



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E
PLASTICIDADE FENOTÍPICA

ELDA SILVA AUGUSTO DE ANDRADE

EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A QUEDA DO DESEMPENHO
NO SALTO CONTRAMOVIMENTO

Vitória de Santo Antão
2023



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NUTRIÇÃO, ATIVIDADE FÍSICA E
PLASTICIDADE FENOTÍPICA

ELDA SILVA AUGUSTO DE ANDRADE

EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A QUEDA DO DESEMPENHO
NO SALTO CONTRAMOVIMENTO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial à obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr: Guilherme Assunção Ferreira

Coorientador: Prof. Dr: Leandro José Camati Felipe

Vitória de Santo Antão

2023

Catálogo na Fonte
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFPE. Biblioteca Setorial do CAV.
Bibliotecária Jaciane Freire Santana, CRB-4/2018

A554e Andrade, Elda Silva Augusto de.
Efeito da amplitude de recuperação durante exercício intervalado de alta intensidade sobre a queda do desempenho no salto contramovimento/ Elda Silva Augusto de Andrade. - Vitória de Santo Antão, 2023.
58 f.; il., fig., graf.

Orientador: Guilherme Assunção Ferreira.
Coorientador: Leandro José Camati Felipe.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, CAV, Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica, 2023.
Inclui referências, apêndices e anexo.

1. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. 2. Fadiga Muscular. 3. Exercício Físico. I. Ferreira, Guilherme Assunção (Orientador). II. Felipe, Leandro José Camati (Coorientador). III. Título.

796.077 CDD (23. ed.)

BIBCAV/UFPE - 019/2023

ELDA SILVA AUGUSTO DE ANDRADE

EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO
INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE A QUEDA DO DESEMPENHO
NO SALTO CONTRAMOVIMENTO.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica do Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão da Universidade Federal de Pernambuco, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em: 29/03/2023.

BANCA EXAMINADORA:

Participação por Vídeo conferência

Prof. Dr. Guilherme Assunção Ferreira

Participação por Vídeo conferência

Prof. Dr. Rafael dos Santos Henrique

Participação por Vídeo conferência

Prof. Dr. Ary Gomes Filho

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer ao meu orientador e Professor Doutor Guilherme Assunção Ferreira, pela parceria e empenho com que me orientou.

Agradeço também os meus colegas do grupo de pesquisa GPPH – PE, Danyela Silva, Douglas Elias, Lucas Chalegre e Manoel Cassemiro, cujo apoio e amizade estiveram presentes em todos os momentos.

Agradeço também às minhas amigas de uma vida inteira e colegas de trabalho por todo apoio e o incentivo que me deram.

Agradeço em especial à minha família, pelo apoio incondicional que me deram, entre eles, ao meu esposo Edílson Pedro, ao meu filho Gabriel, à minha filha Pyetra, meus pais, minhas irmãs e meu irmão e à minha nora Nayara.

RESUMO

O exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) é amplamente utilizado para melhora da aptidão física. Sua prescrição consiste em manipular diferentes variáveis, tais como a intensidade, duração do esforço, tipo de recuperação, entre outros. Particularmente, a amplitude da duração da recuperação pode afetar as respostas fisiológicas durante o EIAI, no entanto, o efeito da amplitude da duração da recuperação sobre o desenvolvimento da fadiga não foi completamente explorado. O presente estudo investigou o efeito da amplitude de recuperação durante exercício intervalado de alta intensidade sobre a fadiga avaliada através da queda do desempenho no salto contramovimento induzida pelo exercício após uma sessão de EIAI. Neste ensaio randômico e cruzado, onze homens fisicamente ativos (média \pm DP) idade $25,1 \pm 3,9$ anos; estatura 177 ± 6 cm; massa corporal $81,4 \pm 8,4$ kg; pico de potência de saída de 239 ± 15 W; FCpico 189 ± 6 Bpm e $\dot{V}O_{2pico}$ $36,5 \pm 6,5$ m/kg/min, realizaram duas sessões de EIAI com diferentes amplitudes de recuperação: 1 – EIAI com amplitude de recuperação longa (4 x 4 minutos a 90% FCpico, 3 minutos de recuperação a 50% FCpico, EIAI_{4x4/3}), e 2 – EIAI com amplitude recuperação curta (4x 4 minutos a 90% FCpico, 2 minutos de recuperação a 50% da FCpico - EIAI_{4x4/2}). Imediatamente antes e 30 segundos após o exercício, os participantes realizaram um salto contramovimento (SCM) para avaliação da função neuromuscular. A percepção subjetiva de esforço (PSE), a frequência cardíaca (FC), o consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$), a saturação periférica de oxigênio (SpO₂) foram continuamente monitorados durante o EIAI. O lactato plasmático e o pH sanguíneo foram medidos imediatamente antes e dois minutos após o exercício. A altura, tempo de voo, velocidade de saída, força do salto e potência do salto diminuíram de pré para pós exercício ($p < 0,05$) independente da condição, mas a magnitude de queda no desempenho foi maior no EIAI_{4x4/2} (-19 ± 3 , -10 ± 15 , -10 ± 9 , -10 ± 8 e $-19 \pm 9\%$, respectivamente, $p < 0,05$) do que no EIAI_{4x4/3} (-7 ± 26 , -4 ± 25 , -4 ± 28 , -4 ± 8 e $-7 \pm 1\%$, respectivamente, $p < 0,05$). A concentração de lactato plasmático final foi maior na condição EIAI_{4x4/2} do que na condição EIAI_{4x4/3} ($p < 0,05$). O pH sanguíneo diminuiu de pré para pós exercício em ambas as condições EIAI_{4x4/3} e EIAI_{4x4/2}, no entanto, o pH após o exercício foi menor na condição EIAI_{4x4/2} do que na condição EIAI_{4x4/3} ($p < 0,05$). A PSE aumentou similarmente através do exercício em ambas as condições ($p < 0,05$). A FC e o $\dot{V}O_2$ durante o exercício foi maior ($p < 0,05$) na condição EIAI_{4x4/2} do que na condição EIAI_{4x4/3}. A SpO₂ média durante o exercício foi menor na condição EIAI_{4x4/2} do que na condição EIAI_{4x4/3} ($p < 0,05$). Os achados deste estudo sugerem que reduzir a amplitude de recuperação aumenta o estresse fisiológico e metabólico, sem aumentar a PSE durante o exercício, causando mais fadiga, sugerindo que protocolos de EIAI submáximos desenhados para causar maior estresse cardiorrespiratório devem considerar a quantidade de fadiga causada por este tipo de protocolo.

Palavras chaves: função neuromuscular; fadiga muscular; treinamento intervalado.

ABSTRACT

High-intensity interval exercise (HIIE) is widely used to improve physical fitness, its prescription consists of manipulating different variables, such as intensity, duration of effort, type of recovery, among others. Particularly, the amplitude of recovery duration may affect physiological responses during HIIE, however, the effect of amplitude of recovery duration on the development of fatigue has not been fully explored. The present study investigated the effect of range of recovery during high-intensity interval exercise on fatigue assessed through exercise-induced drop in countermovement jump performance after an HIIE session. In this randomized crossover trial, eleven physically active men (mean \pm SD) age $25,1 \pm 3,9$ years; height 177 ± 6 cm; body mass $81,4 \pm 8,4$ kg; output peak power of 239 ± 15 W; HR_{peak} 189 ± 6 Bpm and $\dot{V}O_{2peak}$ $36,5 \pm 6,5$ (mL.kg⁻¹.min⁻¹), performed two HIIE sessions with different recovery ranges: 1 - HIIE with long recovery range (4 x 4 minutes at 90% HR_{peak}, and 3 minutes of recovery at 50% HR_{peak}, HIIE_{4x4/3}), and 2 – HIIE with short recovery amplitude (4x 4 minutes at 90% HR_{peak}, 2 minutes of recovery at 50% of HR_{peak} - HIIE_{4x4/2}). Immediately before and 30 seconds after the exercise, participants performed a countermovement jump (CMJ) to assess neuromuscular function. Perceived exertion (RPE), heart rate (HR), oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) and peripheral oxygen saturation (SpO₂), were continuously monitored during the HIIE. Plasma lactate and blood pH were measured immediately before and two minutes after exercise. Height, flight time, take off speed, jump force and jump power decreased from pre to post exercise ($p < 0,05$) regardless of condition, but the magnitude of drop in performance was greater in the HIIE_{4x4/2} (-19 ± 3 , -10 ± 15 , -10 ± 9 , -10 ± 8 and $-19 \pm 9\%$, respectively, $p < 0,05$) than in the HIIE_{4x4/3} (-7 ± 26 , -4 ± 25 , -4 ± 28 , -4 ± 8 and $-7 \pm 1\%$, respectively, $p < 0,05$). Final plasma lactate concentration was higher in the HIIE_{4x4/2} condition than in the HIIE_{4x4/3} condition ($p < 0,05$). Blood pH decreased from pre to post exercise in both HIIE_{4x4/3} and HIIE_{4x4/2} conditions, however, post-exercise pH was lower in HIIE_{4x4/2} condition than in HIIE_{4x4/3} condition ($p < 0,05$). RPE increased similarly through exercise in both conditions ($p < 0,05$). HR and $\dot{V}O_2$ during exercise were higher ($p < 0,05$) in the HIIE_{4x4/2} condition than in the HIIE_{4x4/3} condition. Mean SpO₂ during exercise was lower in the HIIE_{4x4/2} condition than in the HIIE_{4x4/3} condition ($p < 0,05$). The findings of this study suggest that reducing the range of recovery increases physiological and metabolic stress, without increasing PSE, during exercise, causing more fatigue, suggesting that submaximal HIIE protocols designed to cause greater cardiorespiratory stress should consider the amount of fatigue caused by this type of exercise protocol.

Key words: neuromuscular function; muscle fatigue; interval training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Desenho Experimental do estudo	26
Figura 2 - Percentual de mudança de pré para pós-exercício na altura do salto	32
Figura 3 - Percepção subjetiva do esforço	34
Figura 4 - Lactato plasmático	35

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Desempenho durante o salto contra movimento antes e após o exercício	31
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA - Avaliação antropométrica

CVM – Contração voluntária máxima

EIAI - Exercício intervalado de alta intensidade

EIAI_{4x4/3} - Exercício intervalado de alta intensidade com 3 minutos de recuperação

EIAI_{4x4/2} - Exercício intervalado de alta intensidade com 2 minutos de recuperação

FA - Familiarização

FC_{máx} - Frequência Cardíaca Máxima

FC_{pico} – Frequência Cardíaca de Pico

FC - Frequência Cardíaca

SpO₂ - Saturação periférica de Oxigênio

O₂ – Oxigênio

PCr - Fosfocreatina

PPO - Pico de Potência

PSE - Percepção subjetiva de esforço

Q_{tw} – Força de contração do quadríceps evocada por estimulação elétrica percutânea do nervo femoral

$\dot{V}O_2$ - Consumo de oxigênio

$\dot{V}O_{2máx}$ - Consumo máximo de oxigênio

$\dot{V}O_{2pico}$ - Consumo de pico de oxigênio

W - Watts

\dot{W}_{max} - Potência aeróbia máxima

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.2 <i>Exercício intervalado de alta intensidade</i>	14
2.1.1 Conceitos históricos	14
2.1.2 Bases metodológicas do exercício intervalado de alta intensidade.....	15
2.2 <i>Fadiga e exercício intervalado de alta intensidade</i>	17
2.3 <i>Uso do salto contra movimento para avaliação da fadiga</i>	19
3 HIPÓTESE	22
4 OBJETIVOS	23
4.1 <i>Objetivo Geral</i>	23
4.2 <i>Objetivos Específicos</i>	23
5 MATERIAIS E MÉTODOS	24
5.1 <i>Amostra</i>	24
5.2 <i>Desenho Experimental</i>	24
5.3 <i>Procedimentos preliminares</i>	26
5.3.1 Protocolo de teste incremental	26
5.3.2 Familiarização	27
5.3.3 Teste experimental.....	27
5.4 <i>Medidas e Análises</i>	28
5.4.1 Avaliação de potência e força dos membros inferiores	28
5.4.2 Respostas perceptuais, cardiopulmonares e saturação arterial periférica de oxigênio.....	29
5.4.3 Lactato e pH.....	29
5.4.4 Análises estatísticas	30
6 RESULTADOS	31
6.1 <i>Desempenho durante o salto contra movimento</i>	31
6.3 <i>Parâmetros sanguíneos Lactato e pH</i>	34
7 DISCUSSÃO	36
8 CONCLUSÃO	40
REFERÊNCIAS	41
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP - UFPE	47
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	52

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE COLETA	54
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

O exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) é amplamente utilizado para aprimorar a aptidão aeróbica de indivíduos sedentários, fisicamente ativos e atletas (MACINNIS; GIBALA, 2017; LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Este protocolo de exercício físico é composto por esforços de alta intensidade ($> 80\%$ do consumo máximo de oxigênio, $\dot{V}O_{2\text{máx}}$) de curta duração (4s a 1 min) ou de longa duração (1 a 8 min), intercalados por períodos de recuperação ativa ou passiva, que podem ser de curta ou longa duração (CHUA *et al.*, 2022; LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Deste modo, a prescrição do EIAI, consiste em manipular variáveis, tais como: intensidade e duração do esforço e intensidade e duração da recuperação de acordo com a adaptação desejada com o programa de treinamento (LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). Portanto, ao alterar a duração dos esforços e recuperações entre esforços irá causar diferentes respostas fisiológicas.

