

# RELAÇÃO ENTRE SIMULAÇÃO DE COMPETIÇÃO E TREINO POR MEIO DE INDICADORES DE FORÇA E LESÕES NO JIU-JITSU

RELATIONSHIP BETWEEN COMPETITION SIMULATION AND TRAINING ON STRENGTH AND DAMAGE INDICATORS IN JIU-JITSU

RELACIÓN ENTRE SIMULACIÓN DE COMPETICIÓN Y ENTRENAMIENTO A TRAVÉS DE INDICADORES DE FUERZA Y LESIONES EN EL JIU-JITSU

Lillian Beatriz Fonseca<sup>1</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Felipe J. Aida<sup>1,2,3,4</sup>   
(Profissional de Educação Física, Biólogo, Pedagogo)  
Dihogo Gama de Matos<sup>5</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Natalie de Almeida Barros<sup>1</sup>   
(Fisioterapeuta)  
Raphael Fabricio de Souza<sup>2,3</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Alan Santos Oliveira<sup>6</sup>   
(Enfermeiro)  
Jymmys Lopes dos Santos<sup>7</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Breno Guilherme de Araújo Tinoco Cabral<sup>8</sup>   
(Profissional de Educação Física)  
Anderson Carlos Marçal<sup>1</sup>   
(Biólogo)  
Victor Machado Reis<sup>5</sup>   
(Profissional de Educação Física)

1. Universidade Federal de Sergipe, Núcleo de Pós-Graduação em Educação Física, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.
2. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Educação Física, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.
3. Universidade Federal de Sergipe, Grupo de Estudos e Pesquisa de Desempenho, esportes, saúde e esportes paraolímpicos - GEPEPS, São Cristóvão, Sergipe, Brasil
4. Universidade Federal de Sergipe, Programa de Pós-graduação em Ciências Fisiológicas, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.
5. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Centro de Pesquisa em Ciências do Esporte, Ciências da Saúde e Desenvolvimento Humano (CIDESD), Vila Real, Portugal.
6. Universidade Federal de Sergipe, Departamento de Fisiologia e Farmacologia do Processo Inflamatório, São Cristóvão, Sergipe, Brasil.
7. Universidade Federal de Sergipe, Programa de Biotecnologia, Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO), São Cristóvão, Sergipe, Brasil.
8. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Educação Física, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

## Correspondência:

Felipe J. Aida  
Cidade Universitária Prof. José Aloísio de Campos  
Avenida Marechal Rondon, s/n  
Jardim Rosa Elze. São Cristóvão, SE,  
Brasil. 49100-000.  
fjaidar@gmail.com



## RESUMO

**Introdução:** A relação entre treino e competição é muito importante e visa a preparação mais específica e adequada no Jiu-Jitsu. **Problema e objetivo:** Avaliar a relação entre treinamento e competição por meio de indicadores de lesão e força muscular. **Métodos:** A amostra do estudo incluiu nove indivíduos ( $22,54 \pm 2,77$  anos) que foram submetidos às seguintes condições: 1) simulação de treinamento e 2) simulação de competição. **Resultados:** Não houve diferenças significativas no teste Counter Movement Jump (CMJ). Porém, 48 horas depois do treinamento, houve indicação de valores superiores aos de pós-competição. A creatina quinase (CK) apresentou diferenças significativas de lesão muscular depois da competição com relação às demais condições e momentos ( $p < 0,01$ ), com alto efeito. A LDH apresentou diferenças nos momentos antes, durante e depois das condições de competição e treinamento ( $p < 0,05$ ), com alto efeito. A potência dos membros superiores (PUL) teve correlação média 24 horas ( $> 0,55$ ) e 48 horas (0,47) depois da intervenção. Houve alta correlação ( $> 0,70$ ) com todas as condições no squat jump (SJ). A LDH teve alta correlação ( $> 0,70$ ) em 48 horas. **Conclusões:** Houve boa correlação entre o treinamento e a simulação de competição, o que indica que o modelo de treinamento usado no estudo tende a preparar adequadamente os atletas de Jiu-Jitsu para as demandas da competição. **Nível de evidência I; Estudo clínico randomizado de alta qualidade com ou sem diferença estatisticamente significativa, mas com intervalos de confiança estreitos.**

**Descritores:** Artes marciais; Educação física e treinamento; Fadiga muscular; Força muscular; Treinamento por simulação.

## ABSTRACT

**Background:** The relationship between training and competition is very important and aims at a more specific and adequate preparation in Jiu-Jitsu. **Problem and objective:** To evaluate the relationship between training and competition through indications of injury and muscle strength. **Methods:** The study sample included nine subjects ( $22.54 \pm 2.77$  years of age) who were submitted to the following two conditions: 1) training simulation and 2) competition simulation. **Results:** There were no significant differences in the countermovement jump (CMJ) test. However, 48 hours after training there was an indication of values higher than the post-competition ones. Creatine kinase (CK) indicated significant differences in muscle damage after competition in relation to the other conditions and moments ( $p < 0.01$ ) with a high effect. Lactate dehydrogenase (LDH) showed differences in the moments before, during, and after both competition and training conditions ( $p < 0.05$ ) with a high effect. The power of the upper limbs (PUL) showed a medium correlation at 24h ( $> 0.55$ ) and 48h (0.47) after the intervention. There was high correlation ( $> 0.70$ ) for all conditions in the squat jump (SJ). LDH showed a high correlation ( $> 0.70$ ) at 48 hours. **Conclusion:** There was a good correlation between training and competition simulation, which tends to indicate that the training model used in the study properly prepare Jiu-Jitsu athletes for the demands of competition. **Level of evidence I; High-quality randomized clinical trial with or without a statistically significant difference, but with narrow confidence intervals.**

