

Ana Luiza Resende Rodrigues

**CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE MUSCULAR EM  
PRATICANTES DE CROSSFIT**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2019

Ana Luiza Resende Rodrigues

**CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE MUSCULAR EM  
PRATICANTES DE CROSSFIT**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

**Área de Concentração:** Desempenho Motor e Funcional Humano

**Orientador:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana de Melo Ocarino

**Coorientador:** Prof. Dr. Renan Alves Resende

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG

2019

R696c Rodrigues, Ana Luiza Resende  
2019 Caracterização da performance muscular em praticantes de crossfit. [manuscrito]  
/ Ana Luiza Resende Rodrigues – 2019.  
53 f., enc.: il.

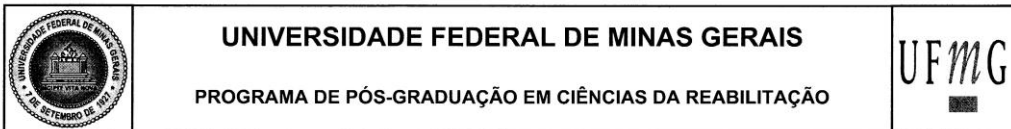
Orientadora: Juliana de Melo Ocarino  
Coorientador: Renan Alves Resende

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de  
Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 47-50

1. Exercícios físicos – aspectos fisiológicos – Teses. 2. Força muscular –  
Teses. I. Ocarino, Juliana de Melo. II. Resende, Renan Alves. III. Universidade  
Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia  
Ocupacional. IV. Título.

CDU: 796.325.015.3

Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: n° 3132, da  
Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.



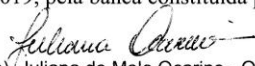
## FOLHA DE APROVAÇÃO

### CARACTERIZAÇÃO DA PERFORMANCE MUSCULAR EM PRATICANTES DE CROSSFIT

#### ANA LUIZA RESENDE RODRIGUES

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, área de concentração DESEMPENHO FUNCIONAL HUMANO.

Aprovada em 29 de agosto de 2019, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a) Juliana de Melo Ocarino - Orientador  
UFMG

  
Prof(ã) Sérgio Teixeira da Fonseca  
UFMG

  
Prof(a) Mauro Heleno Chagas  
UFMG

Belo Horizonte, 29 de agosto de 2019.

*Esta dissertação é apenas uma parte de um grande projeto idealizado por meus pais.*

*A eles dedico esse trabalho.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente à minha orientadora, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Juliana de Melo Ocarino por todos os ensinamentos e oportunidades. Foi uma honra ser orientada por uma professora e pesquisadora tão talentosa. A você minha eterna gratidão, admiração e respeito.

Agradeço ao meu co-orientador, Prof. Dr. Renan Alves Resende. Muito obrigada pelas valiosas contribuições, que foram fundamentais para este trabalho e para a minha formação acadêmica.

Agradeço à Dr<sup>a</sup> Livia Silveira Pogetti pelo suporte. Gratidão pela disponibilidade e trocas de conhecimento.

Agradeço aos professores do programa de pós-graduação em Ciências da Reabilitação, em especial aos que tive mais contato: Dr. Sérgio Teixeira Fonseca, Dr. Thales Rezende de Souza, Dr<sup>a</sup> Christina de Faria (que me acompanhou no estágio em docência). Vocês me inspiram continuamente a entender o quão complexo é o nosso sistema! A todo o grupo, muito obrigada por contribuir com a carreira que estou iniciando.

Gratidão à Universidade Federal de Minas Gerais por ser minha casa nesses 7 anos. Levo com orgulho o nome da Universidade que me proporcionou uma vivência única de crescimento.

Agradeço aos alunos que me auxiliaram nas coletas: Henrique Faria, Larissa Alves, Paula Martins e Júlia Marfort. A dedicação de vocês é grande parte desse trabalho, inclusive o incentivo verbal.

Aos voluntários que participaram deste estudo. Obrigada pelo empenho e por tornarem esse estudo possível.

Aos membros da banca de defesa de mestrado. Obrigada pela disponibilidade.

Agradeço aos amigos da pós-graduação que dividiram o desafio de se tornarem mestres comigo.

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) por financiar a minha formação como mestre e tornar a ciência brasileira possível, apesar de todos os obstáculos.

À minha família, mola propulsora, que está sempre me incentivando a cada novo desafio nessa busca do crescimento pessoal e profissional.

Aos meus pais, Humberto e Ana Maria, meu maior exemplo de força e de afeto. Obrigada por serem meu porto seguro e tornar tudo isso possível. Eu amo vocês!

Ao meu irmão Zezé, por todo companheirismo. Aprendi com você a correr atrás dos meus sonhos. Continuamos na aposta!

À Kátia e o Bob, Didinho e Dedéia, Madrinha Sirléia, Janaína e Carlinhos. Aos meus avós Luiza, Leida e Geraldo. Senti a torcida de vocês, mesmo de longe. Muito obrigada! Ao meu eterno avô Pedro, que onde quer que esteja está fazendo suas gambiarras pra tudo dar certo por aqui.

Às amigas da República Vegas, Alícia e Lara, que acompanharam de perto todo o processo da produção deste trabalho. Obrigada por todo o incentivo, conversas e noites em claro.

Aos meus amigos: Tigre, Verônica, Cestaro, Marina, Bernardo, Nico e a todo CDG – não tenho palavras pra agradecer a presença de vocês nessa trajetória. Vocês foram tão peculiares quanto essenciais. Gratidão por vocês comporem a minha segunda família. Ao Rafa, que me deu estímulo para seguir em frente quando eu mesma achei que não conseguiria.

Enfim, obrigada a todos que de alguma forma contribuíram para a produção deste trabalho.