Particularmente, reduzir a duração da recuperação, ou seja, amplitude da recuperação, pode exacerbar as respostas fisiológicas, metabólicas e perceptuais durante o EIAI (FIORENZA *et al.*, 2019; VARELA-SANZ *et al.*, 2022). A redução da duração da recuperação pode causar uma maior percepção subjetiva de esforço (PSE), frequência cardíaca (FC), consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) e do lactato sanguíneo durante uma sessão de EIAI com esforços de mesma intensidade e duração (SCHOENMAKERS *et al.*, 2019; SEILER *et al.*, 2013). Por exemplo, foi demonstrado que durante um protocolo de EIAI (4 x 4 minutos à 90% da velocidade aeróbica máxima) a redução da recuperação de 4 para 2 minutos causou valores maiores da FC e da PSE e maior acúmulo de lactato durante o exercício (SMILIOS *et al.*, 2018). Além disso, a menor taxa de remoção de lactato durante o EIAI com menor duração de recuperação, pode ocorrer concomitante a um menor valor de pH sanguíneo e a uma menor saturação periférica de oxigênio (SpO_2) durante o EIAI (FREITAS *et al.*, 2017). Como existe um elo entre o estresse fisiológico, metabólico e perceptual e o desenvolvimento da fadiga (HUREAU; ROMER; AMANN, 2018), coletivamente, os estudos acima mencionados sustentam a hipótese de que a redução da duração da recuperação de um protocolo de EIAI poderia precipitar o aparecimento da fadiga durante uma sessão de EIAI (BORRESEN *et al.*, 2009). Portanto, é necessário compreender o efeito da duração da recuperação sobre o desenvolvimento da fadiga para fornecer informações adicionais para prescrição do EIAI levando em

consideração o efeito residual da fadiga e sua transferência para sessões subsequentes, adaptações a longo prazo e prevenção de lesões (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

A fadiga é um fenômeno multifatorial que é caracterizada pela incapacidade do indivíduo em gerar uma força pré-determinada e resulta na queda do desempenho (GANDEVIA, 2001). Experimentalmente, a fadiga pode ser quantificada via redução de pré para pós exercício na força produzida durante uma contração voluntária máxima (CVM) (TAYLOR; GANDEVIA, 2008). Contudo, este método requer a utilização de laboratórios e equipamentos especializados para avaliação da função neuromuscular (ALBA-JIMÉNEZ *et al.*, 2022). Alternativamente, o desempenho do salto contramovimento (SCM), um protocolo amplamente utilizado para avaliar força e potência de membros inferiores, têm sido utilizados como um substituto objetivo para avaliação da fadiga causada pelo exercício (MAJANO *et al.*, 2023). Por exemplo, em um estudo que avaliou a relação existente entre parâmetros neuromusculares identificados antes e após o exercício, foi encontrado que a redução de pré para pós exercício na CVM, um indicador de fadiga, foi associado ao declínio da altura, força e potência do salto contra movimento (THOMAS *et al.*, 2017). Estes achados sugerem que o SCM parece ser uma alternativa viável de fácil aplicação para avaliação da fadiga em uma rotina de treinamento. Isto poderia auxiliar treinadores e praticantes do exercício físico no desenvolvimento de estratégias para otimizar os protocolos de treinamento com o objetivo de controlar a fadiga e gerar adaptações específicas ao exercício, além de otimizar a prevenção de lesões músculo-tendíneas (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Sendo assim, o presente estudo avaliou o efeito da manipulação da duração da recuperação do EIAI sobre a queda do desempenho no salto contramovimento induzida pelo exercício.

A hipótese inicial de estudo é que a redução na duração da recuperação do EIAI irá provocar uma maior resposta da PSE, da FC, do $\dot{V}O_2$ e do lactato, e uma maior redução da SpO_2 e do pH durante o exercício. Conseqüentemente, a redução na duração na recuperação causaria mais fadiga, ou seja, um maior declínio de pré para pós-exercício na altura do salto, tempo de voo, velocidade do salto, força e potência do SCM.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.2 Exercício intervalado de alta intensidade

2.1.1 Conceitos históricos

O exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) é praticado desde o século XIX, há relatos de corredores ingleses, como Walter Gorge, que alternava corridas leves de uma a duas milhas de distância (~1.600 à 3.200 metros) com corridas rápidas de 400 a 1.200 jardas de distância (356 a 1.100 metros). No entanto, seu precursor foi o finlandês Paavo Nurmi, inspirado pelas ideias de seu treinador – Lauri Pikhala – recém-chegado dos Estados Unidos. Nurmi, competiu em três Olimpíadas (1.920, 1.924 e 1.928), obteve nove medalhas de ouro, três de prata e uma de bronze. Nurmi, também conquistou 22 recordes mundiais em distâncias entre 1.500 a 20.000 metros (TJELTA, 2016). Embora já praticado, o EIAI ainda não era assim chamado.

O termo treinamento intervalado foi introduzido em 1.930 pelo corredor e treinador alemão Woldemar Gerschler, que em conjunto com o fisiologista Herbert Reindell Gerschler treinou o medalhista e recordista Olímpico de 1.956 Gordon Pirie (TJELTA, 2016). Uma década após, na Suécia, Gösta Holmerand e Arne Anderson, que treinaram diversos corredores de meio fundo (1.500 a 5.000 metros) desenvolveram o Fartlek como uma forma de treinamento (HIGDON, 1998). O treinamento era composto por corridas rápidas de variadas distâncias e durações, alternadas com corridas lentas (BILLAT, 2001). Contudo, o treinamento intervalado ganhou popularidade nas Olimpíadas de 1.952 com os feitos de Emil Zatopek quando ele venceu as provas de 5.000 e 10.000 metros e a maratona nos jogos Olímpicos de Helsinque, Finlândia, 1952 (WANG *et al.*, 2021). Portanto, o EIAI não é algo novo e vem sendo utilizado por atletas e treinadores desde o final do século XIX e início do século XX (BILLAT, 2001).

Nas décadas de 50 e 60 começam a surgir os primeiros estudos científicos abordando o treinamento intervalado (SCOTT; FOUNTAINE, 2013; ASTRAND, 1960). Dos anos 70 a 80 até o presente, atletas de nível internacional incorporam o treinamento intervalado em suas rotinas de treinamento (BILLAT, 2001). Geralmente, eles combinam altos volumes de exercícios contínuos com exercícios intervalados (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; BILLAT, 2001). Desde então, o EIAI tem chamado a atenção de entusiastas e praticantes de atividades física devido aos ganhos rápidos

de desempenho e aptidão aeróbica em atletas (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Devido a crescente popularidade entre atletas, a partir da década de 80 começaram a surgir os primeiros estudos empregando este tipo de exercício em diferentes populações como indivíduos sedentários, cardiopatas, atletas recreacionais entre outros (GIBALA, 2008). Embora, amplamente incorporado em rotinas de treinamento, a prescrição do exercício intervalado não é tão simples e exige o entendimento de diversas variáveis relacionadas com a duração e intensidade do esforço e recuperação, tipo de recuperação e número de esforços (BUCHHEIT, 2013; BILLAT, 2001).

2.1.2 Bases metodológicas do exercício intervalado de alta intensidade

O exercício intervalado de alta intensidade (EIAI) é definido como sessões exercíci os de alta intensidade, com esforços supra- ou submáximos de curta (~ 4-60 s) ou longa (~ 1-8 min) duração, intercalados com períodos de recuperação ativa ou passiva de curta ou longa duração (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; CHUA *et al.*, 2022). É amplamente utilizado em rotinas de treinamento objetivando melhorar o nível de aptidão cardiorrespiratória, anaeróbia e neuromuscular de diferentes populações (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013; LAURSEN; BUCHHEIT, 2019). A ideia de se realizar o exercício intermitente surgiu com a possibilidade de aumentar o tempo de exercício em uma intensidade que - se realizada de maneira contínua - não seria mantida por muito tempo (BILLAT, 2001; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

Do ponto de vista prático, a prescrição do EIAI, envolve a manipulação de variáveis, tais como, intensidade, duração e número de esforços, além da manipulação do tipo (ativa ou passiva) e duração (curta ou longa) da recuperação (BILLAT, 2001). A combinação entre diferentes tipos de esforços e recuperação irão ditar o tipo de resposta aguda ao exercício e as adaptações desejadas com o treinamento (BILLAT, 2001; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Protocolos de EIAI de longa duração tem sido priorizado quando o objetivo é causar um maior estresse cardiopulmonar (BILLAT, 2001). Neste sentido, o objetivo do EIAI é projetar os valores de FC e $\dot{V}O_2$ à valores próximos aqueles correspondentes à ~90% da $FC_{máx}$ e do $\dot{V}O_{2máx}$, além de manter o maior tempo de exercício nestas intensidades (SMILIOS, 2018).

O ajuste da duração da recuperação poderia afetar a recuperação dos diferentes sistemas fisiológicos solicitados durante os esforços, contribuindo desta

maneira para a magnitude da resposta fisiológica durante o esforço seguinte e, conseqüentemente, a tolerância ao exercício (SMILIOS *et al.*, 2018). Como a magnitude de respostas fisiológicas, metabólicas e perceptuais ao EIAI dependem da combinação do tempo de esforço e recuperação, a extensão da duração da recuperação irá ditar a magnitude de recuperação fisiológica entre esforços e, desta forma, afetar as respostas fisiológicas, metabólicas e perceptuais do esforço seguinte (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Neste sentido, quando o tempo de recuperação do EIAI é reduzido a recuperação da PSE, FC, $\dot{V}O_2$ para o esforço seguinte é diminuída, causando uma maior resposta seguinte da PSE, da FC e do $\dot{V}O_2$ e ao esforço subsequente (BOGDANIS *et al.* 2022). Além disto, menos lactato plasmático é removido entre esforços, causando um maior acúmulo final de lactato em resposta ao exercício (BOGDANIS *et al.* 2022). De fato, a literatura atual demonstra a existência de uma relação entre o tempo de recuperação e a magnitude de aumento da PSE, da FC e do $\dot{V}O_2$ para atender a demanda energética durante o exercício, além da velocidade e a capacidade da remoção de lactato (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Sendo assim, a manipulação da amplitude da recuperação pode direcionar o perfil de resposta fisiológica aguda ao exercício e, conseqüentemente, os ajustes crônicos induzidos pelo EIAI.

Além disto, à medida que o tempo de recuperação entre os esforços diminui, a remoção de subprodutos do metabolismo anaeróbico causado pelo exercício intenso, também, diminui (GAITANOS *et al.*, 1993, LAURSEN; JENKINS, 2002, BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Neste contexto, a redução na duração da recuperação entre esforços, pode causar um maior acúmulo de íons H^+ (SMILIOS *et al.*, 2018), que possui implicações importantes sobre a oferta de O_2 aos tecidos metabolicamente ativos durante o exercício de alta intensidade (ROMER *et al.*, 2006). Particularmente, a acidose induzida pelo exercício diminui a oferta de O_2 aos músculos que estão sendo recrutados durante o exercício, podendo esse evento, estar ligado ao deslocamento à direita da curva de saturação de oxigênio arterial, causado pela acidose durante o exercício de alta intensidade (AMANN *et al.*, 2008). Além disso, a redução na saturação de oxigênio parece estar ligada à maior fadiga dos músculos do quadríceps (ROMER *et al.*, 2006). Foi demonstrado maior magnitude de redução na força de contração evocada por eletroestimulação após o exercício de alta intensidade realizado em condição de hipóxia (ROMER *et al.*, 2006). Portanto, a recuperação parece ser uma variável de interesse para organização e prescrição de um programa

de EIAI, pois ela pode direcionar o grau de fadiga e o tipo de adaptação em resposta ao exercício. No entanto, enquanto as respostas fisiológicas, metabólicas e perceptuais têm sido amplamente investigadas, pouco se sabe o efeito da amplitude de recuperação sobre o pH sanguíneo, saturação de oxigênio e o desenvolvimento da fadiga. Portanto, mais estudos sobre o tema são necessários.

2.2 Fadiga e exercício intervalado de alta intensidade

A fadiga pode ser definida como uma redução de pré para pós exercício na capacidade de gerar força/potência (AMANN *et al.*, 2016; GANDEVIA *et al.*, 2001). Pode ser experimentalmente quantificada através de uma redução na força de contração voluntária máxima (CVM) de pré para pós exercício (MILLET *et al.*, 2011). A fadiga pode ter origem central, que resulta numa redução do drive neural para o músculo esquelético, medida através da redução de pré para pós exercício na ativação voluntária avaliada através da técnica de contração sobreposta (MILLET *et al.*, 2011) ou periférica, que resulta na falha mecânica do maquinário contrátil muscular (GANDEVIA, 2001), que pode ser quantificada através da redução de pré para pós exercício na força evocada por estimulação elétrica percutânea do nervo femoral (MILLET *et al.*, 2012). O sítio de desenvolvimento da fadiga é algo complexo e, durante o exercício, pode ser causado pela duração e intensidade do exercício (ENOKA; STUART, 1992; GANDEVIA, 2001).

No exercício realizado em alta intensidade, há acúmulo de metabólitos, principalmente íons de H^+ e fosfato inorgânico resultantes do processo metabólico para contração muscular (BLAIN *et al.*, 2016). Neste contexto, tem sido demonstrado que o acúmulo de íons H^+ vão ativar os nervos aferentes III e IV, causando diminuição do drive neural para o músculo esquelético (BLAIN *et al.*, 2016). Por outro lado, o acúmulo de íons Pi foi associado com a redução da força de contração muscular, sugerindo que o acúmulo deste íon no sarcoplasma da fibra muscular pode causar enfraquecimento das pontes cruzadas formadas entre actina e miosina, prejudicando desta forma, o processo de contração muscular (FIORENZA *et al.*, 2019; BLAIN *et al.*, 2016). Interessantemente, o exercício realizado em domínio severo, mesma intensidade de realização do EIAI, causa grande acúmulo de H^+ resultantes dos processos bioenergéticos e maior fadiga (CHOMENTOWSKI *et al.*, 2022; SMILIOS *et*

al., 2018). Assim, um EIAI projetado para causar menor recuperação entre esforços, pode causar maior fadiga induzida pelo exercício.