**Keywords:** Martial arts; Physical education and training; Muscle fatigue; Muscle strength; Simulation training.

## RESUMEN

**Introducción:** La relación entre entrenamiento y competición es muy importante y apunta a una preparación más específica y adecuada en el Jiu-Jitsu. **Problema y objetivo:** Evaluar la relación entre entrenamiento y competición a través de indicadores de lesión y fuerza muscular. **Métodos:** La muestra del estudio incluyó a nueve individuos ( $22,54 \pm 2,77$  años) que fueron sometidos a las siguientes condiciones: 1) simulación de entrenamiento y 2) simulación de competición. **Resultados:** No hubo diferencias significativas en la prueba de Counter Movement Jump (CMJ). Sin embargo, hubo indicios, 48 horas después del entrenamiento, de valores superiores a los de post-competición. La creatina quinasa (CK) presentó diferencias significativas de lesión muscular tras la competición en relación con las demás condiciones y momentos ( $p < 0,01$ ), con un efecto elevado. La LDH presentó diferencias en los momentos previos, durante y posteriores a las condiciones de competición y entrenamiento ( $p < 0,05$ ), con un efecto elevado.

La potencia de las extremidades superiores (PUL) tuvo una correlación media de 24 horas (> 0,55) y 48 horas (0,47) después de la intervención. En el salto, Squat Jump (SJ), hubo una alta correlación en relación a todas las condiciones (> 0,70). La LDH presentó alta correlación (> 0,70) en 48 horas. Conclusiones: Hubo una buena correlación entre el entrenamiento y la simulación de competición, lo que indica que el modelo de entrenamiento utilizado en el estudio tiende a preparar adecuadamente a los atletas de Jiu-Jitsu para las exigencias de la competición. **Nivel de evidencia I; Ensayo clínico aleatorizado de alta calidad con o sin diferencia estadísticamente significativa, pero con intervalos de confianza estrechos.**

**Descriptor:** Artes marciales; Educación y entrenamiento físico; Fatiga muscular; Fuerza muscular; Entrenamiento simulado.

DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1517-869220222804227912>

Artigo recebido em 19/12/2018 aprovado em 04/10/2021

## INTRODUÇÃO

Em esportes de combate, a duração, o intervalo de descanso e o número de lutas podem variar amplamente e tendem a influenciar o desempenho. Além desses fatores, devemos levar em consideração os aspectos fisiológicos, técnicos e táticos inerentes a cada esporte de combate<sup>1,2,3</sup>.

Na mesma direção, o treinamento visa adaptar os atletas às condições e demandas funcionais de cada esporte<sup>4,5</sup>. O treinamento tende a gerar alterações bioquímicas e celulares que impactam a estrutura muscular, gerando adaptação às condições de competição<sup>6,7</sup>. Os meios de avaliação e controle nos esportes são variados, onde marcadores de lesão muscular, indicadores de força e potência têm sido utilizados para avaliar e controlar a fadiga, a adaptação e em geral o impacto do treinamento<sup>8</sup>.

Portanto, embora diversos estudos tenham investigado o treinamento e a competição, notadamente no Jiu-Jitsu, por meio de variáveis fisiológicas, força e potência, poucos estudos avaliaram a especificidade do treinamento e suas relações com as variáveis da competição. E quando realizados, indicaram resultados conflitantes<sup>9</sup>. Nesse sentido, o objetivo do nosso estudo foi avaliar o dano muscular, a força e a potência, e sua correlação em duas condições distintas, treinamento e simulação de competição.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo utilizou um modelo cruzado, onde duas sessões simuladas foram separadas por intervalos de uma semana. A Figura 1 descreve o desenho do estudo. Uma sessão composta por atividades progressivas foi utilizada como protocolo de treinamento. Cada sessão de treinamento contou com 30 minutos de aquecimento geral com exercícios gerais (calistênicos), 30 minutos de treinamento técnico e 30 minutos de simulação de combate, totalizando 90 minutos. No aquecimento, foram utilizados exercícios aeróbicos, com exercícios de corrida e velocidade e contra-resistência com o peso corporal. No treinamento técnico, foram utilizados movimentos específicos do Jiu-Jitsu, como passes de guarda, projeções, raspagens, imobilizações e finalizações. Na simulação de combate, ocorreram lutas de 6 minutos, totalizando três lutas para

cada indivíduo com intervalo de 10 minutos entre as lutas. O modelo foi adaptado de outros estudos sobre Jiu-Jitsu<sup>8,10</sup>. Os voluntários estavam familiarizados com o regime de treinamento

## Amostra

O estudo foi realizado em quatro semanas, sendo a primeira para familiarização e as duas últimas para avaliação das condições e testes. Na primeira semana houve familiarização com as condições e testes por meio de duas sessões de familiarização com intervalo mínimo de descanso de 72 h entre cada sessão. Nas semanas seguintes, as disciplinas foram submetidas a duas condições: 1. simulação de treino e 2. simulação de competição. O estudo avaliou nove atletas de Jiu-Jitsu do sexo masculino, (22,54 ± 2,77 anos, altura de 1,76 ± 0,03 m, massa corporal de 75,47 ± 6,77 kg e gordura corporal de 14,47 ± 3,27%), com experiência mínima de 12 meses, que participaram de competições oficiais nos últimos seis meses a nível regional e nacional.

