

# Respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas a lutas de jiu-jitsu brasileiro

## Biochemical, hormonal and hematological responses to brazilian Jiu-jitsu matches

COSWIG VS, NEVES AHS, DEL VECCHIO FB. Respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas a lutas de jiu-jitsu brasileiro. **R. bras. Ci. e Mov** 2013;21(2): 19-30.

Victor S. Coswig<sup>1</sup>  
Arthur H.S. Neves<sup>1</sup>  
Fabrício B. Del Vecchio<sup>1</sup>

<sup>1</sup>UFPEl

**RESUMO:** Parâmetros sanguíneos fornecem diferentes dados sobre a assimilação do programa de treinamento e possibilitam o entendimento das adaptações do organismo à prática esportiva. Desta forma, o objetivo da presente investigação foi quantificar alterações de parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos em resposta a lutas subsequentes de *Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ)*. Participaram do estudo quatro lutadores experientes (27,5±3,1 anos de idade; 79,4±4,7kg; 79,4±4,7cm e 8,3±2,9% de gordura). Os atletas foram submetidos a coletas sanguíneas em quatro momentos: i) Em jejum de 12 horas (JO), ii) Pré-luta 1 (PréC; imediatamente antes da luta), iii) Coleta pós-luta 1 (PósC1) e, iv) Coleta pós luta 2 (PósC2), sendo as duas últimas realizadas imediatamente após cada combate. As concentrações de creatina quinase (CK) e CK-MB (cardíaca) foram menores no momento PréC se comparado aos momentos PósC1 e PósC2 (p<0,05). Quanto aos níveis de aspartato aminotransferase, foi evidenciado maior valor em JO quando comparado ao PósC1 (p= 0,04). Em relação a concentração de creatinina, identificou-se diferença entre PréC e PósC2 (p<0,05). A concentração de lactato se elevou significativamente, com diferenças de JO para PréC, PósC1 e PósC2 (p= 0,001) e de PréC para PósC2 (p= 0,001). Quanto à série branca, foi encontrada diferença significativa (p<0,001) na contagem de leucócitos de JO para PósC1 e PósC2. Os resultados do presente estudo sugerem que as lutas de BJJ promovem: i) elevação em marcadores de ativação do componente anaeróbio, de quebra de ATP e de dano muscular, o que denota alta intensidade dos esforços; ii) resposta cumulativa de marcadores fisiológicos de gasto energético e reação inflamatória e iii) Apesar de não apresentar diferença estatisticamente significativa, hipotetizamos que o comportamento hormonal, especificamente do cortisol, pode apresentar relação com o êxito competitivo.

**Palavras-chave:** Marciais; Análise Química do Sangue; Esforço Físico.

**ABSTRACT:** Blood parameters provide different data regarding the assimilation of a training program and allow the understanding of organic adaptation to sports practice. The aim of this study was to quantify changes in biochemical, hormonal and hematological markers in response to subsequent Brazilian Jiu-Jitsu (BJJ) matches. Four experienced fighters (27,5±3,1 years; 79,4±4,7kg; 79,4±4,7cm and 8,3±2,9% of body fat) participated in this study. The athletes were submitted to blood collecting in four conditions i) 12 hours of fasting (JO); ii) before the fight 1 (PreC; immediately before the fight); iii) after the fight 1 (PostC1) and, iv) after fight 2 (PostC2), being the last two held immediately after each fight. Creatine kinase (CK) and CK-MB (cardiac) levels were lower at PreC as compared with PostC1 and PostC2 (p<0.05). Levels of aspartate aminotransferase were higher at JO when compared with PostC1 (p=0.04). In terms of creatinine concentrations, it has been identified a difference between PreC and PostC2 (p<0.05). The concentration of lactate increased from JO to PreC, PostC1 and PostC2 (p=0.001) and PreC to PostC2 (p=0.001). In terms of white series, it has been found significant difference (p<0.001) from JO leucocytes counting to PostC1 and PostC2. The results of this study suggest that BJJ fights promote: i) increase in markers of activation of the anaerobic component, ATP breakdown and muscle damage, which denotes high intensity efforts; ii) cumulative response of physiological markers of energetic rate and inflammatory reaction and iii) Although no statistical difference, we hypothesized that the hormonal behavior, specifically cortisol, may present a correlation with competitive success.

**Key Words:** Martial Arts; Blood Chemical Analysis; Physical Effort.

Enviado em: 07/12/2012  
Aceito em: 06/04/2013

**Contato:** Victor Silveira Coswig - vcoswig@gmail.com

## Introdução

O processo de treinamento físico-esportivo de lutadores de elite tem empregado métodos não invasivos, como antropometria, avaliações biomotoras<sup>1-3</sup> e análise temporal visando a investigação das diferentes relações esforço: pausa nas lutas<sup>3,4</sup> com intuito de prescrever, avaliar e controlar o exercício físico nas lutas, artes marciais e modalidades esportivas de combate (LAMEC)<sup>3</sup>. Complementarmente, análises de diferentes parâmetros sanguíneos podem fornecer informações sobre a assimilação do programa treinamento, plano alimentar bem como saúde geral; ainda, possibilitam melhor entendimento de como o organismo se adapta à prática esportiva<sup>5</sup>.

Quanto ao perfil bioquímico, destacam-se distintos marcadores os quais respondem ao exercício agudo, ao desempenho físico-competitivo e às diferentes intensidades do treinamento<sup>6-8</sup>. Diversos estudos avaliaram os perfis hematológico, bioquímico e hormonal de lutadores fato que possibilitou que se modificasse o treinamento desses sujeitos almejando o desempenho físico<sup>6,9</sup>. Em investigações com LAMEC, grande parte dos dados advém de coletas em estado de repouso<sup>10</sup> e alguns deles versam sobre medidas pré e pós-esforço, incluindo lutas isoladas<sup>11</sup>. No entanto, poucos estudos mensuraram variáveis biológicas em combates consecutivos<sup>12,13</sup>. Essa é uma limitação importante, uma vez que a maioria dos atletas realiza mais de um combate para chegar às disputas de medalhas ou ao pódio<sup>3</sup>.

Investigações referentes às LAMEC tem sido realizadas basicamente com modalidades olímpicas<sup>7,14</sup>, ao passo que o *Brazilian Jiu-Jitsu* (BJJ), o qual tem crescido no cenário internacional<sup>1,2</sup>, carece de estudos mais aprofundados<sup>2,3</sup>. Com isso, nosso estudo objetivou verificar as alterações decorrentes de lutas subsequentes de BJJ no que se refere aos parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos dos atletas.

## Materiais e Métodos

### *Tipo de estudo e casuística*

O estudo se caracteriza como observacional, por não haver manipulação da variável independente (lutas)

por parte dos investigadores e, dele, fizeram parte atletas de BJJ voluntários e experientes, os quais atenderam aos seguintes critérios de inclusão: Possuir graduação superior a faixa roxa, nível competitivo nacional, ter idade entre 18 e 29 anos, massa corporal compreendida entre 70 e 90 kg e estar em atividade de treinamento por, pelo menos, três meses consecutivos.