Embora o efeito da intensidade sobre a fadiga tenha sido exaustivamente estudado na literatura (BILLAT, 2001; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013), pouco se sabe sobre o efeito de protocolos de EIAI sobre a fadiga. Até o momento apenas três estudos avaliaram o efeito do EIAI sobre a fadiga induzida por exercício (SILVA *et al.*, 2022; FERREIRA *et al.*, 2021; FIORENZA *et al.*, 2019). Nestes estudos, foi demonstrado que o EIAI provocou considerável quantidade de fadiga (SILVA *et al.*, 2022; FELIPPE *et al.*, 2020; FIORENZA *et al.*, 2019). Por exemplo, em um estudo que avaliou o efeito do EIAI com 4 x 4 minutos, com 3 minutos de recuperação, a CVM reduziu ~19 % de pré para pós exercício, que são similares àqueles observados em protocolos de exercício contínuo de alta intensidade (FELIPPE *et al.*, 2020) e provas contrarrelógio (FELIPPE *et al.*, 2018). Além disto, foi demonstrado que quando a acidose induzida pelo exercício foi aumentada a magnitude de queda na CVM aumentou de 20% para 28% (SILVA *et al.*, 2022). Desta forma, parece que protocolos de EIAI parecem induzir a mesma quantidade de fadiga que outros tipos de exercícios realizados na mesma intensidade e a fadiga induzida pelo EIAI pode estar ligada à acidose induzida pelo exercício. Portanto, manipulando a duração da recuperação poderia causar mais fadiga induzida pelo exercício.

Contudo, apenas um destes estudos, avaliou o efeito da manipulação da duração do esforço e da recuperação sobre a quantidade de fadiga induzida pelo exercício (FIORENZA *et al.*, 2019). Neste estudo, foi avaliado o efeito de dois protocolos de EIAI sobre a fadiga: 1 – Protocolo com maior duração do esforço e recuperação (6 x 20 s, com 120 s de recuperação passiva) e 2 – protocolo com menor duração do esforço e recuperação (18 x 5 s, com 30 s de recuperação passiva), os autores encontraram que ao aumentar a duração do esforço e da recuperação a quantidade de fadiga induzida pelo exercício, também, foi aumentada (COLLINS *et al.*, 2000). Além disto, a maior quantidade de fadiga induzida pelo protocolo de EIAI com maior duração do esforço e recuperação coincidiu com maior lactato e menor pH final. Estes resultados sugerem que a quantidade de fadiga encontrada após o EIAI pode estar relacionada ao grau de distúrbio metabólico causado pela manipulação da duração do esforço e da recuperação durante o exercício.

Ademais, para o estudo em questão, o protocolo de EIAI foi projetado para causar maior estresse anaeróbio do que aeróbio, ao mesmo tempo em que foram

manipulados a duração do esforço e recuperação, portanto, informações adicionais sobre o efeito da manipulação da duração de apenas uma variável, esforço ou duração, sobre a fadiga induzida pelo EIAI ainda precisa ser investigado. Desta forma, enquanto os estudos supracitados emergentes fornecem uma base para entendimento da fadiga induzida pelo EIAI, o efeito da manipulação da duração da recuperação sobre a fadiga induzida pelo exercício ainda permanece em aberto. Neste contexto, é esperado que a redução da amplitude de recuperação causará maior estresse metabólico e fisiológico como previamente demonstrado (SMILIOS *et al.*, 2018), o que provavelmente irá causar mais fadiga.

Contudo, enquanto a avaliação da fadiga através da técnica de eletroestimulação percutânea do nervo femoral é uma atraente opção para determinação da fadiga induzida pelo exercício e seus sítios de ocorrência, ou seja, fadiga central e periférica, a técnica empregada é de alto custo e de difícil acesso, sendo necessários laboratórios especializados para sua aplicação. Alternativamente, o uso do salto contra movimento (SCM) apresenta-se como candidato a substituto da técnica em situações de campo, devido ao seu fácil emprego e baixo custo operacional.

2.3 Uso do salto contra movimento para avaliação da fadiga

O salto com contramovimento (SCM) é um protocolo de teste amplamente utilizado para monitorar a capacidade de desempenho e tem sido utilizado como um marcador objetivo de fadiga (WARR *et al.*, 2022; ARMADA-CORTÊS *et al.*, 2022; CLAUDINO *et al.*, 2016), além de ser um teste de alta reprodutibilidade (CLAUDINO *et al.*, 2016; ALBA-JIMENÉZ *et al.*, 2022). Como exemplo, o estudo desenvolvido por Fitzpatrick *et al.* (2021) avaliou a confiabilidade da redução de pré para pós exercício da altura SCM, como um marcador, para o monitoramento de fadiga induzida pelo exercício em dezessete jogadores e observou que a altura do SCM apresenta uma confiabilidade de teste-reteste [CV 4,8 (3,7–6,9); ICC 0,88 (0,73 – 0,94)]. Uma vantagem da utilização do SCM como um substituto para avaliação da fadiga, é que ele é uma técnica de mensuração de baixa complexidade de fácil aplicação e replicabilidade (ALBA-JIMENÉZ *et al.*, 2022; VARELA-SANZ *et al.*, 2022; PATTISON *et al.*, 2020; CLAUDINO *et al.*, 2016).

O SCM fornece importantes parâmetros relacionados com o desempenho

humano, permitindo a análise de variáveis cinéticas e cinemáticas, que são sensíveis para detectar alterações na função neuromuscular (PATTISON *et al.*, 2020). Neste contexto, durante o salto, são avaliados a altura, tempo de voo, velocidade, força e potência do salto, embora não se possa determinar o sítio de fadiga, ou seja, fadiga central ou periférica, a uma redução de pré para pós exercício nas variáveis obtidas durante o SCM permite estimar alterações na função neuromuscular causada pelo exercício (BESTWICK-STEVENSON *et al.*, 2022). Um estudo, realizado com vinte e quatro jogadoras submetidas ao teste de habilidade de repetição de tiros independente, demonstrou que a redução de pré para pós exercício na altura do salto obtida durante o SCM foi associada ao desenvolvimento da fadiga neuromuscular, o que sustentam a ideia de que, a perda de altura do SCM pode induzida pela fadiga neuromuscular (ARMADA-CORTÉS *et al.*, 2022).

A vantagem do uso do SCM para avaliação da fadiga consiste na possibilidade de utilização de dispositivos portáteis para mensuração do teste. Neste contexto, o SCM pode ser avaliado por aplicativos instalados em aparelhos portáteis como smartphones permitindo aos treinadores e atletas um meio fácil de validação do desempenho (BROOKS; BENSON; BRUCE, 2018). Um aplicativo amplamente usado e validado na literatura científica é o *My Jump 2*, um aplicativo desenvolvido para dispositivos portáteis, que vem ganhando cada vez mais popularidade nos últimos anos, que pode ser utilizado em smartphones e tablets, tornando seu manuseio simples e eficaz (BROOKS; BENSON; BRUCE, 2018; BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). O *My Jump 2* usa a capacidade de gravação de um smartphone, compatível com tecnologias (Android ou IOS), e exige que os pesquisadores selecionem o quadro de decolagem e aterrissagem no vídeo de um salto. A partir dessas duas seleções de quadros, o *My Jump 2* aplicativo calcula altura de salto, tempo de voo, velocidade, potência e força do SCM (BROOKS, 2018; DRILLER *et al.*, 2017; GALLARDO-FUENTES, *et al.*, 2016). A validade e a confiabilidade do reteste para o SCM, foi testado recentemente (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). Por exemplo, Gallardo-Fuentes *et al.* (2016) avaliou a confiabilidade e validade entre sessões e intrasessões do aplicativo *My Jump* para medir diferentes ações de salto em atletas masculinos e femininos, de várias modalidades (corredores, velocistas e arremessadores) e demonstrou uma correlação quase perfeita os instrumentos de medição para o SCM ($r = 0,96-0,99$), além de alta confiabilidade ($\alpha = 0,94-0,99$; $CV = 3,8-7,6$). Esses achados sustentam que o *My Jump* é considerado um instrumento

validado e então indicado para avaliar o desempenho SCM.

3 HIPÓTESE

O EIAI com menor amplitude de recuperação causará maior resposta da PSE, da FC, do $\dot{V}O_2$ e da SpO_2 ;

O EIAI com menor amplitude de recuperação causará maior resposta na concentração do lactato plasmático e maior redução do pH sanguíneo;

O EIAI com menor amplitude de recuperação causará maior declínio de pré para pós exercício na altura, no tempo de voo, na velocidade, na força e na potência do SCM.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Investigar o efeito da amplitude de recuperação, durante exercício intervalado de alta intensidade, sobre as respostas perceptuais, fisiológicas, metabólicas e a queda do desempenho durante o salto contramovimento.

4.2 Objetivos Específicos

- a) Investigar o efeito da redução da amplitude de recuperação durante o EIAI, sobre a resposta da PSE, da FC, do $\dot{V}O_2$ e da SpO_2 ;
- b) Investigar o efeito da diminuição da amplitude de recuperação de uma sessão no aumento da concentração do lactato plasmático e na redução do pH sanguíneo;
- c) Investigar o efeito da redução da amplitude de recuperação, durante o EIAI, sobre o declínio de pré para pós exercício na altura, no tempo de voo, na velocidade, na força e na potência do SCM.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Amostra

O tamanho da amostra foi estimado através do software G* Power (Heinrich-Heine- University Düsseldorf, versão 3.1.9.4, Düsseldorf, Alemanha). O cálculo do tamanho amostral foi determinado usando um tamanho do efeito de 0,9 da redução de pré para pós EIAI, na altura do SCM (WIEWELHOVE *et al.*, 2020). Foi adotado um alfa de 0,05 e um poder estatístico desejável de 0,80. O tamanho efetivo da amostra para alcançar significância estatística foi de dez participantes. Considerando uma perda amostral de 20%, foram convidados a participarem do estudo 12 indivíduos fisicamente ativos do sexo masculino. O nível de atividade física dos participantes do estudo foi determinado através do questionário internacional de avaliação do nível de atividade física – IPAQ (PARDINI *et al.*, 2001). Os voluntários tiveram que atender aos seguintes critérios de inclusão, ser fisicamente ativo segundo IPAQ, sem doenças preexistentes, sem patologias músculo esquelética e/ou não ter histórico de lesão muscular nos últimos seis meses. Não participaram destes estudos, voluntários com históricos de lesões dos músculos esqueléticos recentes e que possuíam qualquer tipo de patologia cardiorrespiratória.

Todos os participantes foram instruídos de forma verbal e escrita a respeito de todos os procedimentos metodológicos e riscos, que seriam submetidos durante a realização do estudo. Todos os participantes assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012 para participação no estudo. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisas com seres humanos da Universidade Federal de Pernambuco, credenciado pelo Conselho Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP, CAEE nº 55717821.9.0000.5208.

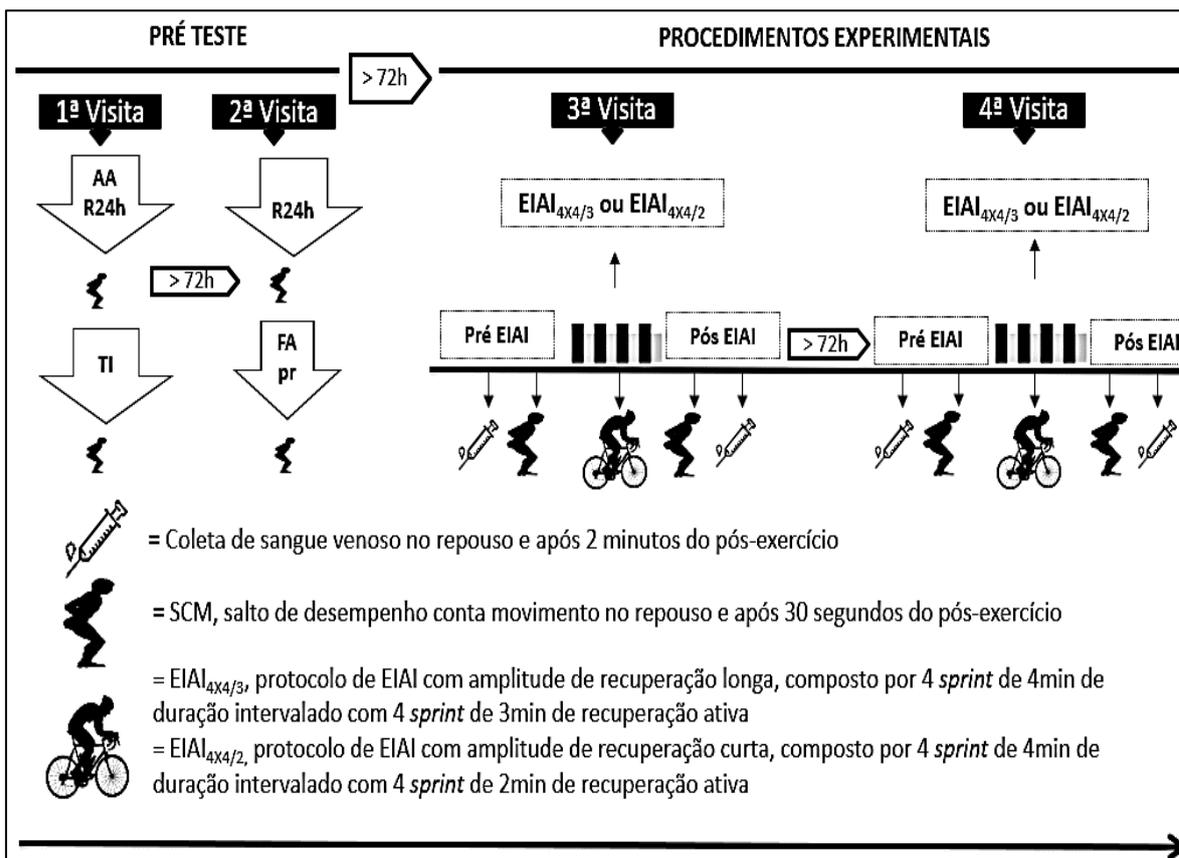
5.2 Desenho Experimental

Neste estudo randômico e contrabalanceado cada participante compareceu ao laboratório em 4 ocasiões (Figura 1). Na primeira visita, todos os participantes completaram os questionários de prontidão para atividade física, nível de atividade física e um recordatório alimentar de 24h. Eles também foram orientados sobre os protocolos experimentais. Após as orientações, os participantes foram familiarizados

com o protocolo de SCM e realizaram um teste incremental máximo em um cicloergômetro para determinação do consumo de oxigênio de pico ($\dot{V}O_{2\text{pico}}$) e da FC de pico (FC_{pico}). Setenta e duas horas após, os mesmos retornaram ao laboratório para a segunda visita, a fim de serem familiarizados com os procedimentos experimentais do estudo. Neste momento, os voluntários foram familiarizados com o protocolo de SCM e, em seguida, realizaram uma versão curta do protocolo de EIAI composta por 2 esforços de 4 minutos de duração intercalados por 3 minutos de recuperação ativa. Nas visitas subsequentes (visitas três e quatro), com um intervalo mínimo de 72 horas entre elas. Os participantes realizaram de maneira randomizada, contrabalanceada um de dois protocolos EIAI: 1 - EIAI com duração de recuperação de 3 minutos ($EIAI_{4 \times 4/3}$) e; 2 – EIAI com duração da recuperação de 2 minutos ($EIAI_{4 \times 4/2}$) (Figura 1). A randomização dos participantes do estudo foi realizada usando o site: www.randomized.org.br.

