

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SAGRADO CORAÇÃO

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR E
ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS FLEXORES E EXTENSORES DE
JOELHO NA PREDIÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE *CROSSFIT*®**

BAURU

2022

LUIS GUSTAVO LIZI JORGE

**ANÁLISE DA CAPACIDADE DA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR E
ELETROMIOGRAFIA DOS MÚSCULOS FLEXORES E EXTENSORES DE
JOELHO NA PREDIÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE *CROSSFIT*®**

Monografia apresentada como parte dos
requisitos para a finalização do projeto de
Iniciação Científica – Centro
Universitário do Sagrado Coração.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Nise Ribeiro
Marques

Coorientador: Prof. M.e. Gabriel Paglioni
Garcia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

J82a	<p>Jorge, Luis Gustavo Lizi</p> <p>Análise da capacidade da avaliação da força muscular e eletromiografia dos músculos flexores e extensores de joelho na predição de lesões em atletas de Crossfit® / Luis Gustavo Lizi Jorge. -- 2022. 35f. : il.</p> <p>Orientadora: Prof.^a Dra. Nise Ribeiro Marques Coorientador: Prof. M.e Gabriel Paglioni Garcia</p> <p>Monografia (Iniciação Científica em Fisioterapia) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP</p> <p>1. Força Muscular. 2. Joelho. 3. Lesões. 4. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade. I. Marques, Nise Ribeiro. II. Garcia, Gabriel Paglioni. III. Título.</p>
------	--

Dedico este trabalho aos meus pais e
meu querido avô.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, por ter me abençoado a cada passo que dei durante a graduação.

Agradeço aos meus pais por, mesmo diante de todas as dificuldades que enfrentamos, não mediram esforços para que eu pudesse realizar mais esse sonho.

Agradeço a Prof.^a Nise por me aceitar em seu grupo de estudos e pesquisa, e por toda a paciência em 5 anos de orientação com 2 iniciações científicas e, agora, 1 trabalho de conclusão do curso.

Aos meus amigos Marcos Domingues e Stephani Ribeiro por caminharem lado a lado comigo, por sempre demonstrarem apoio, mesmo naqueles momentos que achei que nada daria certo, vocês continuaram comigo e não me abandonaram. Sempre deixo claro a vocês o quanto são importantes na minha vida.

Um agradecimento mais que especial a todos os professores por todos esses 5 anos transmitindo todos os seus conhecimentos para que quando finalizarmos nossa graduação, possamos desempenhar com maestria e confiança tudo o que foi aprendido.

Agradeço, também, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

Introdução: O *CrossFit*[®] é uma modalidade esportiva que vem ganhando grande alcance de praticantes no Brasil e no mundo. Os exercícios presentes na sua prática envolvem diversas habilidades de seu praticante, como geração de força, tanto de membros superiores como de inferiores, condicionamento aeróbico, entre outras. Por conta do aumento no número de praticante estar em ascensão, isto acarreta na importância do entendimento acerca da prevalência e do risco de lesões durante a prática. Uma das regiões mais acometidas por lesões no *CrossFit*[®] é o joelho. Contudo, ainda não há informações acerca dos fatores biomecânicos que predispõe atletas de *CrossFit*[®] há um maior risco de lesões. **Objetivos:** Identificar a viabilidade do uso de parâmetros cinéticos dos flexores e extensores de joelho (torque e taxa de desenvolvimento de força) na predição de lesões em atletas de Crossfit; e identificar a viabilidade do uso de parâmetros de comportamento motor (tempo de ativação e tempo motor) dos músculos do quadríceps na predição de lesões em atletas de Crossfit. **Métodos:** Participaram deste estudo 19 indivíduos com idade entre 18 e 55 anos, de ambos os sexos, praticantes de *CrossFit*[®]. Para a coleta de dados, inicialmente, os participantes preencheram uma ficha de anamnese, realizaram uma avaliação física por meio de testes clínicos em membro inferior (joelho). Em seguida, os voluntários foram posicionados em uma cadeira, com o quadril e os joelhos flexionados a 90°, onde foram realizadas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM's) de extensão do joelho. Os sinais eletromiográficos (EMG) foram coletados sobre os músculos vasto medial, vasto lateral e bíceps femoral, durante as CIVM's. Três CIVM's foram realizadas por 5 segundos, com um intervalo de 30 segundos entre cada contração. O histórico de lesões dos praticantes de *CrossFit*[®] foi coletado na avaliação inicial e seis meses depois desta. **Resultados e Conclusão:** Nenhuma das variáveis foi capaz de prever lesões em atletas de *CrossFit*[®].

Palavras-chave: Força Muscular. Joelho. Lesões. Treinamento Intervalado de Alta Intensidade.

ABSTRACT

Introduction: CrossFit® is a sport that has been gaining wide reach among practitioners in Brazil and worldwide. The exercises present in its practice involve several skills of its practitioner, such as strength generation, both upper and lower limbs, aerobic conditioning, among others. Due to the increase in the number of practitioners being on the rise, this leads to the importance of understanding the prevalence and risk of injuries during practice. One of the regions most affected by injuries in CrossFit® is the knee. However, there is still no information about the biomechanical factors that predispose CrossFit® athletes to an increased risk of injury. **Objectives:** To identify the feasibility of using kinetic parameters of knee flexors and extensors (torque and rate of force development) to predict injuries in Crossfit athletes; and to identify the feasibility of using parameters of motor behavior (activation time and motor time) of the quadriceps muscles in the prediction of injuries in Crossfit athletes. **Methods:** Participated in this study 19 individuals aged between 18 and 55 years, of both sexes, CrossFit® practitioners. For data collection, initially, the participants filled out an anamnesis form, performed a physical evaluation through clinical tests on the lower limb (knee). Then, the volunteers were positioned in a chair, with the hips and knees flexed at 90°, where maximal voluntary isometric contractions (MVIC's) of knee extension were performed. Electromyographic signals (EMG) were collected over the vastus medialis, vastus lateralis and biceps femoris muscles during MVICs. Three MVICs were performed for 5 seconds, with an interval of 30 seconds between each contraction. The injury history of CrossFit® practitioners was collected at baseline and six months thereafter. **Results and Conclusion:** None of the variables was able to predict injuries in CrossFit® athletes.