Para o cálculo de tamanho amostral considerou-se o estudo de Barbas *et al.*<sup>13</sup>, o qual observou, em praticantes de luta olímpica, que a concentração de lactato sanguíneo pré-luta foi de  $1,3 \pm 0,1$  mmol/L; após a segunda luta, o nível médio se elevou para  $17,9 \pm 0,6$  mmol/L. Nesse mesmo estudo supracitado, a concentração da creatina quinase foi de  $116,5 \pm 7,7$  U/L na situação pré-lutas e de  $312,6 \pm 13,39$  U/L ao final da segunda luta. Assim, assumindo-se teste bicaudal com  $p < 0,05$  e poder de 80%, para duas lutas subsequentes seriam necessários quatro sujeitos<sup>15</sup>. Além disso, diferentes publicações denotaram que estudos com amostras reduzidas, ao contrário do que se usualmente acredita, podem contribuir sobremaneira com o entendimento de realidades particulares, nas quais há envolvimento de poucas pessoas<sup>16, 17</sup> ou até mesmo a participação de sujeito único<sup>18</sup>.

Após recrutamento e início das coletas com oito atletas de BJJ, foram excluídos da amostra lutadores em processo de reabilitação de lesões ( $n=1$ ), que relataram consumo de medicamentos de uso contínuo, esteróides anabolizantes e suplementos alimentares ( $n=2$ ) e/ou que não seguiram os requisitos de rotina indicados ( $n=1$ ). Assim, a amostra final foi composta por quatro participantes.

### *Logística do estudo*

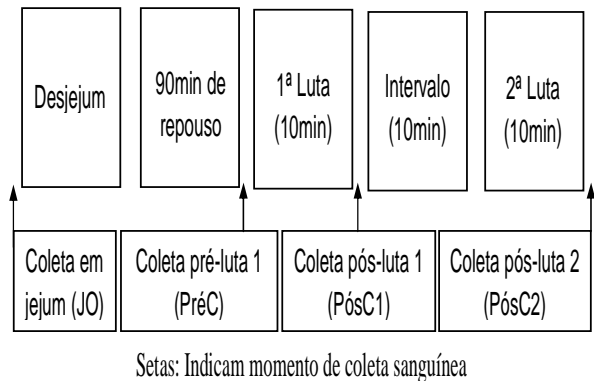
Após listagem dos participantes, os mesmos foram convidados a realizar agendamentos para execução dos diferentes procedimentos. Na visita inicial, os sujeitos foram informados sobre todos os procedimentos da investigação e assinaram Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; o projeto foi aprovado pelo comitê de ética local (nº 197/2011). No que se refere às diferentes coletas de dados, os procedimentos foram os seguintes:

Coleta em jejum (JO): Os atletas foram orientados a permanecerem em jejum obrigatório de 12 horas e a chegarem ao local definido às 8h da manhã. Foi realizada coleta sanguínea (JO) e, imediatamente após, oferecido desjejum planejado por nutricionista a partir de recomendações específicas a atletas<sup>19</sup>, composto por suco de laranja, sanduíche com duas fatias de pão integral, uma de queijo e outra de cheddar, além de fatia de pão integral com mel e uma banana. Adicionalmente, após a alimentação, os sujeitos permaneceram em repouso durante os 90 minutos seguintes para garantir o período de digestão adequada. Durante este tempo, a anamnese foi preenchida e, logo após, foram aferidas massa corporal total (balança Filizola®, com precisão de 100g), estatura (a partir de estadiômetro acoplado à balança, com precisão de 1 mm) e dobras cutâneas (peitoral, abdominal e coxa com adipômetro Cescorf®, previamente aferido e calibrado). Assim, foram calculados densidade corporal, com equação de Jackson e Pollock de 1978, percentual de gordura com a fórmula de Siri e índice de massa corporal (IMC)<sup>20</sup>.

Coleta Pré Luta (PréC): Após aquecimento geral, feito de modo livre pelos lutadores e que contava com exercícios calistênicos (polichinelos), de resistência muscular localizada (abdominais e flexões de braços), corrida leve e movimentos específicos da modalidade, foi realizada nova coleta sanguínea (PréC), imediatamente antes da primeira luta, e 90 min após o desjejum. No momento seguinte, os atletas realizaram dois combates de BJJ de 10 minutos, formatados e arbitrados de acordo com as regras da Confederação Brasileira de Jiu-Jitsu (CBJJ), a fim de definir vencedores e perdedores. A única alteração foi quanto à continuidade do combate, pois, em caso de finalização, a luta seria conduzida até o término do tempo previamente estipulado. Em busca de grau máximo de motivação, os atletas foram verbalmente encorajados e incentivados a partir de instruções dadas por técnicos durante os combates<sup>21</sup>.

Coletas Pós Lutas (PósC1 e PósC2): Imediatamente após cada luta, ocorreram coletas adicionais, perfazendo um total de quatro tomadas: uma em jejum, uma prévia à primeira luta, e após cada um dos

dois combates. O delineamento temporal do estudo, com os sucessivos momentos de coletas dos dados, é apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Desenho da logística do estudo e da coleta de dados.

#### Protocolo de coleta das amostras sanguíneas

A primeira coleta ocorreu às 8h da manhã<sup>22, 23</sup>. Assim, os mesmos foram orientados a manterem dieta habitual e massa corporal estáveis por pelo menos duas semanas e a se apresentarem com 12 horas em jejum obrigatório, com dieta hídrica livre, sendo que este tempo não deveria superar o período de 14 horas, devido à análise do perfil lipídico<sup>23</sup>. Ainda, deveriam manter abstinência etílica por período de 24 a 72 horas, bem como realizarem treinamentos físicos dentro de rotina habitual pelo mesmo período<sup>23</sup>.

Foram coletados 20 ml de sangue por meio de flebotomia venosa no membro superior dos atletas<sup>8, 22</sup>. A obtenção de soro ou plasma foi realizada a partir da centrifugação das amostras por cinco minutos a 3.000 rpm. As amostras, por sua vez, foram armazenadas sob refrigeração a 4°C até que todas as análises tivessem sido realizadas e, depois, descartadas corretamente como material de risco biológico.