## RESUMO

**Introdução:** CrossFit é um esporte composto por exercícios constantemente variados de alta intensidade, executados com pouco ou nenhum descanso entre as séries. A prática do CrossFit, caracterizada pela diversidade de exercícios e alta intensidade, impõe uma alta demanda sobre sistema musculoesquelético. Contudo, dados sobre parâmetros de desempenho muscular em diferentes articulações nessa população ainda são pouco reportados na literatura.

**Objetivos:** Caracterizar o perfil de performance muscular de praticantes de CrossFit e verificar o efeito da dominância e sexo sobre esses parâmetros. Além disso, foi verificada a correlação entre o tempo de prática no esporte e o volume de treinamento com o desempenho muscular.

**Metodologia:** Trata-se de um estudo transversal de caráter descritivo, cuja amostra foi composta por 111 indivíduos (58 homens e 53 mulheres). O desempenho muscular de flexores e extensores de joelho e flexores, extensores e abdutores de quadril foi investigado por meio do dinamômetro isocinético em duas velocidades angulares. Além disso, foi avaliada a força isométrica de extensores do tronco, abdutores horizontais de ombro e retratores da escápula e da preensão palmar. A análise descritiva (média, desvio padrão e intervalo de confiança de 95%) foi utilizada para caracterizar as variáveis deste estudo. As análises de variância mista (MANOVA) foram utilizadas para comparar as variáveis isocinéticas de cada grupo muscular analisado (pico de torque e trabalho máximo normalizados pelo peso corporal, potência, fadiga e razão flexores:extensores) e a força de preensão palmar entre os sexos e membros dominante e não dominante. Testes-t independentes foram utilizados para comparar a força isométrica lombar e dos abdutores horizontais de ombro e retratores da escápula entre os sexos. Por fim, o coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para verificar a correlação entre o tempo de prática no CrossFit e o volume de treinamento com as forças isométricas avaliadas e o pico de torque isocinético das articulações do joelho e quadril a 60°/s.

**Resultados:** Os homens apresentaram melhor desempenho do que as mulheres em todas as variáveis de performance muscular ( $p < 0,05$ ), exceto para o índices de fadiga de flexores e extensores de joelho e quadril e abdutores de quadril, trabalho máximo de flexores de quadril a 60°/s, pico de torque e trabalho máximo de abdutores de quadril a 60°/s e 240°/s ( $p > 0,05$ ). Além disso, na comparação entre os membros, o membro dominante apresentou maiores valores de preensão palmar ( $p = 0,002$ ), maior potência de extensores de joelho a 60°/s ( $p = 0,015$ ), menor razão flexores:extensores de joelho a 60°/s ( $p = 0,021$ ) e a 300°/s ( $p = 0,008$ ) e menor índice de fadiga de extensores de joelho ( $p = 0,002$ ). O tempo de prática no CrossFit não se correlacionou com o desempenho muscular ( $p > 0,05$ ). O volume de treinamento se correlacionou apenas com o pico de torque a 60°/s dos músculos flexores do joelho ( $r = 0,189$ ;  $p = 0,048$ ).

**Conclusão:** O presente estudo permitiu caracterizar o desempenho muscular de vários grupos musculares em praticantes de CrossFit. Os homens apresentaram melhor desempenho muscular do que as mulheres, mesmo que essas variáveis tenham sido normalizadas pelo peso corporal. A ausência de assimetria entre membros dominante e não dominante para a maioria das variáveis sugere que o CrossFit impõe uma demanda simétrica sobre os sistema musculoesquelético. Por fim, os resultados revelaram que, na amostra avaliada, as variáveis relacionadas ao treinamento não se correlacionaram com a maioria das variáveis de desempenho muscular.

**Palavras-chave:** CrossFit. Treinamento funcional de alta intensidade. Desempenho muscular.

Avaliação isocinética . Avaliação isométrica.



## ABSTRACT

**Introduction:** CrossFit is a sport composed of varied high intensity exercises performed with little or no rest between sets. The practice of CrossFit, characterized by the diversity of exercises and high intensity, imposes a high demand on the musculoskeletal system. However, muscle performance parameters of different joints in this population are still poorly reported in the literature. **Objectives:** The purpose of this study was to characterize the muscular performance profile of CrossFit practitioners, assessed the influence of sex and dominance. In addition, we also assessed the association of CrossFit years of practice and training volume with muscular performance. **Methods:** It is a cross-sectional study. The sample was composed of 111 subjects (58 men and 53 women). The participants were submitted to evaluation of isokinetic strength of knee and hip flexors and extensors, and hip abductors in two angular velocities, isometric strength of trunk extensors, shoulder horizontal abductors and scapular retractors muscles and handgrip strength. Descriptive analysis was used to characterize the study variables. Mixed multivariate analyses of variance (MANOVA) were used to compare the isokinetic variables (peak of torque and maximum work normalized by body mass, power, work fatigue and flexors:extensors ratio) of each muscle between sexes and limbs (dominant and non-dominant). The same analysis was used to evaluate the handgrip strength. Independent t-tests were used to compare sexes considering the lumbar and shoulder horizontal abductors and scapular retractors strength variables. Finally, Pearson's correlation coefficients were used to test if CrossFit years of practice and training volume were associated with isometric strength and peak of torque in the knee and hip joints at 60°/s. **Results:** Men had better performance than the women in all variables of muscular performance ( $p < 0,05$ ), except in work fatigue of the flexors and extensors of knee and hip and hip abductors, maximum work of hip flexors at 60°/s, peak torque and maximum work of hip abductors at 60°/s and 240°/s ( $p > 0,05$ ). In addition, the dominant limb had higher values of handgrip strength ( $p = 0,002$ ), higher power of knee extensors at 60°/s ( $p = 0,015$ ), lower values of knee flexors:extensors ratio at 60°/s ( $p = 0,021$ ) and 300°/s ( $p = 0,008$ ) and lower work fatigue of knee extensors ( $p = 0,002$ ). The time of participation in CrossFit was not correlated to muscular performance ( $p > 0,05$ ). The training volume variable was correlated only with peak torque at 60°/s of knee flexors muscles ( $r = 0,189$ ;  $p = 0,048$ ). **Conclusion:** The present study characterized the muscular performance of CrossFit practitioners. The men had better muscular performance than women, even after normalization by body mass. The absence of asymmetry between dominant and non-dominant limbs for most variables suggests that CrossFit imposes a symmetrical demand on the musculoskeletal system. Finally, the results revealed that the variables related to training did not influence most variables of muscular performance.