Keywords: Muscle Strength. Knee. injuries. High Intensity Interval Training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma dos procedimentos para coleta de dados.	18
Figura 2 - Posicionamento para o teste de força e potência dos flexores e extensores de joelho.	19
Figura 3 – (A) Posicionamento dos eletrodos para vasto medial; (B) Posicionamento dos eletrodos para vasto lateral; (C) Posicionamento dos eletrodos para bíceps femoral. ...	20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características etárias, composição corporal e perfil de treinamento. 21

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2.1. PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO ARTICULAR DO JOELHO	13
2.2. CONTROLE MOTOR E ESTABILIDADE	13
2.3. AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA	13
2.3.1 – O que é a Avaliação Eletromiográfica	13
2.3.2 – Quais as variáveis analisadas	14
2.3.3 – Ativação Muscular x Controle Motor	14
2.4. CROSSFIT®	14
3. JUSTIFICATIVA	16
4. OBJETIVOS	17
5. MÉTODOS	18
5.1. DESENHO EXPERIMENTAL E AMOSTRA	18
5.2. PROCEDIMENTOS	18
5.2.1 Avaliação da força muscular dos músculos flexores e extensores do joelho - Célula de carga (Inline, Noraxon®)	19
5.2.2 Eletromiografia	19
5.3. ANÁLISE DE DADOS	20
6. RESULTADOS	21
7. DISCUSSÃO	21
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS	24
APÊNDICES	28
APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	28
APÊNDICE II – Ficha de Anamnese e Avaliação Física	31
APÊNDICE III – Questionário sobre lesões – Plataforma Google Formulários	32
ANEXOS	34
ANEXO I – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa	34

1. INTRODUÇÃO

A modalidade esportiva *CrossFit*[®] vem ganhando enorme popularidade nos últimos anos não só no Brasil, mas também no mundo inteiro. Sua prática consiste em um conjunto de habilidade envolvendo a participação das mais diversas articulações do corpo humano, sendo tanto de membro superiores (ombro, cotovelo, punho e mão) como de membros inferiores (quadril, joelho, tornozelo), para a geração de força, além de exigir também do praticante um bom condicionamento aeróbio e flexibilidade. A prática desse esporte pode ser feita para todos os tipos de público desde pessoas, que buscam uma melhor qualidade de vida até a performance esportiva (DEXHEIMER et al., 2017).

Devido ao aumento do número de praticantes, cerca de, aproximadamente, 17.000 *box* (local de treino) no mundo. Desses, aproximadamente, 5% se localizam no Brasil, a prevalência de lesões neste esporte têm sido alvo de investigações (DOMINSKI et al., 2019). Essas pesquisas têm demonstrado um crescente número de lesões, associadas a alta intensidade de carga, que é estimulada na prática deste esporte. De acordo com estes estudos as regiões mais acometidas por lesões no *CrossFit*[®] são o ombro (22,6%), a região lombar (12,9%) e o joelho (16,1%; MONTALVO et al., 2017; WAGENER et al., 2020).

Em relação a região anatômica do joelho, esta articulação é formada por quatro estruturas diferentes: o fêmur, a tíbia, a fíbula e a patela. Para prover estabilidade nessa articulação é considerada a ação dos músculos: isquiotibiais, que são os principais músculos de geração de força e potência na flexão do joelho e também impedindo que haja a hiperextensão do joelho, e o quadríceps, que é o principal músculo gerador de força e potência na extensão do joelho. Além da ação muscular, os ligamentos também promovem estabilidade articular, tais como: o ligamento cruzado anterior (LCA), que estabiliza a tíbia contra o movimento de translação anterior e movimentos rotacionais; o ligamento cruzado posterior (LCP), que evita a translação posterior da tíbia. Além desses ligamentos, deve-se considerar outra estrutura importantíssima no joelho, os meniscos, que diminuem a sobrecarga e aumentam a congruência articular (TRILHA JUNIOR et al, 2009; RODRIGUES, 2013)

No *CrossFit*[®], a associação entre força e potência muscular é de grande importância, pois determinados movimentos realizados, exigem que o praticante precise gerar um nível de potência alto. Assim, quanto mais forte o praticante e o movimento executado, maiores serão os níveis de potência realizados. Por isso, se deve considerar que a razão

isquiotibiais/quadríceps, pode ser uma condição biomecânica relevante, para neutralizar a força de translação anterior da tíbia exercida pelo quadríceps. Desse modo, possivelmente, qualquer desequilíbrio, de força ou potência, nesses grupamentos musculares pode trazer um maior risco de lesões (TIBANA et al., 2015; RODRIGUES, 2013).

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. PROCESSO DE ESTABILIZAÇÃO ARTICULAR DO JOELHO

É sabido que a articulação do joelho é uma das mais complexas do corpo humano. (SOUZA et al., 2017). A composição óssea dessa articulação se dá pelo fêmur, pela patela, pela tíbia e pela fíbula. A estabilização é realizada a partir dos ligamentos cruzados (anterior e posterior), colaterais (mediais e laterais) e os meniscos. As estruturas musculares, também, desempenham papel fundamental para essa estabilização. Quando analisamos a relação quadríceps e isquiotibiais, podemos pensar na relação de co-contracção, ou seja, quando existe a contracção da musculatura do quadríceps, essa contracção irá fazer com que a tíbia se desloque anteriormente, em contramão, a acção de co-contracção dos isquiotibiais irá fazer com que a tíbia se desloque posteriormente. Essas acções fazem com que, junto com os ligamentos (estabilização passiva), a articulação do joelho fique estável (estabilização ativa) durante a realização dos movimentos. É importante pensarmos que uma diferença do nível de força desses grupamentos musculares, pode fazer com que o indivíduo esteja suscetível a lesões. (VESCIA, 2020; CAVANELLAS, 2018)

2.2. CONTROLE MOTOR E ESTABILIDADE

Quando comparamos os conceitos de Controle Motor e a Estabilidade pensamos em formas de se prevenir lesões. Um componente, importantíssimo, que podemos pensar é a *propriocepção* que faz com que as informações que acontecem nos tecidos, nos tendões, nos músculos, nas articulações, de forma aferente, sejam encaminhadas até o Sistema Nervoso Central (SNC) para que ali sejam processadas e realizadas as respostas reflexas, contribuindo para um controle postural, uma estabilidade articular e para diversas sensações. Essas informações proprioceptivas são captadas nos receptores musculares e tendíneos, nos chamados fusos musculares e nos órgãos tendinosos de golgi, presentes, por exemplo, nos ligamentos e meniscos. (LEPORACE et al., 2009).