As análises bioquímicas, hormonais e hematológicas foram realizadas no Laboratório Escola de Análises Clínicas (LEAC) da Universidade Católica de Pelotas, conforme procedimentos operacionais padrões. As variáveis bioquímicas foram determinadas por meio do equipamento Integra 600®, empregando metodologia enzimática colorimétrica de ponto final para determinação de colesterol total (Ct), triglicerídeos (TG) e glicose; método enzimático colorimétrico para determinação de

colesterol HDL, uréia e lactato; colorimetria enzimática para determinação de creatinina e colesterol LDL quando  $TG > 400\text{mg/dL}$ ; colorimetria enzimática de ponto final para determinação de proteínas totais, cálcio, magnésio, e ferro; cinética para determinação de creatina quinase total e fração MB (CK total e CK-MB), aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT); cálculo baseado na dosagem de TG (Equação de Friedewald) para determinação de colesterol LDL quando  $TG \leq 400\text{ mg/dL}$  e cromatografia de troca iônica para determinação de hemoglobina glicada.

O hemograma foi realizado a partir de procedimentos automatizados (impedância elétrica/ impedância elétrica focada/dispersão do laser), com equipamento Sysmex XS 1000 i®, compreendendo parâmetros hematológicos da série branca: contagem de leucócitos, bastonetes, segmentados, neutrófilos, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos; e parâmetros hematológicos da série vermelha contagem de eritrócitos, hemoglobina, hematócrito e alterações morfológicas de série vermelha.

As concentrações hormonais foram determinadas por meio do equipamento Elecsys 2010®, quimioluminescência para cortisol e Imunofluorimetria para testosterona total.

#### Análise dos dados

A análise dos dados foi feita no *software Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, versão 14.0 SPSS Inc, Chicago IL). A distribuição dos dados foi analisada com a prova de Shapiro-Wilk, nas variáveis que atenderam ao critério de normalidade, a estatística descritiva empregou média e desvio padrão, porém, as demais foram devidamente identificadas e expressas com mediana e semi-amplitude interquartilica. Empregou-se teste de Mauchly para se testar a esfericidade dos dados; a correção de Greenhouse-Geiser foi usada quando necessária<sup>24</sup>. A análise de variância de um caminho (ANOVA) com medidas repetidas foi conduzida para se testar os diferentes momentos de avaliação. Identificando-se significância na ANOVA, considerou-se o teste de Bonferroni para localização das diferenças.

Adicionalmente, como se trata de estudo com momentos sucessivos de coletas, considerou-se ausência ou presença de tendência apresentada pelos conjuntos dos dados. Em existindo tendência, indicou-se o tipo e o nível de significância<sup>25</sup>. Assumiu-se 5% como nível de significância para exibição do F, poder e p-valor.

#### Resultados

Os atletas de BJJ envolvidos no presente estudo exibiam  $27,5 \pm 3$  anos de idade,  $7,2 \pm 0,9$  anos de treino,  $79,4 \pm 44,7$  kg de massa corporal, estatura de  $1,75 \pm 0,04$  m, IMC de  $25,7 \pm 1,4\text{ kg/cm}^2$  e  $7,7 \pm 3\%$  de gordura corporal.

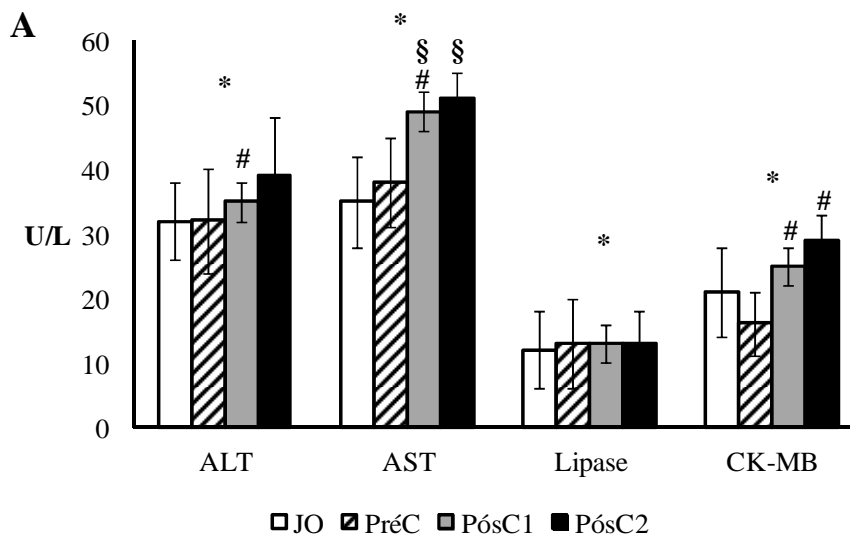
Os dados hematológicos dos atletas estão apresentados na tabela 1. Nela, observa-se diferença estatisticamente significativa para a contagem de leucócitos entre os momentos JO-PósC1 ( $p < 0,001$ ), JO-PósC2 ( $p < 0,001$ ) e PréC-PósC1 ( $p < 0,001$ ). Ainda, alterações significativas ( $p < 0,05$ ) são evidenciadas a partir das lutas na contagem de plaquetas (JO-PósC2) e monócitos (JO-PósC1), bem como nas relações percentuais de neutrófilos (PréC-PósC2) e linfócitos (PréC-PósC1). Adicionalmente, ao considerar a sequência de medidas, identifica-se tendência linear significativa ( $p < 0,05$ ) de aumento na contagem de diferentes tipos de glóbulos brancos, sendo o mesmo identificado tanto no hematócrito como na expressão percentual de neutrófilos e linfócitos.

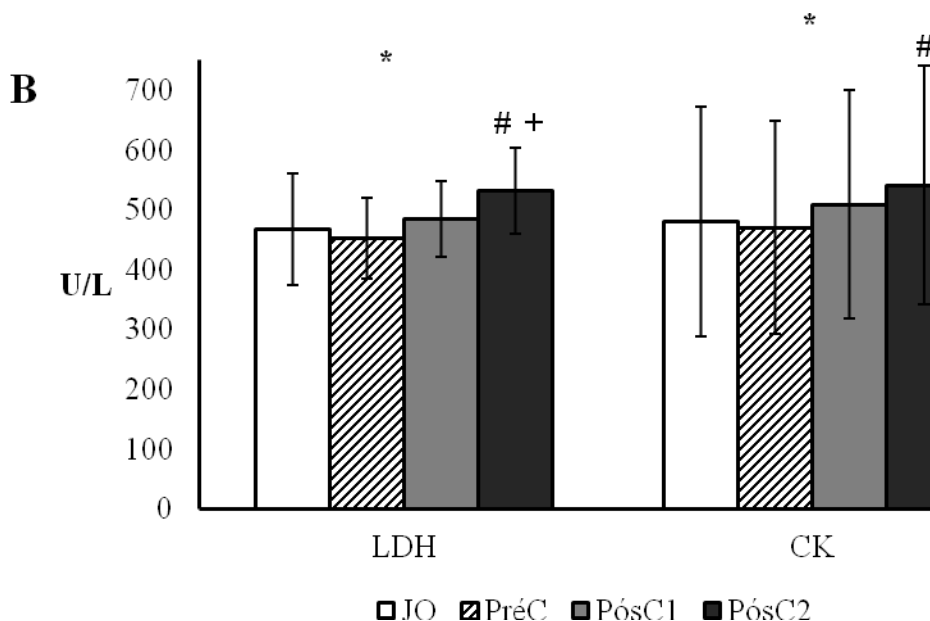
Os dados das diferentes atividades enzimáticas, substratos bioquímicos e eletrólitos estão apresentados na figura 2AB e tabela 2. Registra-se, na figura 2A, diferença estatística ( $p < 0,05$ ) na atividade das enzimas, CK-MB (PréC-PósC1 e PósC2), AST (JO-PósC1 e PósC2; PréC-Pós1) e ALT (PréC-PósC1). O mesmo evidenciado na figura 2B, quanto as enzimas CK-total (PréC-PósC2) e LDH (PréC-PósC2 e PósC1-PósC2). Adicionalmente, tendência linear crescente foi evidenciada para os valores de CK-total, CK-MB, AST, ALT, LDH e Lipase ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 1:** Média (dp) e valores dos respectivos testes estatísticos das variáveis hematológicas, segundo momento de coleta