Todos os participantes completaram um registro alimentar de 24 horas referente ao consumo alimentar do dia anterior à primeira sessão experimental e foram orientados a replicar a mesma dieta na segunda condição experimental. Os voluntários foram orientados a não realizarem exercícios físicos e se abster da ingestão de álcool e cafeína nas últimas 24 horas que antecederam cada ensaio experimental. Os indivíduos realizaram os testes experimentais em estado pós-prandial, cerca de ~2 horas após a última refeição. Todas as visitas foram realizadas no mesmo horário para evitar efeito do ciclo circadiano.

Figura 1 - Desenho Experimental do estudo



AA, Avaliação antropométrica; R24h, Recordatório alimentar 24h; TI, Teste incremental; FApr, Familiarização com protocolo de exercício intervalado de alta intensidade reduzido 2 esforços de 4 minutos com 3 minutos de recuperação entre esforços; EIAI_{4x4/3}; Exercício intervalado de alta intensidade com 3 minutos de recuperação, EIAI_{4x4/2}. Exercício intervalado de alta intensidade com 2 minutos de recuperação.

Fonte: A autora (2023).

5.3 Procedimentos preliminares

5.3.1 Protocolo de teste incremental

Os participantes realizaram um teste incremental em uma bicicleta esportiva (Caloi 10, Caloi, São Paulo, Brasil) de aro 26 e calibração de pneus a 100 libras acoplada a um ciclo simulador (Racer Mate Compus Trainer, Seattle, USA). O teste iniciou com um aquecimento de 5 minutos a 70 W, seguido por incrementos de 30 W a cada 3 minutos até a exaustão. Os participantes mantiveram uma cadência de pedalada entre 70 e 80 rotações por minuto. A exaustão foi determinada por desistência voluntária ou incapacidade de sustentar a cadência de pedalada por mais de cinco segundos. A FC foi monitorada através de um monitor cardíaco (Polar, T 31/34) conectado ao analisador automático. O $\dot{V}O_2$ foi monitorado durante todo o teste por um analisador automático (Córtex, Metalyzer3B®, Saxony, Germany) previamente

calibrado. Os valores da FC e do $\dot{V}O_2$ foram agrupados em médias de 30s. A FC_{pico} e o $\dot{V}O_{2pico}$ foram considerados como o maior valor encontrado ao final do teste.

5.3.2 Familiarização

Na sessão de familiarização, todos os participantes foram familiarizados com o protocolo de teste de SCM, que consistiu na realização de três SCM com intervalos de 30 segundos de descanso entre saltos. Logo após, os participantes realizaram um protocolo de EIAI com dois esforços, que foi seguido pela realização de um SCM. O teste de SCM foi idêntico ao realizado nas sessões experimentais.

5.3.3 Teste experimental

Ao chegarem ao laboratório os voluntários foram colocados de repouso, acomodados em uma cadeira, logo após foram coletadas amostras de sangue da veia cubital mediana para medir o pH do sangue e a concentração de lactato plasmático. Em seguida, os participantes realizaram três saltos contra movimento. Após isto, os participantes realizaram um de dois protocolos de EIAI ($EIAI_{4 \times 4/3}$ ou $EIAI_{4 \times 4/2}$). O protocolo de $EIAI_{4 \times 4/3}$ foi composto por um aquecimento de 10 minutos na intensidade correspondente a 50% da FC_{pico} , seguido por 4 esforço de 4 minutos em uma potência correspondendo a 90% da FC_{pico} , intercalados por uma recuperação ativa com duração de 3 minutos em uma potência correspondente à 50% da FC_{pico} . O protocolo de $EIAI_{4 \times 4/2}$ foi composto por um aquecimento de 10 minutos na intensidade correspondente a 50% da FC_{pico} , seguido por 4 esforços de 4 minutos a 90% da FC_{pico} , intercalados por uma recuperação ativa com duração de 2 minutos em uma potência correspondente a 50% da FC_{pico} .

A PSE, FC, $\dot{V}O_2$ e SpO_2 foram medidos durante todo o EIAI. Trinta segundos após o exercício, o desempenho em SCM foi novamente avaliado para determinação da queda do desempenho. Dois minutos após o exercício foram obtidas amostras de sangue venoso para determinação do efeito do exercício sobre o pH sanguíneo e o lactato plasmático.

5.4 Medidas e Análises

5.4.1 Avaliação de potência e força dos membros inferiores

Para avaliação do SCM os indivíduos foram posicionados em pé a 1,5 metros de distância de um smartphone equipado com câmera de alta velocidade de 240 Hz, com qualidade de 720p e 60 FPM (Iphone 11, Apple, Zhengzhou, China) equipado com o software *My Jump 2*, calibrado previamente de acordo com o manual do fabricante. A câmera do smartphone foi voltada para o plano frontal e direcionada para os pés dos participantes. O local do salto foi marcado com fitas adesivas para evitar que o salto fosse avaliado de diferentes distâncias em cada momento de avaliação.

Após isto, os indivíduos realizaram três SCM separados por 30 s. Para realização dos saltos os indivíduos foram posicionados com as mãos nos quadris, partindo de uma posição estática em pé e com as pernas retas durante a fase de voo do salto, a aterrissagem foi realizada simultaneamente com ambos os pés mantendo a dorsiflexão do tornozelo (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). Os participantes foram instruídos a pular o mais alto possível (BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015). Estes procedimentos foram repetidos 30 s após o término do EIAI, exceto que apenas um salto foi executado. Durante o salto foram avaliadas a altura do salto (cm), o tempo de voo (ms), velocidade (m/s), a força (N) e a potência (W). Para determinação da altura, força, potência, velocidade e o tempo de voo foi utilizado o primeiro quadro de filmagem em que ambos os pés estavam fora do solo (fase de impulsão) e o primeiro quadro de filmagem em que pelo menos um pé tocou o solo (fase de aterrissagem). A altura do salto foi obtida a partir do tempo de voo mensurado durante a realização do salto, como previamente descrito - equação $h = \frac{1}{2}gt^2$, em que, h representa a altura do salto (em metros) e “t” o tempo de voo (em segundos), (BOSCO; LUHTANEN; KOMI, 1983). A força e a velocidade produzidas durante o salto foram utilizadas para calcular a potência do salto, através da equação proposta por Zatsiorsky, 1999 descrita da seguinte forma: $P = F \times V$, onde P é igual a potência, F é a força e V a velocidade (ZATSIORSKY *et al.*, 1999).

O maior valor obtido para cada parâmetro avaliado, ou seja, altura do salto, tempo de voo, velocidade, força e potência foi usado como demarcador de desempenho. A redução de pré para pós exercício na altura, força, potência, velocidade e tempo de voo durante o SCM foram utilizadas como indicativo de fadiga

(BALSALOBRE-FERNÁNDEZ *et al.*, 2015).

O coeficiente de variação intra indivíduos e entre dias para as medidas do SCM basais no EIAI_{4x4/3} e EIAI_{4x4/2} foram: altura do salto [$1,28 \pm 1,62\%$; (IC = -1,32 a 3,24), tempo de voo $1,11 \pm 0,82\%$; (IC = -0,63 a 1,59), velocidade $1,27 \pm 0,74\%$; (IC = -0,84 a 1,71), força $1,32 \pm 1,10\%$; (IC = -0,67 a 1,97) e potência $2,46 \pm 1,91\%$ (IC = -1,33 a 3,59), respectivamente.

5.4.2 Respostas perceptuais, cardiopulmonares e saturação arterial periférica de oxigênio

A PSE foi obtida nos últimos 5 segundos de cada esforço através da escala de percepção de esforço de 6 a 20 pontos de Borg (BORG, 1998). Os participantes foram orientados a informar quão intenso eles percebiam o exercício em uma escala de 6 a 20, em que 6 é nenhum esforço e 20 é esforço máximo. A FC batimento a batimento foi avaliada durante o exercício através de um monitor cardíaco (Polar, T 31/34) conectado ao analisador de gases. O $\dot{V}O_2$, respiração a respiração, foi avaliado durante o exercício por um analisador de Gases (Córtex, Metalyzer 3B®, Saxony, Germany). A SpO₂ foi monitorada durante todo o exercício através de um oxímetro de pulso colocado sobre a falange distal do dedo indicador (MONTSERRAT, 50DL). A média dos valores da PSE, FC, $\dot{V}O_2$ e SpO₂ obtidos nos 15 segundos finais de cada esforço foi utilizada para comparações futuras.

5.4.3 Lactato e pH.

O lactato sanguíneo foi determinado usando kits comerciais (Biotecnica de Minas Gerais), com a reação resultante lida em espectrofotômetro (Thermo Scientific Genesys 10S UV-VIS). O pH sanguíneo foi determinado usando um pHmetro portátil de bancada (Engineering PHS3BW). Para separação das células sanguíneas do plasma, 40 μ l de sangue venoso foi adicionado a um tubo *ependorf* contendo solução de EDTA (1mM) e, posteriormente, centrifugado em uma rotação de 4000 rpm por 10 minutos a uma temperatura de 4°C para separação do plasma utilizando uma centrífuga automática (Heitich Mikro 200r).

5.4.4 Análises estatísticas

O teste Shapiro Wilk foi utilizado para testar a normalidade dos dados. Os dados obtidos para a SpO₂ foram log-transformados por apresentarem uma distribuição não normal. A altura, tempo de voo, velocidade, força e potência do SCM e o pH e lactato foram comparados usando a análise de variância de dois fatores para medidas repetidas com protocolo de exercício (EIAI_{4x4/3} e EIAI_{4x4/2}) e tempo (pré e pós exercício) como fatores. A PSE, FC, $\dot{V}O_2$, SPO₂ (EIAI_{4x4/3}, EIAI_{4x4/2}) e tempo (pré e pós-EIAI) foram comparados usando a análise de variância de dois fatores para medidas repetidas, com protocolo de exercício (EIAI_{4x4/3} e EIAI_{4x4/2}) e momento (esforços 1, 2, 3 e 4) como fatores. O teste post hoc de Bonferroni foi utilizado para localizar as diferenças encontradas pela análise de variância. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados no software Statistic versão 10 StataSoft, Inc.®, Tulsa, OK, Estados Unidos.

6 RESULTADOS

Um voluntário abandonou o estudo por razões pessoais e não foi incluído na análise final. Portanto, a amostra final do estudo foi composta por 11 participantes com idade $25,1 \pm 3,9$ anos, estatura, 177 ± 6 cm, massa corporal $81,4 \pm 8,4$ kg, PPO 239 ± 15 W, $FC_{\text{pico}} 189 \pm 6$ Bpm, $\dot{V}O_{2\text{pico}} 36,5 \pm 6,5$ mL.kg/min⁻¹. As intensidades e FC correspondentes à 90% e 50% da FC_{pico} prescritas para o EIAI foram: 201 ± 18 W e 87 ± 14 W e 165 ± 15 e 92 ± 8 bpm, respectivamente.

6.1 Desempenho durante o salto contra movimento

Na tabela 1 são apresentados os valores obtidos antes e pós o exercício para a altura do salto, o tempo de voo, a velocidade, a força e a potência do SCM. Houve um declínio do pré- para o pós-exercício na altura, tempo de voo, velocidade, força e potência do SCM, independentemente da condição ($p < 0,05$, Tabela 1), mas a magnitude de queda para a altura do salto, o tempo de voo, a velocidade, força e a potência do SCM foi maiores no EIAI_{4x4/2} do que no EIAI_{4x4/3} ($p < 0,05$, Tabela 1). Para melhor exemplificar os valores percentuais de mudança de pré para pós exercício na altura do salto, no tempo de voo, na velocidade, na força e na potência do SCM são apresentados na figura 2.