Como critério de inclusão, adotou-se não fazer uso de estimulantes ou não ter se envolvido em um processo de emagrecimento rápido antes da intervenção<sup>8</sup>, sendo esses critérios confirmados por meio de entrevista.

O estudo foi realizado de acordo com a resolução 466/2012 da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP, Conselho Nacional de Saúde, de acordo com a Declaração de Helsinque (1964, reformulada em 1975, 1983, 1989, 1996, 2000, 2008 e 2013) da Associação Médica Mundial. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Sergipe (protocolo 01723312.2.0000.0058), de acordo com o Conselho sobre experiências com humanos.

## Procedimentos

### Massa corporal, altura e gordura corporal

Para a determinação da massa, foi utilizada balança digital plataforma (Fillizola 2002, Filizola, São Paulo, SP, Brasil), calibrada de 0 a 150 kg, com precisão de 0,1 kg, e utilizada para aferir o peso em quilogramas (kg). A estatura foi determinada por meio de um estadiômetro de fita tipo ES2040 compacto (Sanny, São Paulo, SP, Brasil), fixado na parede, com capacidade de 2,0 m

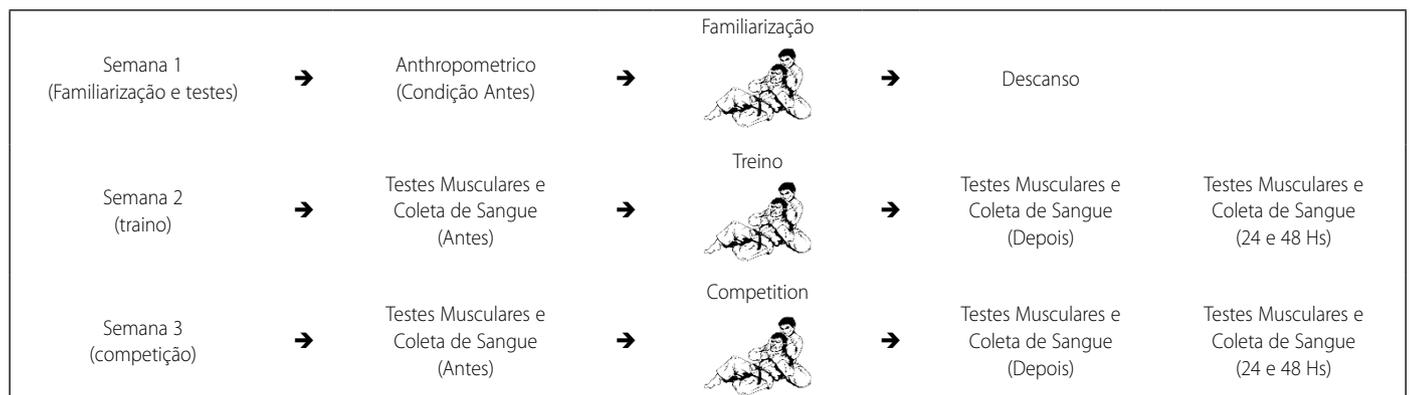


Figura 1. Desenho dos procedimentos realizados no estudo.

precisão de 0,1 cm. A densidade corporal foi determinada usando um adipômetro (Lange Skinfold Caliper; Beta Technology, Santa Cruz, CA, EUA) usando a equação de Thorland et al.<sup>11</sup> para lutadores universitários. O percentual de gordura corporal (% GC) foi estimado pela equação de Brozek et al.<sup>12</sup>

A densidade corporal foi determinada usando a equação de Jackson e Pollock<sup>13</sup> de três dobras cutâneas.

### Força nos membros superiores (PUL)

O teste foi realizado com uma barra com pegada na posição supina. Três repetições foram realizadas e o melhor resultado foi utilizado. O cálculo da confiabilidade foi realizado a partir da linha de base e coeficiente intraclasse (ICC) de 0,96 e erro padrão (SE, 95%) de 16,4 W (2,1%). O teste e as posições inicial e final dos membros superiores seguiram a metodologia descrita por Fonseca et al.<sup>8</sup>. Os testes foram realizados usando um codificador conectado às tiras do Muscle lab (Model PFMA 3010e Muscle Lab System; Ergotest, Langesund, Noruega).

### SJ e CMJ

Os testes seguiram o protocolo de salto onde foram feitas duas tentativas, e o melhor resultado foi utilizado para análise<sup>14</sup>. A confiabilidade das repetições basais foi calculada e ICCs (0,96 e 0,95, respectivamente) e SEs (95% para ambos) de 1,23 e 1,39 cm, respectivamente (1,9% e 2,4%, respectivamente) foram encontrados. Para a avaliação dos testes, foi utilizada uma esteira de contato superficial condutiva de 50 x 60 cm, conectada a um display (Probotics Inc., Orelan, PA, EUA).

