

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
FACULDADE DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EDUCAÇÃO FÍSICA UFJF/UFV**

Ramon Wilson Marcos Toledo

Efeitos agudos de uma sessão longa e curta de CrossFit® sobre a creatinaquinase, controle autonômico e fadiga muscular

Juiz de Fora
2024

Ramon Wilson Marcos Toledo

Efeitos agudos de uma sessão longa e curta de CrossFit® sobre a creatinaquinase, controle autonômico e fadiga muscular

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação Física, da Universidade Federal de Juiz de Fora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física. Área de concentração: Exercício e Esporte.

Orientador: Professor Dr. Jeferson Macedo Vianna
Coorientador: Professor Dr. Marcelo Ricardo Dias

Juiz de Fora
2024

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

Wilson Marcos Toledo, Ramon.

Efeitos agudos de uma sessão longa e curta de CrossFit® sobre creatinaquinase, controle autonômico e fadiga muscular / Ramon Wilson Marcos Toledo. -- 1.

46 f.

Orientador: Jeferson Macedo Vianna

Co-orientador: Marcelo Ricardo Cabral Dias

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação Física e Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 1.

1. Dano Muscular. 2. Creatinaquinase. 3. Variabilidade da frequência cardíaca. 4. Fadiga Muscular. I. Macedo Vianna, Jeferson, orient. II. Ricardo Dias, Marcelo, coorient. III. Título.

Ramon Wilson Marcos Toledo

Efeitos agudos de uma sessão longa e curta de CrossFit® sobre a creatinaquinase, controle autonômico e fadiga muscular

Dissertação
apresentada ao
Programa de Pós-
graduação em
Educação Física
da Universidade
Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial
à obtenção do título de
Mestre em Educação
Física. Área de
concentração: Exercício
e Esporte

Aprovada em 20 de março de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna - Orientador

Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof. Dr. Marcelo Ricardo Cabral Dias - Coorientador

Fundação Metodista Granbery

Prof. Dr. Jefferson da Silva Novaes

Universidade Federal do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Marcio Luís de Lácio

Universidade Federal de Juiz de Fora

Juiz de Fora, 11/02/2024.



Documento assinado eletronicamente por **JEFFERSONDA SILVA NOVAES, Usuário Externo**, em 20/03/2024, às 21:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Marcelo Ricardo Cabral Dias, Usuário Externo**, em 21/03/2024, às 08:29, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Jeferson Macedo Vianna, Professor(a)**, em 21/03/2024, às 10:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



Documento assinado eletronicamente por **Márcio Luis de Lacio, Professor(a)**, em 21/03/2024, às 18:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no Portal do SEI-Ufjf (www2.ufjf.br/SEI) através do ícone Conferência de Documentos, informando o código verificador **1704264** e o código CRC **FC3B9A73**.

Dedico este trabalho a minha mãe, meus orientadores, amigos e familiares, pois sem eles nada seria possível.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que me circundam, pois o homem é a média das pessoas com as quais ele convive e, se hoje me tornei o homem que sou, é graças a todos vocês.

Agradeço a minha mãe, pois se consegui chegar aonde estou, muito pelo seu empenho de trabalho e amor a mim e ao meu irmão.

Agradeço a minha namorada Beatriz, por todo o apoio dado durante o período de escrita deste trabalho, aguentando junto de mim a rotina árdua de trabalho e estudo.

Agradeço a todo o corpo docente do Programa de Pós-graduação da Faculdade de Educação Física e Desportos da Universidade Federal de Juiz de Fora, que sempre se empenhou em prol da formação de todos os discentes e em especial ao prof. Dr. Jeferson Macedo Vianna, meu orientador, incentivador e amigo, sendo o principal responsável pela condução do meu trabalho.

Agradeço também ao prof. Dr. Marcelo Ricardo Dias, que foi um amigo e tem grande parcela de contribuição em minha formação, além de todos os amigos do Laboratório da Força Muscular.

Por fim, agradeço a todos os amigos que levo da vida profissional que tanto me incentivaram e se colocaram à disposição para a realização desse trabalho.

Com grandes poderes, vem grandes responsabilidades (PARKER, Ben).

RESUMO

Introdução: A principal característica do CrossFit® é trabalhar de forma constantemente variada e em alta intensidade. Estudos mostram que o estímulo aeróbio e anaeróbio reflete em melhorias das adaptações metabólicas e músculo-esqueléticas. O declínio da *performance* tem sido associada em atletas que foram expostos a atividades que exigem alta intensidade sem o devido controle das variáveis intervenientes. Com isso, compreender o estado psicofísico dos atletas é fundamental para o planejamento dos programas de treinamento para maximizar as adaptações e o desempenho. *Objetivo:* Comparar os efeitos de um treino curto ('*Fran*') e longo ('*Cindy*') de CrossFit® sobre creatinaquinase, controle autonômico e fadiga muscular em praticantes de CrossFit®. *Métodos:* Foram recrutados 13 homens treinados ($31,2 \pm 3,2$ anos) com experiência $5,72 \pm 2$ anos. Todos realizaram duas sessões de treino de CrossFit®: '*Fran*' e '*Cindy*'. Foram coletadas amostras de sangue para verificar a creatinaquinase (CK), a variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e o salto vertical nos momentos pré-treino, imediatamente após (IA), 24h e 48h após. *Resultados:* Foi observado um aumento significativo da CK no '*Fran*' 24h pré ($p < 0,05$), enquanto no '*Cindy*' houve um aumento IA e 24h após vs pré ($p < 0,05$). A VFC apresentou menores valores ($p < 0,05$) no momento IA em ambos os treinos em relação ao domínio do tempo, porém no domínio da frequência só apresentou diminuição ($p < 0,05$) imediatamente após no '*Cindy*'. O salto vertical não apresentou diferenças significativas entre os tempos e treinos. *Conclusão:* O presente estudo mostrou que a CK em ambos os treinos sofreu aumentos em momentos específicos avaliados, dependendo do tipo de treino. A VFC diminuiu IA, exceto no domínio da frequência para o treino mais curto ('*Fran*'). Já o salto vertical não se alterou até 48h após o treino, independente do estímulo.

Palavras-chave: Dano muscular; Variabilidade da Frequência Cardíaca; Fadiga muscular.

ABSTRACT

. Introduction: The main characteristic of CrossFit® is working in a constantly varied way and at high intensity. Studies show that aerobic and anaerobic stimulation leads to improvements in metabolic and musculoskeletal adaptations. Performance decline has been associated in athletes who have been exposed to high-intensity disabling activities without controlling the intervening variables. Therefore, understanding the psychophysical state of athletes is essential for planning training programs to maximize adaptations and performance. Objective: To compare the effects of a short ('Fran') and long ('Cindy') CrossFit® workout on creatine kinase, autonomic control and muscle fatigue in CrossFit® practitioners. Methods: 13 trained men (31.2 ± 3.2 years) with 5.72 ± 2 years of experience were recruited. Everyone performed two CrossFit® training sessions: 'Fran' and 'Cindy'. Blood samples were collected to check creatine kinase (CK), heart rate variability (HRV) and vertical jump in the pre-training moments, immediately after (IA), 24h and 48h after. Results: A significant increase in CK was shown in 'Fran' 24h pre ($p < 0.05$), while in 'Cindy' there was an increase IA and 24h after vs pre ($p < 0.05$). HRV showed lower values ($p < 0.05$) at the IA moment in both training sessions in relation to the time domain, but in the frequency domain it was only reduced ($p < 0.05$) immediately after in 'Cindy'. The vertical jump did not show significant differences between times and training. Conclusion: The present study showed that CK in both training sessions increased at specific moments evaluated, depending on the type of training. HRV reduced AI, except in the frequency domain for the shortest training session ('Fran'). The vertical jump did not change until 48 hours after training, regardless of the stimulus.

Keywords: Muscle damage; Heart Rate Variability; Muscular fatigue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Desenho do estudo	23
Figura 2 – Resposta da CK em relação ao tempo	31
Figura 3 – Resposta do salto vertical em relação ao Tempo.....	34
Imagem 1 – Exercícios do treino ‘Fran’	25
Imagem 2 – Exercícios do treino ‘Cindy’	26
Imagem 3 – Coleta de sangue	27
Imagem 4 – Fases do teste do salto vertical	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis demográficas dos participantes (n = 13).	22
Tabela 2 - Descrição do 'Fran'	24
Tabela 3 - FC e Performance ao final do 'Fran' e 'Cindy'	30
Tabela 4 - Respostas CK aos treinos 'Fran' e 'Cindy'	30
Tabela 5 - Respostas da VFC em relação ao domínio do tempo	32
Tabela 6 - Respostas da VFC em relação ao domínio da frequência	33
Tabela 7 - Altura do salto vertical nos diferentes momentos de cada treino.	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA <i>Two-Way</i>	Análise de Variância de dois fatores
CK	Creatinaquinase
Ck-BB	CK-Cerebral
Ck-Mb	CK-Cardíaca
Ck-MM	CK-Musculoesquelética
FC	Frequência Cardíaca
FC _{pico}	Frequência Cardíaca de pico
FC _{máx}	Frequência Cardíaca máxima
FC _{média}	Frequência Cardíaca média
HF	<i>High-Frequency</i> . Componente de alta frequência da VFC pela análise espectral. Indica predomínio da atividade no nervo vago
IMC	Índice de Massa Corporal
LF	<i>Low-Frequency</i> . Componente de baixa frequência da VFC pela análise espectral. Indica a atividade simpática
LF/HF	Relação entre os componentes LF e HF, representa o predomínio da atividade simpática.
MG	Minas Gerais
NS	Nódulo sinusal
RPM	Rotação por minuto
RMSSD	Índice de medida da VFC que representa a Raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado, entre R-R adjacentes. Simboliza a atividade parassimpática do SNA
SDNN	Desvio padrão dos intervalos de R-R normais gravados em um intervalo de tempo. Expresso em milissegundos, indica a atividade parassimpática.
SNA	Sistema Nervoso Autônomo
SV	Salto Vertical
UL/L	Microlitro por litro
UV	Cinética Ultravioleta
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
VO ₂ ^{máx}	Consumo de Oxigênio Máximo
VS	Versus