**Keywords:** CrossFit. High-intensity functional training. Muscle performance. Isokinetic evaluation. Isometric evaluation.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>17</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>19</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>23</b>
Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....	23
Apêndice 2 – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa .....	26
<b>MINICURRÍCULO .....</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

CrossFit ou Treinamento de Modalidades Mistas é um programa de força e condicionamento que possui ênfase em movimentos funcionais, sendo composto por exercícios constantemente variados e de alta intensidade (FISKER *et al.*, 2017; CLAUDINO *et al.*, 2018). A prática do CrossFit utiliza uma mistura de elementos de diferentes modalidades esportivas como exercícios da ginástica, de levantamento de peso olímpico (LPO) e cardiorrespiratórios (GLASSMAN, 2002; 2007). A filosofia deste programa de treinamento criado por Glassman em 2001 visa aperfeiçoar a competência física em dez domínios: resistência, força e flexibilidade muscular, energia, velocidade, coordenação, agilidade, equilíbrio, precisão e resistência cardiovascular e respiratória (GLASSMAN, 2007). Desde então, o esporte conta com um número crescente de praticantes e, atualmente, encontra-se presente em 142 países com mais de 15000 academias afiliadas (crossfitmaps.com).

As sessões de treino do CrossFit são divididas basicamente em três momentos (aquecimento, *Skill* e *WOD*). O aquecimento é realizado em intensidade e níveis de complexidade menores, objetivando a preparação para as atividades que virão na subsequência. Um segundo momento, denominado *skill*, é realizado para trabalhar a habilidade do indivíduo necessária ao aprendizado de um novo movimento ou exercício e também pode ser composto por séries de exercícios de força. A terceira parte da sessão, considerada o momento principal do treino, é o *WOD* (“*workout of the day*”), caracterizado por combinações de diferentes modalidades esportivas (BUTCHER *et al.*, 2015; SPREY *et al.*, 2016).

Os treinos são compostos por uma grande variedade de movimentos que vão desde exercícios aeróbicos, calistênicos a atividades que envolvem força e potência muscular. Os principais exercícios do CrossFit encontram-se nas Figuras de 1 a 3. Esses movimentos são realizados em alta intensidade com pouco ou nenhum descanso entre as séries (WEISENTHAL *et al.*, 2014). O *WOD* pode ter vários formatos, como o maior número de repetições a ser realizado no menor tempo possível ou o maior número de repetições possível durante um período determinado, em inglês “*as many repetitions as possible*” (AMRAP) (SMITH *et al.*, 2013). Esse treinamento permite que um grupo de indivíduos com diferentes

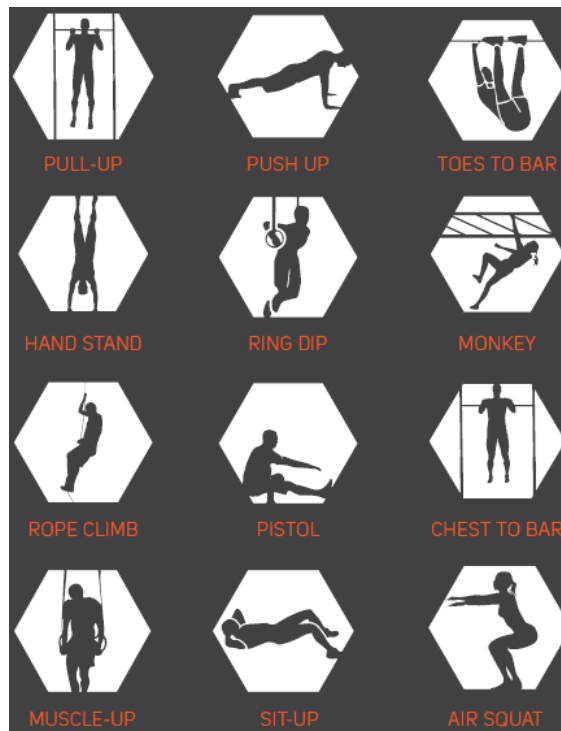
níveis de experiência e habilidade realizem o mesmo treino, respeitando a individualidade de cada um. Para isso, o treinador pode simplificar o movimento ou modificar a sobrecarga do exercício, de forma a permitir que todos participem. Além disso, o treinador pode utilizar como base os *Benchmarks*, que são WODs ou “treinos padrão” que servem como parâmetro avaliativo individual, possibilitando assim verificar a evolução dos atletas (BUTCHER *et al.*, 2015)

**Figura 1- Exercícios característicos do LPO e *powerlifting* incorporados no CrossFit**



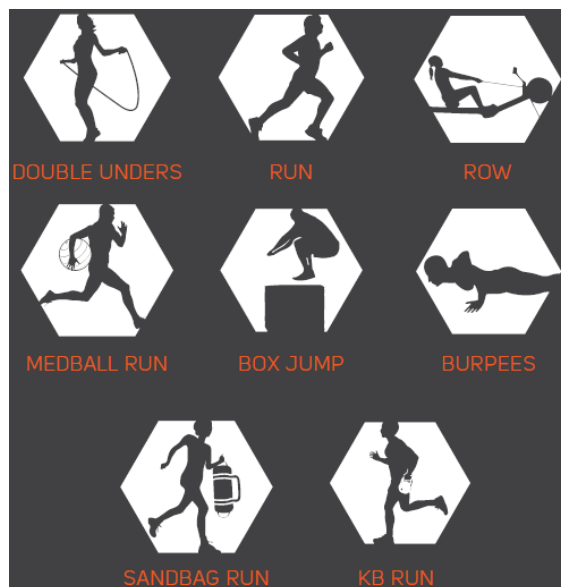
Fonte: MODIFICADO DO DICIONÁRIO DO CROSSFIT, 2018.