### Dano muscular

Marcadores de dano muscular, creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH), aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT), foram medidos usando amostras de sangue, coletando 8,0 mL de sangue da veia antecubital e armazenados em tubos contendo gel coagulante (Vacuette; Greiner Bio-One, Campinas, SP, Brasil). O sangue foi mantido por 30 min em temperatura ambiente para coagulação e depois centrifugado a 4.000 rpm por 8,0 min para separação do soro. As medições bioquímicas foram realizadas em um analisador automático (Vitros modelo 5600; Ortho Clinical Diagnostics, Raritan, NJ, EUA), e os testes bioquímicos foram realizados com o sistema de filme Vitros® 5600 (Ortho-Clinical Diagnostics, Johnson & Johnson Company, Linden, NJ, EUA). A avaliação dos níveis de LDH, AST e ALT foi determinada pela técnica cinética multiponto<sup>8</sup>. O nível de CK foi medido pela técnica de taxa multiponto<sup>8</sup>. Os coeficientes de variação para a mesma amostra foram definidos para LDH sérico a 1,2%, precisão de 1,909 IU / L, para AST sérica a 1,8%, precisão de 1,781 IU / L, e para ALT sérica a 1,9%, precisão de 1,909 IU / L. Quanto ao nível sérico de CK, foi medido pela técnica multiponto taxa a 1,5%, com precisão de 8.456 UI / L.

### Análise estatística

A análise estatística foi realizada por meio do Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versão 22.0 (IBM Inc, New York, NY, USA). Foram utilizadas medidas de tendência central, média ± desvio padrão. Para verificar a normalidade das variáveis, foi utilizado o teste de Shapiro - Wilk, considerando o tamanho da amostra. Para verificar as possíveis diferenças entre as condições, foi utilizada a ANOVA two-way (condição e momento). O teste post hoc de Bonferroni foi usado. Na ANOVA, para determinar o tamanho do efeito, foi utilizado o "eta quadrado parcial" ( $\eta^2_p$ ), adotando valores de efeito baixo ( $\leq 0,05$ ), efeito médio (0,05 a 0,25), efeito alto (0,25 a 0,50) e efeito muito alto ( $> 0,50$ )<sup>15,16</sup>. O coeficiente de correlação de Pearson "r" foi utilizado para treinamento e competição<sup>15,17</sup>. A significância estatística foi considerada em  $p < 0,05$ .

## RESULTADOS

As Figuras 2–8 mostram os resultados do dano muscular, ou seja, os níveis de CK, LDH, AST e ALT, e os resultados dos testes SJ e CMJ, bem como o teste PUL no pré e pós-teste e 24 e 48 h após

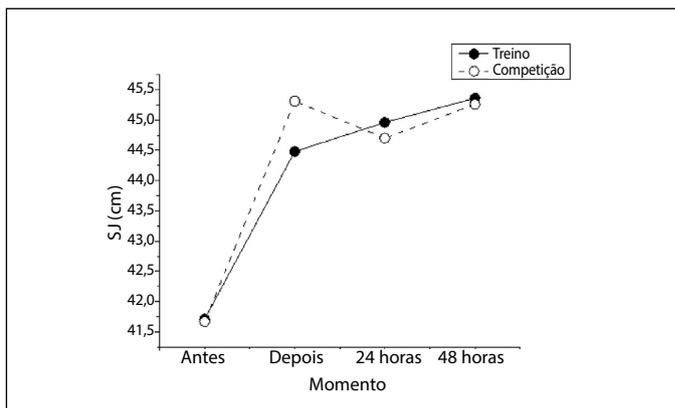


Figura 2. Squat Jump (SJ) no treino e simulação de competição.

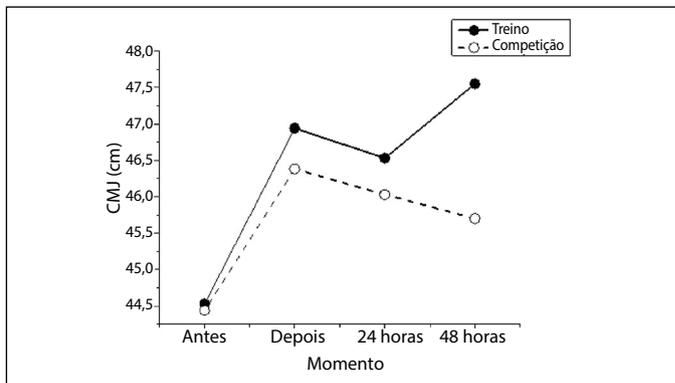


Figura 3. Counter Movement Jump (CMJ) no treino e simulação de competição.

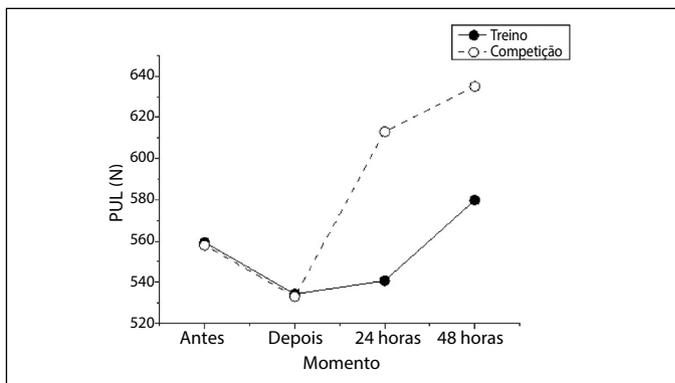


Figura 4. Potência nos Membros Superiores (PUL) no treino e simulação de competição.