2.3. AVALIAÇÃO ELETROMIOGRÁFICA

2.3.1 – O que é a Avaliação Eletromiográfica

A avaliação eletromiográfica, ou eletromiografia, é um recurso utilizado dentro da biomecânica capaz de observar o desenvolvimento, o registro e a análise dos chamados

sinais mioelétricos dos músculos. Olhando, principalmente, a avaliação eletromiográfica relacionada a Cinesiologia, ela tem como principal objetivo realizar a captação e análise da ativação neuromuscular voluntária, sendo realizadas tarefas posturais, condições relacionadas ao trabalho, tratamentos, movimento considerados funcionais. (KONRAD, 2005).

Em alguma determinada atividade, a eletromiografia consegue nos fornecer dados acerca dos processos neuromusculares e fisiológicos que estão sendo realizados por determinada musculatura. A quantidade e a qualidade são alguns parâmetros que podem ser analisados na ativação muscular. (SILVA et al., 2018).

2.3.2 – Quais as variáveis analisadas

É importante nós entendermos que a avaliação eletromiográfica não tem a capacidade de quantificar a força de algum determinado músculo. Então, pensando nisso, quando realizamos esta avaliação, estamos na verdade observando se esse músculo, ou essa musculatura está ativa, se quando comparadas situações (lados direito e esquerdo; pré-pós) existam desequilíbrios relacionados a maior ou menor ativação, quando a musculatura irá ativar ou relaxar, o quanto está ativo e seu comportamento quando exposto a condição de fadiga. (KONRAD, 2005).

2.3.3 – Ativação Muscular x Controle Motor

A ativação muscular é dada como um “feedback” mediante a possíveis sobrecargas causadas nas articulações. Quando relacionamos ao controle motor e, mais ainda, a propriocepção, quando sofremos alguma perturbação, os mecanorreceptores serão responsáveis pela condução das informações a partir de vias aferentes até o SNC, onde lá serão realizadas programações acerca da ativação muscular que será necessária para a estabilização de determinada articulação. (LEPORACE et al., 2009).

2.4. CROSSFIT®

O *CrossFit*® é um esporte em que houve uma crescente significativa entre seus praticantes. O Brasil é o segundo país no mundo com o maior número de “boxes” de treinamento, 1055, perdendo apenas para o país de origem do esporte, os Estados Unidos com 7.314. (DOMINKSI et al., 2019).

No *CrossFit*®, o praticante é submetido a diferentes tipos movimentos e condições com seu corpo. Os exercícios podem ser divididos quatro diferentes categorias: exercícios

de condicionamento aeróbico com corridas, remos, bicicletas; exercícios de levantamento olímpico como o *snatch*, o *clean* e o *jerk*; exercícios de levantamento de peso como o agachamento, o levantamento terra, supino, entre outros; e os exercícios/movimentos ginásticos que podem ser utilizadas barras, argolas, cordas, exercícios como o burpee e o mergulho. (LICHTENSTEIN; JENSEN, 2016; XAVIER; LOPES, 2017; SUMMITT et al., 2016).

Quando falamos no aumento da prática esportiva, precisamos olhar, também, ao aumento no número de lesões. WAGENER et al. (2020) e LOPES et al. (2018), nos mostram que são diferentes as áreas do corpo que apresentam números elevados de lesões, sendo que o ombro possui uma incidência de lesão de 39%, a articulação do joelho com 25%, cotovelo e punho com 12% e 11%, respectivamente.

3. JUSTIFICATIVA

Dessa forma, investigações que foquem no entendimento da etiologia de lesões no *CrossFit*[®] são relevantes para direcionar intervenções que diminuam o risco de lesões em atletas de *CrossFit*[®].

4. OBJETIVOS

- Identificar a viabilidade do uso de parâmetros cinéticos dos flexores e extensores de joelho (torque e taxa de desenvolvimento de força) na predição de lesões em atletas de *CrossFit*®;

- Identificar a viabilidade do uso de parâmetros de comportamento motor (tempo de ativação e tempo motor) dos músculos do quadríceps e isquiotibiais na predição de lesões em atletas de *CrossFit*®.

5. MÉTODOS

5.1. DESENHO EXPERIMENTAL E AMOSTRA

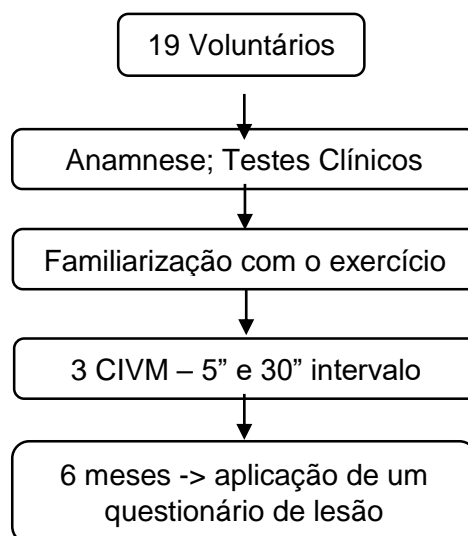
O presente estudo trata-se de um estudo longitudinal de coorte no qual foi observado lesões no joelho em atleta de *CrossFit*[®], utilizando parâmetros cinéticos e de comportamento motor, sendo que após 6 (seis) meses foi aplicado um questionário para a verificação de presença ou não de alguma lesão.