	1 <sup>a</sup> medida (JO)	2 <sup>a</sup> medida (PréC)	3 <sup>a</sup> medida (PósC1)	4 <sup>a</sup> medida (PósC2)	Diferenças entre momentos			Tendência			
					F	P	poder	Pares de medidas	Tipo	F	p
Leucócitos (10 <sup>3</sup> /μl)	7 (1,2)	7,8 (1,7)	10,6 (1,3)	10,1 (1,9)	34,9	<0,001	0,92	1-3; 1-4; 2-3	L	46,8	0,01
Hemácias (10 <sup>6</sup> /μL)	5 (0,3)	5,04 (0,3)	5,1 (0,3)	5,09 (0,3)		NS				NS	
Hemoglobina (g/dL)	14,8 (1,1)	14,9 (1,4)	14,9 (1,1)	14,9 (1,2)		NS				NS	
Hematócrito (%)	43,3 (3)	43,8 (3,8)	45 (2,5)	44,9 (3,4)		NS			L	11,1	0,04
Plaquetas (10 <sup>3</sup> /μl)	212,5 (57,2)	227 (56,2)	260 (74,9)	259,2 (68,6)	14,3	<0,001	0,83	1-4	L	26,3	0,01
Neutrófilos (10 <sup>3</sup> /μl)	4,4 (1,3)	5,3 (1,6)	6,2 (1,7)	6,2 (1,7)	25,9	<0,001	0,90	2-4	L	27,1	0,01
Linfócitos (10 <sup>3</sup> /μl)	1,9 (0,2)	1,9 (0,4)	3,2 (0,8)	3,3 (0,9)		NS			L	13,1	0,04
Monócitos (10 <sup>3</sup> /μl)	0,4 (0,1)	0,5 (0,1)	0,6 (0,07)	0,6 (0,06)	7,2	0,01	0,71	1 - 3;		NS	
Eosinófilos (10 <sup>3</sup> /μl)	0,1 (0,01)	0,06 (0,02)	0,07 (0,02)	0,06 (0,03)		NS			L	15,1	0,03
Basófilos (10 <sup>3</sup> /μl)	0,07 (0,09)	0,02 (0,01)	0,04 (0,01)	0,03 (0)		NS				NS	

Tendência; L: Linear; C: Cúbica; NS: Não significativa

\* Tendência linear de aumento ( $p < 0,05$ ); §  $p < 0,05$  em relação à situação JO; #  $p < 0,05$  em relação à situação PréC; +  $p < 0,05$  em relação à situação PósC1

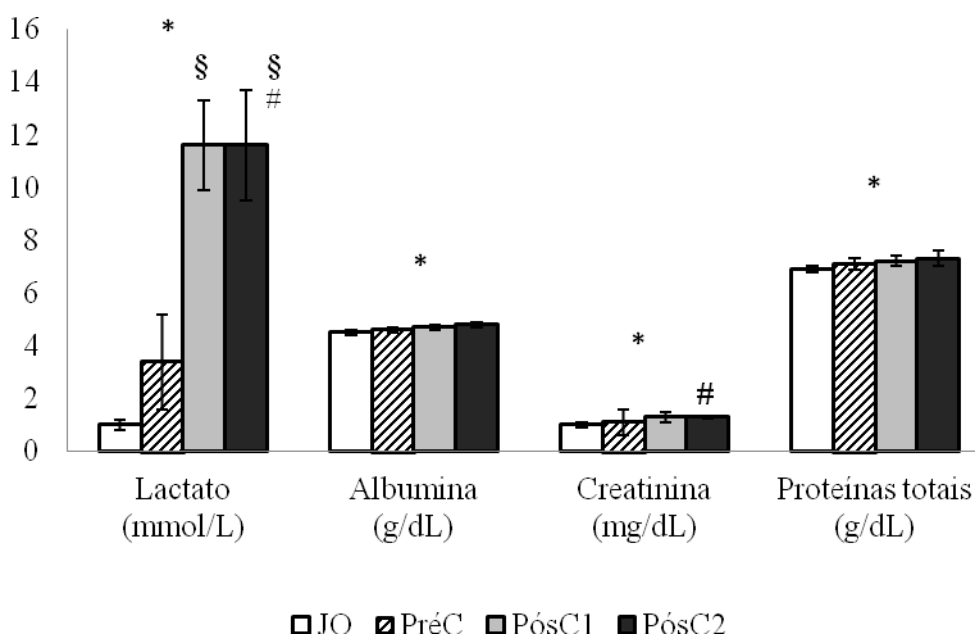


**Figura 2AB.** Atividade enzimática em resposta a lutas subsequentes de BJJ

\* Tendência linear de aumento ( $p < 0,05$ ); §  $p < 0,05$  em relação à situação JO; #  $p < 0,05$  em relação à situação PréC; +  $p < 0,05$  em relação à situação PósC1

Na figura 3, observam-se diferenças significativas de PréC para PósC2 ( $p < 0,001$ ) para a concentração de creatinina. A concentração sérica de lactato também se modificou ao longo das lutas, evidenciada pela diferença estatística entre JO e PósC1 ( $p < 0,001$ ) e JO e PósC2 ( $p < 0,001$ ) e, ainda, de PréC para PósC2 ( $p < 0,001$ ).

Valores de glicemia apresentaram diferença significativa (tabela 2) entre PréC e PósC1 ( $p = 0,01$ ) e colesterol de PréC para PósC2 ( $p < 0,001$ ). Quanto à tendência linear, comportamento estatisticamente significativo ( $p < 0,05$ ) é observado para lactato, glicemia, creatinina, albumina e proteínas totais.



\* Tendência linear de aumento ( $p < 0,05$ ); §  $p < 0,05$  em relação à situação JO; #  $p < 0,05$  em relação à situação PréC; +  $p < 0,05$  em relação à situação PósC1.