**Figura 2- Exercícios característicos da ginástica incorporados no CrossFit**



Fonte: MODIFICADO DO DICIONÁRIO DO CROSSFIT, 2018.

**Figura 3- Exercícios aeróbicos/cíclicos incorporados no CrossFit.**



Fonte: MODIFICADO DO DICIONÁRIO DO CROSSFIT, 2018.

A literatura científica investiga os possíveis benefícios e riscos relacionados à prática do CrossFit. Em sua maioria, os estudos buscam os efeitos do esporte em parâmetros relacionados à composição corporal, comportamento psicossocial, fatores fisiológicos e risco de lesões musculoesqueléticas. Os principais benefícios da atividade física acontecem de forma crônica, porém, algumas mudanças fisiológicas também são observadas de forma aguda, isto é, com apenas uma sessão de treino. Tibana *et al.* (2016) avaliou o efeito de dois dias consecutivos de treinamentos diferentes em homens treinados. Observou-se que apenas uma sessão de treinamento foi capaz de gerar estímulos a ponto de promover importantes alterações metabólicas, como a diminuição nos níveis de citocinas anti-inflamatórias (IL6 e IL10), assim como um aumento relevante da concentração de lactato e glicose sanguíneos (TIBANA *et al.*, 2016). Smith *et al.* (2013) avaliou 43 adultos saudáveis com diferentes níveis de aptidão física, submetidos a 10 semanas de treinamento de CrossFit. Os resultados demonstram que a modalidade foi capaz de aumentar VO2 máximo e reduzir os índices de gordura corporal em todos os grupos estudados, independentemente do gênero e nível de aptidão física (SMITH *et al.*, 2013). Da mesma forma, Cialowicz *et al.* (2015) observaram melhoras consideráveis nos níveis de VO2 máximo após três meses de treinamento em ambos os sexos, como também um aumento da BDNF (proteína responsável pelo aumento da massa magra nos homens e redução de gordura corporal nas mulheres) (MURAWSKA-CIALOWICZ *et al.*, 2015).

Apesar dos múltiplos benefícios da prática do CrossFit, a modalidade tem sido alvo de muitas críticas, especialmente porque acredita-se que o esporte possa gerar um alto número de lesões (PARTRIDGE *et al.*, 2014). Contudo, a literatura apresenta taxas entre 2,1 e 3,3 lesões a cada 1000 horas de treinamento, valores que são compatíveis com modalidades semelhantes como LPO, ginástica e *powerlifting* e mais baixas do que em outros esportes como futebol, basquetebol, *hockey* e *rugby* (HAK *et al.*, 2013; MONTALVO *et al.*, 2017; MORAN *et al.*, 2017). As articulações mais lesionadas são o ombro, seguido pela coluna lombar; há divergências na literatura quanto à terceira articulação mais atingida, sendo elas o joelho e o cotovelo (HAK *et al.*, 2013; WEISENTHAL *et al.*, 2014; SUMMITT *et al.*, 2016; FEITO *et al.*, 2018). Além disso, os resultados dos estudos mostram que os riscos de lesão foram maiores em homens (WEISENTHAL *et al.*, 2014; MORAN *et al.*, 2017), em indivíduos competidores (MONTALVO *et al.*, 2017) e em atletas com tempo de prática no esporte maior que 6 meses (SPREY *et al.*, 2016; MONTALVO *et al.*, 2017). Dessa forma, a adequada

realização da rotina de treinamento depende de competência técnica para adotar a execução correta dos movimentos e da capacidade do sistema musculoesquelético do indivíduo para lidar com alta demanda de geração e dissipação de força.

O CrossFit impõe demandas em diferentes segmentos corporais. Por exemplo, durante o agachamento, a musculatura dos membros inferiores do atleta não deve apenas gerar o movimento no plano sagital, mas também estabilizar o membro inferior nos outros planos, permitindo um alinhamento dinâmico adequado durante o exercício (CASHMAN, 2012). Além da demanda para os músculos dos membros inferiores, vários exercícios também impõem demanda nos músculos do tronco e dos membros superiores, como os movimentos do LPO e os movimentos da ginástica (KONRAD *et al.*, 2001; COOLS *et al.*, 2007; ERIKSSON CROMMERT *et al.*, 2014). A execução segura desses exercícios requer força muscular do tronco e ombro para gerar movimento e estabilizar esses segmentos. Além da capacidade de geração de força, devido às características do treinamento desse esporte relacionadas à alta velocidade de execução dos movimentos, ao elevado número de repetições e ao curto tempo de recuperação entre as séries (MEYER *et al.*, 2017), o atleta também precisa ter atributos como resistência e potência muscular para a realização do treinamento. Por exemplo, estudos identificaram o aumento da taxa de lactato sanguíneo e a diminuição na capacidade de geração de potência muscular durante uma sessão de treinamento, o que está relacionado à ocorrência de fadiga muscular (TIBANA *et al.*, 2016; MATÉ-MUÑOZ *et al.*, 2017; TIBANA *et al.*, 2017). Portanto, a prática do CrossFit impõe demanda em diferentes músculos e articulações exigindo desses capacidade para gerar, dissipar e transferir energia mecânica durante a realização dos movimentos.