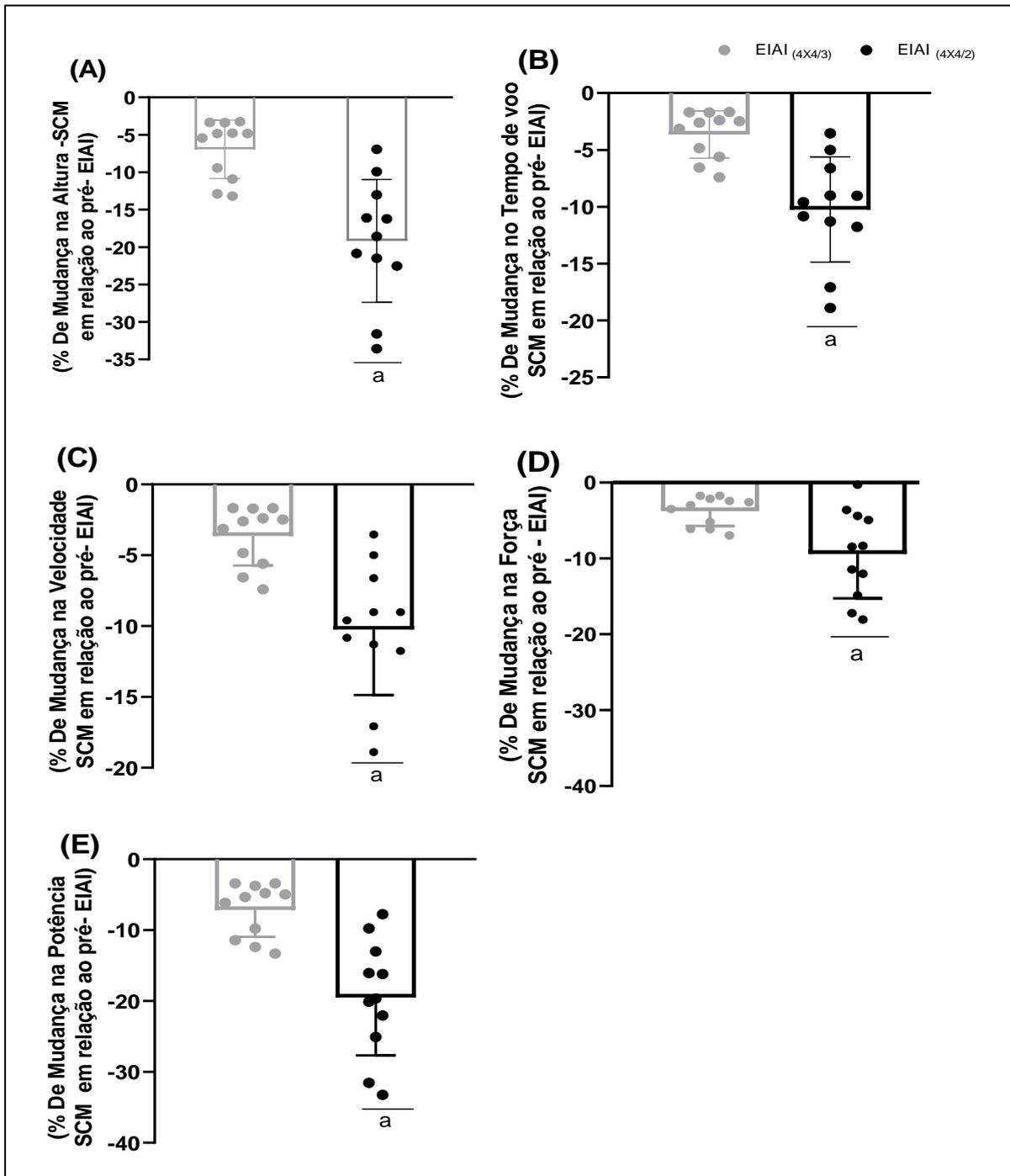
Tabela 1 - Desempenho durante o salto contra movimento antes e após o exercício

Variáveis do SMC	Pré-EIAI		Pós-EIAI	
	EIAI _{4x4/3}	EIAI _{4x4/2}	EIAI _{4x4/3}	EIAI _{4x4/2}
Altura do salto (cm)	$30,9 \pm 2,6$	$30,7 \pm 2,3$	$28,7 \pm 2,0^a$	$24,7 \pm 2,4^{ab}$
Tempo de voo (ms)	502 ± 20	500 ± 19	484 ± 15^a	449 ± 22^{ab}
Velocidade do salto (m/s)	$1,23 \pm 0,05$	$1,22 \pm 0,05$	$1,18 \pm 0,04^a$	$1,10 \pm 0,05^{ab}$
Força do salto (N)	1.900 ± 442	1.893 ± 441	1.832 ± 441^a	1.693 ± 406^{ab}
Potência do salto (W)	2.326 ± 482	2.310 ± 484	2.167 ± 487^a	1.861 ± 438^{ab}

EIAI_{4x4/3}, exercício intervalado de alta intensidade intercalado com 3 minutos de recuperação; EIAI_{4x4/2}, exercício intervalado de alta intensidade intercalado com 2 minutos de recuperação. ^aSignificativamente menor que pré exercício, $p < 0,05$. ^bSignificativamente menor do que na condição EIAI_{4x4/3}, $p < 0,05$. Os dados estão em média \pm desvio padrão, $n = 11$.

Fonte: A autora (2023).

Figura 2 - Percentual de mudança de pré para pós-exercício na altura do salto



(A), tempo de voo (B), velocidade do salto (C), força do salto (D) e da potência do salto (E) obtido durante o salto contramovimento antes e após o exercício intervalado de alta intensidade.

^a Significativamente diferente da condição EIAI_{4x4/3}, ($p < 0,05$). Os dados estão em médias \pm desvio padrão, $n=11$

Fonte: A autora (2023).

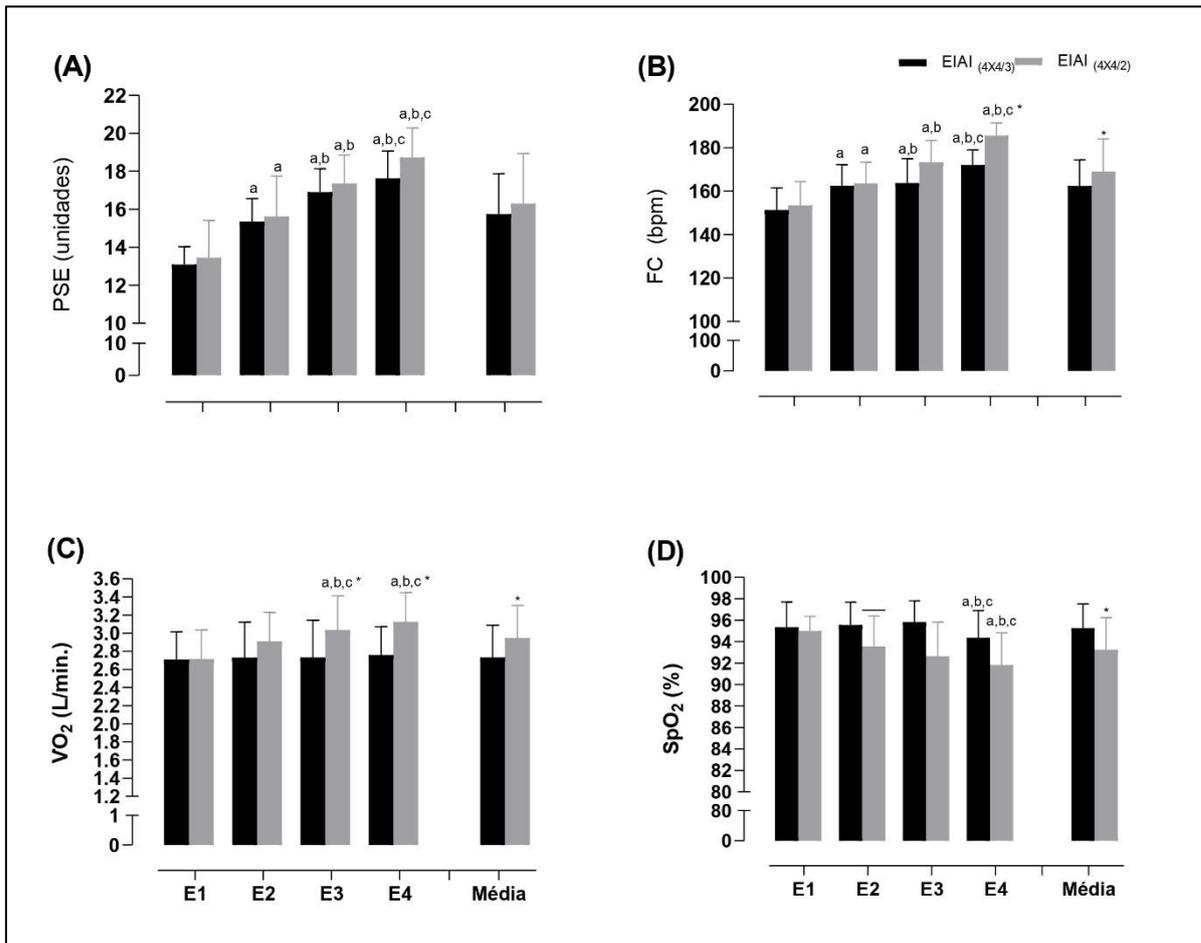
6.2 Respostas perceptuais, cardiorrespiratória, consumo de oxigênio e saturação periférica de oxigênio

Os valores médios obtidos para a PSE, a FC, o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e a SpO_2 durante o exercício são mostrados na Figura 3. A PSE aumentou similarmente através do exercício em ambas as condições (Efeito do momento, $F_{(3,30)} = 54,4$, $p < 0,001$, Figura 3A). Não houve efeito da condição ($F_{(1, 10)} = 2,1$, $p = 0,18$) ou interação condição - momento ($F_{(3,30)} = 0,9$, $p = 0,46$) para a PSE durante o exercício.

A FC aumentou progressivamente durante o exercício em ambas as condições experimentais, no entanto, a FC foi maior no esforço 4 na condição EIAI_{4X4/2} quando comparada ao esforço 4 na condição EIAI_{4X4/3} (Interação condição – momento, $F_{(3,30)} = 4,53$, $p = 0,01$, Figura 3B). A FC média durante o exercício foi maior na condição EIAI_{4X4/2}, quando comparado com a condição EIAI_{4X4/3} ($p < 0,05$, Figura 3B). O $\dot{V}O_2$ foi similar entre os esforços 1, 2, 3 e 4 durante o EIAI_{4X4/3} (todos, $p < 0,05$, Figura 3C). No entanto, o $\dot{V}O_2$ foi maior nos esforços 3 e 4 quando comparados aos esforços 1 e 2 na condição EIAI_{4X4/2} (Interação condição – momento, $F_{(3,30)} = 7,78$, $p < 0,001$, Figura 3C). A média do $\dot{V}O_2$ durante o exercício foi maior durante a condição EIAI_{4X4/2}, quando comparado com a condição EIAI_{4X4/3} ($p < 0,05$, Figura 3C).

A SpO_2 foi menor no esforço 4 quando comparado aos esforços 1, 2 e 3 em ambas as condições (Efeito do momento entre os esforços 1, 2 e 3 ($p > 0,05$, Figura 4A). A média da SPO_2 durante o exercício foi menor na condição experimental EIAI_{4X4/2} quando comparada à condição EIAI_{4X4/3} ($p < 0,05$, Figura 4D). Não houve interação condição – momento ($F_{(3,30)} = 1,3$, $p = 0,304$, Figura 3D) para a SpO_2 durante o exercício.

Figura 3 - Percepção subjetiva do esforço



(A), Frequência cardíaca (B), Consumo de oxigênio (C), Saturação periférica de oxigênio (D) durante o exercício intervalado e alta intensidade.

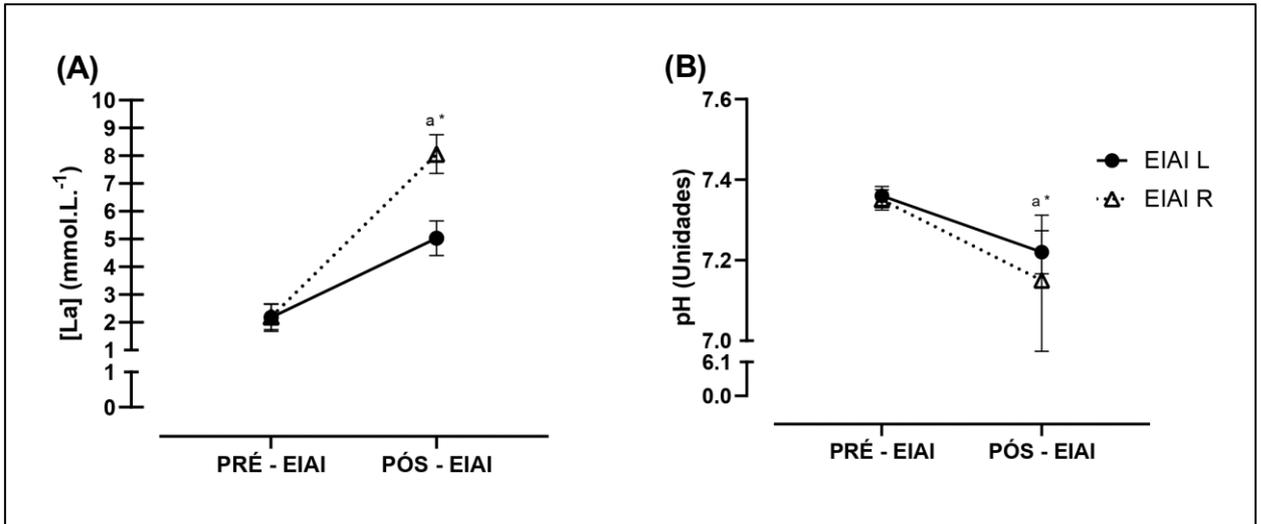
^aSignificativamente diferente do esforço 1 na mesma condição, $p < 0,05$. ^bSignificativamente diferente do esforço 2 na mesma condição, $p < 0,05$. ^cSignificativamente diferente do esforço 3 na mesma condição. *Significativamente diferente da condição EIAI_{4x4/3}, $p < 0,05$. Os valores são mostrados em média \pm desvio padrão, $n = 11$.