**Figura 3:** Resposta de marcadores metabólicos a lutas subsequentes de BJJ

Ao se considerarem as concentrações séricas dos eletrólitos, também expressas na tabela 2, é possível identificar modificação significativa ( $p < 0,05$ ) nas concentrações de potássio (JO-PósC1; JO-PósC2; PréC-

PósC1), com tendência linear crescente ( $p = 0,01$ ), a qual também é evidenciada com sódio e fósforo ( $p < 0,05$ ).

**Tabela 2.** Medidas descritivas de variáveis associadas a substratos bioquímicos e eletrólitos, segundo momento de coleta

	1ª medida (JO)	2ª medida (PréC)	3ª medida (PósC1)	4ª medida (PósC2)	Diferenças entre momentos				Tendência		
					F	P	poder	Pares de medidas	Tipo	F	p
Na (mEq/L)	139,8 (1)	140,1 (2)	140 (1,4)	141,3 (1,3)		NS			L	14,7	0,03
K (mEq/L)	4,3 (0,2)	3,9 (0,1)	3,4 (0,1)	3,5 (0,1)	55,0	<0,001	0,95	1-3; 1-4; 2-3;	L	564,7	<0,001
Mg (mg/dL)	1,9 (0,07)	1,9 (0,1)	1,9 (0,1)	1,9 (0,1)		NS				NS	
P (mg/dL)	3,4 (0,4)	2,5 (1,09)	3,9 (0,7)	4,1 (0,4)		NS			L	33,6	0,01
Ca (mg/dL)	10,03 (0,3)	9,9 (0,2)	10,1 (0,3)	10,2 (0,1)		NS				NS	
Fe ( $\mu$ g/dL)	98,5 (15,7)	97 (12,1)	98,2 (9,3)	101 (9,1)		NS				NS	
Uréia (mg/dL)	38,5 (3,7)	38,5 (3,1)	39,5 (1,7)	39,2 (2,6)		NS				NS	
Col (mg/dL)	178,7 (45,1)	175,7 (43,6)	180,5 (43,3)	181,2 (45,3)	65,3	<0,001	0,96	2-4;		NS	
TG* (mg/dL)	65 (133)	69 (119,7)	71,5 (109,5)	67 (121)		NS				NS	
HDL* (mg/dL)	43 (4,7)	44 (3,7)	40,5 (15,3)	44 (4,5)		NS				NS	
LDL (mg/dL)	109 (28,6)	105 (26,8)	108 (26,8)	109,2 (27,5)		NS				NS	
VLDL* (mg/dL)	13 (27)	13 (24,5)	14,5 (22)	13,5 (24)		NS				NS	
GLI (mg/dL)	87,5 (9,6)	77,7 (27,7)	117,7 (35,9)	123,7 (32,4)	8,3	0,01	0,73	2-3	L	11,8	0,04

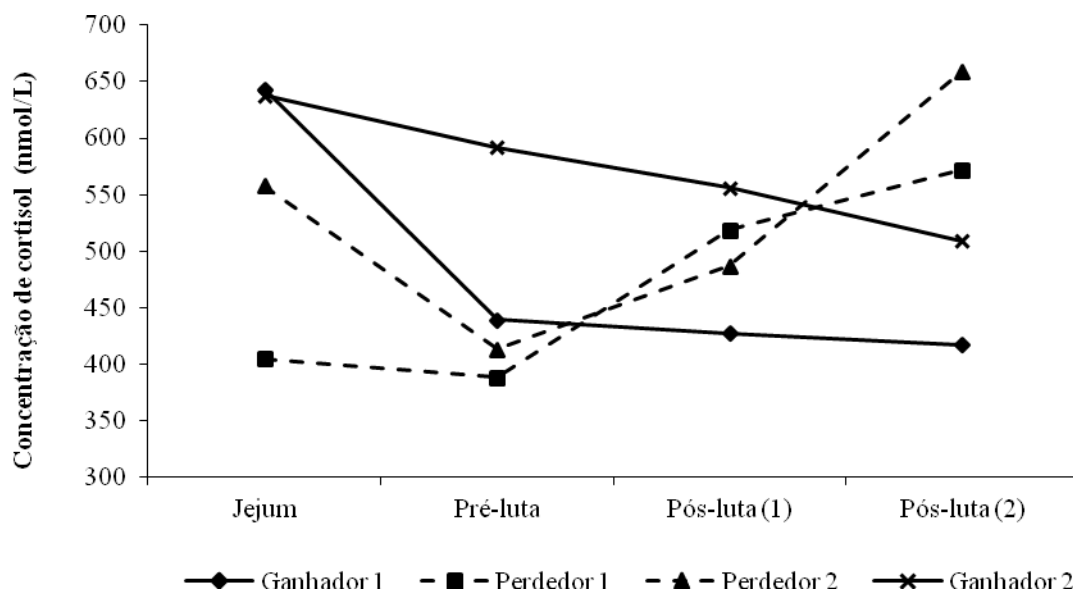
L: Linear; GLI: Glicemia; Col: Colesterol; Na: Sódio; K: Potássio; Mg: Magnésio; P: Fósforo; Ca: Cálcio; TG: Triglicerídeos. \* = variáveis apresentadas com mediana e SAIQ

Não foram observadas alterações hormonais estatisticamente significantes a partir da sequência de lutas, tanto para testosterona total (JO =  $16,10 \pm 4,74$  nmol/L; PréC =  $13,04 \pm 3,39$  nmol/L; PósC1 =  $14,24 \pm 3,91$  nmol/L e PósC2 =  $14,89 \pm 4,20$ ), quanto para cortisol (respectivamente  $560,83 \pm 111,20$  nmol/L;  $458,00 \pm 91,72$  nmol/L;  $497,13 \pm 54,62$  nmol/L e  $539,30 \pm 102,38$  nmol/L). Desta forma, a razão Test/Cort não se modificou ao longo das diferentes coletas realizadas ( $0,03 \pm 0,01$ ).

Na Figura 4 são apresentadas as respostas relacionadas ao hormônio cortisol, considerando-se o desfecho do combate, como vencedores e perdedores.

Nela, apesar da amplitude elevada, fica evidente a diferença de comportamento deste hormônio de acordo com o resultado das lutas. Porém, o mesmo não pode ser inferido em relação aos níveis de testosterona.

Em termos percentuais, e quando comparado às concentrações no momento pré-luta, os níveis de cortisol determinados no momento PósC1 foram  $25 \pm 11\%$  maiores nos perdedores e  $5 \pm 2,4\%$  menores nos vencedores. Em relação aos valores de PréC, ao final da segunda luta (PósC2), os mesmos foram  $53 \pm 8,5\%$  superiores nos perdedores e  $10 \pm 6\%$  inferiores nos vencedores (Figura 4).