WOD

Workout of The Day

LISTA DE SÍMBOLOS

α	Alfa
β	Beta
cm	Centímetros
(f)	Tamanho do efeito
Hz	Hertz
Kg	quilogramas
m	Metros
m ²	Metros ao quadrado
ml	Mililitros
ms	Milissegundos
®	Marca Registrada
u.n.	Unidades normalizadas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
2	OBJETIVOS DO ESTUDO	20
2.1	OBJETIVO GERAL	20
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3	HIPÓTESES	20
4	VARIÁVEIS DO ESTUDO	21
4.1	VARIÁVEIS INDEPENDENTES	21
4.2	VARIÁVEIS DEPENDENTES	21
5	JUSTIFICATIVA DO ESTUDO	21
6	MÉTODOS	21
6.1	SELEÇÃO DA AMOSTRA E DEMOGRAFIA	21
6.2	DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO	23
6.3	TREINOS	24
6.3.1	TREINO CURTO	24
6.3.2	TREINO LONGO	25
6.4	MEDIDAS ANALISADAS	26
6.5	AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	27
6.6	FADIGA MUSCULAR	28
6.7	ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
7	RESULTADOS	29
7.1	RESPOSTAS DA CREATINAQUINASE	30
7.2	VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA	31
7.2.1	DOMÍNIO DO TEMPO	31
7.2.2	DOMÍNIO DA FREQUÊNCIA	32
7.3	SALTO VERTICAL	33
8	DISCUSSÃO	34
09	CONCLUSÃO	37
10	APLICAÇÕES PRÁTICAS	38
	REFERÊNCIA	39
	ANEXO I	44
	ANEXO II	46
	PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	46

1 INTRODUÇÃO

O CrossFit® é um programa de treinamento físico de alta intensidade, na qual inclui movimentos cíclicos (alático, lático e aeróbios), movimentos ginásticos (somente utilizando o peso corporal) e movimentos de levantamento de peso (agachamento, arranco, arremesso, desenvolvimentos e levantamento terra). A combinação desses exercícios tem o objetivo de desenvolver 10 habilidades físicas de forma equilibrada: (1) resistência aeróbia, (2) resistência muscular, (3) força, (4) flexibilidade, (5) potência, (6) velocidade, (7) coordenação, (8) agilidade, (9) equilíbrio e (10) precisão (GLASSMAN, 2002)

Uma sessão de CrossFit® é estruturada em diferentes partes: mobilidade articular, aquecimento, desenvolvimento técnico e *workout of the day- WOD* (DIAS *et al.*, 2022). Normalmente, os *WODs* têm como objetivo melhorar o condicionamento físico geral e podem ser prescritos com diferentes métodos, por exemplo, no menor tempo possível (*for time*) ou um maior número de repetições e/ou séries possíveis em um determinado tempo –*AMRAP* (TOLEDO *et al.*, 2022). Os *WODs* podem durar de dois a 20 minutos, em média (PAINE; UPTGRAFT; WYLIE, 2010). Existem treinos que são considerados como marcadores de *performance*. Estes treinos são chamados de *benchmarks*. Dentre os *benchmarks*, existem os ‘*The Girls*’, que receberam nomes de mulheres, por exemplo, ‘*Fran*’ e ‘*Cindy*’, em que tem sido bastante estudado por outros autores (GOMES *et al.*, 2020; KLISZCZEWICZ *et al.*, 2015; MATÉ-MUÑOZ *et al.*, 2017; TIBANA; ALMEIDA; PRESTES, 2015).

O CrossFit® é reconhecido como um dos programas de condicionamento físico de maior crescimento em todo o mundo. Atualmente são mais de 550 *boxes* afiliados a empresa CrossFit® no Brasil (CROSSFIT, 2023). Com a popularização, a relação dos benefícios e riscos tem sido amplamente debatidos. Assim como outros exercícios de alta intensidade, o CrossFit® melhora a composição corporal, as respostas cardiorrespiratórias e melhora o condicionamento físico geral (MEYER; MORRISON; ZUNIGA, 2017). Entretanto, muito tem se discutido sobre a incidência de lesões com a prática do CrossFit® (MENEZES-REIS *et al.*, 2024; TOLEDO *et al.*, 2022). Esse risco aumentado pode ser explicado em função do exercício ser o principal estressor fisiológico, que resulta em uma alteração das respostas autonômicas com piora da prontidão esportiva do atleta (KLISZCZEWICZ *et al.*,

2016), com valores elevados de lactato sanguíneo (TOLEDO *et al.*, 2021), de creatinaquinase (CK) após 24 horas do treino (TIMÓN *et al.*, 2019), além das perdas de padrão biomecânico derivados da fadiga muscular (BARBOSA *et al.*, 2023). Baseado nessas variáveis e tendo um conhecimento prévio sobre a metodologia adotadas no treinamento de CrossFit®, existe uma grande lacuna sobre os efeitos das sessões de treino curta e longa duração sobre a CK, controle autonômico e fadiga muscular.

1.1 RESPOSTAS DA CREATINAQUINASE (CK)

Diferentes estudos evidenciaram que as sessões de treinamento de alta intensidade elevam os marcadores sanguíneos de dano muscular (MATÉ-MUÑOZ *et al.*, 2017; TIMÓN *et al.*, 2019). Dentre os marcadores de dano muscular destaca-se a CK. Efetivamente, é o indicador bioquímico mais utilizado na literatura como indicador da ocorrência de dano muscular. A CK é um composto presente no citoplasma e na mitocôndria de tecidos onde a necessidade energética é alta. Existem três tipos de CK: CK-musculoesquelética (CK-MM), CK-cardíaca (CK-Mb) e CK-cerebral (CK-BB). Estudos relacionaram valores elevados de CK-MM com o dano muscular (HALSON, 2014; HYATT; CLARKSON, 1998). Apesar da CK-MM ser um marcador direto de dano muscular é bom indicador do nível de recuperação (TIBANA *et al.*, 2018). Os níveis de CK-MM tendem a aumentar depois de sessões de treinamento de força, por consequência da intensidade ou da duração do treinamento (BAIRD *et al.*, 2012), com valores normais de CK-MM de, aproximadamente, 24~195 U/L. Outros autores, que analisaram CK-MM durante um treino de CrossFit®, encontraram maiores valores desse marcador nas 24h após o treino e retornando aos valores basais nas 48-72h após (SOUSA NETO *et al.*, 2022; TIMÓN *et al.*, 2019). Embora CK seja um importante marcador bioquímico, vale ressaltar que é ainda um método caro e desconfortável para ser utilizado no controle da carga de treino em praticantes de atividades físicas.

1.2 RESPOSTAS AUTONÔMICAS

Normalmente, as respostas autonômicas são medidas através da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), que neste sentido vem se tornando um

importante marcador de carga interna no esporte (GISSELMAN *et al.*, 2016). A VFC infere na modulação autonômica de forma não invasiva, com baixo custo e de fácil aquisição (GISSELMAN *et al.*, 2016; LIMA-BORGES *et al.*, 2018), pois quantifica o tempo dos intervalos R-R derivado do eletrocardiograma, batimento a batimento (MALIK; CAMM, 1990), além de descrever as oscilações dos intervalos R-R, que estão relacionados com as influências autonômicas sobre o nó sino-atrial. A VFC pode ser obtido por meio de métodos lineares, através do tempo, na variável RMSSD (raiz quadrada da média do quadrado das diferenças entre intervalos R-R normais adjacentes) ou da frequência, nos componentes de alta frequência (*High Frequency* - HF), indicando a atuação do nervo vago sobre o coração, ou de baixa frequência (*Low Frequency* - LF), decorrente de ação conjunta do ramo simpático e parassimpático sobre a FC. Já o balanço autonômico é expresso pela razão *LH/HF* (LIMA-BORGES *et al.*, 2018). Há duas medidas da VFC, no domínio do tempo e da frequência podem indicar o nível de estresse causado ao organismo pela intensidade ou duração do treino.

Sabe-se que o exercício físico é um fator estressor que causa depressão nos valores parassimpáticos da VFC (KLISZCZEWICZ *et al.*, 2016). Atletas de modalidades que incentivam maiores intensidades, com treinamentos e competições de altas cargas e repetitividade, estão expostos a uma grande ativação simpática durante a maior parte das sessões de treino, mesmo durante o repouso, e são alvos mais frequentes de *overreaching* e *overtraining*, que aumenta a chance de lesões (BAUMERT *et al.*, 2006; KAJAIA *et al.*, 2017; LIMA-BORGES *et al.*, 2018).

Williams *et al.* (2017) verificaram um aumentado risco de lesão quando os atletas apresentaram baixo RMSSD com alta carga de treino medida pela relação de carga aguda crônica (ACWR - *acute/chronic work load ratio*) normalmente, as lesões são mais frequentes com alta LF/HF e que, ainda assim, treinam intensivamente com alto ACWR). A revisão sistemática de Meneghetti *et al.* (2021) analisou estudos que relacionaram a VFC com lesões em variados esportes. Os 12 estudos selecionados apresentaram baixos valores de RMSSD estão relacionados a *over training* e lesão, sugerindo que a VFC é uma boa ferramenta como monitoramento da carga de treino e ajuda na prevenção de lesões. No estudo de Tibana *et al.* (2019), que avaliou mulheres atletas de nível regional do CrossFit® Games, os autores relacionaram a ACWR com o sono, fadiga muscular, dor e estresse. Este estudo verificou que em 50% da periodização, as atletas ficaram fora da 'zona de

segurança', proposta por Hulin *et al.* 2016, que utiliza cálculo matemático simples, que divide a carga aguda de treino pela carga crônica. Esse método tem sido utilizado para sistematizar de progressão de treino, e conseqüentemente, reduzir o risco de lesão (GABBETT, 2016; HULIN *et al.*, 2016)

Mesmo a VFC sendo uma ferramenta bastante utilizada no monitoramento da carga de treino, a dependência de um monitor de FC com essas funções, ainda é limitada para poucas pessoas, devido ao alto custo do equipamento, como investimento pessoal.

1.3 MEDIDA DE FADIGA MUSCULAR

A fadiga muscular é definida como a redução ou perda da capacidade de geração de força e/ou potência de um ou mais grupamentos musculares (GANDEVIA, 2001). A manifestação pode acontecer através da perda da capacidade contrátil do músculo ou grupamento muscular no controle neuromuscular (BOBBERT; KNOEK VAN SOEST, 2001). Um dos métodos utilizado para avaliar e quantificar a fadiga muscular em determinadas variáveis mecânicas e desempenho físico é o salto vertical- SV (MCLELLAN; LOVELL; GASS, 2011).

O SV tem sido utilizado nas rotinas de avaliação física de diferentes populações, como atletas de alto rendimento (BATTAGLIA *et al.*, 2014) em crianças (ACERO *et al.*, 2011; BCHINI *et al.*, 2023) e em idosos (SANTOS *et al.*, 2022). Além disso, pode ser utilizado para monitoramento e acompanhamento do treinamento de atletas, medindo o nível de prontidão para o exercício físico e fadiga neuromuscular (WATKINS *et al.*, 2017).