Fonte: A autora (2023).

6.3 Parâmetros sanguíneos Lactato e pH

Houve uma interação condição – tempo ($F_{(1,10)} = 233,6$, $p < 0,001$, Figura 4^a), para o lactato plasmático. O lactato plasmático aumentou de pré para pós exercício em ambas as condições EIAI_{4x4/3} e EIAI_{4x4/2} ($p < 0,05$, Figura 4^a). No entanto, a concentração de lactato plasmático final foi maior na condição EIAI_{4x4/2} do que na condição EIAI_{4x4/3} ($p < 0,05$). O pH sanguíneo diminuiu ($p < 0,05$, Figura 4B) de pré para pós exercício em ambas as condições EIAI_{4x4/3} e EIAI_{4x4/2}, no entanto, o pH sanguíneo após o exercício foi menor na condição EIAI_{4x4/2} do que na condição EIAI_{4x4/3} (Interação condição-tempo, $F_{(1,10)} = 20,6$, $p < 0,05$, Figura 4B).

Figura 4 - Lactato plasmático



(A) e pH sanguíneo (B) antes e após o exercício intervalado de alta intensidade.

^aSignificativamente diferente do pré exercício ($p < 0,05$). *Significativamente diferente da condição

EIAI_{4x4/3}, $p < 0,05$. Os valores são mostrados em média \pm desvio padrão, $n = 11$.

Fonte: A autora (2023).

7 DISCUSSÃO

O presente estudo investigou o efeito da amplitude de recuperação durante o EIAI sobre a fadiga induzida pelo exercício e as respostas perceptuais, fisiológicas, metabólicas durante o EIAI. O principal achado do presente estudo foi demonstrar que diminuir a duração da recuperação durante o EIAI causou maior fadiga, ou seja, maior queda de desempenho durante a realização de um protocolo de SCM, que pode ter sido causado pela maior acidose induzida pelo exercício ocorrida na condição com menor tempo de recuperação entre os esforços.

No presente estudo, a altura do salto, tempo de voo, velocidade, força e potência reduziu ~ 7%, 4%, 4%, 4% e 7% na condição EIAI_{4x4/3} e ~19%, 10%, 10%, 11% e 19 % na condição EIAI_{4x4/2}. Os achados do presente estudo estão de acordo com o observado anteriormente em um estudo que avaliou o efeito do número de *sprints* sobre a queda de desempenho no SCM (JIMENÉZ-REYES *et al.*, 2018). Naquele estudo, a altura do SCM diminuiu ~16 % de pré para pós exercício do SCM (JIMENÉZ-REYES *et al.*, 2018). Interessantemente, naquele estudo, à medida que a capacidade de sprint foi reduzida do primeiro ao último esforço, o percentual de redução de pré para pós exercício na altura do salto foi aumentado (JIMENÉZ-REYES *et al.*, 2018). Além disto, o percentual de queda na altura do salto foi correlacionado com o aumento da concentração de lactato plasmático, sugerindo que maiores concentrações de lactato foram associadas com o desenvolvimento da fadiga durante o exercício de alta intensidade (JIMENÉZ-REYES *et al.*, 2018). O lactato plasmático é resultado do tamponamento do ácido láctico produzido durante a glicólise, desta forma, um aumento nas concentrações de lactato plasmático poderia representar um aumento no fluxo glicolítico e/ou menor remoção do lactato, sugerindo que nesta condição haveria maior concentração de íons H⁺ no músculo e plasma (CHOMENTOWSKI *et al.*, 2022). Desta forma, é possível que a maior magnitude de queda de pré para pós exercício no EIAI_{4x4/2} encontrada no presente estudo poderia ser devido à maior acidose observada nesta condição.

Os achados acima são importantes, uma vez que o monitoramento da fadiga causada pelo exercício poderia auxiliar na prescrição do EIAI de modo a controlar a transferência do efeito de uma sessão de exercício para outra objetivando evitar fadiga excessiva, melhor adaptação crônica ao exercício e prevenindo o aparecimento de lesões (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Ademais, a tolerância ao exercício é uma

variável treinável e pode ser resultado de sucessivas exposições a tarefas que causam moderado grau de fadiga (O'LEARY *et al.*, 2017). Naquele estudo, foi demonstrado que o EIAI diminuiu a quantidade de fadiga central induzida pelo exercício (O'LEARY *et al.*, 2017). Sendo assim, é plausível assumir que a elaboração de um programa de treinamento contendo um protocolo de EIAI com menor tempo de recuperação entre esforços poderia aumentar a tolerância ao exercício. Portanto, para elaboração de uma sessão de EIAI a amplitude de recuperação deve ser pensada com uma variável que pode interferir na capacidade de desempenho posterior. O presente estudo adiciona à literatura que diminuir a duração da recuperação durante o EIAI pode ser de interesse quando o objetivo é aumentar a tolerância ao exercício.

No presente estudo, a redução na duração da recuperação durante o EIAI evocou uma resposta similar da PSE durante o exercício quando comparado com o EIAI com maior duração da recuperação. Tais achados são contrários aos encontrados na literatura (FARIAS-JUNIOR *et al.*, 2019). Por exemplo, em um estudo avaliando a duração do esforço e da recuperação do EIAI sobre o as respostas perceptuais durante o exercício, a redução da duração da recuperação durante o EIAI evocou uma menor resposta da PSE durante o exercício quando comparado com o EIAI com maior duração da recuperação (GOSSELIN *et al.*, 2012). Não é possível, baseado nos achados do presente estudo, explicar as estas diferenças. O esforço percebido é uma resposta consciente da integração de sinais aferentes de diferentes órgãos e tecidos do corpo durante o exercício (SEILER *et al.*, 2005). Sendo assim, com a redução da duração da recuperação era esperado uma maior PSE durante o exercício, o que não ocorreu. Isto era esperado, pois a maior acidose causada pelo EIAI iria aumentar a estimulação das vias aferentes III e IV causando maior esforço percebido (HUREAU; ROMER; AMANN, 2018; BLAIN *et al.*, 2016, 2009).

Contudo, os achados do presente estudo possuem implicações práticas importantes, uma vez que a PSE durante as sessões de treinamento pode estar relacionada ao engajamento à prática de atividade física (SMILIOS *et al.*, 2018). Desta forma, um maior estresse perceptual durante o exercício pode causar menor aderência ao programa de treinamento, principalmente em indivíduos com menor nível de condicionamento (RODRÍGUEZ-BARBERO *et al.*, 2022; SCHOENMAKERS; REED, 2019; SMILIOS *et al.*, 2018; SEILER *et al.*, 2005). De acordo com os achados do presente estudo, a redução na duração da recuperação causou o mesmo grau de esforço percebido mesmo com maior estresse fisiológico, assim sendo, é possível

sugerir que reduzir a duração recuperação pode promover adaptações importantes ao exercício sem comprometer a aderência ao programa de treinamento.

Consoante com a literatura, a diminuição da amplitude de recuperação durante o EIAI evocou uma maior resposta da FC durante o exercício (SIMILIOS *et al.*, 2018). Tem sido argumentado que protocolos EIAI com menor tempo de recuperação entre esforços provocam respostas mais altas da FC do que EIAI com intervalos de recuperações maiores (WARR *et al.*, 2019). Por exemplo, Edwards *et al.* (2010) avaliaram o efeito de dois protocolos de EIAI com recuperação de 1 e 3 minutos, neste estudo, os autores observaram que a $FC_{\text{máx}}$ foi 3,4% maior no protocolo com menor tempo de recuperação entre esforço. Assim, nossos achados se assemelham aos encontrados na literatura, sustentando a hipótese inicial de estudo, de que ao reduzir a amplitude de recuperação do EIAI a intensidade do esforço pode ser mantida mesmo para uma maior resposta cardiorrespiratória. Em adição, foi sugerido que um maior tempo de exercício mantido à 90 % FC é necessário para gerar maiores adaptações cardiovasculares ao exercício (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013). Do ponto de vista prático, reduzir a duração da recuperação entre esforços pode ser uma alternativa para aumentar o tempo de exercício realizado na/ou próximo à porcentagem da FC sugerida como ótima para gerar maiores adaptações cardiovasculares ao exercício.

Em relação ao $\dot{V}O_2$, neste estudo foi observado que o $\dot{V}O_2$ durante os esforços na condição EIAI_{4x4/3} manteve-se praticamente inalterado e por outro lado, durante o EIAI com menor tempo de recuperação entre esforços o $\dot{V}O_2$ foi maior durante o exercício, apresentou um aumento progressivo. Este achado, corrobora com demais estudos que demonstraram, um aumento do $\dot{V}O_2$, à medida que se reduz a amplitude de recuperação entre esforços durante o EIAI (SCHOENMAKERS *et al.*, 2019; SIMILIOS *et al.*, 2018; SEILER *et al.*, 2011; SEILER *et al.*, 2005). A proposta do EIAI é aumentar o tempo de exercício realizado com valores de repostas do $\dot{V}O_2$ correspondente ou acima de 90 % do $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (SIMILIOS *et al.*, 2018; TURNES *et al.*, 2015). Desta forma, o presente estudo, evidencia que durante protocolos de EIAI com esforços de longa duração, reduzir o tempo de recuperação entre esforços pode ser uma estratégia para aumentar o tempo de exercício realizado com maiores valores de $\dot{V}O_2$, uma condição necessária para gerar maiores adaptações a longo prazo do $\dot{V}O_2$. Desta forma, protocolos de EIAI com menor tempo de recuperação entre esforços podem promover maiores adaptações aeróbias.

Algumas limitações da presente dissertação pesquisa, devem ser

apresentadas. A fadiga foi avaliada pela queda do desempenho durante a realização do SCM. Contudo, este procedimento não é o padrão ouro para avaliação da fadiga neuromuscular. Neste caso, a técnica de eletroestimulação seria o adequado para avaliação da fadiga neuromuscular. No entanto, este método necessita de um laboratório equipado e especializado, sendo necessário equipamento maior investimento financeiro para sua realização, além de não ser um procedimento e fácil aplicação em rotinas de treinamento (ALBA-JEMÉNEZ *et al.*, 2022). Assim, o presente estudo fornece informações adicionais da utilização do SCM para avaliação da queda do desempenho causada pelo EIAI.

Ademais, os achados do presente estudo não permitem realizar inferências sobre o sítio de origem da fadiga, se central ou periférica. Contudo, foi demonstrado que a acidose induzida pelo exercício, ou seja, maior acúmulo de íons H^+ muscular pode ativar as vias sensitivas III e IV, que vão inibir o drive neural para o músculo esquelético, diminuindo a capacidade de gerar força (BLAIN *et al.*, 2016). Portanto, a acidose causada pelo protocolo de EIAI com menor tempo de recuperação entre esforços, poderia ter diminuído a ativação muscular de pré para pós exercício causando maior queda no desempenho no SCM, no entanto, esta hipótese precisa ser testada.

8 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que diminuir o tempo de recuperação entre os esforços durante um protocolo de EIAI podem aumentar o grau e fadiga induzida pelo exercício, sem causar prejuízo na realização do protocolo de EIAI. Além disso, diminuir o tempo de recuperação entre esforços aumenta o estresse cardiorrespiratório, sem aumentar a PSE durante o exercício, sugerindo que protocolos com menor recuperação entre esforços pode ser utilizados quando o objetivo é aumentar o estresse cardiorrespiratório sem comprometer o esforço percebido e, possivelmente, o engajamento no exercício de indivíduos com menor nível de aptidão física.

REFERÊNCIAS

- ALBA-JIMÉNZ, C. *Et al.* Trends assessing neuromuscular fatigue in team sports: a narrative review. **Sports**, Basel, v. 10, n. 3, p. 33, 2022.
- AMANN, M., PEGELOW, D. F.; JACQUES, A. J.; DEMPSEY, J. A. Inspiratory muscle work in acute hypoxia influences locomotor muscle fatigue and exercise performance of healthy humans. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 293, n. 5, p. R2036-R2045, 2007.
- AMANN, M. *et al.* Somatosensory feedback from the limbs exerts inhibitory influences on central neural drive during whole body endurance exercise. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v 105, n. 6, p. 1714-1724, 2008.
- ARMADA-CORTÉS, E. *et al.* Evaluation of Neuromuscular Fatigue in a Repeat Sprint Ability, Countermovement Jump and Hamstring Test in Elite Female Soccer Players. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, Basel, v. 19, n. 22, p. 15069, 2022.
- ÅSTRAND, I. *et al.* Myohemoglobin as an oxygen-store in man. **Acta Physiologica Scandinavica**, Stockholm, v. 48, n. 3-4, p. 454-460, 1960.
- BALSALOBRE-FERNÁNDEZ, C.; GLAISTER, M.; LOCKEY, R. A. The validity and reliability of an iPhone app for measuring vertical jump performance. **Journal of sports sciences**, London, v. 33, n. 15, p.1574-1579, 2015.
- BESTWICK-STEVENSON, T. *et al.* Assessment of fatigue and recovery in sport: narrative review. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 43, n. 14, p. 1151-1162, 2022.
- BILLAT, L. V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. Special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Med**, Auckland, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.
- BLAIN, G. M. *et al.* Group III/IV muscle afferents limit the intramuscular metabolic perturbation during whole body exercise in humans. **The Journal of physiology**, London, v. 594, n. 18, p. 5303-5315, 2016.
- BOGDANIS, G. C. *et al.* Acute and delayed hormonal and blood cell count responses to high-intensity exercise before and after short-term high-intensity interval training. **Research in Sports Medicine**, Philadelphia, v. 30, n. 4, p. 400-414, 2022.
- BORG, G. **Borg's perceived exertion and pain scales**. [S. l.]: Human kinetics, 1998.
- BORRESEN, J.; LAMBERT, M. I. The quantification of training load, the training