**Figura 4.** Comportamento do cortisol de acordo com o desempenho em lutas sucessivas de BJJ

### Discussão

Os principais achados da presente investigação foram: 1) lutas subsequentes de BJJ promovem alterações nas concentrações de parâmetros bioquímicos e hematológicos; 2) há diferenças entre os diferentes momentos de coletas para leucócitos, plaquetas, neutrófilos, monócitos, LDH, AST, ALT, CK, CK-MB, K, creatinina, colesterol, lactato e glicemia; e 3) a logística das coletas e estímulos correspondentes promoveu respostas com tendência linear de modificação entre os momentos nos seguintes parâmetros: leucócitos, hematócrito, plaquetas, neutrófilos, linfócitos, eosinófilos, LDH, AST, ALT, CK, CK-MB, lipase, Na, K, P, albumina, creatinina, proteínas totais, lactato e glicemia. No que se refere aos hormônios analisados (cortisol e testosterona total) não foram observadas diferenças significativas, apesar de o cortisol ter apresentado, de forma interessante, comportamento diferenciado entre vencedores e perdedores quando consideradas respostas individuais.

Após a condução da presente investigação, destacam-se algumas limitações, as quais podem ser superadas em investigações futuras. A realização de duas lutas foi escolha arbitrária e pode não representar o número real de combates em situações competitivas. No entanto, devido às diferentes estratificações nas competições de BJJ, que incluem idade, massa corporal e

gradação, este número pode ser adequado. Adicionalmente, estudo prévio que mensurou os níveis de cortisol salivar observou maior expressão deste hormônio em lutas oficiais quando comparadas a lutas simuladas<sup>26</sup>, no entanto, simulações de combate tendem a proporcionar maior validade interna, embora minimizem o impacto da torcida e do ambiente competitivo.

Quanto aos resultados do presente estudo para a composição corporal, observamos que os atletas apresentaram baixos valores de percentual de gordura ( $7,7 \pm 3\%$ ), sendo os mesmos inferiores aos encontrados em outros lutadores do estado de São Paulo<sup>3</sup>, com  $9,83 \pm 4,17\%$ , e judocas de elite<sup>20</sup>, com  $11,4 \pm 8,4\%$ , mas semelhante aos dados de praticantes de luta olímpica de nível internacional, com  $7,31 \pm 0,72\%$ <sup>12</sup>. No que tange às variáveis sanguíneas do nosso estudo, os dados estão discutidos segundo diferentes tópicos de interesse, como segue:

#### *Perfil Lipídico e Marcadores Metabólicos*

Em estudo com judocas, observou-se aumento significativo nos níveis de triglicerídeos (TG), ácidos graxos livres, glicerol, HDL - colesterol (HDL-c), colesterol total (Ct) após a luta, o que indica elevação da atividade do metabolismo lipídico<sup>22</sup>. Porém, o mesmo não foi evidenciado pelo presente estudo, no qual, dentre os referidos parâmetros, apenas Ct apresentou diferença



estatisticamente significativa de PréC para PósC2 ( $p < 0,001$ ). As diferenças entre protocolos e modalidades podem justificar as contradições relatadas, dado que estas variáveis são influenciadas pela disponibilidade de carboidratos (os judocas apresentaram ingestão reduzida deste nutriente), duração do exercício (os judocas executaram 20 minutos de aquecimento de intensidade baixa a moderada, o que aumenta a solicitação deste metabolismo quando comparado a exercícios intensos) e modo de realização dos esforços físicos<sup>22</sup>; ainda, considera-se que lutas de judô e BJJ apresentam diferentes relações de esforço:pausa<sup>3</sup>.

Complementarmente, em investigação com judocas, a ativação do metabolismo protéico foi evidenciada pela elevação dos níveis de uréia<sup>22</sup>, porém, o mesmo não foi encontrado em nosso estudo. Por outro lado, o aumento das dosagens de lactato sérico de  $1,2 \pm 0,1$  para  $12,3 \pm 0,8$  mmol/L denotou ativação do metabolismo anaeróbio láctico<sup>22</sup>. Este incremento também foi evidenciado em atletas de luta olímpica, quando a lactacidemia partiu de  $1,95 \pm 0,1$  para  $20,0 \pm 0,7$  mmol/L<sup>12</sup> e concorda com os dados apresentados nesta investigação, onde a concentração de lactato apresentou elevação, principalmente, nos valores pós-lutas (JO =  $1 \pm 0,2$  mmol/L, PréC =  $3,4 \pm 1,8$  mmol/L, PósC1 =  $11,6 \pm 1,7$  mmol/L e PósC2 =  $11,6 \pm 2,1$  mmol/L).

Entretanto, deve-se levar em consideração que a concentração de lactato não reflete apenas a produção deste metabólito no músculo esquelético, mas também a conversão deste em glicose, o que ocorre no fígado (gliconeogênese) e pode contribuir com o aumento da concentração de glicose (também evidenciado na tabela 2). Associado a isto, a interpretação destes dados deve ser feita com cautela, já que medidas pré e pós não esclarecem a dinâmica de produção e remoção do lactato durante o combate<sup>27</sup>.

#### *Marcadores enzimáticos*

Parece ser consenso que a quantificação de enzimas hepáticas e musculares pode sugerir dano muscular decorrente de esforços físicos<sup>8,21</sup>. Assim como o observado em judocas após uma sessão de treino<sup>8</sup>, lutas

subsequentes de BJJ promoveram aumento nas concentrações de AST, ALT, LDH e CK. Complementarmente, pode ser feita associação do dano muscular evidenciado com sinalização anti-inflamatória e consequente aumento das ações imunológicas<sup>8</sup>, verificado no presente estudo a partir do aumento nas respostas hematológicas de leucócitos, neutrófilos e monócitos (tabela 1).

A AST, em resposta aos estímulos executados, partiu de  $35 \pm 7$  U/L da situação JO para  $50,7 \pm 4$  U/L na PósC2 ( $p < 0,05$ ). Como é encontrado no citoplasma e nas mitocôndrias dos hepatócitos, músculos esquelético e cardíaco, rins, pâncreas e eritrócitos, pode ocorrer aumento nas suas concentrações séricas deste marcador quando qualquer um desses tecidos é danificado e, como não há método que indique a decorrência do tecido lesionado, deve-se considerar a situação<sup>5</sup>. Neste caso específico, sugere-se dano muscular proveniente dos esforços da modalidade. Já a ALT, enzima responsável pela síntese de alanina (substrato essencial para gliconeogênese no fígado) no músculo esquelético, apresentou variação entre  $32 \pm 6$  U/L e  $39,7 \pm 9,9$  U/L ( $p < 0,05$ ) o que corrobora com os achados anteriores<sup>8,21</sup>.