Devido a alta intensidade utilizada nos programas de treinamento de CrossFit®, o interesse a respeito dos efeitos dos efeitos dos exercícios no desempenho e no controle da carga de treinamento (fadiga e *stress*) aumentou consideravelmente nos últimos anos (FEITO *et al.*, 2018; MEIER; SCHLIE; SCHMIDT, 2023). Maté-Muñoz *et al.* (2017) avaliaram a intensidade do exercício e a fadiga muscular em três diferentes WODs do CrossFit®: (1) *Cindy*, (2) tabata de *Double under* e (3) cinco minutos *AMRAP* para o máximo de repetições de *power cleans* com 40% do máximo. Os resultados indicaram uma redução significativa entre o pré e pós WODs na altura do salto vertical para o *Cindy*, porém sem diferenças significativas para os dois outros WODs. Tibana *et al.*(2016) analisaram a

altura do salto após dois dias consecutivos de competição de CrossFit®, resultando uma queda significativa na altura do SV, 24h após o término da competição, porém, nos períodos seguintes de 48 e 72h respectivamente a altura do salto retornou ao valores pré-competição.

Nesse sentido, parece que o volume total de treino, o tempo de intervalo entre séries, a intensidade e a duração do treino podem influenciar negativamente sobre o salto vertical (HISCOCK *et al.*, 2018). Apesar das evidências aqui demonstradas, nenhum estudo reportou a comparação do treino curto e longo sobre a fadiga muscular em praticantes de CrossFit®.

2 OBJETIVOS DO ESTUDO

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos de um treino curto e longo de CrossFit® sobre creatinaquinase, controle autonômico e fadiga muscular.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 2.2.1 Comparar a CK entre os treinos de curta e longa duração imediatamente após, 24 e 48 horas após;
- 2.2.2 Comparar a VFC entre os treinos de curta e longa duração imediatamente após, 24 e 48 horas após;
- 2.2.3 Comparar o salto vertical entre os treinos de curta e longa duração imediatamente após, 24 e 48 horas após.
- 2.2.4 Comparar a intensidade do exercício através análise da frequência cardíaca de pico.

3 HIPÓTESES

- 3.1 Ambas as sessões, de curta e longa duração, terão valores aumentados da CK logo após e até 24 horas, com retorno aos valores de base em até 48 horas;
- 3.2 Haverá valores diminuídos da VFC no treino longo imediatamente após, porém não se espera encontrar alterações no treino de curta duração;

3.3 Será encontrado um aumento da fadiga muscular imediatamente após e até 24 horas, retornando aos valores de base em até 48 horas.

4 VARIÁVEIS DO ESTUDO

4.1 VARIÁVEIS INDEPENDENTES

- Treino de curta duração
- Treino de longa duração

4.2 VARIÁVEIS DEPENDENTES

- Propriedades bioquímicas para o dano muscular: CK
- Controle autonômico: VFC
- Fadiga muscular: salto vertical

5 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Este estudo justifica-se pela importância de associar a prática exercidas por profissionais de Educação Física que trabalham com treinamento funcional de alta intensidade, incluindo o CrossFit®, a entender melhor sobre a programação dos treinos, uma vez que o presente estudo avaliou os efeitos agudos de um treino curto e longo sobre a CK, a VFC e a fadiga muscular. Estas informações auxiliam os profissionais a melhorarem a qualidade do trabalho, maximizando resultados e minimizando os riscos da prática regular de exercício físico, fundamental na saúde física da sociedade.

6 MÉTODOS

6.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA E DEMOGRAFIA

Foram selecionados 13 homens treinados em CrossFit® por conveniência, na qual residiam nas cidades de Juiz de Fora – MG e Muriaé - MG. Todos reportaram

ter, no mínimo, dois anos de treinamento em CrossFit®. Os dados demográficos da amostra estão descritos na **Tabela 1**.

Tabela 1 - Variáveis demográficas dos participantes (n = 13).

Idade (anos)	Altura (m)	Peso (kg)	IMC (kg/m ²)	Tempo de treino (anos)
31,2 ± 3,2	1,72 ± 0,08	83,7 ± 10	28,7 ± 1,52	5,75 ± 2

Dados representados em média ± desvio padrão; IMC: Índice de Massa Corporal; m: metros; kg: quilogramas.

Para determinar a dimensão amostral foi utilizada o software *G*power* - versão 3.1.9.2, Heinrich-Heine-Universität em Dusseldorf, Alemanha (FAUL *et al.*, 2007). O cálculo foi considerado em um tamanho de efeito (f) = 0,402; potência estatística $(1-\beta)$ = 0,80, α = 0,05, com base no estudo de (KLISZCZEWICZ *et al.*, 2018). O cálculo indicou que 10 participantes seriam suficientes, porém, para margem de segurança, foram selecionados 13 participantes.

Todos os participantes selecionados assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo I), conforme a declaração de Helsinque (2000). Os procedimentos experimentais foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de Juiz de Fora, sob protocolo nº: 5.555.252 (Anexo II)

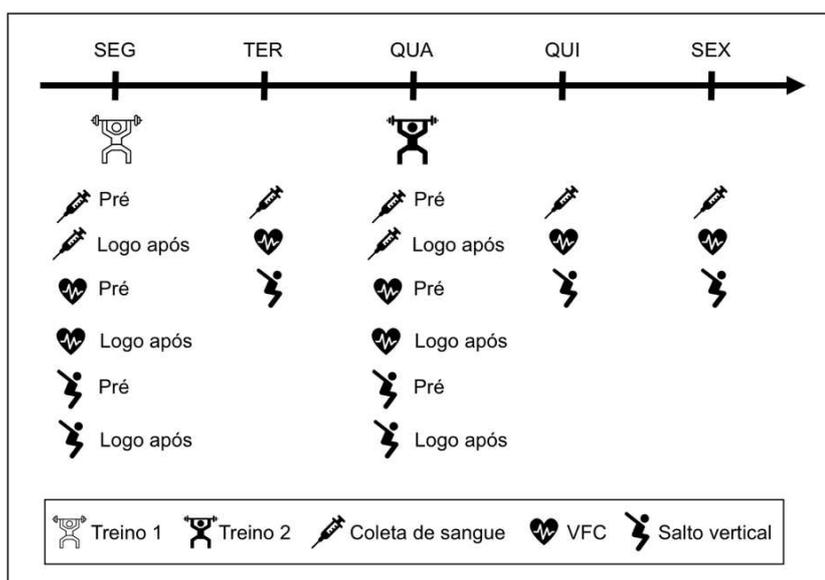
6.1.1 Critérios de inclusão: Foram adotados como critérios de inclusão: [1] serem do sexo masculino, [2] idade entre 18 e 35 anos, [3] frequência de treinamento mínima de três dias por semana, [4] estar matriculado em um box de CrossFit® afiliado e [5] estar familiarizado com os movimentos dos treinos presentes neste estudo.

6.1.2 Critérios de exclusão: Foram critérios de exclusão os que [1] apresentassem alguma doença cardíaca, metabólica e/ou neurológica, [2] não realizassem ambos os testes deste estudo, [3] caso não conseguissem finalizar o treino de curta duração em até cinco minutos e/ou não completarem, no mínimo, 15 séries do treino de longa duração, [4] porventura estivessem limitados ou se lesionassem durante o período de intervenção.

6.2 DESENHO EXPERIMENTAL DO ESTUDO

O delineamento deste estudo se apresenta como uma pesquisa do tipo experimental, no qual o experimentador tenta ajustar o delineamento para ambientes mais semelhantes à realidade e, ainda assim, controlar tantas ameaças à validade interna quanto possível (THOMAS, NELSON E SILVERMAN, 2012). Os participantes realizaram duas sessões não consecutivas em diferentes ordens aleatórias separadas por 48 horas. Haja vista que, às 48 horas após o treino iniciado na segunda-feira foi também usada como medida de pré-treino da quarta-feira, de acordo com a **Figura 1**.

Figura 1- Desenho do estudo



O treino de curta duração consistiu em executar a tarefa em até cinco minutos, enquanto o treino de longa duração foi realizado durante um tempo total de 20 minutos. O ritmo usado pelos participantes foi auto selecionada de acordo com sua experiência, sem que perdesse a qualidade técnica do movimento. Para padronizar as condições experimentais, os participantes foram instruídos a: (a) não ingerir álcool durante toda a sua participação no estudo; (b) ir ao ambiente de treinamento duas horas depois da última refeição da manhã; (c) não consumir bebidas e alimentos que contenham cafeína antes do treinamento e (d) não praticar exercícios vigorosos 48 horas antes do teste.

6.3 TREINOS

Todos realizaram duas sessões de treinamentos, em dias não consecutivos e em ordem aleatória, separadas por 48 horas. As sessões foram escolhidas conforme o tempo de trabalho, de curta e longa duração.

6.3.1 TREINO CURTO

Para o treino de curta duração foi selecionado o benchmark padrão da CrossFit® referenciando um nome feminino: 'Fran'. O 'Fran' consiste em dois movimentos, sendo um com peso externo e outro ginástico: *thruster* e *pull-up*, respectivamente. A tarefa do 'Fran' deve ser realizada no menor tempo possível (Tabela 2).

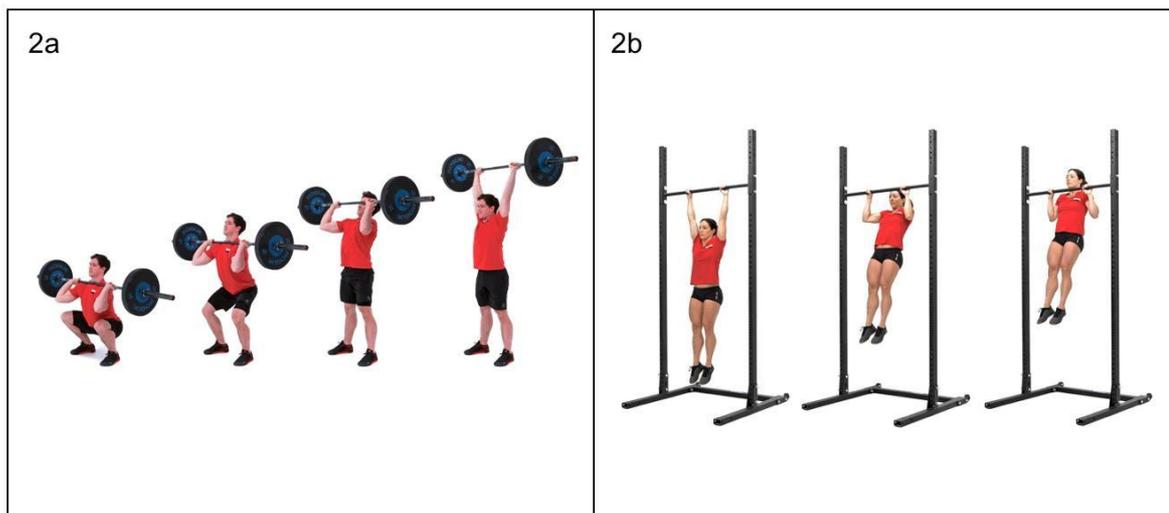
Tabela 2 - Descrição do 'Fran'

Exercícios	Repetições	Intensidade
<i>Thruster</i>	21	43 kg
<i>Pull-up</i>	21	Peso corporal
<i>Thruster</i>	15	43 kg
<i>Pull-up</i>	15	Peso corporal
<i>Thruster</i>	9	43 kg
<i>Pull-up</i>	9	Peso corporal

Kg: quilogramas

O exercício *thruster* é um agachamento com a barra apoiada a frente do corpo e sobre os ombros e, posteriormente, um desenvolvimento da barra realizando uma flexão dos ombros e extensão completa dos cotovelos (Imagem 2a). Já o exercício *pull-up* é caracterizado por iniciar pendurado, com cotovelos estendidos, em uma barra fixa e elevação do corpo até que o queixo tenha passado por completo da barra. (Imagem 2b). A melhor técnica individual foi liberada para melhor performance.