A investigação dos parâmetros relacionados ao desempenho muscular (por exemplo, força, trabalho, potência e resistência) é necessária considerando a alta demanda que a prática do CrossFit impõe ao sistema musculoesquelético. Contudo, a caracterização do desempenho muscular desses atletas ainda é escassa na literatura. Kramer *et al.* (2016) relataram dados isocinéticos para os músculos do joelho avaliando o efeito da suplementação crônica de nitrato em praticantes de CrossFit (KRAMER *et al.*, 2016). Esse estudo demonstrou que não houve melhora significativa da força após a ingestão de nitrato. Já Motta *et al.* (2018) verificaram a diferença entre os sexos e a assimetria entre os membros através da avaliação da capacidade de geração de torque isocinético (concêntrico e excêntrico) das articulações do

joelho e ombro em praticantes de CrossFit (MOTTA *et al.*, 2018). O estudo aponta que os homens apresentam maior capacidade de geração de torque, o que está diretamente relacionado com a maior proporção de massa magra em relação às mulheres. Além disso, não houve assimetria entre membros no pico de torque de flexores e extensores de joelho e rotadores internos de ombro. No entanto, esses autores não relataram outros parâmetros de desempenho muscular, como trabalho, potência e fadiga muscular, dados que são geralmente negligenciados na maioria dos estudos de avaliação isocinética (LEE *et al.*, 2018; MOTTA *et al.*, 2018; RISBERG *et al.*, 2018). Além disso, não há dados na literatura sobre o desempenho muscular de demais grupos musculares nessa população. Sendo assim, é necessária uma avaliação abrangente do desempenho muscular em praticantes de CrossFit, considerando que é uma modalidade que envolve multisegmentos.

O objetivo deste estudo foi caracterizar o perfil de desempenho muscular de praticantes de CrossFit através da avaliação de flexores e extensores de joelho e quadril, abdutores de quadril, extensores de tronco, abdutores horizontais de ombro e retratores da escápula e preensão palmar e verificar o efeito do sexo e dominância sobre o desempenho muscular. Além disso, foi avaliada a associação entre o tempo de prática no esporte e o volume de treinamento com o desempenho muscular.



### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O CrossFit é um esporte que impõe uma alta demanda sobre sistema musculoesquelético, exigindo de componentes da performance muscular, como força, potência e resistência. Dada a natureza dos movimentos do esporte e o envolvimento de diversos segmentos corporais, o objetivo deste estudo foi caracterizar o desempenho muscular das articulações do joelho, quadril, tronco e membros superiores. Desta forma, foi possível realizar um mapeamento do desempenho dos praticantes desta modalidade esportiva. Além disso, foram avaliadas as diferenças entre os gêneros, a simetria entre os membros dominante e não dominante e a relação da performance muscular com o tempo de prática no esporte e horas semanais de treinamento.

Os resultados demonstraram que os homens exibiram melhor desempenho muscular em todos os segmentos avaliados em relação às mulheres, mesmo normalizando as variáveis pelo peso corporal. Ressalta-se que o presente estudo é o primeiro a reportar os valores das articulações do quadril, tronco e membros superiores nesta população em ambos os sexos, além de complementar os valores da articulação do joelho já relatados na literatura, com os dados de trabalho, potência e fadiga muscular. Em relação à comparação entre os membros dominante e não dominante, os resultados do presente estudo revelaram ausência de assimetria entre os membros na maioria das variáveis de desempenho muscular, demonstrando que a prática do CrossFit parece impor uma demanda simétrica no sistema musculoesquelético.

O tempo de prática no CrossFit não se correlacionou com as variáveis de desempenho muscular. Uma correlação positiva fraca foi observada apenas para as horas semanais de treinamento e pico de torque dos flexores de joelho a 60°/s, indicando que indivíduos com maior volume de treinamento apresentam maior capacidade de gerar torque nos flexores de joelho. Esperava-se que o tempo de prática no esporte e no volume de treinamento tivesse mostrado uma correlação positiva com os parâmetros de desempenho muscular, o que não foi observado. Talvez a alta variabilidade do tempo de prática e horas de treinamento semanais da amostra do presente estudo possa ter influenciado na ausência de relação com o desempenho muscular. Além disso, devido ao critério de inclusão, todos os atletas tiveram pelo menos um ano de prática no esporte, talvez a influência dessas variáveis no desempenho muscular fosse mais evidente em atletas com menor experiência no esporte.

Os parâmetros de desempenho muscular apresentados neste estudo podem ser utilizados como valores de referência para avaliação da capacidade de gerar torque, trabalho, potência e fadiga dos flexores e extensores de joelho e quadril e dos abdutores de quadril, bem como habilidade a força isométrica de geração para extensores de tronco, cintura escapular e preensão palmar em praticantes de CrossFit. Esses parâmetros podem ser utilizados em futuras comparações em um contexto clínico de treinamento e reabilitação ou em futuros estudos com essa população.

## REFERÊNCIAS

BUTCHER, S. J. *et al.* Do physiological measures predict selected CrossFit® benchmark performance? **Open access journal of sports medicine**, v. 6, p. 241, 2015.

CASHMAN, G. E. The effect of weak hip abductors or external rotators on knee valgus kinematics in healthy subjects: a systematic review. **Journal of sport rehabilitation**, v. 21, n. 3, p. 273-284, 2012. ISSN 1056-6716.

CLAUDINO, J. G. *et al.* Crossfit overview: systematic review and meta-analysis. **Sports medicine-open**, v. 4, n. 1, p. 11, 2018. ISSN 2198-9761.

COOLS, A. M. *et al.* Isokinetic scapular muscle performance in young elite gymnasts. **Journal of athletic training**, v. 42, n. 4, p. 458, 2007.