A creatinoquinase (CK) apresentou aumento gradativo, com tendência de incremento linear ( $p = 0,01$ ) e variação de  $471 \pm 178,7$  U/L para  $541 \pm 199$  U/L ( $p < 0,001$ ), o que concorda com estudos realizados com atletas de judô e wushu, que registraram valores de CK significativamente aumentados em decorrência de estímulo destas modalidades<sup>11, 12</sup>. Quanto à isoenzima CK-MB, indicador de estresse muscular e cardíaco<sup>28</sup>, foram observadas alterações significativas dos momentos PréC para o PósC2 e para PósC3 ( $p = 0,05$ ). Apesar de a fração MB estar fortemente relacionada ao diagnóstico de lesão cardíaca, a mesma também pode mostrar-se elevada após exercício intenso e sugere-se que a origem de CK-MB seja as fibras musculares em regeneração, as quais apresentam maiores concentrações desta isoenzima em detrimento das fibras maduras<sup>21, 28</sup>. Portanto, o aumento de CK-MB, encontrado no presente estudo, aponta dano muscular significativo após duas lutas de BJJ; tal fato pode estar intimamente relacionado à hipóxia tecidual,

depleção de glicogênio muscular, peroxidação lipídica e acúmulo de espécies reativas de oxigênio (EROs)<sup>28</sup>, já que apesar da alta solitação do componente anaeróbio em combates de BJJ, o qual é determinante para o êxito competitivo, entende-se que a característica intermitente, expressada pela relação esforço:pausa de 10:1, promove predominância de produção energética advinda do metabolismo aeróbio<sup>2, 3, 27</sup>.

A alteração da CK e suas isoformas se relacionam diretamente com o tempo de esforço e a intensidade do exercício físico<sup>28</sup>. A CK, em situação de aumento, promove perda da ativação das unidades motoras e/ou da propagação do sinal elétrico muscular<sup>21</sup>. Na presente investigação, observou-se que a luta de BJJ promoveu dano muscular considerável e esta resposta apresenta comportamento cumulativo após cada combate, identificado pelo aumento progressivo com tendência linear ( $p=0,01$ ) significativa de CK e CK-MB a cada luta.

#### *Hematologia*

No que diz respeito aos elementos sanguíneos, estudo realizado com judocas universitários evidenciou aumento significativo na contagem de neutrófilos e na razão neutrófilos/leucócitos entre os valores de pré e pós-treino, os quais dependem da intensidade do exercício e isto pode representar reação antiinflamatória desencadeada pela lesão muscular decorrente do esforço<sup>8</sup>. Resultados e inferências semelhantes foram encontrados em atletas de wushu<sup>21</sup> e corroboram com os achados da presente investigação, quando do registro de progressão com tendência linear ( $p=0,01$ ) na contagem de leucócitos, com diferença estatística de JO para PósC1 e PósC2 e de PréC para PósC1 ( $p<0,05$ ).

#### *Alterações Hormonais*

De acordo com pesquisas que exploraram respostas hormonais agudas promovidas por estímulos de modalidades de luta, registra-se aumento nas concentrações de testosterona (Tes), cortisol (Cort) e epinefrina (Epi) em relação às medidas pré e pós-combates de luta olímpica<sup>12, 14, 29</sup>. Estas mesmas investigações ainda consideraram a Tes como bom

indicador competitivo, dado que as respostas de vencedores apresentaram valores absolutos superiores aos de perdedores<sup>12, 14</sup>. Com efeito, em estudo com luta olímpica, os valores de Tes em vencedores aumentaram de  $16,4\pm 1,2$  para  $23,2\pm 1,5$ nmol/L, ao passo que, nos perdedores, as concentrações foram de  $14,8\pm 1$  para  $19,4\pm 1,2$ nmol/L<sup>14</sup>. Normalmente, o aumento da Tes ocorre em função da elevação na atividade simpática, embora isto não tenha ocorrido na presente investigação. Em vencedores das lutas, há a hipótese de que exista outro mecanismo associado a fatores psicológicos, como percepção de vitória e alterações comportamentais<sup>9, 30, 31</sup>.

Ainda, considerando a análise das respostas individuais com cautela, nosso estudo apresenta resposta de Cort diferenciada entre vencedores e perdedores (Figura 3), sendo que aqueles que obtiveram sucesso apresentaram menores concentrações deste hormônio quando comparados aos derrotados. Além disso, já se identificou incremento nos valores de Cort em perdedores de lutas de judô, e esta resposta foi associada tanto à maior ansiedade como à baixa autoconfiança<sup>11</sup>, o que evidencia influência de efeito antecipatório adicionado ao efeito do esforço físico. Assim, sugere-se que estratégias motivacionais que simulem o estresse competitivo sejam consideradas no processo de treinamento<sup>26</sup>. Por outro lado, esta resposta antecipatória de C pode ser considerada vantagem fisiológica e faz parte da preparação orgânica para o exercício, por facilitar maior disponibilidade de energia durante o início do esforço<sup>30</sup>.

O Cort e Tes foram obtidos em valores reduzidos pré luta; no entanto, foi observado aumento gradativo nos valores pós-luta. Esta resposta pode estar associada ao aumento do estado catabólico, o qual possivelmente resultou na atenuação do desempenho físico, devido às perdas de proteínas contráteis (proteólise) e de neurotransmissores<sup>13</sup>, os quais são essenciais aos processos cognitivos e aos esforços musculares.

Por fim, embora haja suporte estatístico<sup>15</sup> e teórico<sup>16-18</sup> para o número de pessoas envolvidas, é desejável que novas investigações aumentem o número de lutadores avaliados, visto que estudos com coletas de dados a partir de combates consecutivos são escassos<sup>12, 13</sup>.

<sup>27</sup>, apesar de apresentarem grande similaridade com a característica dos eventos competitivos atuais.

### Aplicações Práticas

Os achados do presente estudo sugerem comportamento cumulativo de estresse orgânico, de danos musculares, marcadores de fadiga e resposta imune à reação inflamatória, identificados a partir da sequência de lutas. Sugerimos que o treinamento deve contemplar combates subsequentes que objetivem adaptações em relação a estas variáveis, o que proporcionará maior especificidade no que diz respeito ao processo.

Ainda, respostas do cortisol se mostraram diferenciadas de acordo com o êxito nos combates, fato que pode estar relacionado ao estado emocional dos atletas e, também, ao histórico competitivo. Desta forma, sugere-se que durante os treinos os atletas sejam expostos a situações que aumentem o estresse psicológico, como embates contra atletas de outras equipes, eventos de menor nível competitivo e treinos nos quais apenas dois atletas lutam enquanto os companheiros assistem ao combate e os estimulem.