Participaram deste estudo 19 indivíduos, com idade entre 18 e 55 anos de ambos os sexos, praticantes de *CrossFit*[®]. Os critérios de elegibilidade foram: possuir rotina de treinamento regular; não possuir lesão em membro inferior nos três meses prévios ao estudo; não apresentar instabilidade ligamentar ou sinal clínico de lesão meniscal. Todos os voluntários assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (APÊNDICE I) e este estudo foi submetido e aprovado em comitê de ética e pesquisa local. (PARECER: 4.624.788; ANEXO I)

5.2. PROCEDIMENTOS

Os voluntários da pesquisa preencheram uma ficha de anamnese (APÊNDICE II), logo após passaram por uma avaliação de testes clínicos em membro inferior, mais especificamente, em joelho. Em seguida, fizeram as familiarizações dos movimentos e, depois, o teste se iniciou com as contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM). Na avaliação inicial e seis meses depois desta foram coletados o histórico de lesões dos participantes.

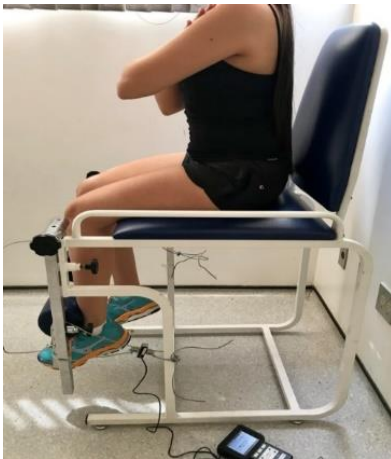
Figura 1 - Fluxograma dos procedimentos para coleta de dados.



5.2.1 Avaliação da força muscular dos músculos flexores e extensores do joelho - Célula de carga (Inline, Noraxon®)

Os voluntários foram posicionados em uma cadeira, com o quadril e os joelhos flexionados a 90°, onde foram realizadas contrações isométricas voluntárias máximas (CIVM's) de extensão do joelho (FIGURA 2). Três CIVM's, foram realizadas por 5 segundos, com um intervalo de 30 segundos entre cada contração.

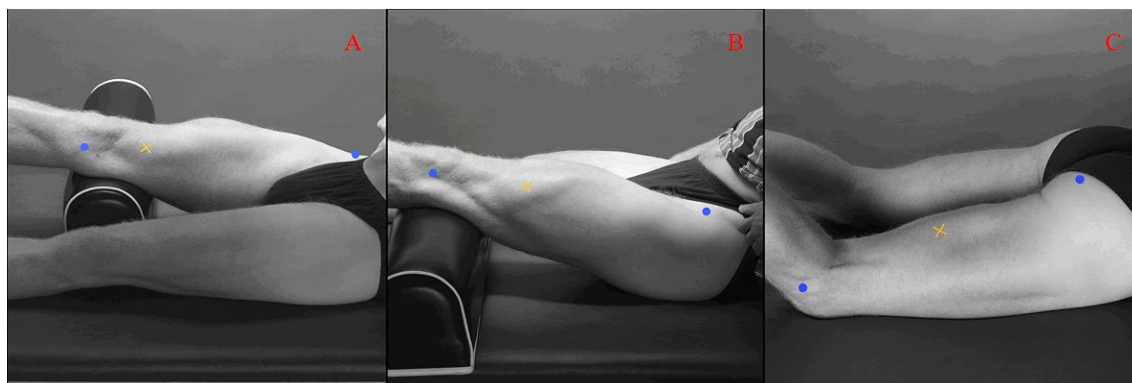
Figura 2 - Posicionamento para o teste de força e potência dos flexores e extensores de joelho.



5.2.2 Eletromiografia

Os sinais de eletromiografia (EMG) foram coletados sobre os músculos extensores do joelho, vasto medial (VM) e vasto lateral (VL), pertencentes ao grupamento muscular quadríceps, e no músculo flexor de joelho, bíceps femoral (BF), pertencente ao grupamento muscular isquiotibiais. Os dados foram coletados a partir de um módulo de aquisição de sinais biológicos (Myotrace, Noraxon®, Phoenix, EUA). Os sinais adquiridos pela EMG foram coletados com uma frequência de amostragem de 1.000Hz, com um modo de rejeição comum de 90 dB e com um ganho total de 2.000. Para a captação desses sinais de EMG foram utilizados eletrodos adesivos, descartáveis, com uma área de captação de 1cm² e a distância colocada inter-eletrodos será de 2cm. Os eletrodos foram posicionados sobre os ventres musculares dos músculos VM, VL e BF, de acordo com as recomendações do SENIAM (*Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles*; FIGURA 3).

Figura 3 – (A) Posicionamento dos eletrodos para vasto medial; (B) Posicionamento dos eletrodos para vasto lateral; (C) Posicionamento dos eletrodos para bíceps femoral.



Fonte: SENIAM. **Sensor Locations.** Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acesso em: 9 nov. 2020.

5.3. ANÁLISE DE DADOS

Para análise dos dados de função muscular foram considerados os valores máximos de torque, normalizados pela massa corporal (N.m.kg^{-1}) e o maior coeficiente de inclinação da reta de regressão linear na curva torque versus tempo, nos primeiros 200 ms da CIVM (N.m.s^{-1}).

Os sinais EMG foram processados em rotinas específicas desenvolvidas em ambiente Matlab (Mathworks, Natick, EUA). Um filtro passa-banda de 20-500 Hz, retificação de onda inteira e um filtro passa baixa de 6 Hz foram utilizados para a criação do envoltório linear. A análise dos sinais EMG foi realizada por meio do cálculo do tempo de ativação EMG, do envoltório linear, considerando um aumento de dois desvios padrão do sinal EMG em relação a linha de base, a partir do comando para início do teste.

A curva ROC foi utilizada para determinação do cálculo da sensibilidade, especificidade e limiar de cada parâmetro de função muscular como preditor de lesões em praticantes de *CrossFit*[®]. O nível de significância foi ajustado em $p < 0,05$.

6. RESULTADOS

As características etárias, de composição corporal e perfil de treinamento são descritas na Tabela 1. De acordo com os nossos achados nenhuma das variáveis foi capaz de prever lesões em atletas de *CrossFit*[®] (para CVM, $p = 0,99$; para VM, $p = 0,78$; para VL, $p = 0,52$; e, para BF, $p = 0,04$).

Tabela 1 - Características etárias, composição corporal e perfil de treinamento.