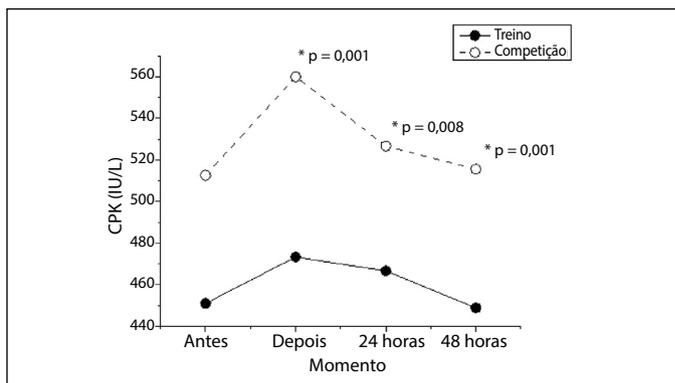


Figura 5. Creatina Kinase (CK) no treino e simulação de competição.

intervenção através de simulação de treinamento e competição, juntamente com sua cinética.

A Figura 1 mostra que não houve diferenças significativas em relação ao teste SJ em diferentes momentos dos métodos aplicados. Na Figura 2, pode-se observar que não houve diferenças significativas no

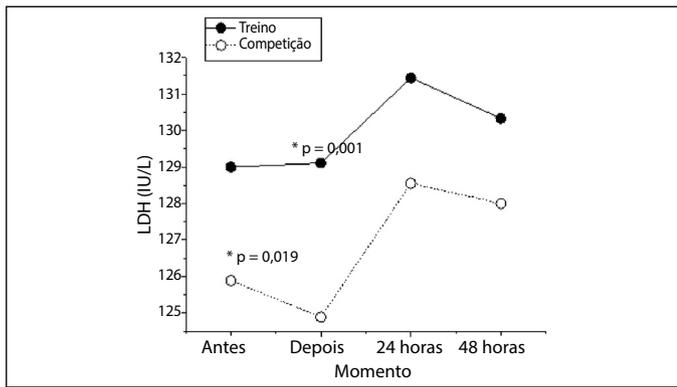


Figura 6. Lactato Dehydrogenase (LDH) no treino e simulação de competição.

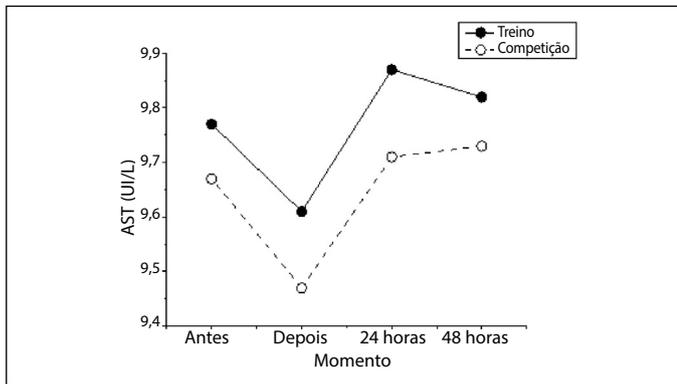


Figura 7. Aspartato Aminotransferase (AST) no treino e simulação de competição.

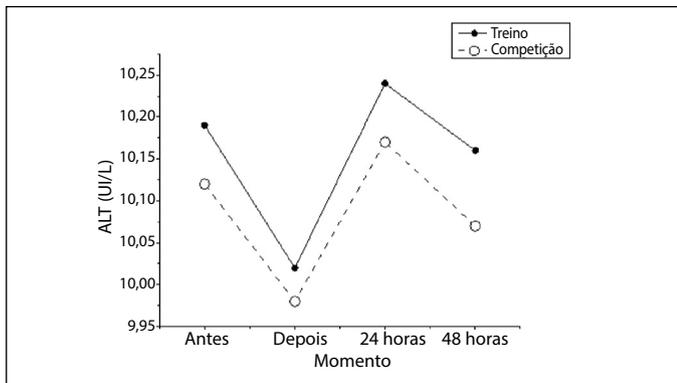


Figura 8. Alanina Aminotransferase (ALT) no treino e simulação de competição.

teste de CMJ; entretanto, 48 h após o treinamento, foram observados valores superiores aos da semana de competição. Em relação ao teste PUL (Figura 3), os resultados foram contrastantes com o teste CMJ, onde os valores, embora não significativamente diferentes nos distintos momentos, 48h após a competição foram superiores aos do período de treinamento ( $p > 0,980$ ). Em relação aos níveis de CK (Figura 4), houve diferenças significativas após competição em relação aos demais momentos e intervenção ( $p = 0,003$ ), com efeito alto. Em relação aos níveis de DHL (Figura 5), houve diferenças significativas na pós-competição e pré-competição em relação ao pré e pós-treinamento ( $p = 0,017$ ), com efeito alto. As demais variáveis não apresentaram diferenças significativas tanto nos diferentes momentos quanto entre a intervenção de treinamento e competição. Os níveis de AST e ALT não apresentaram diferenças significativas e apresentaram cinética muito semelhante, sendo os valores também semelhantes (Figura 6 e 7).

A Tabela 1 descreve a correlação nos diferentes momentos entre o treinamento e a simulação de combate.