Imagem 1 – Exercícios do treino 'Fran'



2a: Thruster, 2b: Pull-up.

Antes do início do treino, um aquecimento específico foi feito, consistindo em três séries de três *thrusters*, somente com o peso da barra olímpica de 20 kg, cinco *pull-ups* e 30 polichinelos. Todos em ritmo moderado para manter uma baixa intensidade.

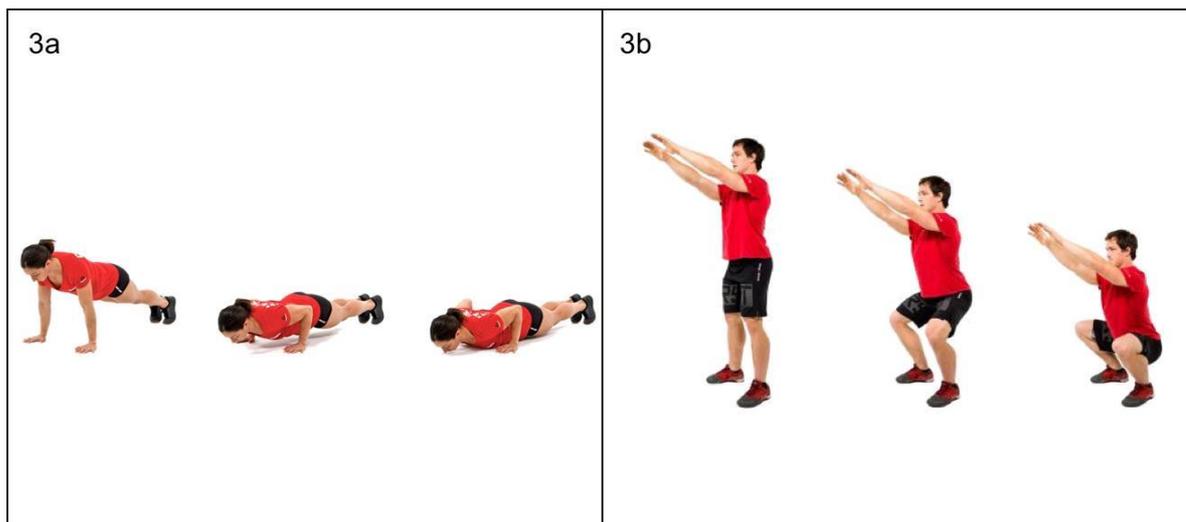
6.3.2 TREINO LONGO

Assim como o 'Fran', o 'Cindy' é outro benchmark que consiste em três movimentos ginásticos: *pull-up*, *push-up* e *air squat*. Diferentemente, o 'Cindy' a prioridade do treino é o tempo, ou seja, os praticantes devem realizar em 20 minutos o máximo de repetições possíveis de cinco *pull-up*, 10 *push-up* e 15 *air squat*. Quando termina um round, pode iniciar outro, sem descanso, dependendo do condicionamento físico.

Para caracterizar os movimentos, o *pull-up* seguiu o padrão já mencionado no 'Fran' (Imagem 2b). Os *push-ups* foram realizados de forma que o indivíduo começasse o movimento em posição de apoio em decúbito ventral, com os cotovelos estendidos, pés juntos e alinhados, mãos apoiadas no chão e paralelas na largura dos ombros. Ao iniciar, desce o corpo até o tórax encostar no chão, flexionando os cotovelos e, após, realiza uma subida com extensão completa dos cotovelos (Imagem 3a). O *air squat* é o movimento de agachamento somente com o peso corporal, na qual se inicia com o praticante em posição em pé, articulações do

quadril e joelho completamente estendidos. Para iniciar, na fase excêntrica, desce, flexionando o quadril e joelhos até o ponto em que a coxa fica paralela ao solo e, retorna, na fase concêntrica, retornando à posição inicial (Imagem 3b).

Imagem 2 – Exercícios do treino 'Cindy'.



3a: *Push-up*; 3b: *Air squat*.

Da mesma forma, antes de iniciar o treino, um aquecimento específico em três séries de 3 *pull-ups*, 5 *push-ups*, 7 *air squats* e 30 polichinelos. Todos os movimentos foram realizados em um ritmo moderado para garantir a baixa intensidade.

6.4 MEDIDAS ANALISADAS

As medidas foram coletadas antes, imediatamente após, 24h e 48h após os treinamentos, conforme o desenho experimental, que consistiram na coleta sanguínea, análise da VFC e salto vertical.

7.6.1 Coleta sanguínea

Foi analisado na coleta sanguínea a CK. Os procedimentos para a coleta foram realizados por um profissional de enfermagem experiente contratado pelo pesquisador responsável. A punção foi feita na veia antecubital de cada voluntário, na qual foram coletados 5 ml de sangue venoso. Cada voluntário cedeu sete

amostras de 5 ml de sangue totalizando 35 ml. As amostras foram colocadas em micro poços heparinizados, que foram encaminhadas para análise laboratorial realizadas pelo Laboratório Neo Lab Ltda, sendo de exclusiva responsabilidade o manuseio e descarte das amostras. O método de análise da Ck-MM foi feito por cinética ultravioleta (UV), centrifugada a 3000 rotações / minuto (RPM) durante 10 minutos.

Imagem 3 – Coleta de sangue



6.5 AVALIAÇÃO DA VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

A VFC foi medida utilizando o cardiofrequencímetro Polar® modelo V800 e a fita que captava os sinais cardíacos foi o Polar® modelo H7. Em posse dos sinais em forma de intervalo de pulso, foi extraído as séries temporais e cada uma dessas séries dos intervalos R-R (iRR) e transferidas para o software *Kubios HRV Analyse*® versão 3.1.0 para o cálculo da duração média dos iRR (MRR), média da FC e das seguintes medidas de VFC domínio do tempo: desvio padrão dos iNN (SDNN), raiz média quadrática da diferença entre iNN sucessivos (RMSSD), número de pares NNs sucessivos que se diferem em mais de 50ms (NN50), proporção de NN50 dividida pelo número total de NNs (pNN50) (TARVAINEN; RANTA-AHO; KARJALAINEN, 2002).

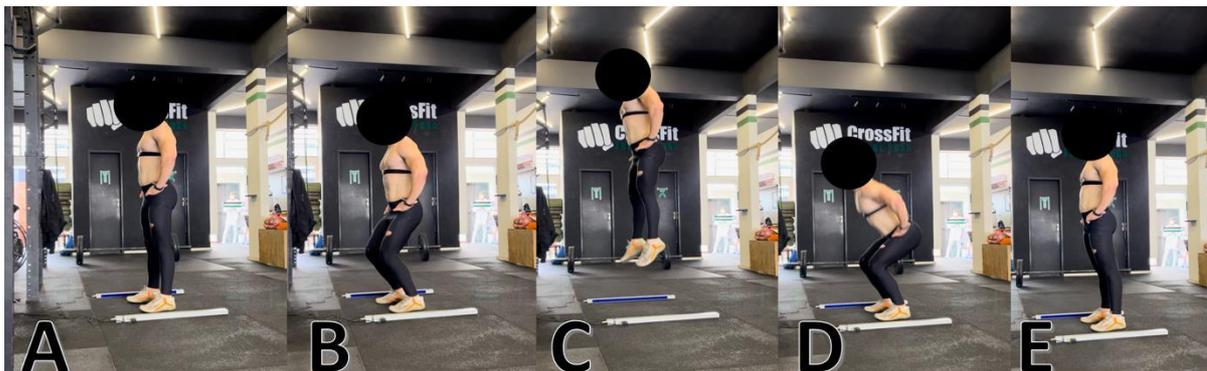
Também foram calculadas as medidas de VFC no domínio da frequência por meio da estimativa da função de densidade espectral de potência, utilizando a

transformada rápida de Fourier(MALIK; CAMM, 1990). Para isso, efetuou-se a remoção da componente de tendência da série temporal iNN, pelo método de suavização a priori (TARVAINEN; RANTA-AHO; KARJALAINEN, 2002) e a interpolação por meio da *spline* cúbica a uma frequência de 4Hz. Foram calculadas as medidas de potência das bandas espectrais de baixa frequência (LF; 0,04-0,15 Hz) em unidades absolutas (ms^2), que representa um conjunto de influências simpática e vagal sobre o nódulo sinusal (NS), e em unidades normalizadas (n.u), que reflete predominantemente a atuação simpática sobre o NS; a potência das bandas espectrais de alta frequência (HF; 0,15-0,4 Hz), em unidades absolutas (ms^2) e normalizadas (n.u), que representam a atuação vagal sobre o NS; e a razão LF/HF, cujo valor pode ser interpretado como balanço simpato-vagal (TASK FORCE, 1996).

6.6 FADIGA MUSCULAR

Para medida de fadiga muscular foi realizado o teste de salto vertical, nos momentos, pré, imediatamente após, 24 e 48 horas respectivamente, na plataforma *Jump System NewFit*, da marca Cefise®. A orientação para o salto vertical foi feita da seguinte forma: o voluntário inicialmente permanecia na posição em pé, com joelhos completamente estendidos e as duas mãos posicionadas no quadril. Para o salto, os joelhos flexionavam até 90° (na fase excêntrica) e após, realizava uma extensão explosiva e coordenada (na fase concêntrica) atingindo a maior altura possível. Durante a fase de voo os joelhos, obrigatoriamente, deveriam estar completamente estendidos. Durante todo o teste as mãos ficavam nos quadris. A execução teste de salto é representado pela imagem 4.