	Grupo COM lesão	Grupo SEM lesão
Idade (anos)	37 ± 9,89	30,6 ± 10,22
Massa (kg)	75 ± 4,24	82,9 ± 13,68
Altura (cm)	172,5 ± 6,36	174,4 ± 9,20
IMC (%)	25,2 ± 0,42	27,1 ± 3,46
Tempo de treino/semana (horas)	6 ± 0	4,8 ± 0,78
Total	2	17

Fonte: Próprio autor.

Legenda: IMC= Índice de Massa Corpórea

7. DISCUSSÃO

O presente estudo apresentou como objetivos: (1) identificar a viabilidade do uso de parâmetros cinéticos dos músculos flexores e extensores de joelho (torque e taxa de desenvolvimento de força) na predição de lesões em atletas de *CrossFit*[®] e (2) identificar a viabilidade do uso de parâmetros de comportamento motor (tempo de ativação e tempo motor) dos músculos do quadríceps e isquiotibiais na predição de lesões em atletas de *CrossFit*[®]. Em contrapartida a hipótese inicial que tínhamos, os resultados nos mostram que nenhuma das variáveis analisadas foram capazes de prever lesões em atletas de *CrossFit*[®].

Um estudo conduzido por VASCONCELOS; DE OLIVEIRA; BEZERRA (2018) nos mostra um olhar interessante do próprio atleta de *CrossFit*[®] acerca dos principais fatores de risco para lesões (dentre elas as dores em geral). Em seus resultados eles obtiveram cinco principais grupos de fatores de risco: o primeiro que nomearam de “erro de treinamento” que englobou técnicas executadas de maneira errada, intensidade de treino, falta de aquecimento, falta de condicionamento, entre outras; o segundo nomeado “mobilidade”; o terceiro “overtraining” que é a situação onde a carga de treinamento está acima do que um corpo pode aguentar e se recuperar; o quarto grupo foi nomeado “fatores comportamentais” que foram citados não respeitar seu limites, não seguir orientação do

instrutor (coach), falta de atenção, de disciplina, entre outras; e o quinto grupo chamado de “outros”.

Ao analisarmos a esfera “biopsicossocial” conseguimos entender diversas formas de como um atleta pode ou não estar suscetível a lesões. Nós temos que pensar em como está o corpo desse atleta (“bio”), como está seu psicológico (“psico”) e como ele está ou como a sociedade está perante ele (“social”). Olhando esses três pontos, conseguimos entender diversas vezes como está o desempenho de determinado atleta.

Em nosso estudo verificamos por meio de um questionário se o atleta possui ou não algum tipo de lesão. Essa forma de coleta pode ser subjetiva, pois, muitas vezes, os atletas podem acabar burlando e mentindo nesses questionários por medo/receio de que precise ficar afastado de seus treinamentos e, se competidor, de suas competições.

Em um estudo feito PUTUKIAN (2016), ele diz que em toda a vida/carreira de um atleta, o surgimento de uma dor descontrolada, pode ser uma porta de entrada para desencadeamento de futuras novas lesões (leves, moderadas ou graves) gerando, até mesmo, doenças psicossociais. Ele nos mostra, também, que esses atletas podem acabar apresentando respostas emocionais para a lesão como: tristeza, irritação, falta de motivação, raiva, frustração, entre outras.

Este estudo aponta como limitações seu “n” amostral baixo (com apenas 19 atletas), a discrepância na comparação entre o “n” amostral do sexo masculino e feminino (maior amostra do sexo masculino), as coletas foram feitas apenas em um dos membros inferiores, impossibilitando que pudesse ser feita a comparação entre os próprios membros dos voluntários. Sendo assim, sugerimos que estudos futuros possam se basear neste e adequar as limitações empregadas a fim de que se possa contribuir para uma melhor perspectiva sobre a predição de lesões no *CrossFit*®.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os achados do presente estudo, dados cinéticos e de comportamento motor não foram capazes de prever lesões em atletas de *Crossfit*®. Por isso, espera-se que estudos futuros possam realizar análises mais aprofundadas a fim de que se possa contribuir para obtenção de dados acerca do esporte e, assim, ajudar na melhora da performance de todos os atletas.

REFERÊNCIAS

BARRANCO-RUIZ, Yaira et al. Prevalence of injuries in exercise programs based on Crossfit®, cross training and high-intensity functional training methodologies: a systematic review. *Journal of human kinetics*, v. 73, p. 251, 2020.

BENGTSSON, Victor; BERGLUND, Lars; AASA, Ulrika. Narrative review of injuries in powerlifting with special reference to their association to the squat, bench press and deadlift. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 4, n. 1, p. e000382, 2018.

BUMANN, Anke; BANZER, Winfried; FLECKENSTEIN, Johannes. Prevalence of Biopsychosocial Factors of Pain in 865 Sports Students of the Dach (Germany, Austria, Switzerland) Region—A Cross-Sectional Survey. *Journal of sports science & medicine*, v. 19, n. 2, p. 323, 2020.

CAVANELLAS, Naasson Trindade et al. Análise comparativa da força do quadríceps e dos isquiotibiais na osteoartrite do joelho antes e após a artroplastia total do joelho: um estudo transversal. *Revista brasileira de ortopedia*, v. 53, p. 158-164, 2018.

CLAUDINO, João Gustavo et al. CrossFit overview: systematic review and meta-analysis. *Sports medicine-open*, v. 4, n. 1, p. 1-14, 2018.

CLAUDINO, João Gustavo et al. Which parameters to use for sleep quality monitoring in team sport athletes? A systematic review and meta-analysis. *BMJ open sport & exercise medicine*, v. 5, n. 1, p. bmjsem-2018-000475, 2019.

CrossFit Affiliate Map. [s.d.]. Disponível em: <<https://map.crossfit.com/>> Acesso em: 06/11/2020.

CROZARA, Luciano Fernandes et al. Motor readiness and joint torque production in lower limbs of older women fallers and non-fallers. *Journal of electromyography and kinesiology*, v. 23, n. 5, p. 1131-1138, 2013.

DA COSTA, Taline Santos et al. CrossFit®: injury prevalence and main risk factors. *Clinics*, v. 74, 2019.