CROMMERT, M. E.; EKBLÖM, M.; THORSTENSSON, A. Motor control of the trunk during a modified clean and jerk lift. **Scandinavian journal of medicine & science in sports**, v. 24, n. 5, p. 758-763, 2014. ISSN 0905-7188.

FEITO, Y.; BURROWS, E. K.; TABB, L. P. 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. ISSN 2325-9671.

FISKER, F. *et al.* Acute tendon changes in intense CrossFit workout: an observational cohort study. **Scandinavian journal of medicine and science in sports**, v. 27, n. 11, p. 1258-1262, 2017. ISSN 0905-7188.

GLASSMAN, G. What is fitness. **CrossFit journal**, v. 1, n. 3, p. 1-11, 2002.

\_\_\_\_\_. Understanding crossfit. **CrossFit journal**, v. 56, n. 1, 2007.

HAK, P. T.; HODZOVIC, E.; HICKEY, B. The nature and prevalence of injury during CrossFit training. **Journal of strength and conditioning research**, 2013. ISSN 1064-8011.

KONRAD, P.; SCHMITZ, K.; DENNER, A. Neuromuscular evaluation of trunk-training exercises. **Journal of athletic training**, v. 36, n. 2, p. 109, 2001.

KRAMER, S. J. *et al.* The effect of six days of dietary nitrate supplementation on performance in trained CrossFit athletes. **Journal of the international society of sports nutrition**, v. 13, n. 1, p. 39, 2016. ISSN 1550-2783.

LEE, J. W. *et al.* Eccentric hamstring strength deficit and poor hamstring-to-quadriceps ratio are risk factors for hamstring strain injury in football: A prospective study of 146 professional players. **Journal of science and medicine in sport**, v. 21, n. 8, p. 789-793, 2018. ISSN 1440-2440.

MATÉ-MUÑOZ, J. L. *et al.* Muscular fatigue in response to different modalities of CrossFit sessions. **PloS one**, v. 12, n. 7, p. e0181855, 2017. ISSN 1932-6203.

MEYER, J.; MORRISON, J.; ZUNIGA, J. The benefits and risks of CrossFit: a systematic review. **Workplace health and safety**, v. 65, n. 12, p. 612-618, 2017. ISSN 2165-0799.

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

MORAN, S. *et al.* Rates and risk factors of injury in CrossFit: a prospective cohort study. **Journal of sports medicine and physical fitness**, v. 57, n. 9, p. 1147-1153, 2017.

MOTTA, C. *et al.* Profiling the Isokinetic Muscle Strength of Athletes Involved in Sports Characterized by Constantly Varied Functional Movements Performed at High Intensity: A Cross-Sectional Study. **Physical medicine and rehabilitation**, 2018. ISSN 1934-1482.

MURAWSKA-CIALOWICZ, E.; WOJNA, J.; ZUWALA-JAGIELLO, J. Crossfit training changes brain-derived neurotrophic factor and irisin levels at rest, after wingate and progressive tests, and improves aerobic capacity and body composition of young physically active men and women. **Journal of physiology and pharmacology**:, v. 66, n. 6, p. 811-821, 2015.

PARTRIDGE, J. A.; KNAPP, B. A.; MASSENGALE, B. D. An investigation of motivational variables in CrossFit facilities. **Journal of strength and conditioning research**, v. 28, n. 6, p. 1714-1721, 2014. ISSN 1064-8011.

RISBERG, M. A. *et al.* Normative quadriceps and hamstring muscle strength values for female, healthy, elite handball and football players. **Journal of strength and conditioning research**, v. 32, n. 8, p. 2314, 2018.

SMITH, M. M. *et al.* Crossfit-based high-intensity power training improves maximal aerobic fitness and body composition. **Journal of strength and conditioning research**, v. 27, n. 11, p. 3159-3172, 2013.

SPREY, J. W. *et al.* An epidemiological profile of crossfit athletes in Brazil. **Orthopaedic Journal of Sports Medicine**, v. 4, n. 8, p. 2325967116663706, 2016. ISSN 2325-9671.

SUMMITT, R. J. *et al.* Shoulder injuries in individuals who participate in CrossFit training. **Sports Health**, v. 8, n. 6, p. 541-546, 2016. ISSN 1941-7381.

TIBANA, R. A. *et al.* Extreme conditioning program induced acute hypotensive effects are independent of the exercise session intensity. **International journal of exercise science**, v. 10, n. 8, p. 1165, 2017.

TIBANA, R. A. *et al.* Two consecutive days of crossfit training affects pro and anti-inflammatory cytokines and osteoprotegerin without impairments in muscle power. **Frontiers in physiology**, v. 7, p. 260, 2016. ISSN 1664-042X.

WEISENTHAL, B. M. *et al.* Injury rate and patterns among CrossFit athletes. **Orthopaedic journal of sports medicine**, v. 2, n. 4, p. 2325967114531177, 2014. ISSN 2325-9671.

## APÊNDICES

### Apêndice 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**Título do Estudo:** Avaliação das propriedades musculares e articulares em atletas

**Investigador Principal:** Ana Luiza Resende Rodrigues

**Orientadores:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Juliana M. Ocarino e Prof. Dr. Renan A. Resende

Gostaríamos de convidá-lo a participar de nosso estudo. O nosso objetivo é avaliar propriedades musculares e articulares em atletas de diferentes modalidades. Os testes que você irá realizar depende da modalidade que você pratica.

**Procedimentos:** Os testes serão realizados nas dependências da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais (Laboratório de Performance Humana ou Laboratório 1 do setor de fisioterapia do CTE). Inicialmente, você responderá a um questionário para coleta de informações referente à prática esportiva e em seguida suas medidas de peso e altura serão coletadas.