Observou-se que os resultados do PUL apresentaram correlação mediana 24h ( $> 0,55$ ) e 48h ( $> 0,47$ ) após a intervenção. Os resultados

do teste SJ mostraram uma correlação alta, e os outros resultados do teste mostraram uma correlação muito alta ( $> 0,70$ ).

A Tabela 2 descreve a correlação nos diferentes momentos entre a simulação de treinamento e a simulação de combate (níveis de CK, LDH, AST e ALT).

Todas as variáveis apresentaram correlação muito alta nos dois momentos do estudo. Apenas a variável nível de LDH, 48 h após, apresentou alta correlação. ALT não apresentou uma boa correlação para fazer uma equação.

**Tabela 1.** Correlação entre treinamento e competição em salto de agachamento (SJ), salto de movimento contrário (CMJ), força nos membros superiores (PUL) e dano muscular (desvio±padrão médio).

Momento	Treino	Simulação de Combate	r
SJ (Cm)	44,41±3,26	45,33±6,11	0,721*
SJ (Cm) 24 horas	44,97±4,77	44,71±6,11	0,752*
SJ (Cm) 48 horas	45,37±5,34	45,27±6,06	0,897*
CMJ (Cm)	46,85±5,13	46,37±6,92	0,817*
CMJ (Cm) 24 horas	46,54±6,06	46,04±5,75	0,912#
CMJ (Cm) 48 horas	47,57±7,88	45,61±5,42	0,817*
PUL (W)	537,12±44,88	535,17±96,38	0,917#
PUL (W) 24 horas	541,80±158,17	611,03±88,41	0,532
PUL (W) 48 horas	579,92±166,43	634,97±90,75	0,469

\* Alta Correlação. # Muito Alta Correlação.

**Tabela 2.** Correlação entre treinamento e simulação de competição nas variáveis de dano muscular nos testes CK, LDH, AST e ALT (média ± desvio padrão).

	Treino	Simulação de Combate	r
CK (UI/L)	477,31±22,37	557,01±55,25	0,925#
CK (UI/L) 24 horas	467,67±26,47	527,68±50,02	0,927#
CK (UI/L) 48 horas	447,87±32,17	517,57±75,67	0,977#
LDH (UI/L)	129,12±1,97	123,87±2,17	0,919#
LDH (UI/L) 24 horas	131,57±3,37	128,57±4,25	0,977#
LDH (UI/L) 48 horas	131,34±2,97	127,02±2,62	0,777*
AST (UI/L)	9,65±0,35	9,45±0,32	0,977#
AST (UI/L) 24 horas	9,88±0,45	9,72±0,45	0,935#
AST (UI/L) 48 horas	9,81±0,37	9,97±0,45	0,977#
ALT (UI/L)	10,02±0,31	9,98±0,32	0,978#
ALT (UI/L) 24 horas	10,24±0,27	10,16±0,38	0,897*
ALT (UI/L) 48 horas	10,16±0,68	10,07±0,69	0,997#

\* High correlation. # Very high correlation. Legenda: CK: Creatina Kinase, LDH: Lactato Dehydrogenase, AST: Aspartato Aminotransferase, and ALT: Alanina Aminotransferase.

## DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo analisar o dano muscular, a força e a correlação que poderia existir na modalidade de Jiu-Jitsu em dois momentos distintos.

Verificou-se que em relação à força medida pelo SJ, após o treinamento (41,71 cm) e pós-competição (45,33 cm), a correlação foi ainda maior após, 24 e 48 h ( $r > 0,70$ ). Em relação ao CMJ, a correlação em todos os momentos foi maior ( $r > 0,70$ ), demonstrando que há uma interligação entre o treinamento e a competição para os diversos tipos de manifestações de força. Ainda, em relação ao PUL, houve correlação após o treinamento (557,12 W) e após a simulação de competição (535,17 W).

Porém, após 24 h, a recuperação não ocorreu com a mesma cinética, com valores diferentes no treinamento (540,80 W) e competição (611,03 W) com correlação intermediária ( $r > 0,55$ ), e após 48 h, a correlação foi inferior ( $r > 0,47$ ). Esses resultados demonstram que os esforços competitivos tendem a ser maiores em relação aos membros superiores, e as exigências na competição tendem a ser mais estressantes neste acompanhamento do que no treinamento.

As ações inerentes à luta, como passagens de guarda, raspagens e bloqueios com as pernas, tendem a causar fadiga, devido às ações musculares isométricas, concêntricas e excêntricas realizadas durante as ações de combate, onde essas ações tendem a ser realizadas em alta intensidade e com curtos períodos de descanso, principalmente da forma excêntrica, e acabam proporcionando aumento da sobrecarga e estresse muscular mecânico<sup>10,18,19</sup>. Durante uma competição simulada de judô, Detanico et al.<sup>20</sup> encontraram uma diminuição no desempenho do salto vertical após três combates, e isso foi explicado pelas poderosas ações excêntricas realizadas pelas pernas durante aquele combate, o que causou uma perda da função muscular. Por outro lado, outro estudo demonstrou que, por meio de procedimentos de treinamento com recuperação em água gelada, o PUL apresentou diferenças significativas 24 h após o treinamento, sendo os valores apresentados superiores aos valores do presente estudo, com recuperação em água gelada (757,9 ± 125,1 W) e no grupo de controle (695,9 ± 56,1 W)<sup>8</sup>.