DE ALMEIDA XAVIER, Alan; DA COSTA LOPES, Aírton Martins. Lesões musculoesqueléticas em praticantes de crossfit. *Revista Interdisciplinar Ciências Médicas*, v. 1, n. 1, p. 11-27, 2017.

DOMINSKI, Fábio Hech et al. Perfil de lesões em praticantes de CrossFit: revisão sistemática. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 25, p. 229-239, 2018.

DOMINSKI, Fábio Hech et al. Psychological variables of CrossFit participants: a systematic review. *Sport sciences for health*, v. 17, n. 1, p. 21-41, 2021.

DOMINSKI, Fábio Hech; CASAGRANDE, P. D. O; ANDRADE, Alexandro. O fenômeno Crossfit: análise sobre o número de boxes no Brasil e no Mundo e Modelo de Treinamento e Competição. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*, São Paulo. v.13. n.82. p.271-281. Mar./Abril. 2019. ISSN 1981-9900.

EVERHART, Joshua S. et al. CrossFit-related hip and groin injuries: a case series. *Journal of hip preservation surgery*, v. 7, n. 1, p. 109-115, 2020.

FEITO, Yuri; BURROWS, Evanette K.; TABB, Loni Philip. A 4-year analysis of the incidence of injuries among CrossFit-trained participants. *Orthopaedic journal of sports medicine*, v. 6, n. 10, p. 2325967118803100, 2018.

KONRAD, Peter. The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography, v. 1, n. 2005, p. 30-5, 2005.

LARSEN, Rasmus Tolstrup et al. Injuries in novice participants during an eight-week start up CrossFit program—a prospective cohort study. *Sports*, v. 8, n. 2, p. 21, 2020.

LEPORACE, Gustavo; METSAVAHT, Leonardo; DE MELLO SPOSITO, Maria Matilde. Importância do treinamento da propriocepção e do controle motor na reabilitação após lesões músculo-esqueléticas. *Acta fisiátrica*, v. 16, n. 3, p. 126-131, 2009.

LICHTENSTEIN, Mia Beck; JENSEN, Tanja Tang. Exercise addiction in CrossFit: Prevalence and psychometric properties of the Exercise Addiction Inventory. *Addictive behaviors reports*, v. 3, p. 33-37, 2016.

LOPES, Pedro et al. Lesões osteomioarticulares entre os praticantes de crossfit. *Motricidade*, v. 14, n. 1, 2018.

MEHRAB, Mirwais et al. Injury incidence and patterns among Dutch CrossFit athletes. *Orthopaedic journal of sports medicine*, v. 5, n. 12, p. 2325967117745263, 2017.

MONTALVO, Alicia M. et al. Retrospective injury epidemiology and risk factors for injury in CrossFit. *Journal of sports science & medicine*, v. 16, n. 1, p. 53, 2017.

PUTUKIAN, Margot. The psychological response to injury in student athletes: a narrative review with a focus on mental health. **British Journal of Sports Medicine**, v. 50, n. 3, p. 145-148, 2016.

REEBOK CROSSFIT GAMES. ABOUT THE GAMES. Disponível em: <https://games.crossfit.com/about-the-games>. Acesso em: 23 out. 2020.

RODRIGUES, Ana Carolina de Mello Alves. Análise do desempenho muscular do quadríceps e dos isquiotibiais em função da série temporal e da amplitude de movimento de atletas amadoras de futsal feminino. 2013. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação Física, Campinas, São Paulo. Disponível em:

http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/275093/1/Rodrigues_AnaCarolinadeMelloAlves_M.pdf . Acesso em: 09/11/2020.

SENIAM. Sensor Locations. Disponível em: <http://www.seniam.org/>. Acesso em: 9 nov. 2020.

SILVA, Humberto et al.. ELETROMIOGRAFIA PARA AVALIAÇÃO DA FADIGA MUSCULAR DO VASTO LATERAL DURANTE UM TESTE DE ENDURANCE.. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Eletromiografia e Cinesiologia e X Simpósio de Engenharia Biomédica. Anais...Uberlândia(MG) Center Convention Uberlândia, 2018. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/cobecseb/78963-ELETROMIOGRAFIA-PARA-AVALIACAO-DA-FADIGA-MUSCULAR-DO-VASTO-LATERAL-DURANTE-UM-TESTE-DE-ENDURANCE>>. Acesso em: 14/01/2022

SOUZA, Taffarel Michel Moreira et al. Aspectos biomecânicos do exercício agachamento profundo relacionados à articulação do joelho. *Revista Científica UNIFAGOC-Saúde*, v. 1, n. 2, p. 18-24, 2017.

SPREY, Jan WC et al. An epidemiological profile of CrossFit athletes in Brazil. *Orthopaedic journal of sports medicine*, v. 4, n. 8, p. 2325967116663706, 2016.

SUMMITT, Ryan J. et al. Shoulder injuries in individuals who participate in CrossFit training. *Sports health*, v. 8, n. 6, p. 541-546, 2016.

TIBANA, Ramires Alsamir et al. Relação da força muscular com o desempenho no levantamento olímpico em praticantes de CrossFit®. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte*, v. 11, n. 2, p. 84-88, 2018.

VASCONCELOS, Irádna Rabelo; OLIVEIRA, Rodrigo Ribeiro de; BEZERRA, Márcio Almeida. Crenças e conhecimento de praticantes de crossfit® sobre os fatores de risco para lesões musculoesqueléticas. 2018.

VESCIA, Filipe Veeck dos Santos. A razão isquiotibiais: quadríceps expressa em pico de torque e taxa de produção de torque em atletas profissionais de futebol. 2020.

WAGENER, Sebastian et al. CrossFit®–Development, Benefits and Risks. *Sports Orthopaedics and Traumatology*, v. 36, n. 3, p. 241-249, 2020.

WEISENTHAL, Benjamin M. et al. Injury rate and patterns among CrossFit athletes. *Orthopaedic journal of sports medicine*, v. 2, n. 4, p. 2325967114531177, 2014.

ZEBIS, Mette Kreutzfeldt et al. Electromyography Evaluation of Bodyweight Exercise Progression in a Validated Anterior Cruciate Ligament Injury Rehabilitation Program: A Cross-Sectional Study. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, v. 98, n. 11, p. 998, 2019.