Imagem 4 – Fases do teste do salto vertical



A: fase de posição inicial do teste; **B:** fase de acumulação de energia para o salto; **C:** fase aérea do salto; **D:** fase de aterrissagem do salto; **E:** retorno a posição inicial do teste.

6.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para verificar a normalidade da amostra e dos dados foi realizado o teste de *Shapiro-Wilk*, além de verificar a homocedasticidade através do teste de *Levene*. Em seguida, para testar o efeito das variáveis independentes (treino curto e longo) sobre as variáveis dependentes (CK, VFC e salto vertical) foi realizada uma análise de variância de dois fatores (ANOVA two-way) de medidas repetidas. Quando necessário, foi utilizado o teste *post-hoc de Bonferroni* para localizar as diferenças. Foi realizado um teste *t* de *Student* para comparar a FC média e de pico e o desempenho entre os treinamentos. O software utilizado para análise dos dados foi o GraphPad (Prism® 8.0.1; San Diego, CA, EUA).

7 RESULTADOS

Para o cálculo da estatística inferencial, a normalidade da distribuição dos dados foi confirmada através do teste de *Shapiro-Wilk* e a homocedasticidade do teste de *Levene*. Os resultados de *performance* dos testes apresentam diferentes unidades: o '*Fran*' é representado pelo tempo final em minutos, enquanto o '*Cindy*' pela soma do número de repetições alcançadas. Porém, o teste *t* comparou os resultados de *performance* e FC entre os testes. FC média não apresentou diferença significativa entre os testes, enquanto a FC de pico foi maior no '*Fran*'. Já no '*Fran*' o tempo total foi menor comparado ao '*Cindy*', da mesma forma para o número de repetições totais, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - FC e Performance ao final do 'Fran' e 'Cindy'

Índices	<i>Fran</i>	<i>Cindy</i>	<i>p</i> -valor
FC de pico (bpm)	184,9 ± 7,5	182 ± 11,2	p = 0,200
FC média (bpm)	180,4 ± 7,5	174,2 ± 8,5	p = 0,010*
Desempenho (min)	3,5 ± 0,8	20 ± 0,0	p < 0,001*
Desempenho (reps)	90 ± 0,0	616,6 ± 108,4	p < 0,001*

Legenda: bpm – batimento por minuto; min – minutos; seg – segundos; reps: repetições; FC de pico: frequência cardíaca de pico.

7.1 RESPOSTAS DA CREATINAQUINASE

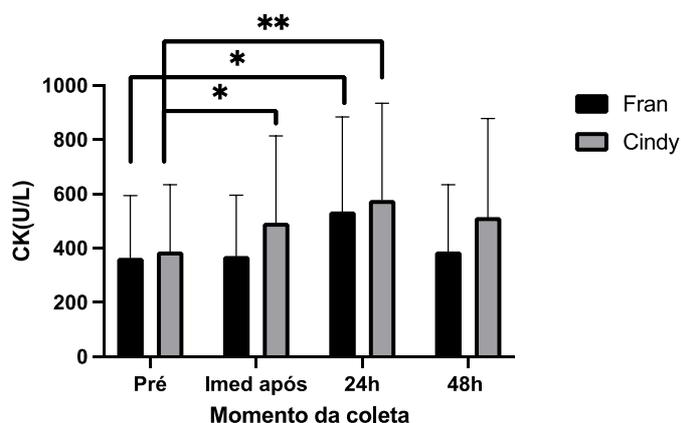
A ANOVA para medidas repetidas não mostrou diferença estatística para a interação tempo x condição para a CK [F = (3, 72) = 1,439; p=0,2387]. Entretanto, houve diferença em função do tempo [F = 2,406, 57,75) = 3,724; p=0,0232], conforme a Tabela 4. O teste de *Post-Hoc de Bonferroni* indicou que no 'Fran' só obteve aumento significativo em relação ao pré-treino no momento 24h após (p < 0,05). No 'Cindy', observou-se aumento significativo nos momentos imediatamente após (p=0,0021), 24h após (p =0,0073) em relação ao pré-treino. Após 48h, os valores de CK voltaram aos valores do pré-treino, conforme a Figura 2.

Tabela 4 - Respostas CK aos treinos 'Fran' e 'Cindy'

Treinos	Pré (UL/L)	Imed. após (UL/L)	24h após (UL/L)	48h após (UL/L)
<i>Fran</i>	364,2 ± 229,2	371,5 ± 223,5	535,6 ± 348*	387,9 ± 245,6
<i>Cindy</i>	387,9 ± 245,6	493,9 ± 319,7*	577,9 ± 356,7*	514,3 ± 363,6

Legendas: UL/L= microlitro por litro; Imed. = Imediatamente; *Diferença significativa em relação ao momento pré (p < 0,05).

Figura 2 – Resposta da CK em relação ao tempo



Legenda: *Diferença significativa em relação ao momento pré ($p < 0,05$). **Aumento significativo em relação ao momento pré ($p < 0,05$).

7.2 VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA CARDÍACA

7.2.1 Domínio do tempo

A ANOVA para medidas repetidas não mostrou diferença estatística para as variáveis RMSSD [$F(3, 72) = 0,7199$; $p = 0,5434$], NN50 [$F(3, 72) = 0,3555$; $p = 0,7853$] e pNN50% [$F(3, 72) = 0,7048$; $p = 0,5523$] para a interação tempo x condição. Entretanto, houve diferença para o RMSSD [$F(2.150, 51.61) = 36,35$; $p = 0,0001$], NN50 [$F(1.362, 32.70) = 7,998$; $p = 0,0041$] e pNN50% [$F(2.137, 55.60) = 27,26$; $p = 0,0001$] em função do tempo, de acordo com a Tabela 5. Foram observadas diferenças estatisticamente relevantes após teste de *Post-Hoc de Bonferroni* para ambos os treinos, 'Fran' e 'Cindy' respectivamente, de acordo com a Tabela 6.

Tabela 5 - Respostas da VFC em relação ao domínio do tempo

Treinos	Pré	Imed. após	24 h após	48h após
RMSSD (ms)				
<i>Fran</i>	49,7 ± 37,6*	4,6 ± 4,1	60,1 ± 37,0*	62,7 ± 37,9*
<i>Cindy</i>	57,8 ± 29,5*	5,8 ± 5,7	50,3 ± 38,8*	64,0 ± 45,3*
NN50				
<i>Fran</i>	66,9 ± 65,9*	0,2 ± 0,8	78,9 ± 59,8*	83,8 ± 62,9*
<i>Cindy</i>	79,1 ± 52,0*	0,8 ± 3,1	67,5 ± 51,4	84,2 ± 67,7*
pNN50%				
<i>Fran</i>	23,3 ± 23,5*	0,0 ± 0,2	29,9 ± 23,6*	32,1 ± 23,6*
<i>Cindy</i>	28,7 ± 19,6*	0,2 ± 0,6	24,1 ± 19,2*	31,3 ± 25,4*

Legenda: Os valores são apresentados em média ± desvio padrão; h: horas; lmed: imediatamente ms: milissegundos; *Diferença significativa em relação ao momento imediatamente após ($p < 0,05$).

7.2.2 Domínio da frequência

A ANOVA para medidas repetidas não mostrou diferença estatística para os índices *High Frequency* – HF [F (3, 72) = 1,591; $p = 0,1990$], *Low Frequency* – LF [F (3, 72) = 1,620; $p = 0,1922$] e Razão LF/HF [F (3, 72) = 1,254; $p = 0,2966$] em relação às condições. Entretanto, houve diferença para os índices *High Frequency* [F (1.828, 43.87) = 9,458; $p = 0,0005$], *Low Frequency* [F (1.820, 43.67) = 9.203; $p = 0,0007$] e LF/HF [F (1.150, 27.59) = 17,76; $p = 0,0001$]. em função do tempo no ‘*Cindy*’ e não para o ‘*Fran*’, de acordo com a Tabela 7. O *Post-Hoc de Bonferroni* para o HF, LF e LF/HF somente no treino ‘*Cindy*’ mostrou diferença estatisticamente significativa respectivamente, de acordo com a Tabela 8.

Tabela 6 - Respostas da VFC em relação ao domínio da frequência

Treinos	Pré	Imed. após	24h após	48h após
High Frequency (n.u)				
<i>Fran</i>	33,4 ± 19,3	24,8 ± 22,6	35,6 ± 17,4	38,2 ± 16,9
<i>Cindy</i>	35,3 ± 17,2*	13,2 ± 8	40,0 ± 19,2*	34,2 ± 19*
Low Frequency (n.u)				
<i>Fran</i>	66,6 ± 19,2	74,9 ± 23	64,4 ± 17,4	61,7 ± 17,0
<i>Cindy</i>	64,7 ± 17,2*	86,7 ± 8	60,0 ± 19,0*	65,7 ± 19,0*
Razão LF/HF				
<i>Fran</i>	3238,9 ± 1392,1	8171,5 ± 7253,6	2704,5 ± 1269,8	2319,8 ± 869,5
<i>Cindy</i>	2951,6 ± 1768,6*	9917,2 ± 7749,1	2392,8 ± 1124,7*	3183,8 ± 1743,2*

Legenda: Os valores são apresentados em média ± desvio padrão; *n.u.*: unidades normalizadas; *Diferença significativa em relação ao momento imediatamente após ($p < 0,05$).

7.3 SALTO VERTICAL

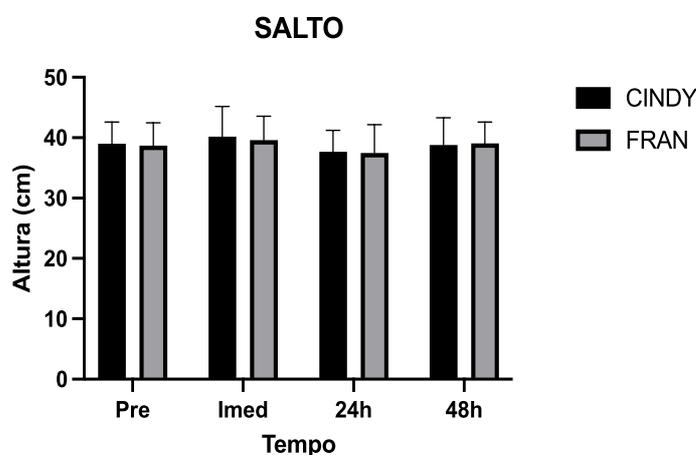
A ANOVA para medidas repetidas não mostrou diferença estatística para a altura do salto vertical entre a interação treinos x momentos para o SV [$F(3, 72) = 0,09896$; $p=0,9603$;], em função do tempo [$F(1, 882, 45.17) = 3.128$; $p=0,0563$] e treinos [$F(1, 24) = 0.02679$; $p=0.8714$;].