Antes da sua leitura e de você assinar esse termo de consentimento, o examinador irá marcar os testes que você irá realizar de acordo com a modalidade esportiva que você pratica. Então, você executará o seguinte(s) teste(s):

Força de tronco – A força de tronco será medida por um dinamômetro lombar. Você será posicionado de pé, sobre a plataforma com os joelhos e cotovelos estendidos. Será instruído a realizar o movimento de extensão (subida) de tronco com o máximo de força e deve-se manter essa contração durante 5 segundos.

Força global dos membros superiores – Para esta avaliação será utilizado um dinamômetro escapular. Você será posicionado de pé, segurando o aparelho na altura do peito com os ombros elevados. Será instruído a realizar o movimento de puxada do aparelho com o máximo de força e deve-se manter essa contração durante 5 segundos.

Força de preensão palmar – Para a avaliação da força de preensão palmar, você estará sentado, com o tronco apoiado e cotovelo fletido. Será requisitado a você que aperte o instrumento o mais forte que conseguir por 5 segundos.

Força de quadril (Hipsit) – Neste teste você estará deitado de lado, com o quadril e os joelhos dobrados. Será requerido que você realize uma força para cima com o quadril, mantendo os calcanhares colados, durante 5 segundos. Nesse momento, haverá um dinamômetro portátil na sua coxa, que medirá a força que você está executando durante o movimento.

Dinamometria isocinética – Você será posicionado sobre o dinamômetro isocinético e sua perna será fixada à alavanca desse aparelho. Essa alavanca só realiza a mesma força que você executa no teste, ou seja, ela é responsiva e por essa razão não existe o risco de lesão ou sobrecarga. Vamos avaliar a força dos seus joelhos, quadris e tornozelos. Você realizará dois testes de força máxima dos músculos do seu quadril. No primeiro teste, você será posicionado deitado, de barriga para cima e no

segundo, você ficará deitado de lado. Para avaliar a força máxima do joelho e tornozelo, você estará sentado. Em todos os testes você será encorajado a mover a alavanca realizando sua força máxima, inicialmente por 5 repetições e depois por 30 repetições.

( ) ADM de dorsiflexão – Para avaliação da amplitude de movimento de dorsiflexão, você será posicionado de pé, com os dedos alinhado a uma linha tracejada que vai do chão à parede. A instrução dada é de que você encoste o joelho na parede sem retirar o calcanhar do chão.

( ) Avaliação da rigidez de rotadores laterais de quadril – Você será posicionado deitado de barriga para baixo sobre a maca e o examinador irá mover a sua perna com o joelho dobrado para coletar as medidas. Nesse momento, você deverá manter-se o mais relaxado possível, sem resistir ou ajudar o movimento.

( ) Star test modificado – O teste consiste em alcançar a maior distância possível com o apoio em um único membro, sobre três fitas métricas sobre o chão. Você será solicitado a alcançar com o outro pé três vezes cada uma das direções, uma na direção anterior, e duas na direção posterior.

( ) Avaliação do agachamento unipodal – Para a avaliação dos movimentos do tronco e da perna serão utilizadas duas câmeras de vídeo para filmá-lo realizando o agachamento com uma perna só. Serão colocados marcadores em lugares estratégicos para que possamos verificar as angulações entre as articulações durante o movimento.

Antes de iniciar os testes de força, você irá executar 1 minuto de aquecimento como aquecimento. O examinador irá lhe explicar de forma clara a execução dos movimentos e você terá algumas tentativas de familiarização com os testes para garantir seu entendimento. As avaliações irão durar de 30 minutos a duas horas.

**Riscos e desconfortos:** A sua participação no estudo oferece riscos mínimos à sua saúde. Poderá ocorrer um desconforto pela fadiga muscular após ter realizado contrações musculares máximas. Neste caso, nós iremos oferecer aplicação de gelo para alívio do desconforto.

**Benefícios esperados:** Após sua participação no estudo, você irá receber um relatório com os seus resultados em todos os testes que você irá realizar. Além disso, este relatório irá conter recomendações sobre o que você precisa trabalhar no sentido de corrigir algum déficit. Além disso, os resultados desse estudo levantarão dados descritivos importantes sobre as características musculares e articulares de atletas, o que irá contribuir para o avanço de programas de prevenção de lesões na modalidade.

**Confidencialidade:** Para garantir a confidencialidade da informação obtida, seu nome não será utilizado em qualquer publicação ou material relacionado ao estudo.

**Recusa ou desistência da participação:** Sua participação é inteiramente voluntária e você está livre para recusar participar ou desistir do estudo em qualquer momento sem que isso possa lhe acarretar qualquer prejuízo.

**Gastos:** Caso você necessite deslocar-se para universidade para participar da pesquisa, os gastos com o seu transporte serão de sua responsabilidade.

Após a leitura completa deste documento, caso concorde em participar do estudo, você deverá assinar o termo de consentimento abaixo e rubricar todas as folhas desse termo. Você irá receber uma cópia e outra será arquivada pelo pesquisador.



## TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu li e entendi toda a informação acima. Todas as minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas e eu concordo em ser um voluntário do estudo.

---

Assinatura do Voluntário	Data
--------------------------	------

---

Ana Luiza Resende Rodrigues - Mestranda	Data
---	------

---

Prof <sup>ª</sup> . Dr <sup>ª</sup> . Juliana M. Ocarino – Orientadora	Data
--	------

---

Prof. Dr. Renan A. Resende – Co-orientador	Data
--	------

### COEP – Comitê de Ética em Pesquisa/UFMG

Av. Pres. Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II – 2º. Andar – Sala 2005

– Cep 31270-901- Belo Horizonte – MG / Telefax: (31) 3409-4592

Email: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br)

**Mestranda: Ana Luiza Resende Rodrigues** – email: [analurodrigues25@gmail.com](mailto:analurodrigues25@gmail.com)

Telefone: (32) 999045976

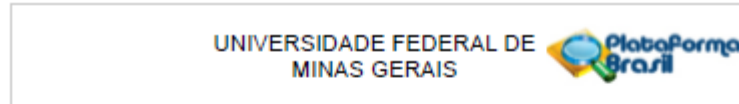
**Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Juliana M. Ocarino** – email: [julianaocarino@gmail.com](mailto:julianaocarino@gmail.com)