APÊNDICES

APÊNDICE I – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

ANÁLISE DA CAPACIDADE DA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR E ELETROMIOGRAFIA DOS FLEXORES E EXTENSORES DE JOELHO NA PREDIÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE CROSSFIT®

INTRODUÇÃO:

Você está sendo convidado para participar de um estudo científico. Antes que você decida sua participação ou não, é importante que você entenda porquê este estudo científico está sendo conduzido, quais os procedimentos envolvidos para sua participação. Por gentileza, leia, atentamente, as informações deste termo e, caso precise, estaremos a disposição a qualquer momento para responder eventuais questionamentos sobre os procedimentos envolvidos para sua participação.

Este estudo está sendo conduzida por um aluno e uma professora do curso de Fisioterapia da Unisagrado.

Os objetivos deste estudo são identificar a viabilidade do uso de parâmetros de força dos músculos do joelho e de parâmetros de controle da ação dos músculos do joelho na predição de lesões em atletas de CrossFit®.

PROCEDIMENTOS DO ESTUDO:

Local do estudo: Centro de Ciências da Saúde – Clínica de Fisioterapia – Centro Universitário do Sagrado Coração - UNISAGRADO - Rua Irmã Armanda 10-50, Jardim Brasil, Bauru, SP

VISITA AO AMBIENTE DE COLETA DE DADOS:

Primeiramente, você passará por uma simples entrevista, para identificarmos qual sua carga horária de treinamentos, por dia e por semana, seu número de participação em campeonatos durante o ano, se teve algum tipo de lesão em membro inferior nos últimos três meses, se possui alguma doença degenerativa ou, por meio de testes que o avaliador fará, se você apresenta instabilidade articular ou sinais clínicos de lesão no menisco.

Em seguida, você será familiarizado com o exercício que consiste em realizar, com o máximo de força, os movimentos de dobrar e esticar o joelho, após isso você fará esses movimentos com o máximo de força que puder.

Após seis meses da data da coleta, os voluntários passarão por uma nova avaliação.

PARTICIPACÃO VOLUNTÁRIA:

É importante ressaltar que, a participação ou não deste estudo, é de sua escolha. Caso decida participar, deverá assinar este termo de consentimento. Se durante o estudo você decida desistir de participar, é livre para retirar-se sem necessidade de justificativa. Sua desistência não causará prejuízos a você.

DIREITOS DO PESQUISADOR:

Os pesquisadores do estudo poderão não incluir sua participação na amostra. Suas principais razões para não inclusão na amostra são: condições pré-existentes de doenças ou disfunções (p.ex.: disfunções músculo-esqueléticas, instabilidade ligamentar, lesão em menisco, entre outras), que impeçam a realização segura do protocolo de coleta de dados ou interfiram no desfecho do estudo.

RISCOS:

O presente estudo apresenta riscos mínimos a sua saúde. Dentre os principais riscos deste estudo estão: irritações cutâneas, que poderão ser causadas por conta da cola do adesivo dos eletrodos colocados sobre o quadríceps; dor muscular pós esforço, por conta da produção de força máxima durante a realização do exercício. Estes riscos apresentados não representam danos permanentes a sua saúde e deixamos como orientação: caso haja irritação, utilizar creme hidratante para hidratação da pele; presença de dor de um a três dias após a avaliação, localizada principalmente na coxa, fazer utilização de gelo por 20-30 minutos.

BENEFÍCIOS:

Os benefícios do estudo serão diretos ao indivíduo como: a determinação da força máxima, que norteará o diagnóstico de fraqueza ou assimetria de forças (diferença da força entre o membro esquerdo e direito); e, caso haja anormalidades, a orientação de treinamento individualizado, por meio de exercícios resistidos específicos para correção destas. Além disso, os benefícios podem ser indiretos como a identificação da validade,

reprodutibilidade e valores de limiar de um novo método quantitativo para avaliação da força muscular em indivíduos com dor e lesão músculo-esquelética e saudáveis.

INDENIZACÕES:

Na ocorrência de algum tipo de lesão ou dano físico durante a coleta de dados não haverá nenhuma indenização em decorrência disso. Entretanto, os pesquisadores asseguram que caso haja algum dano importante a sua saúde, uma assistência médica será providenciada.

CONTATO:

Por gentileza, caso tenha alguma dúvida contate:

Luis Gustavo Lizi Jorge/ Nise Ribeiro Marques (responsável)

Telefones: (14) 99174-0440/ (16) 98190-0920

E-mail: gustavolizijorge@gmail.com

Endereço: Centro de Ciências da Saúde – Clínica de Fisioterapia – Centro Universitário do Sagrado Coração - UNISAGRADO - Rua Irmã Arminda 10-50, Jardim Brasil, Bauru, SP

CUSTOS OU COMPENSAÇÕES:

Não existe nenhum custo nem compensação pela sua participação.

CONSENTIMENTO:

Por favor assinale no quadrado se você estiver de acordo.

- 1. Eu confirmo que li e entendi as informações contidas nesse termo e tive a oportunidade de fazer perguntas quando houve dúvidas
- 2. Eu entendi que minha participação é voluntária e que posso interrompê-la a qualquer momento sem dar nenhuma justificativa e sem que haja nenhum prejuízo a mim.
- 3. Eu concordo em fazer parte do estudo e em fornecer uma cópia assinada deste termo aos pesquisadores.

Data: ___/___/___

Assinatura do Participante

Número de Identidade ou CPF

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE II – Ficha de Anamnese e Avaliação Física
FICHA DE ANAMNESE

Nome: _____ Idade: _____

Sexo: () Masc. () Fem. Peso: _____ Altura: _____

Tempo total de prática esportiva: _____

Tempo total de prática por dia (horas): _____

Tempo total de prática por semana (horas): _____

Competidor: () Sim () Não

Participações em campeonatos (média anual): _____

Nos últimos 3 meses:

Alguma lesão em membro inferior? () Sim () Não

Se sim, qual? _____

Possui alguma doença articular degenerativa?