- response, and the effect on performance. **Sports medicine**, Auckland, v. 39, n. 9, p. 779-795, 2009.
- BOSCO, C., LUHTANEN, P.; KOMI, P. V. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. **European journal of applied physiology and occupational physiology**, Berlin, v. 50, n. 2, p. 273-282, 1983.
- BROOKS, E. R.; BENSON, A. C.; BRUCE, L. M. Novel technologies found to be valid and reliable for the measurement of vertical jump height with jump-and-reach testing. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Champaign, v. 32, n. 10, p. 2838-2845, 2018.
- BUCHHEIT, M; LAURSEN, P.B. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part I: Cardiopulmonary Emphasis. **Sports Med.**, Auckland, v. 43, n. 5, p. 313–338, 2013.
- CHOMENTOWSKI, P. *et al.* Effects of different timed recovery interventions on blood lactate levels during high intensity interval exercise in college aged students. **International Journal of Sport Sciences and Health**, Champaign, v. 9, n. 17-18, p. 192-197, 2022.
- CHUA, M. T.; SIM, A.; BURNS, S. F. Acute and Chronic Effects of Blood Flow Restricted High-Intensity Interval Training: A Systematic Review. **Sports Medicine-Open**, Cham, v. 8, n. 1, p. 122, 2022.
- CLAUDINO, J. *et al.* The countermovement jump to monitor neuromuscular status: A meta-analysis. **Journal of science and medicine in sport**, Belconnen, v. 20, n. 4, p. 397-402, 2016.
- COLLINS, M. H. *et al.* Acute effects of intense interval training on running mechanics. **Journal of sports sciences**, London, v. 18, n. 2, p. 83-90, 2000.
- DRILLER, M. *et al.* Assessing a smartphone application to measure counter-movement jumps in recreational athletes. **International Journal of Sports Science & Coaching**, Melbourne, v. 12, n. 5, p. 661-664, 2017.
- EDWARDS, T. *et al.* Monitoring and managing fatigue in basketball. **Sports**, Basel, v. 6, n. 1, p. 19, 2018.
- ENOKA, R. M.; DUCHATEAU, J. Translating fatigue to human performance. **Med Sci Sports Exerc**, Madison, v. 48, n. 11, p. 2228-2238, 2016.
- FARIAS-JUNIOR, L. *et al.* Physiological and psychological responses during low-volume high-intensity interval training sessions with different work-recovery durations. **Journal of sports science & medicine**, Bursa, v. 18, n. 1, p. 181, 2019.
- FELIPPE, L. C, *et al.* Relationship between recovery of neuromuscular function and subsequent capacity to work above critical power. **European Journal of Applied**

Physiology, Berlin, v. 120, n. 6, p. 1237-1249, 2020.

FELIPPE, L. C *et al.* Caffeine increases both total work performed above critical power and peripheral fatigue during a 4-km cycling time trial. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 124, n. 6, p. 1491-1501, 2018.

FERREIRA, G. *et al.* Maytenus ilicifolia Extract Increases Oxygen Uptake without Changes in Neuromuscular Fatigue Development during a High-Intensity Interval Exercise. **Journal of the American College of Nutrition**, New York, v. 40, n. 5, p. 419-428, 2021.

FIORENZA, M., *et al.* Neuromuscular fatigue and metabolism during high-intensity intermittent exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, Madison, v. 51, n. 8, p. 1642-1652, 2019.

FITZPATRICK, F. *et al.* The reliability of potential fatigue-monitoring measures in elite youth soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 35, n. 12, p. 3448-3452, 2021.

FREITAS, M. C. *et al.* Role of metabolic stress for enhancing muscle adaptations: Practical applications. **World journal of methodology**, Hong Kong, v. 7, n. 2, p. 46, 2017.

GAITANOS, G. *et al.* Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v. 75, n. 2, p. 712-719, 1993.

GALLARDO-FUENTES, F., *et al.* Intersession and intrasession reliability and validity of the My Jump app for measuring different jump actions in trained male and female athletes. **Journal of strength and conditioning research**, Champaign, v. 30, n. 7, p. 2049-2056, 2016.

GANDEVIA, S.C. Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. **Physiol Rev**, Bethesda, v. 81, p. 1725-1789, 2001.

GIBALA, M. J.; MCGEE, S. L. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? **Exercise and sport sciences reviews**, New York, v. 36, n. 2, p. 58-63, 2008.

GOSSELIN, L. E. *et al.* Metabolic response of different high-intensity aerobic interval exercise protocols. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Champaign, v. 26, n. 10, p. 2866-2871, 2012.

HIGDON, H. **Hal Higdon's Smart Running: Expert Advice On Training, Motivation, Injury Prevention, Nutrition And Good Health** (Vol. 1). Emmaus: Rodale, 1998.

HUREAU, T. J.; ROMER, L. M.; AMANN, M. The 'sensory tolerance limit': a hypothetical construct determining exercise performance? **European journal of**

sport science, Champaign, v. 18, n. 1, p. 13-24, 2018.

JIMÉNEZ-REYES, P., *et al.* Jump height loss as an indicator of fatigue during sprint training. **Journal of sports sciences**, London, v. 37, n. 9, p. 1029-1037, 2019.

LAURSEN, PB; BUCHHEIT, M. Science and application of high-intensity interval training. [S. l.]: **Human Kinetics**, 2019.

LAURSEN, PB; JENKINS, DG. The scientific basis for high-intensity interval training. **Sports medicine**, New Zealand, v. 32, n. 1, p. 53-73, 2002.

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

MAJANO, C. *et al.* Relationship between Repeated Sprint Ability, Countermovement Jump and Thermography in Elite Football Players. **Sensors**, Basel, v. 23, n. 2, p. 631, 2023.

MARCORA, S. *et al.* Mental fatigue impairs physical performance in humans. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v. 106, n. 3, p. 857-864, 2009.

MILLET, G. *et al.* Electrical stimulation for testing neuromuscular function: from sport to pathology. **European journal of applied physiology**, Berlin, v. 111, p. 2489-2500, 2011.

MILLET, G. *et al.* Potential interests and limits of magnetic and electrical stimulation techniques to assess neuromuscular fatigue. **Neuromuscular Disorders**, Oxford, v. 22, p. S181-S186, 2012.

O'LEARY, T. J. *et al.* Endurance capacity and neuromuscular fatigue following high-vs moderate-intensity endurance training: A randomized trial. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, Copenhagen, v. 27, n. 12, p. 1648-1661, 2017.

PARDINI, R. *et al.* Validação do questionário internacional de nível de atividade física (IPAQ-versão 6): estudo piloto em adultos jovens brasileiros. **Revista brasileira de ciência e movimento**, Brasília, v. 9, n. 3, p. 45-52, 2001.

PATTISON, K. *et al.* Modulation of Countermovement Jump–Derived Markers of Neuromuscular Function With Concurrent vs. Single-Mode Resistance Training. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Champaign, v. 34, n. 6, p. 1497-1502, 2020.

RODRÍGUEZ-BARBERO, S. *et al.* Acute effects of long interval training with varied recovery periods in trained runners. **Research Square**, Durham, v. 1, n. 3, p. 1-13, 2022.

ROMER, L. M. *et al.* Effect of exercise-induced arterial hypoxemia on quadriceps

muscle fatigue in healthy humans. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 290, n. 2, p. R365-R375, 2006.

SÁNCHEZ-OTERO, T. *et al.* Active vs. passive recovery during an aerobic interval training session in well-trained runners. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 122, n. 5, p. 1281-1291, 2002.

SCHOENMAKERS, P. *et al.* The moderating role of recovery durations in high-intensity interval-training protocols. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 14, n. 6, p. 859-867, 2019.

SCHOENMAKERS, P. P.; 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**, Belconnen, v. 22, n. 4, p. 462-466, 2019.

SCOTT, C. B.; FOUNTAINE, C. Estimating the energy costs of intermittent exercise. **Journal of Human Kinetics**, Poznań, v. 38, p. 107-113, 2013.

SEILER, S. *et al.* Adaptations to aerobic interval training: interactive effects of exercise intensity and total work duration. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, Copenhagen, v. 23, n. 1, p. 74-83, 2013.

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

SILVA, K. *et al.* Airflow restriction mask induces greater central fatigue after a non-exhaustive high-intensity interval exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 32, n. 3, p. 487-497, 2022.

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 & Conditioning Research**, Champaign, v. 32, n. 8, p. 2183-2189, 2018.

TAYLOR, J. L.; GANDEVIA, S. C. A comparison of central aspects of fatigue in submaximal and maximal voluntary contractions. **Journal of applied physiology**, Bethesda, v. 104, n. 2, p. 542-550, 2008.

THOMAS, K. *et al.* Heavy-resistance exercise-induced increases in jump performance are not explained by changes in neuromuscular function. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, Copenhagen, v. 27, n. 1, p. 35-44, 2017.

TJELTA, L. I. The training of international level distance runners. **International Journal of Sports Science & Coaching**, Melbourne, v. 11, n. 1, p. 122-134, 2016.

TURNES, T. *et al.* Interval training in the boundaries of severe domain: effects on aerobic parameters. **European journal of applied physiology**, Berlin, v. 116, n. 1, p. 161-169, 2016.

VARELA-SANZ, A. *et al.* Influence of Recovery Mode on the Maximum Number of Intervals Until Exhaustion During an Aerobic Interval Training Session. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, Philadelphia, p. 10.1519, 2022.

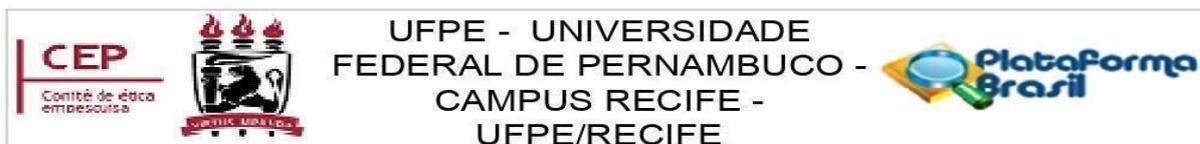
Wang, J. *et al.* The Road to the Beijing Winter Olympics and Beyond: Opinions and Perspectives on Physiology and Innovation in Winter Sport. **Journal of Science in Sport and Exercise**, Cham, v. 3, n. 4, p. 1-11, 2021.

WARR, D. *et al.* Analysis of the neuromuscular responses during two different high-intensity interval training sessions in athletes of cyclic and acyclic sports. **Cultura_Ciencia_Deporte [CCD]**, Murcia, v. 17, n. 51, p. 131-143, 2022.

WIEWELHOVE, T. *et al.* Repeatability of the individual response to the use of active recovery the day after high-intensity interval training: a double-crossover trial. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 16, n. 8, p. 1160-1168, 2020.

ZATSIORSKY, V. M.; KRAEMER, W. J. **Ciência e prática do treinamento de força** (Vol. 1). São Paulo: Phorte, 1999.

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP - UFPE



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR

Pesquisador: Guilherme Assunção Ferreira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 55717821.9.0000.5208

Instituição Proponente: Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.355.475

Apresentação do Projeto:

O projeto " EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR" é um projeto de dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Nutrição, Atividade Física e Plasticidade Fenotípica da Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, reporta sobre o exercício intervalado de alta intensidade (EIAI), que é amplamente utilizado para melhorar a aptidão física. Portanto, a pesquisa se propõe a estudar as diferentes variáveis, como intensidade e duração do esforço, tipo de recuperação ativa e passiva, duração e intensidade da recuperação. Particularmente, a amplitude duração da recuperação pode afetar as respostas fisiológicas durante o EIAI, Justifica-se a importância desta pesquisa por ainda não ter sido pesquisado o efeito da amplitude da duração da recuperação sobre o desenvolvimento da fadiga neuromuscular induzidas pelo EIAI. Sendo esta, uma forma de contribuir com índices fisiológicos importantes para o controle das cargas de treinamento.

Objetivo da Pesquisa:

OBJETIVO GERAL:

Investigar efeito da amplitude de recuperação durante exercício intervalado de alta intensidade

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.355.475

sobre o desenvolvimento da fadiga neuromuscular.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Investigar o efeito da amplitude de recuperação durante o EIAI sobre a resposta da FC, do lactato plasmático e da PSE;
- Investigar o efeito da amplitude de recuperação durante o EIAI sobre o desenvolvimento da fadiga central.
- Investigar o efeito da amplitude de recuperação durante o EIAI sobre o desenvolvimento da fadiga periférica;
- Investigar o efeito da amplitude de recuperação durante o EIAI sobre o pH sanguíneo;
- Investigar o efeito da amplitude de recuperação durante o EIAI sobre o acúmulo de lactato plasmático.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Os procedimentos utilizados promover um desconforto na inserção da agulha na veia e o risco de infecção, que é mínimo por ser usado material descartável e profissional treinado para tal procedimento. A coleta de sangue será realizada pela mestrand, Elda Silva Augusto de Andrade, responsável pela coleta de dados, a qual é treinada para realizar tal procedimento. O teste progressivo e os testes de carga constante poderão proporcionar algum desconforto como enjoo, vômito e náuseas. Esse risco será minimizado, visto que será conduzido pelos pesquisadores, que são treinados e seguem as recomendações do Colégio Americano de Medicina. Caso o participante apresente qualquer um dos desconfortos acima mencionados, o teste progressivo e de carga será interrompido e só reiniciado caso o participante sinta-se confortável para executá-los.