Tabela 7 - Altura do salto vertical nos diferentes momentos de cada treino.

Treinos	Pré	Imed. após	24 h após	48h após
Altura do salto vertical em cm				
<i>Fran</i>	38,7 ± 3,8	40,0 ± 3,9	37,0 ± 4,7	38,0 ± 3,6
<i>Cindy</i>	39,0 ± 3,6	40,2 ± 5,0	37,2 ± 4,5	38,8 ± 3,8

Legenda: cm: centímetros; Imed: imediatamente; h: horas.

Figura 3 – Resposta do salto vertical em relação ao Tempo



8 DISCUSSÃO

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos de sessões curtas e longas de CrossFit® sobre a CK, a VFC e a fadiga muscular. Os resultados mostraram: (1) foi observado um aumento significativo da CK no ‘*Fran*’ 24h vs. pré, enquanto no ‘*Cindy*’ houve um aumento imediatamente e 24h após vs. pré; (2) a VFC apresentou menores valores imediatamente após em ambos os treinos em relação ao domínio do tempo, porém no domínio da frequência só apresentou diminuição imediatamente após no ‘*Cindy*’; (3) o salto vertical não apresentou diferenças significativas entre os tempos e treinos.

A variável analisada para o esforço durante o treinamento foi a frequência cardíaca de pico (FC_{pico}). A FC_{pico} é eficaz por sua relação com o $VO_{2máx}$ para quantificar adequadamente a intensidade do esforço independentemente da população envolvida, ou seja, pessoas sedentárias, treinadas e atletas (DIRETRIZES ACSM, 2016). A FC_{pico} não mostrou diferença entre as sessões de treino curto e longo, porém a $FC_{média}$ mostrou ser maior no treino curto que no longo. O fato de que não foram observadas diferenças na FC_{pico} demonstra que independentemente da duração ambas as situações analisadas a intensidade ficaram acima de 90% da FC_{Max} caracterizando um esforço extenuante (GARBER *et al.*, 2011), resultado similar encontrado em outros estudos (MATÉ-MUNOZ *et al.*, 2017; TIMÓN *et al.*, 2019; TOLEDO *et al.*, 2021). Notamos que existe uma diferença entre a $FC_{média}$, sendo maior no treino curto. Essa diferença pode ser explicada pelo

thruster, pois ele é um exercício de força e velocidade, onde necessita-se do produto dessas duas variáveis gerando alta potência, além de envolver grandes grupamentos musculares, exigindo um débito cardíaco alto e com grande contribuição do sistema energético glicolítico (MCARDLE, 2011).

A variável analisada no sangue foi a CK, que é um composto presente no citoplasma das células e mitocôndrias de tecidos que necessitam de muita energia. Altos níveis dessa substância indicam dano muscular (PAULSEN *et al.*, 2012). Estudos envolvendo o treinamento de CrossFit® mostraram aumento sérico de CK, com o pico em 24h e retornaram aos valores iniciais em até 48h após o treinamento (GOMES *et al.*, 2020; TIBANA *et al.*, 2019; TIMÓN *et al.*, 2019). Porém, segundo Baird *et al.* (2012), o pico de CK no organismo pode acontecer entre 12 e 24h e pode se manter elevado por até 96h, dependendo do tipo de exercício. Spada *et al.* (2018) analisaram a CK após um treinamento intenso de curta duração (4 min) e verificaram níveis elevados de CK em duas e 24h após o treino. Estes resultados estão de acordo com os do presente estudo em relação aos aumentos significativos 24h após. Vale pontuar que no estudo de Spada *et al.* (2018) também foi analisado o tempo de 2h após, que não foi ponto de análise no presente estudo.

Essa interação entre o pico da CK e volta aos níveis iniciais em até 48h após o treino, pode ser explicada pelo modelo proposto por Cullen e Batt (2005), onde exercício agente estressor que induz por estímulo mecânico o rompimento do sarcolema das células musculares esqueléticas, perturbando o equilíbrio celular de cálcio, gerando um processo autogênico, que por sua vez liberam neutrófilos e citocinas sinalizando células satélites, onde estas regeneram as células impedindo que a CK transite o sangue. Além da CK circulante sofrer degradação promovendo uma queda no nível.

A VFC como forma de avaliação da carga de treinamento tem sido amplamente discutida no meio científico, principalmente os métodos lineares, domínio do tempo: *RMSSD*, *pNN50* e *NN50%* (DEBLAUW *et al.*, 2021; TIBANA *et al.*, 2019; WILLIAMS *et al.*, 2017) e domínio da frequência: *LF* e *HF* (KLISZCZEWICZ *et al.*, 2018; MANGINE *et al.*, 2019). Os resultados do presente estudo suportam os dados presentes na literatura, demonstrando uma queda significativa nos índices *RMSSD* e *HF* imediatamente após o treinamento (KLISZCZEWICZ *et al.*, 2016; WILLIAMS *et al.*, 2017; KLISZCZEWICZ *et al.*, 2018). De acordo com Stanley *et al.* (2013), a intensidade do treino influencia mais que a duração total sobre a VFC. O percentual

da FC pico do treino curto foide 97% da FC_{pico} e 94% da FC_{pico} no treino longo, ou seja, ambos classificados sendo extenuantes (GARBER *et al.*, 2011), suportando a depressão da VFC influenciada pela intensidade do treino. No presente estudo, nota-se uma queda similar da VFC em ambos os treinos.

Segundo Mangine *et al.* (2019), que observaram queda do *RMSSD* e *HF*, ficou constatado que os níveis de ansiedade antes do treino provocam distúrbio nos níveis de catecolaminas. O que chamou atenção aos autores foi que um dos *WODs* influenciou mais na ansiedade dos participantes que o outro, quanto maior a ansiedade maior descarga das catecolaminas. Portanto, pode ser que esse aumento da ansiedade levou aumento da adrenalina, que aumentou atividade simpática prejudicando a reentrada da atividade parassimpática após o treino.

A alta intensidade, por ser característica do programa de treinamento do CrossFit®, existem registros na literatura que relatam a relação entre VFC e incidência de lesão (GISSELMAN *et al.*, 2016; WINDT *et al.*, 2017). Parece que a alta carga de treinamento pode ser um indicativo de maior risco a lesões. (WILLIAMS *et al.*, 2017). E ainda, Borges *et al.* (2018) verificaram que os índices de domínio do tempo e da frequência da VFC foram relacionados com as lesões durante o macrociclo de treinamento. Willians *et al.* (2017) avaliaram a interação entre a carga aguda:crônica e os níveis semanais de *RMSSD* em atletas de nível competitivo de CrossFit®. Os atletas foram acompanhados em um ciclo de treinamento relacionando as cargas de treino com a prontidão do SNA. Os achados mostram uma relação inversa, ou seja, quando a carga aguda:crônica estava alta, o *RMSSD* estava baixo, que indica um maior risco de os atletas serem acometidos por lesões (LIMA-BORGES *et al.*, 2018).

Neste sentido, entendemos a fadiga muscular como a incapacidade do sistema neuromuscular de produzir energia em uma articulação do corpo, além de refletir variáveis mecânicas (força, potência de saída) que resulta na incapacidade neuromotora (RODACKI *et al.*, 2002; BOBBERT *et al.*, 2001). Acrescentando, Maté-Muñoz *et al.* (2017) relataram que a alta intensidade aumenta a fadiga muscular e afeta diretamente a *performance* do teste diminuindo a altura do salto vertical. Já Tibana *et al.* (2019), que avaliaram o salto vertical em praticantes de CrossFit® após três dias consecutivos de uma competição, encontraram uma queda da altura do salto do momento 24h após a competição em relação ao pré. Após 48h, os valores voltaram ao normal. Recentemente, Sousa Neto *et al.* (2022) avaliaram oito homens

treinados, em um treino tradicional de CrossFit® ('Karen'), na qual verificaram uma queda da altura do salto imediatamente após em relação ao pré, entretanto não houve diferença nos momentos 24, 48 e 72h após em relação ao pré.

No presente estudo, não foi encontrado nenhuma diferença na altura do salto em nenhum momento analisado, divergindo dos resultados anteriores (SOUSA NETO *et al.*, 2022; TIBANA *et al.*, 2019). Talvez, a característica da amostra recrutada possa ser um dos motivos das diferenças entre os resultados. Nosso estudo, foram selecionados praticantes de CrossFit® com tempo de prática de $5,7 \pm 2$ anos, enquanto no estudo de Sousa Neto *et al.* (2022) foram apenas 6 meses de prática e no de Tibana *et al.* (2019) nove homens treinados, com pouco mais de 2,4 anos de experiência. Quando comparados aos estudos anteriores (MATÉ-MUÑOZ *et al.*, 2017; TIBANA *et al.*, 2019; NETO *et al.*, 2022) nossa amostra mostrou mais tempo de experiência, talvez valha pena levantar o questionamento que o tempo de prática regular de CrossFit® gera adaptações de longo prazo ocasionando uma menor perturbação no organismo, ocasionando em uma menor fadiga imediatamente após.

Algumas limitações devem ser destacadas: (1) A escassez de mulheres bem treinadas para os testes inviabilizou a coleta; (2) não houve controle do sono através de escalas; (3) não houve controle dietético; (4) não houve coleta de lactato sanguíneo para avaliar a intensidade nos diferentes treinos; (5) não houve análise das catecolaminas que poderiam afetar a VFC diretamente; (6) falta de testes para avaliar a *performance* de força e VO_{2max} .

Vários fatores demonstram que é necessário novos estudos que possam avaliar os efeitos agudos de treinos de CrossFit® sobre o sono, a ingestão de determinados alimentos, dano muscular, marcadores fisiológicos de estresse e imunidade. Além de aplicações de testes em novatos na modalidade.

09 CONCLUSÃO

Em conclusão, o presente estudo mostrou que a CK em ambos os treinos teve aumento significativo somente 24horas após, porém o treino longo mostrou aumento já imediatamente após o término do treino. No domínio do tempo, as variáveis analisadas demonstraram queda da VFC imediatamente após, para ambos os treinos. Entretanto, somente no treino longo, demonstrou queda da VFC no

domínio da frequência, ou seja, treinos com maior duração e volume causam maiores perturbações ao sistema nervoso autônomo. Já o salto vertical não foi encontrado alteração expressiva em nenhum momento coletado, sugerindo que em ambas as condições se demonstram insuficientes para gerar uma fadiga muscular a ponto de alterar de forma significativa a altura do salto vertical.

São necessários estudos futuros que possam controlar essas variáveis como sono, alimentação e descanso físico decorrente da rotina de trabalho, controle da semana anterior de treinos dos participantes, uso de cafeína, taurina, ingestão de líquido antes da sessão do treinamento elas podem afetar negativamente as variáveis estudadas, além de estudos longitudinais para melhor análise do comportamento das variáveis ao longo do tempo ou de ciclos de treinamento.