() Sim () Não () Não sei

Se sim, qual? _____

Possui instabilidade ligamentar? () Sim () Não

Apresenta sinal clínico de lesão meniscal? () Sim () Não

APÊNDICE III – Questionário sobre lesões – Plataforma Google Formulários

15/03/2022 14:09

TCC - Lesões no Joelho em praticantes de Crossfit

TCC - Lesões no Joelho em praticantes de Crossfit

Olá, Tudo bem?

Meu nome é Luis Gustavo, sou estudante de Fisioterapia no UNISAGRADO. Alguns meses atrás estive no box da CrossMiles realizando uma pesquisa relacionada a força dos músculos do joelho para o meu TCC da faculdade. Para a finalização do mesmo, gostaria de ver se poderia me ajudar respondendo mais algumas perguntas, bem rápidas e bem tranquilas.

***Obrigatório**

1. Nome *

Nos últimos 6 meses...

2. 1- Ocorreu alguma lesão em seu membro inferior? (Quadril, joelho ou tornozelo)

*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

3. Se você respondeu "Sim" para a questão anterior (1), qual lesão ocorreu? *

4. 2- Descobriu alguma lesão que seja degenerativa? (Ex.: condromalácea, artrose, entre outras) *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

5. Se respondeu "Sim" a pergunta anterior (2), qual? *

6. 3- Sofreu alguma lesão que levou a uma instabilidade de alguma articulação de seu membro inferior? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

7. Se respondeu "Sim" a pergunta anterior (3), qual? *

ANEXOS

ANEXO I – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ANÁLISE DA CAPACIDADE DA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR E ELETROMIOGRAFIA DOS FLEXORES E EXTENSORES DE JOELHO NA PREDIÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE CROSSFIT®

Pesquisador: Nise Ribeiro Marques

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 44112921.2.0000.5502

Instituição Proponente: Universidade do Sagrado Coração - Bauru - SP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.624.788

Apresentação do Projeto:

O projeto apresentado é uma proposta de iniciação científica a ser desenvolvida no curso de graduação de Fisioterapia. Segundo os pesquisadores, trata-se de um estudo longitudinal de coorte que observará as lesões no joelho em atleta de CrossFit® cujo título é "ANÁLISE DA CAPACIDADE DA AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR E ELETROMIOGRAFIA DOS FLEXORES E EXTENSORES DE JOELHO NA PREDIÇÃO DE LESÕES EM ATLETAS DE CROSSFIT®".

Objetivo da Pesquisa:

Neste estudo, de acordo com o projeto, os autores almejam: "Identificar a viabilidade do uso de parâmetros cinéticos dos flexores e extensores de joelho (torque e taxa de desenvolvimento de força) na predição de lesões em atletas de CrossFit®; Identificar a viabilidade do uso de parâmetros de comportamento motor (tempo de ativação e tempo motor) dos músculos do quadríceps e isquiotibiais na predição de lesões em atletas de CrossFit®".

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos e benefícios estão adequados a proposta, a saber: "RISCOS: O presente estudo apresenta riscos mínimos a sua saúde. Dentre os principais riscos deste estudo estão: irritações cutâneas, que poderão ser causadas por conta da cola do adesivo dos eletrodos colocados sobre o quadríceps; dor muscular pós esforço, por conta da produção de força máxima durante a realização do exercício. Estes riscos apresentados não representam danos permanentes a sua

Endereço: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pos-Graduação
Bairro: Rua Irmã Armanda Nº 10-50 **CEP:** 17.011-160
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)2107-7260 **E-mail:** cep@unisagrado.edu.br



**CENTRO UNIVERSITÁRIO
SAGRADO CORAÇÃO -
UNISAGRADO**



Continuação do Parecer: 4.624.788

saúde e deixamos como orientação: caso haja irritação, utilizar creme hidratante para hidratação da pele; presença de dor de um a três dias após a avaliação, localizada principalmente na coxa, orientamos que você realize a aplicação de gelo, em cubos, armazenado em um saco plástico, no local da dor, por no mínimo 20 minutos, você pode ou não utilizar uma toalha fina umedecida entre o saco de gelo e a pele. O uso do gelo se houver dor é importante pois, está técnica terapêutica alivia a dor e acelera o processo de recuperação. **BENEFÍCIOS:** Os benefícios do estudo serão diretos ao indivíduo como: a determinação da força máxima, que norteará o diagnóstico de fraqueza ou assimetria de forças (diferença da força entre o membro esquerdo e direito); e, caso haja anormalidades, a orientação de treinamento individualizado, por meio de exercícios resistidos específicos para correção destas. Além disso, os benefícios podem ser indiretos como a identificação da validade, reprodutibilidade e valores de limiar de um novo método quantitativo para avaliação da força muscular em indivíduos com dor e lesão músculo-esquelética e saudáveis".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto de pesquisa está estruturado com embasamento teórico atual e metodologia coerente com o que se propõe na metodologia. Possui relevância clínica e acadêmica. E todas as orientações feitas anteriormente foram acatadas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os termos de apresentação obrigatória foram apresentados e estão de acordo com o compromisso ético.

Recomendações:

Nada a declarar.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Projeto aprovado.

Considerações Finais a critério do CEP:

Projeto aprovado.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1708594.pdf	30/03/2021 17:24:56		Aceito

Endereço: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Bairro: Rua Irmã Arminda Nº 10-50 **CEP:** 17.011-160
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)2107-7260 **E-mail:** cep@unisagrado.edu.br



Continuação do Parecer: 4.624.788

Projeto Detalhado / Brochura Investigador	IC_Crossfit_Luis_Gustavo_corrigido.docx	30/03/2021 17:24:37	Nise Ribeiro Marques	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Luis_corrigido.docx	30/03/2021 17:23:05	Nise Ribeiro Marques	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRostoLuis.pdf	03/03/2021 10:52:14	Nise Ribeiro Marques	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BAURU, 31 de Março de 2021

Assinado por:
Bruno Martinelli
(Coordenador(a))

Endereço: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pos-Graduação
Bairro: Rua Irmã Arminda Nº 10-50 **CEP:** 17.011-160
UF: SP **Município:** BAURU
Telefone: (14)2107-7260 **E-mail:** cep@unisagrado.edu.br