Telefone: (31) 3409-7409

**Co-orientador: Prof. Dr. Renan A. Resende** – email: [renan.aresende@gmail.com](mailto:renan.aresende@gmail.com)

Telefone: (31) 3409-7412

## Apêndice 2 – Aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES MUSCULARES E ARTICULARES EM ATLETAS

**Pesquisador:** Juliana de Melo Ocarino

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 93670418.9.0000.5149

**Instituição Proponente:** Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 2.809.938

#### Apresentação do Projeto:

Avaliações de propriedades musculares e articulares são ações de rotina do projeto de Extensão Atuações da Fisioterapia Esportiva no Centro de Treinamento Esportivo da UFMG (Registro SIEX: 402849). Propriedades musculares e articulares são essenciais para o desempenho humano na prática de esportes. Estes componentes são específicos para cada sujeito e sofrem a influência de vários fatores (e.g. idade, sexo, modalidade). Além disso, diversos estudos vêm demonstrando que alterações nesses parâmetros estão associadas a lesões esportivas. A avaliação desses parâmetros no cotidiano da prática esportiva deve ser realizada por meio de testes e instrumentos que sejam válidos e confiáveis. A escolha de qual parâmetro a ser avaliado deve ser baseada na modalidade esportiva praticada, ou seja, embasada de acordo com a demanda do gesto esportivo. Portanto, o objetivo desse estudo é iniciar composição de um banco de dados do projeto de extensão por meio de realizar a avaliação das propriedades musculares e articulares em atletas de diferentes modalidades esportivas. Especificamente, de acordo com a modalidade esportiva, poderão ser realizadas avaliações do desempenho muscular de membros inferiores (MMII), superiores e tronco por meio de dinamometria (isocinética, lombar, escapular e manual), avaliação da flexibilidade, rigidez, alinhamento e amplitude de movimento articular (ADM) dos MMII. Além disso, será observada a capacidade dos atletas na execução do star teste modificado e do agachamento unipodal. A amostra será composta por atletas da comunidade e do Centro de Treinamento Esportivo da Universidade Federal de Minas Gerais que concordem com sua participação no estudo.

**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad. Sl 2005  
**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901  
**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE  
**Telefone:** (31)3409-4592 **E-mail:** coep@cpq.ufmg.br

## MINI-CURRÍCULO

**Nome:** Ana Luiza Resende Rodrigues

**Nome em citações bibliográficas:** RODRIGUES, A.L.R.; RODRIGUES, ALR.

Endereço para acessar este CV: <http://lattes.cnpq.br/2243067674018059>

Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Graduada em Fisioterapia (2017) pela mesma instituição. Possui experiência na área de Fisioterapia, com ênfase em ortopedia, biomecânica clínica e esportiva.

### **Formação acadêmica/titulação**

Bacharel em Fisioterapia pela Universidade Federal de Minas Gerais (2012/2 a 2017/1).

Mestranda em Ciências da Reabilitação pela Universidade Federal de Minas Gerais na linha de pesquisa de estudos do desempenho motor funcional humano (Conceito CAPES 6), sob orientação da Prof. Dr<sup>a</sup> Juliana de Melo Ocarino e Co-orientada pelo Prof. Dr. Renan Alves Resende. Bolsista vinculada à FAPEMIG (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais).

### **Formação complementar**

Certificação Internacional em Kinetic Control – Análise de Movimento – Módulo 1: Teoria e conceitos com carga horária de 8 horas (12 de Setembro de 2014).

Certificação Internacional em Kinetic Control – Análise de Movimento – Módulo 1: Soluções para quadril e membro inferior com carga horária de 32 horas (13 a 21 de Setembro de 2014).

Curso de Dry Needling realizado pela Escola Brasileira de Osteopatia com carga horária de 30 horas (20 a 21 de Novembro de 2016).

**Publicações em anais de congresso, apresentações em evento científico e premiações**

Apresentação do trabalho “Tecnologias sonoras terapêuticas” no XXI Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica (CREEM/RJ) na Universidade Federal do Rio de Janeiro (Outubro de 2014).

Apresentação do trabalho “Tecnologias Sonoras Terapêuticas” no XVII Encontro de Extensão na Semana de Conhecimento da UFMG, sendo promovido como de RELEVÂNCIA ACADÊMICA e também recebendo MENÇÃO HONROSA (Outubro de 2014).

Apresentação de pôster na 67ª Reunião Anual da SBPC na Universidade Federal de São Carlos com o trabalho “Grupo PARAMEC: Inovação Tecnológica pra melhorar a vida das pessoas com deficiência” (Julho de 2015).

Apresentação do trabalho “Criação de tecnologias assistivas para auxílio de alunos assistidos pelo NAI: Relato de experiência” no XVIII Encontro de Extensão na Semana de Conhecimento da UFMG, sendo o mesmo selecionado como de RELEVÂNCIA ACADÊMICA (Outubro de 2015).

Apresentação do trabalho “Tipos de lesões apresentadas por atletas do centro do centro de treinamento esportivo da UFMG” no XX ENCONTRO DE EXTENSÃO, promovido pela Pró-Reitoria de Extensão da UFMG em Belo Horizonte (21 de Agosto a 15 de Setembro de 2017)

Apresentação do trabalho “Relação entre o torque dos músculos do tronco e o desempenho de atletas no Star Teste Modificado” no XXII Congresso Brasileiro de Fisioterapia (COBRAFI) em Belo Horizonte, sendo o mesmo publicado nos anais do Congresso (30 de Maio a 02 de Junho de 2018).