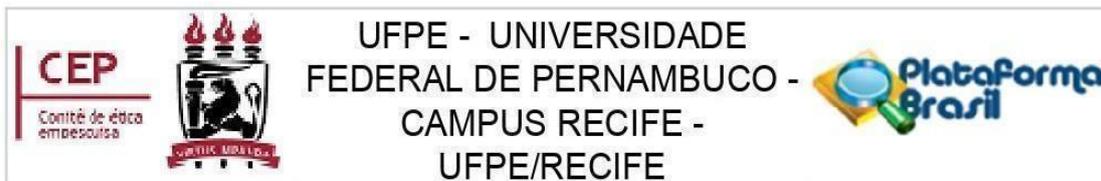
Benefícios:

Os benefícios esperados com o estudo são no sentido de fornecer informação de dados como composição corporal (estatura, peso, massa livre de gordura e percentual de gordura corporal) e índices fisiológicos importantes para o controle das cargas de treinamento (limiar ventilatório, potência de pico, frequência cardíaca). Além disto, você receberá instruções verbais de como utilizar estas variáveis para realização do treinamento.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de um estudo randômico e contrabalanceado, cada participante comparecerá ao laboratório em 4 ocasiões. Sua população será composta por voluntários recrutados através de

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



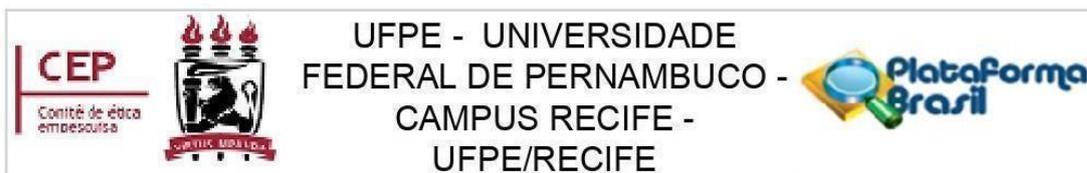
Continuação do Parecer: 5.355.475

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). O CEP/CCS/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, junto com seu posicionamento.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1864783.pdf	04/04/2022 19:11:08		Aceito
Outros	CARTARESPOSTAEIAI.docx	04/04/2022 19:10:36	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	ANUENCIA2.docx	04/04/2022 19:10:03	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE1.docx	04/04/2022 19:09:38	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_15_ETICA1.docx	04/04/2022 19:08:47	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Outros	Confiabilidade.pdf	08/02/2022 12:40:19	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	08/02/2022 12:39:57	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_14_SUBMISSAO.docx	01/02/2022 22:58:42	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.docx	01/02/2022 22:43:02	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.docx	01/02/2022 22:42:14	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.355.475

Outros	Historico.pdf	27/01/2022 17:40:35	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Outros	Curriculo_Leandro_Jose_Camati_Felippe.pdf	27/01/2022 17:25:12	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Outros	Curriculo_Guilherme_Assuncao_Ferreira.pdf	27/01/2022 17:24:48	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Outros	CurriculoEldaSilvaAugustodeAndrade.PDF	16/12/2021 15:42:28	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ANUENCIA.pdf	16/12/2021 15:39:15	Guilherme Assunção Ferreira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

RECIFE, 18 de Abril de 2022

Assinado por:
LUCIANO TAVARES MONTENEGRO
(Coordenador(a))

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br



Continuação do Parecer: 5.355.475

folders convidando-os para participar do estudo, e ou convite verbal a partir de visitação nas salas de aula do Centro Acadêmico de Vitória - Universidade Federal de Pernambuco. Foi feito o cálculo do tamanho amostral e determinado que o tamanho efetivo da amostra para alcançar a significância estatística seria de dez participantes. Porém, considerando-se a perda amostral de 20%, serão convidados para participar deste estudo 12 indivíduos que atendam aos critérios de elegibilidade estabelecidos na pesquisa (ser do sexo masculino, fisicamente ativos segundo IPAQ, com idade entre 18 e 40 anos). Assim, neste estudo cada participante comparecerá ao laboratório em 4 ocasiões, na primeira, eles completarão os questionários de prontidão para atividade física, nível de atividade física e um recordatório alimentar de 24 h. Entretanto, todos voluntários serão submetidos a avaliação antropométrica, aferição de peso, estatura, esforço físico intenso, avaliação da função neuromuscular com estimulação elétrica, avaliação bioquímica com análise de sangue venoso e arterial. Os dados obtidos serão analisados estatisticamente e será adotado o nível de significância de $p < 0,05$.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto acima, apresenta apresenta os Termos de apresentação obrigatória de acordo com as normas do CEP.

Recomendações:

Sem Recomendações.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

As exigências foram atendidas e o protocolo está APROVADO, sendo liberado para o início da coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio do Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/CCS/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Endereço: Av. das Engenhasria, s/n, 1º andar, sala 4 - Prédio do Centro de Ciências da Saúde
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 50.740-600
UF: PE **Município:** RECIFE
Telefone: (81)2126-8588 **Fax:** (81)2126-3163 **E-mail:** cephumanos.ufpe@ufpe.br

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO CENTRO ACADÊMICO DE VITÓRIA

Convido o (a) Sr.(a) para participar, como voluntário (a) da pesquisa EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) Dr. Guilherme Assunção Ferreira, Rua Travessa Jardim Betânia, 94A, São Vicente, Vitória de Santo Antão/PE. CEP: 55602-381/ (81) 98228 0304/ e-mail: guilhermeedf@hotmail.com, com participação da aluna Elda Silva Augusto de Andrade, residente, na Av. Beira mar nº 2489, Janga, Paulista/PE. CEP 53437-010/ (81) 999636-9961/e-mail elda.sandrade@ufpe.br

Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam compreensível, as dúvidas podem ser resolvidas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a participação do estudo pedimos, que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Caso não concorde, não haverá penalização e será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem qualquer penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Neste estudo será investigar o efeito da duração da recuperação sobre o desenvolvimento da fadiga neuromuscular durante uma sessão de treinamento intervalado de alta intensidade de mesmo trabalho total (ou seja, como seu organismo se comporta durante a realização de protocolos de treinamentos físicos, considerado pesado, no entanto com tempo de recuperação/repouso diferentes).

Ao participar deste estudo você terá que se disponibilizar em realizar 4 visitas ao laboratório de fisiologia do esforço, localizado no Centro Acadêmico de Vitória de Santo Antão – Universidade Federal de Pernambuco. No primeiro dia (1ª visita), você seja submetido á uma avaliação antropométrica (mensuração do peso, da estatura e das dobras cutâneas) para determinação dos percentuais de gordura e massa magra, a identificação do ponto ótimo de estimulação no nervo femoral (local de aplicação do estímulo), neste mesmo dia você passará por um teste incremental em bicicleta para avaliação da sua aptidão aeróbia, 30 minutos após será realizado uma familiarização com o protocolo de treinamento. Após 72 horas (2ª visita), será realizada uma nova familiarização com protocolo de treinamento. Nas 3ª e 4ª visitas, será um dos dois protocolos deste estudo, um com o tempo de recuperação de esforço normal, ou seja, você realizará 4 esforços de 4 minutos na intensidade correspondente a 90% do $\dot{V}O_{2max}$ (um esforço de alta intensidade, com intervalos de 3 minutos em uma intensidade correspondente à 50% do $\dot{V}O_{2max}$ (um intensidade leve) ou o protocolo com o tempo de recuperação reduzida ou seja, você realizará 4 esforços de 4 minutos na intensidade correspondente a 90% do $\dot{V}O_{2max}$ (um esforço de alta intensidade, com intervalos de 2 minutos em uma intensidade correspondente à 50% do $\dot{V}O_{2max}$ (um intensidade leve). Você será orientado a não realizar exercícios físicos e a não consumir bebidas alcoólicas e alimentos que contenham cafeína nas 24 horas que antecedem todos os testes.

Riscos

Os procedimentos utilizados promover um desconforto na inserção da agulha na veia e um risco de infecção, que é mínimo por ser usado material descartável e profissional treinado para tal procedimento. A coleta de sangue de sangue será realizada pela mestrand,

Elda Silva Augusto de Andrade, responsável pela coleta de dados, a qual é treinada para realizar tal procedimento. O teste progressivo e os testes de carga constante poderão te proporcionar algum desconforto como enjoo, vômito e náuseas. Esse risco é mínimo e será conduzido segundo recomendações do Colégio Americano de Medicina.

.Benefícios

Os benefícios esperados com o estudo são no sentido de fornecer informação de dados como composição corporal (estatura, peso, massa livre de gordura e percentual de gordura corporal) e índices fisiológicos importantes para o controle das cargas de treinamento (limiar ventilatório, potência de pico, frequência cardíaca). Além disto, você receberá instruções verbais de como utilizar estas variáveis para realização do treinamento.

Se você precisar de algum atendimento por se sentir prejudicado por causa da pesquisa, ou se o pesquisador descobrir que você tem alguma coisa que precise de tratamento, você será encaminhado pelo Dr. Guilherme Assunção Ferreira, tel: (81) 8228-0304 para a unidade de pronto atendimento local - SUS.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa, “respostas neuromusculares frente ao exercício intervalado de alta intensidade usando máscara simuladora de altitude”, ficarão armazenados em computador pessoal sob a responsabilidade do pesquisador Dr. Guilherme Assunção Ferreira no endereço acima informado pelo período de no mínimo 5 anos. A participação neste estudo é voluntária e nada lhe será pago.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: (Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cepccs@ufpe.br).

Dr. Guilherme Assunção Ferreira

SENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO

Eu, _____

_, RG: , CPF: , abaixo assinado, após a leitura deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo “EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR” – como sujeito. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo(a) pesquisador(a) Elda Silva Augusto de Andrade e/ou prof. Guilherme Assunção Ferreira sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data _____

Nome e Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar.

02 testemunhas (não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome: _____

Assinatura: _____

Nome: _____

Assinatura: _____

APÊNDICE B - FORMULÁRIO DE COLETA



Projeto de Mestrado de Elda Silva Augusto de Andrade



Nº Formulário

TÍTULO: EFEITO DA AMPLITUDE DE RECUPERAÇÃO DURANTE EXERCÍCIO INTERVALADO DE ALTA INTENSIDADE SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA FADIGA NEUROMUSCULAR

DATA: ____/____/____

HORÁRIO:

NOME:	DOBRAS CUTÂNEAS
DATA DE NASCIMENTO:	Subescapular:
PESO:	Tricipital:
ALTURA:	Peitoral:
IMC:	Axilar média:
%GORDURA CORPORAL:	Suprailíaca:
AJ - ALT 90°	Abdominal:
	Coxa:

RECORDATÓRIO 24 HORAS

(HORÁRIO/ ALIMENTOS/ QUANTIDADES)

<i>CAFÉ DA MANHÃ</i> ____:____	<i>COLAÇÃO</i> ____:____
<i>ALMOÇO</i> ____:____	<i>LANCHE DA TARDE</i> ____:____
<i>JANTAR</i> ____:____	<i>CEIA</i> ____:____



1ª VISITA - TESTE INCREMENTAL

Altura do SELIN: _____

Tempo (min)	Carga (W)	FC	Saturação O ₂	PSE
Repouso	0			
Aquecimento	70			
0 – 5				
5 – 8	100			
8 – 11	130			
11 – 14	160			
14 – 17	190			
17 – 20	220			
20 – 23	250			
23 – 26	280			
26 – 29	310			
29 – 32	340			
32 – 35	370			
35 – 38	400			
38 – 41	430			

VO₂MAX: _____

FC MÁXIMA: _____

FC: 90%: _____

Observações:

RANDOMIZAÇÃO

EIAIC () DATA: ___/___/___

EIAIL () DATA: ___/___/___



2ª VISITA: FAMILIARIZAÇÃO

DATA: ____/____/____ HORÁRIO

TESTE DE CARGA CONSTANTE – ISOTIME

2ª VISITA - PROTOCOLO RESUMIDO: 2 ESFORÇO DE 4' (90% V' O_{2ma}) COM TEMPO DE RECUPERAÇÃO 3'(50% V' O_{2ma})

CARGA FC MÁX: _____ CARGA (90% FC MÁX): _____

VO_{2MÁX}: _____ Altura do SELIN: _____

Tempo (min)	Carga (W)	FC	Saturação O ₂ periférica	PSE
Repouso	0			
Aquecimento 0 - 10				
1º Esforço 10-14 (90% V' O _{2ma})				
14-17 (50% V' O _{2ma})				
2º Esforço 17-21 (90% V' O _{2ma})				
21-24 (50% V' O _{2ma})				



PROTOCOLO EXPERIMENTAL: EIAI C () VISITA

DATA: ____ / ____ / ____ HORÁRIO

Variáveis	Pré	Pós
Coleta sanguínea (punção venosa)		
pH		
Lactato		

CARGA FC MÁX: _____ CARGA (90% FC MÁX): _____

VO₂MÁX: _____ Altura do SELIN: _____

Tempo (min)	Carga (W)	FC	Saturação O ₂ periférica	PSE
Repouso	0			
Aquecimento 0 - 10				
1° Esforço 10-14 (90% V · O _{2max})				
14-17 (50% V · O _{2max})				
2° Esforço 17-21 (90% V · O _{2max})				
21-24 (50% V · O _{2max})				
3° Esforço 24-28 (90% V · O _{2max})				
28-31 (50% V · O _{2max})				
4° Esforço 31-35 (90% V · O _{2max})				
35-38 (50% V · O _{2max})				



PROTOCOLO EXPERIMENTAL: EIAL L () VISITA

DATA: ____ / ____ / ____ HORÁRIO

Variáveis	Pré	Pós
Coleta sanguínea (punção venosa)		
pH		
Lactato		

TESTE DE CARGA CONSTANTE - ISOTIME

CARGA FC MÁX: _____ CARGA (90% FC MÁX): _____

VO₂MÁX: _____ Altura do SELIN: _____

Tempo (min)	Carga (W)	FC	Saturação O ₂ periférica	PSE
Repouso	0			
Aquecimento 0 - 10				
1º Esforço 10-14 (90% V' O _{2max})				
14-16 (50% V' O _{2max})				
2º Esforço 16-20 (90% V' O _{2max})				
20-22 (50% V' O _{2max})				
3º Esforço 22-26 (90% V' O _{2max})				
27-28 (50% V' O _{2max})				
4º Esforço 28-32 (90% V' O _{2max})				
32-34 (50% V' O _{2max})				