Outra limitação do estudo que deve ser levada em consideração é fazer os treinos em semanas separadas, controlando todos os treinos e descansos que serão realizados durante o período de coleta, a fim de controlar fatores de risco externos que podem influenciar diretamente a creatinaquinase.

10 APLICAÇÕES PRÁTICAS

A CK, apesar de ser um método invasivo, desconfortável e de custo elevado, torna-se totalmente útil por sua precisão na análise do estado físico do atleta, esse método é de grande valia para pessoas e atletas que visam competições, dando a eles maior acurácia no controle de carga em períodos específicos do treinamento, melhorando assim a *performance* esportiva.

A VFC pode ser um marcador de *stress* psicofísico de grande valia para análise do estado de atletas durante ciclos de treinamento.

Como aplicabilidades práticas, para medir o nível de fadiga muscular e obter informações do estado físico dos atletas, atualmente existem aplicativos em smartphones que são capazes de analisar o salto vertical esses dados podem auxiliar treinadores e profissionais do esporte a programarem ciclos de treinamento, maximizando os resultados competitivos e diminuindo o risco de lesão.

REFERÊNCIA

- ACERO, R. M.; OLMO, M. F.-D.; SÁNCHEZ, J. A.; OTERO, X. L. *et al.* Reliability of Squat and Countermovement Jump Tests in Children 6 to 8 Years of Age. **Pediatric Exercise Science**, v. 23, n. 1, p. 151-160, 2011.
- BAIRD, M. F.; GRAHAM, S. M.; BAKER, J. S.; BICKERSTAFF, G. F. Creatine-Kinase- and Exercise-Related Muscle Damage Implications for Muscle Performance and Recovery. **Journal of Nutrition and Metabolism**, 2012, p. 1-13, 2012.
- BARBOSA, T. M.; BARBOSA, A. C.; SIMBAÑA ESCOBAR, D.; MULLEN, G. J. *et al.* The role of the biomechanics analyst in swimming training and competition analysis. **Sports Biomechanics**, v. 22, n. 12, p. 1734-1751, 2023.
- BATTAGLIA, G.; PAOLI, A.; BELLAFIORE, M.; BIANCO, A. *et al.* Influence of a sport-specific training background on vertical jumping and throwing performance in young female basketball and volleyball players. **The Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 54, n. 5, p. 581-587, 2014.
- BAUMERT, M.; BRECHTEL, L.; LOCK, J.; HERMSDORF, M. *et al.* Heart Rate Variability, Blood Pressure Variability, and Baroreflex Sensitivity in Overtrained Athletes. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v.16, n. 5, p. 412-417, 2006.
- BCHINI, S.; HAMMAMI, N.; SELMI, T.; ZALLEG, D. *et al.* Influence of muscle volume on jumping performance in healthy male and female youth and young adults. **BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation**, v.15, n. 1, p. 26-26, 2023.
- BOBBERT, M. F.; KNOEK VAN SOEST, A. J. Why Do People Jump the Way They Do? **Exercise and Sport Sciences Reviews**, v.29, n. 3, p. 95-102, 2001.
- CULLEN, M.; BATT, M. Sport and exercise medicine in the United Kingdom comes of age. **British Journal Sports Medicine**, v.39, n. 5, p. 250-251, 2005.
- CROSSFIT, CrossFit, 2023. Disponível em: <<http://www.crossfit.com/map>>. Acesso em: 10, outubro de 2023.
- DEBLAUW, J. A.; DRAKE, N. B.; KURTZ, B. K.; CRAWFORD, D. A. *et al.* High-Intensity Functional Training Guided by Individualized Heart Rate Variability Results in Similar Health and Fitness Improvements as Predetermined Training with Less Effort. **Journal of Functional Morphology and Kinesiology**, v.6, n. 4, p. 102-102, 2021.
- DIAS, M. R.; VIEIRA, J. G.; PISSOLATO, J. C.; HEINRICH, K. M. *et al.* Training load through heart rate and perceived exertion during crossfit®. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v.28, n. 4, p. 315-319, 2022.
- Diretrizes do ACMS para os testes de esforço e sua prescrição. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2016.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A.-G.; BUCHNER, A. G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior Research Methods**, v.39, n. 2, p. 175-191, 2007.

FEITO, Y.; HEINRICH, K.; BUTCHER, S.; POSTON, W. High-Intensity Functional Training (HIFT): Definition and Research Implications for Improved Fitness. **Sports**, v.6, n. 3, p. 76-76, 2018.

GABBETT, T. J. The training—injury prevention paradox: should athletes be training smarter and harder **British Journal of Sports Medicine**, v.50, n. 5, p. 273-280, 2016.

GANDEVIA, S. C. Spinal and Supraspinal Factors in Human Muscle Fatigue. **Physiological Reviews**, v.81, n. 4, p. 1725-1789, 2001.

GARBER, C. E.; BLISSMER, B.; DESCHENES, M. R.; FRANKLIN, B. A.; LAMONTE, M. J.; LEE, I-Min; NIEMAN, D. C.; SWAIN, D. P. Quantity and Quality of Exercise for Developing and Maintaining Cardiorespiratory, Musculoskeletal, and Neuromotor Fitness in Apparently Healthy Adults. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, 43, n. 7, p. 1334-1359, 2011.

GISSELMAN, A. S.; BAXTER, G. D.; WRIGHT, A.; HEGEDUS, E. *et al.* Musculoskeletal overuse injuries and heart rate variability: Is there a link? **Medical Hypotheses**, v.87, p. 1-7, 2016.

GOMES, J. H.; MENDES, R. R.; FRANCA, C. S.; DA SILVA-GRIGOLETTO, M. E. *et al.* Acute leucocyte, muscle damage, and stress marker responses to high-intensity functional training. **PLOS ONE**, v.15, n. 12, p. e0243276-e0243276, 2020.

GLASSMAN, G. What is fitness. **CrossFit Journal**, p. 1-11, 2002.

HALSON, S. L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. **Sports Medicine**, v.44, n. S2, p. 139-147, 2014.

HISCOCK, D. J.; DAWSON, B.; CLARKE, M.; PEELING, P. Can changes in resistance exercise workload influence internal load, countermovement jump performance and the endocrine response? **Journal of Sports Sciences**, v.36, n. 2, p. 191-197, 2018.

HULIN, B. T.; GABBETT, T. J.; LAWSON, D. W.; CAPUTI, P. *et al.* The acute:chronic workload ratio predicts injury: high chronic workload may decrease injury risk in elite rugby league players. **British Journal of Sports Medicine**, v.50, n. 4, p. 231-236, 2016.

HYATT, J. P.; CLARKSON, P. M. Creatine kinase release and clearance using MM variants following repeated bouts of eccentric exercise. **Medicine and science in sports and exercise**, v.30, n. 7, p. 1059-1065, 1998.

KAJAIA, T.; MASKHULIA, L.; CHELIDZE, K.; AKHALKATSI, V. *et al.* THE EFFECTS OF NON-FUNCTIONAL OVERREACHING AND OVERTRAINING ON AUTONOMIC

NERVOUS SYSTEM FUNCTION IN HIGHLY TRAINED ATHLETES. **Georgian medical news**, n. 264, p. 97-103, 2017.

KLISZCZEWICZ, B.; JOHN, Q. C.; DANIEL, B. L.; GRETCHEN, O. D. *et al.* Acute Exercise and Oxidative Stress: CrossFit™ vs. Treadmill Bout. **Journal of Human Kinetics**, v.47, n. 1, p. 81-90, 2015.

KLISZCZEWICZ, B.; WILLIAMSON, C.; BECHKE, E.; MCKENZIE, M. *et al.* Autonomic response to a short and long bout of high-intensity functional training. **Journal of Sports Sciences**, v.36, n. 16, p. 1872-1879, 2018.

KLISZCZEWICZ, B. M.; ESCO, M. R.; QUINDRY, J. C.; BLESSING, D. L. *et al.* Autonomic Responses to an Acute Bout of High-Intensity Body Weight Resistance Exercise vs. Treadmill Running. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.30, n. 4, p. 1050-1058, 2016.

LIMA-BORGES, D. S.; MARTINEZ, P. F.; VANDERLEI, L. C. M.; BARBOSA, F. S. S. *et al.* Autonomic modulations of heart rate variability are associated with sports injury incidence in sprint swimmers. **The Physician and Sportsmedicine**, v.46, n. 3, p. 374-384, 2018.

MALIK, M.; CAMM, A. J. Heart rate variability. **Clinical Cardiology**, v.13, n. 8, p. 570-576, 1990.

MANGINE, G. T.; KLISZCZEWICZ, B. M.; BOONE, J. B.; WILLIAMSON-REISDORPH, C. M.; BECHKE, E. E.. Pre-Anticipatory Anxiety and Autonomic Nervous System Response to Two Unique Fitness Competition Workouts. **Sports**, v.7, n. 9, p. 199, 2019.

MATÉ-MUÑOZ, J. L.; LOUGEDO, J. H.; BARBA, M.; GARCÍA-FERNÁNDEZ, P. *et al.* Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PLOS ONE**, v.12, n. 7, p. e0181855-e0181855, 2017.

MCARDLE, William D. Fisiologia do exercício: nutrição, energia e desempenho humano. 7ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2011.

MCLELLAN, C. P.; LOVELL, D. I.; GASS, G. C. The Role of Rate of Force Development on Vertical Jump Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n. 2, p. 379-385, 2011.

MEIER, N.; SCHLIE, J.; SCHMIDT, A. CrossFit®: 'Unknowable' or Predictable?—A Systematic Review on Predictors of CrossFit® Performance. **Sports**, v.11, n. 6, p. 112-112, 2023.

MENEGHETTI, H. G.; SOUZA, G. C. D.; SANTOS, J. G. F.; MORALES, M. D. S. B. *et al.* O uso da análise da variabilidade da frequência cardíaca no monitoramento de lesões esportivas e sua influência sobre o balanço autonômico: uma revisão sistemática. **Fisioterapia e Pesquisa**, v.28, n. 3, p. 291-298, 2021.

MENEZES-REIS, R.; BEIRIGO, E. K.; MACIEL, T. D. S.; DE SOUZA BORGES, N. C. *et al.* Functional capacity and risk of injury in CrossFit practitioners measured through smartphone apps. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. ?, p. ?, 2024.

MEYER, J.; MORRISON, J.; ZUNIGA, J. The Benefits and Risks of CrossFit: A Systematic Review. **Workplace Health & Safety**, v.65, n. 12, p. 612-618, 2017.

PAINE, J.; UPTGRAFT, J.; WYLIE, R. CrossFit study. **Command and General Staff College**, p. 1-34, 2010.

