolo de pesquisa proposto. Vale lembrar ao pesquisador responsável pelo projeto, o compromisso de envio ao CEP de relatórios parciais e/ou total de sua pesquisa informando o andamento da mesma, comunicando também eventos adversos e eventuais modificações no protocolo.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1161049.pdf	10/07/2018 23:46:40		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura	1_ProjetoPesquisaANEXADO.pdf	10/07/2018 23:45:07	Marcus Vinicius da Silva	Aceito

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO 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



Continuação do Parecer: 2.771.826

Investigador	1_ProjetoPesquisaANEXADO.pdf	10/07/2018 23:45:07	Marcus Vinicius da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1.pdf	26/06/2018 22:36:40	Marcus Vinicius da Silva	Aceito
Brochura Pesquisa	1_instrumentosdecoleta.pdf	26/06/2018 22:25:57	Marcus Vinicius da Silva	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	21/06/2018 14:30:01	Marcus Vinicius da Silva	Aceito
Declaração de Pesquisadores	declaracao_sigilo.pdf	21/06/2018 14:29:06	Marcus Vinicius da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	declaracaoinfra.pdf	21/06/2018 14:28:28	Marcus Vinicius da Silva	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

JUIZ DE FORA, 16 de Julho de 2018

Assinado por:
Helena de Oliveira
(Coordenador)

Endereço: JOSE LOURENCO KELMER S/N
Bairro: SAO 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 - Escala de Recuperação Total (QTR)

ÍNDICE	DESCRITOR
6	Em nada recuperado
7	Extremamente mal recuperado
8	
9	Muito mal recuperado
10	
11	Mal recuperado
12	
13	Razoavelmente recuperado
14	
15	Bem recuperado
16	
17	Muito bem recuperado
18	
19	Extremamente bem recuperado
20	Totalmente bem recuperado

ANEXO C - Versão traduzida do BRUMS para a língua portuguesa

A Escala de Humor de Brunel (BRUMS) abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o quadrado que o melhor descreve. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

COMO VOCÊ SE SENTE AGORA?

0 = nada 1 = um pouco 2 = moderadamente 3 = bastante 4 = extremamente

	0	1	2	3	4
1. Apavorado					
2. Animado					
3. Confuso					
4. Esgotado					
5. Deprimido					
6. Desanimado					
7. Irritado					
8. Exausto					
9. Inseguro					
10. Sonolento					
11. Zangado					
12. Triste					

	0	1	2	3	4
13. Ansioso					
14. Preocupado					
15. Com disposição					
16. Infeliz					
17. Desorientado					
18. Tenso					
19. Com raiva					
20. Com energia					
21. Cansado					
22. Mal-humorado					
23. Alerta					
24. Indeciso					

ANEXO D - Escalas de percepção subjetiva do esforço e percepção subjetiva da recuperação

PSE		PSR	
ÍNDICE	DESCRITOR	ÍNDICE	DESCRITOR
0	Repouso	10	Muito bem recuperado
1	Muito, muito fácil.	9	
2	Fácil	8	Bem recuperado
3	Moderado	7	
4	Um pouco difícil	6	Moderadamente recuperado
5	Difícil	5	Recuperado adequadamente
6		4	Um pouco recuperado
7	Muito difícil	3	
8		2	Não bem recuperado
9		1	
10	Máximo	0	Muito mal recuperado