Com relação ao dano muscular, uma alta correlação foi observada em todos os indicadores de dano de CK ( $r > 0,9$ ) em todos os momentos após a simulação de treinamento ou simulação de combate. No mesmo contexto, verificou-se que, nos níveis de CK, foram encontradas diferenças significativas no momento após todos os momentos da competição em relação ao treinamento (pós-treino 561,01 a 477,31; 24 h 527,68 a 467,67 e 48 h após 517,57 a 447,87), respectivamente. Os resultados do presente estudo corroboram outros estudos que encontraram aumento nas concentrações séricas de CK pós-exercício, que foi inversamente proporcional à capacidade do músculo de gerar força<sup>8</sup>. No entanto, outro estudo que avaliou o dano muscular após o treinamento também identificou os níveis de CK como os mais alterados<sup>8</sup>. Ainda assim, exercícios intensos, como nos esportes de combate, tendem a aumentar o estresse oxidativo, e isso seria devido à estimulação promovida pelas contrações musculares. Nesse sentido, entre outros, haveria uma aceleração da fadiga muscular e indução da adaptação muscular<sup>21</sup>.

Em relação aos níveis de DHL, observou-se alta correlação entre treinamento e combate ( $r > 0,9$  no pós-treinamento e após 24h  $r > 0,70$  após 48h). Por outro lado, o LDH está presente em grandes quantidades no músculo esquelético, pois essa enzima é responsável pela conversão anaeróbica do piruvato em lactato. A associação de LDH com dano muscular está intimamente ligada ao aumento da concentração de CK<sup>22</sup>, o que explicaria os resultados de nosso estudo.

Em relação aos níveis de AST e ALT, a correlação entre o treinamento e o combate foi alta ( $r > 0,70$  em todos os momentos posteriores). AST e ALT são enzimas hepáticas importantes para o catabolismo de

aminoácidos e, embora não estejam concentradas no músculo, ocorre aumento da atividade dessas enzimas durante exercícios intensos<sup>23</sup> ou intermitentes<sup>24</sup>, uma vez que exercícios intensos tendem a aumentar o catabolismo protéico. No entanto, nenhuma alteração importante nos níveis de AST e ALT foi encontrada em nosso estudo. Ainda, em relação aos níveis de CK e LDH, estudo utilizando outros métodos de grappling encontrou aumento de 15% a 42% na concentração sérica dessas enzimas após 2,5 h de treinamento.<sup>25</sup>

Nesse sentido, as demandas físicas do treinamento e competição das lutas ainda não estão bem elucidadas, portanto, atualmente não é possível afirmar quais variáveis são melhores para promover o sucesso nas competições<sup>26</sup>. No entanto, tem-se pesquisado o estabelecimento de avaliações mais específicas, incluindo competição simulada e correlação com variáveis fisiológicas com diferentes situações simuladas. Alguns indicadores têm se mostrado importantes como nível competitivo, intensidade, modalidades e volume de treinamento, visando monitorar tanto a luta quanto as cargas de treinamento de curto e longo prazo, o que tende a impactar positivamente no planejamento e auxiliar os programas de treinamento e competições<sup>3</sup>.

## CONCLUSÃO

Pode-se concluir que existe uma grande correlação entre as variáveis relacionadas à força e as variáveis bioquímicas relacionadas aos danos tanto na simulação de treinamento quanto na simulação de competição. Em relação à potência muscular, percebeu-se que os métodos utilizados no treinamento de membros superiores devem ser revistos, visto que esses membros apresentaram sinais de maior desgaste após a competição simulada do que o observado na sessão de treinamento.

Em suma, existe uma boa correlação entre simulação de treinamento e simulação de competição, onde o modelo adotado como treinamento pode atender às necessidades impostas na competição e pode sofrer alterações para melhor se aproximar das reais condições encontradas em uma competição.

## AGRADECIMENTO

Victor Reis recebeu financiamento da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia (UID04045 / 2020).

Dihogo de Matos foi bolseiro da FCT - Fundação para a Ciência e Tecnologia (BI / UTAD / 1/2020).

---

Todos os autores declararam não haver qualquer potencial conflito de interesses referente a este artigo.

---

---

**CONTRIBUIÇÃO DE AUTORES:** Cada autor contribuiu individual e significativamente para o desenvolvimento deste artigo. LBF pesquisador principal, conceito/desenho, coleta de dados, análise/interpretação de dados e versão preliminar do artigo; FJA, DGM, NAB, RFS, ASO, e VMR análise estatística e participação na interpretação dos dados, versão preliminar e revisão crítica do artigo; ACM, BGATC e VMR análise/interpretação de dados, versão preliminar e revisão e revisão crítica do artigo; FJA, RFS ASO, JLS, BGATC, ACM, e VMR conceito/desenho e análise/interpretação de dados e revisão crítica do artigo. Todos os autores leram e aprovaram a versão final do artigo.