PAULSEN, G.; MIKKELSEN, U. R.; RAASTAD, T.; PEAKE, J. M. Leucocytes, cytokines and satellite cells: what role do they play in muscle damage and regeneration following eccentric exercise? **Exercise immunology review**, v.18, p. 42-97, 2012.

RODACKI, A. L.; FOWLER, N. E.; BENNETT, S. J. Vertical jump coordination: fatigue effects. **Medicine Science Sports Exercise**, v.34, n. 1, p. 105-116, 2002.

SANTOS, C. A. F.; AMIRATO, G. R.; JACINTO, A. F.; PEDROSA, A. V. *et al.* Vertical Jump Tests: A Safe Instrument to Improve the Accuracy of the Functional Capacity Assessment in Robust Older Women. **Healthcare**, v.10, n. 2, p. 323-323, 2022.

SOUSA NETO, I. V. D.; SOUSA, N. M. F. D.; NETO, F. R.; FALK NETO, J. H. *et al.* Time Course of Recovery Following CrossFit® Karen Benchmark Workout in Trained Men. **Frontiers in Physiology**, v.13, 2022.

SPADA, T. C.; SILVA, J. M. R. D.; FRANCISCO, L. S.; MARÇAL, L. J. *et al.* High intensity resistance training causes muscle damage and increases biomarkers of acute kidney injury in healthy individuals. **PLOS ONE**, v.13, n. 11, p. 205-791, 2018.

STANLEY, J.; PEAKE, J. M.; BUCHHEIT, M. Cardiac Parasympathetic Reactivation Following Exercise: Implications for Training Prescription. **Sports Medicine**, v.43, n. 12, p. 1259-1277, 2013.

TARVAINEN, M. P.; RANTA-AHO, P. O.; KARJALAINEN, P. A. An advanced detrending method with application to HRV analysis. **IEEE Transactions on Biomedical Engineering**, v.49, n. 2, p. 172-175, 2002.

TASK FORCE. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation and clinical use. Task Force of the European Society of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. **Circulation**, v.93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. Métodos de pesquisa em atividade física. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

TIBANA, R.; SOUSA, N.; CUNHA, G.; PRESTES, J. *et al.* Exertional Rhabdomyolysis after an Extreme Conditioning Competition: A Case Report. **Sports**, v.6, n. 2, p. 40-40, 2018.

TIBANA, R. A.; ALMEIDA, L. M.; PRESTES, J. Crossfit® Riscos ou Benefícios? O que Sabemos até o Momento? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.23, n. 1, p. 182-185, 2015.

TIBANA, R. A.; DE ALMEIDA, L. M.; FRADE DE SOUSA, N. M.; NASCIMENTO, D. D. C. *et al.* Two Consecutive Days of Extreme Conditioning Program Training Affects Pro and Anti-inflammatory Cytokines and Osteoprotegerin without Impairments in Muscle Power. **Frontiers in Physiology**, 7, 2016.

TIBANA, R. A.; SOUSA, N. M. F. D.; PRESTES, J.; FEITO, Y. *et al.* Monitoring Training Load, Well-Being, Heart Rate Variability, and Competitive Performance of a Functional-Fitness Female Athlete: A Case Study. **Sports**, v.7, n. 2, p. 35-35, 2019.

TIMÓN, R.; OLCINA, G.; CAMACHO-CARDEÑOSA, M.; CAMACHO-CARDENOSA, A. *et al.* 48-hour recovery of biochemical parameters and physical performance after two modalities of CrossFit workouts. **Biology of Sport**, v.36, n. 3, p. 283-289, 2019.

TOLEDO, R.; DIAS, M. R.; SOUZA, D.; SOARES, R. *et al.* Joint and muscle injuries in men and women CrossFit® training participants. **The Physician and Sportsmedicine**, v.50, n. 3, p. 205-211, 2022.

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

WATKINS, C. M.; BARILLAS, S. R.; WONG, M. A.; ARCHER, D. C. *et al.* Determination of Vertical Jump as a Measure of Neuromuscular Readiness and Fatigue. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.31, n. 12, p. 3305-3310, 2017.

WILLIAMS, S.; BOOTON, T.; WATSON, M.; ROWLAND, D. *et al.* Heart Rate Variability is a Moderating Factor in the Workload-Injury Relationship of Competitive CrossFit™ Athletes. **Journal of sports science & medicine**, v.16, n. 4, p. 443-449, 2017.

WINDT, J; ZUMBO, D; SPORER, B; MACDONALD, K; GABBETT, J. Why do workload spikes cause injuries, and which athletes are at higher risk? Mediators and moderators in workload–injury investigations. **British Journal Of Sports Medicine**, v.51, n. 13, p. 993-994, 2017

ANEXO I



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Gostaríamos de convidar você a participar como voluntário(a) da pesquisa EFEITOS AGUDOS DE UM TREINO CURTO E LONGO DE CROSSFIT® SOBRE A CREATINAQUINASE, CONTROLE AUTONÔMICO E FADIGA MUSCULAR. O motivo que nos leva a realizar esta pesquisa é saber as respostas do organismo em relação aos diferentes treinos realizados no CrossFit®. Nesta pesquisa pretendemos avaliar o efeito das diferentes sessões de treinamento sobre a prontidão esportiva e os marcadores fisiológicos no decorrer do tempo. Para tanto, pedimos a sua autorização para a coleta, o armazenamento, a utilização e o descarte de amostras sanguíneas, que será utilizado exclusivamente neste projeto de pesquisa.

Caso você concorde em participar, vamos fazer as seguintes atividades com você: As sessões de treino serão duas, sendo uma curta (*Fran*) e outra longa (*Cindy*). A variabilidade da frequência cardíaca será coletada com o dispositivo POLAR® modelo: V800. A creatinaquinase será coletada amostras de 5 ml de sangue da veia do antebraço. A altura do salto vertical será coletada usando a plataforma *Jump System NewFit*, da marca Cefise®, todas as variáveis mencionadas serão coletadas antes de cada treino, imediatamente após, 24, 48 horas após, respectivamente. Esse procedimento se repetirá em cinco dias consecutivos. Ressalvo que, todas amostras de sangue ficarão guardadas no laboratório NEOLAB laboratório de Análises Clínicas, e após utilização, será descartado Conforme a Resolução da Diretoria Colegiada, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária/ANVISA RESOLUÇÃO - RDC Nº 222, DE 28 DE MARÇO DE 2018. Cabe ressaltar que não poderão ser utilizados esteroide anabolizante, bebida alcoólica, cafeína ou quaisquer suplementos que estimulem o sistema cardiovascular e substâncias que auxiliem na recuperação após os treinos durante o período da pesquisa. A pesquisa pode apresentar riscos, tontura, náuseas durante o treino, dor muscular tardia natural do exercício físico e lesões mioarticulares. Porém, para minimizar o risco e aumentar sua proteção, você deverá seguir as orientações técnicas cedidas pelos profissionais a frente dessa pesquisa, além disso para diminuir desconfortos gástricos e fraquezas, o nutricionista disponível nessas pesquisas dará orientações de como se alimentar adequadamente antes do treino. A pesquisa beneficiará toda a comunidade (profissionais de educação, praticantes e profissionais relacionados a área da saúde e do esporte) fornecendo informações de alta qualidade, maximizando a *performance* esportiva e minimizando os riscos de se praticar CrossFit®.

Para participar deste estudo você não vai ter nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Apesar disso, se você tiver algum dano por causas das atividades que faremos com você nesta pesquisa, você tem direito a buscar indenização. Você terá todas as informações que quiser sobre esta pesquisa e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Mesmo que você queira participar agora, você pode voltar atrás ou parar de participar a qualquer momento. Pode retirar o consentimento de guarda e utilização das amostras de sangue, valendo a desistência a partir da data de formalização desta. A sua participação é voluntária e o fato de não querer participar não vai trazer qualquer penalidade ou mudança na forma em que você está sendo atendido(a). O pesquisador não vai divulgar seu nome. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. Seu

nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. Você não será identificado (a) em nenhuma publicação que possa resultar.

Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável e a outra será fornecida a você. Os dados coletados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 (cinco) anos. Decorrido este tempo, o pesquisador avaliará os documentos com para a sua destinação final, de acordo com a legislação vigente. Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo, atendendo as legislações brasileiras (Resoluções N°466/12 e N°441/11 e a portaria 2.2011 do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares), utilizando as informações somente para os fins acadêmicos e científicos.

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

Juiz de Fora, _____ de _____ de 2023.

Assinado Participante

Assinado(a) Pesquisador(a)

Nome do Pesquisador Responsável: Ramon Wilson Marcos Toledo
Campus Universitário da UFJF
Faculdade/Departamento/Instituto: Faculdade de Educação Física e Desportos
CEP: 36036-900
Fone: (32) 98853-0207
E-mail: ramoncs2@hotmail.com

Rubricado Participante de pesquisa ou responsável: _____ Rubricado pesquisador: _____
--

O CEP avalia protocolos de pesquisa que envolvem seres humanos, realizando um trabalho cooperativo que visa, especialmente, à proteção dos participantes de pesquisa do Brasil.

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

:

CEP-Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos – UFJF
Campus Universitário da UFJF
Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa - CEP: 36036-900
Fone: (32) 2102-3788 / E-mail: cep.propp@uff.edu.br

ANEXO II
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

TítulodaPesquisa: EFEITOS AGUDOS DE UM TREINO CURTOE LONGO CROSSFIT® SOBRE A CREATINAQUINASE, CONTROLE AUTÔNOMICO E FADIGA MUSCULAR

Pesquisador:RAMON WILSON MARCOS TOLEDO

Versão:2

CAAE:58502222.6.0000.5147

Instituição Proponente:Faculdade de Educação Física

Número do Parecer:5.555.252

Tipo Documento	Arquivo	Autor	Situação
Informações básicas do projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1938942.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Projeto detalhado / Brochura	Projeto_CEP_RAMON_2022_CORRECAO.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Anamnese_ANEXO_2.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Lattes_RonamToledo.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Apendice_III.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Lattes_Ramon.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Lattes_Joao_Guilherme.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	ANEXO_I.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Lattes_Marcelo.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Outros	Lattes_Jeferson.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de ausência	TCLE_Ramon.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO_CEP_RAMON.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Declaração de instituição e infraestrutura	DECLERACAO_CFJF.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Declaração de instituição e infraestrutura	DECLARACAO_NEO_LAB.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito
Declaração de manuseio de material biológico /biorespiratório /biobanco	DECLARACAO_BIO.pdf	RAMON W. M. TOLEDO	Aceito

Situação do Parecer:Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:Não

JUIZ DE FORA, 01 de agosto de 2022