---

## REFERÊNCIAS

1. Franchini E. High-Intensity Interval Training Prescription for Combat-Sport Athletes. *Int J Sports Physiol Perform.* 2020;15(6):767-76.
2. Andreato LV, Franzói SMM, Esteves JV, Pastorio E, Franchini E. Psychological, Physiological, Performance and Perceptive Responses to Brazilian jiu-jitsu combats. *Kinesiology.* 2014;46(1):44-52.
3. Slimani M, Davis P, Franchini E, Moalla W. Rating of Perceived Exertion for Quantification of Training and Combat Loads During Combat Sport-Specific Activities: A Short Review. *J Strength Cond Res.* 2017;31(10):2889-2902.
4. Lesinski M, Prieske O, Granacher U. Effects and Dose-Response Relationships of Resistance Training on Physical Performance in Youth Athletes: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Br J Sports Med.* 2016;50(13):781-95.
5. Palmer T, Uhl TL, Howell D, Hewett TE, Mattacola CG. Sport-Specific Training Targeting the Proximal Segments and Throwing Velocity in Collegiate Throwing Athletes. *J Athl Train.* 2015;50(6):567-77.
6. Slimani M, Paravlic AH, Chaabene H, Davis P, Chamari K, Cheour F. Hormonal responses to striking combat sports competition: a systematic review and meta-analysis. *Biol Sport.* 2018;35(2):121-36.
7. Bromley SJ, Drew MK, Talpey S, McIntosh AS, Finch CF. A systematic review of prospective epidemiological research into injury and illness in Olympic combat sport. *Br J Sports Med.* 2018;52(1):8-16.
8. Fonseca LB, Brito CJ, Silva RJS, Silva-Grigolotto M, Franchini E. Use of Cold-Water Immersion to Reduce Muscle Damage and Delayed-Onset Muscle Soreness and Preserve Muscle Power in Jiu-Jitsu Athletes. *J Athl Train.* 2016;51(7):540-9.
9. Andreato LV, Lara FJD, Andrade A, Branco BH. Physical and Physiological Profiles of Brazilian Jiu-Jitsu Athletes: A Systematic Review. *Sports Med Open.* 2017;3(1):9.
10. Diaz-Lara FJ, Del Coso J, Portillo J, Garcia J, Abian-Vicen J. Enhancement of High-Intensity Actions and Physical Performance During a Simulated Brazilian Jiu-Jitsu Competition With a Moderate Dose of Caffeine. *Int J Sports Physiol Perform.* 2016;11(7):861-7.
11. Thorland WG, Tipton CM, Lohman TG, Bowers RW, Tchong TK. Midwest wrestling study: Prediction of minimal wrestling weight for high school wrestlers. *Med Sci Sports Exerc.* 1991;23:1102-10.
12. Brozek J, Grande F, Anderson T, Keys A. Densitometric analysis of body composition: revisions of some quantitative assumptions. *Ann NY Acad Sci.* 1963;110:113-40.

13. Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for predicting body density of men. *Br J Nutr.* 1978;40:497-504.
14. Bosco C, Luhtanen P, Komi PV. A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1983;50(2):273-82.
15. Cohen J. *Statistics a power primer.* Psychol Bull. 1992;112(1):155-9.
16. Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioural Sciences.* 2nd ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum; 1988.
17. Hopkins WG. *Spreadsheets for analysis of validity and reliability by linear regression.* Sports Science. 2015;19:36-42.
18. Diaz-Lara FJ, Garcia JMG, Monteiro LF, Abian-Vicen J. Body composition, isometric hand grip and explosive strength leg — Similarities and differences between novices and experts in an international competition of Brazilian Jiu Jitsu. *Arch Budo.* 2014;10:2011-7.
19. Chaabène H, Hachana Y, Franchini E, Mkaouer B, Chamari K. Physical and physiological profile of elite karate athletes. *Sports Med.* 2012;42(10):829-43.
20. Detanico D, Dal Pupo J, Franchini E, Dos Santos SG. Effects of successive judo matches on fatigue and muscle damage markers. *J Strength Cond Res.* 2015;29(4):1010–6.
21. Powers SK, Deminice R, Ozdemir M, Yoshihara T, Bomkamp MP, Hyatt H. Exercise-induced oxidative stress: Friend or foe? *J Sport Health Sci.* 2020;9(5):415-25.
22. Hausswirth C, Louis J, Fournier J, Filliard J, Brisswalter J. Effects of Whole-Body Cryotherapy vs. Far-Infrared vs. Passive Modalities on Recovery from Exercise-Induced Muscle Damage in Highly-Trained Runners. *PLoS One.* 2011;6(12):e27749.
23. Nazari M, Azarbayjani MA, Azizbeigi K. Effect of Exercise Order of Resistance Training on Strength Performance and Indices of Muscle Damage in Young Active Girls. *Asian J Sports Med.* 2016;247(3):e30599.
24. Samadi A, Gaeini AA, Kordi MR, Rahimi M, Bambaiechi E. Effect of Various Ratios of Carbohydrate-Protein Supplementation on Resistance Exercise-Induced Muscle Damage. *J Sports Med Phys Fitness.* 2012;52(2):151-7.
25. Kubo J, Chishaki T, Nakamura N, Muramatsu T, Yamamoto Y, Ito M. Differences in Fat-Free Mass and Muscle Thicknesses at Various Sites According to Performance Level Among Judo Athletes. *J Strength Cond Res.* 2006;20(3):654-7.
26. Kirk C, Clark DR, Langan-Evans C, Morton JP. The physical demands of mixed martial arts: A narrative review using the ARMSS model to provide a hierarchy of evidence. *J Sports Sci.* 2020;38(24):2819-41.