### Conclusões

De acordo com os dados apresentados no presente estudo, em resposta ao protocolo de lutas proposto, conclui-se que: i) Lutas de BJJ promovem elevação dos marcadores de ativação do componente glicolítico, a partir da concentração de lactato, elevação da taxa de quebra de ATP e de marcadores de dano muscular, o que denota a alta intensidade dos esforços aplicados na modalidade; ii) A sequência de lutas, característica comum em competições, acarreta resposta cumulativa de marcadores fisiológicos de gasto energético, como triglicérides, HDL, colesterol total, lactato, uréia e reação inflamatória; iii) Apesar de não apresentar diferença estatística, hipotetiza-se que o comportamento hormonal, especificamente do cortisol, pode apresentar relação com o êxito competitivo.

### Referências

1. Andreato L, Moraes S, Gomes T, Esteves J, Andreato T, Franchini E. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. **Science & Sports**. 2011;6:329-37.
2. Coswig V, Neves A, Del Vecchio F. Características físicas e desempenho motor no jiu-jitsu brasileiro: estudo com iniciantes e experientes na modalidade. **Lecturas, Educación Física y Deportes-Revista Digital**. [Periódico na internet] 2011;162 Disponível em: <http://www.efdeportes.com/efd162/desempenho-motor-no-jiu-jitsu-brasileiro.htm>
3. Del Vecchio F, Bianchi S, Hirata S, Mikahil M. Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. **Movimento e Percepção**. 2007;10:263-81.
4. Del Vecchio F, Hirata S, Franchini E. A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. **Perceptual and Motor Skills**, . 2011;112:1-10.
5. Viru A, Viru M. Biochemical monitoring of sport training. Champaign: Human Kinetics; 2001.
6. Chaouachi A, Coutts A, Wong D, Roky R, Mbaza A, Amri M. Haematological, inflammatory, and immunological responses in elite judo athletes maintaining high training loads during Ramadan. **Appl Physiol Nutr Metab**. 2009;34:907-15.
7. Oliveira D, Rossano P, Silva C. Effect of training judo in the competition period on the plasmatic levels of leptin and pro-inflammatory cytokines in high-performance male athletes. **Biol Trace Elem Res**. 2010;135:345-54.
8. Umeda T, Yamai K, Takahashi I, Kojima A, Yamamoto Y, Tanabe M. The effects of a two-hour judo training session on the neutrophil immune functions in university judoists. **J Biol Chem Lum**. 2008;23:49-53.
9. Garcia R, Luque G, Molina R. Evolución antropométrica y electrolítica em um período competitivo em judokas de elite. **Ciência Deporte Cultura**. 2009;26:203-10.
10. Koury J, Oliveira K, Lopes G, Oliveira A, Portella E, Moura E. Plasma Zinc, copper, leptin, and body composition are associated in elite female judo athletes. **Biol Trace Elem Res**. 2007;115:23-30.
11. Filaire E, Maso F, Sagnol M, Ferrand C, Lac G. Anxiety, hormonal responses, and coping during a judo competition. **Aggress Behav**. 2001;27:55-63.
12. Kraemer W, Fry A, Rubin M, Triplett-McBride T, Gordon S, Perry K. Physiological and performance responses to tournament wrestling. **Med Sci Sports Exerc**. 2001;33:1367-78.
13. Barbas I, Fatouros I, Douroudos I, Chatzinikolaou A, Michailidis Y, Draganidis D. Physiological and performance adaptations of elite Greco-

- Roman wrestlers during a one-day tournament. **Eur J Appl Physiol**. 2011;111:1421-36.
14. Fry A, Schilling B, Fleck S, Kraemer W. Relationships between competitive wrestling success and neuroendocrine responses. **J Strength Cond Res**. 2011;25:40-5.
15. Whitley E, Ball J. Statistics review 4: Sample size calculations. **Critical Care**. 2002;6:335-41.
16. Aeschleman S. Single-Subject Research Designs: Some Misconceptions. **Rehab Psychology**. 1991;36:43-9.
17. Kinugasa T, Cerin E, Hooper S. Single-Subject Research Designs and Data Analyses for Assessing Elite Athletes' Conditioning. **Sports Med**. 2004;34:1035-50.
18. Cuddy J, Slivka D, Hailes W, Dumke C, Ruby B. Metabolic Profile of the Ironman World Championships: A Case Study. **Int J Sports Physiol Perf**. 2010;5:570-6.
19. Kathleen L, Escott-Stump S. Krause- Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. 11ªed. São Paulo: ROCA; 2005.
20. Franchini E, Nunes A, Moraes J, Del Vecchio F. Physical Fitness and Anthropometrical Profile of the Brazilian Male Judo Team. **J Physiol Anthropol**. 2007;26:59-67.
21. Ribeiro S, Criollo C, Martins R. Efeitos de diferentes esforços de luta de judô na atividade enzimática, atividade elétrica muscular e parâmetros biomecânicos de atletas de elite. **Rev Bras Med Esporte**. 2006;12:27-32.
22. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Energy demands during a judo and recovery. **British J Sports Med**. 2003;37:245-9.
23. Departamento de Aterosclerose da Sociedade Brasileira de Cardiologia D. IV diretriz brasileira sobre dislipidemia e prevenção da aterosclerose. **Arq Bras Cardiol**. 2007; <http://publicacoes.cardiol.br/consenso/2007/diretriz-DA.pdf>; [Acesso em 15 de setembro, 2012.]
24. Maia J, Garganta R, Seabra A, Lopes V, Prista A, Freitas D. Uma nota didática breve no uso esclarecido de procedimentos estatísticos em análise de dados repetidos no tempo. Um estudo guiado para investigadores das Ciências do Desporto. **Rev Port Ciências Desp**. 2004;4:115-33.
25. Field A. Descobrimo a estatística usando o SPSS. 2ªed. Porto Alegre: Artmed; 2009.
26. Moreira A, Franchini E, Freitas C, Arruda A, Moura N, Caldas E. Salivary cortisol and immunoglobulin A responses to simulated and official Jiu-Jitsu matches. **J Strength Cond Res**. 2012;26(8):2185-91.
27. Del Vecchio FB, Coswig VS, Neves AHS. Modalidades esportivas de combate de domínio: respostas bioquímicas, hematológicas e hormonais. **Rev Bras Fisiol Exerc**. 2012;11(4):246-253.
28. Katirji B, Al-Jaberi M. Creatine Kinase Revisited. **J Clinical Neuromuscular Disease**. 2001;2:158-63.
29. Hamilton L, Van Anders S, Cox D, Watson N. The Effect of Competition on Salivary Testosterone in Elite Female Athletes. **Int J Sports Physiol Performance**. 2009;4:538-42.
30. Salvador A, Simon V, Suay F, Llorens L. Testosterone and Cortisol Responses to Competitive Fighting in Human Males: A Pilot Study. **Aggress behav**. 1987;13:9-13.
31. Suay F, Salvador A, Gonzalez-Bono E, Sanchis C, Martinez M, Martinez-Sanchis M. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. **Psychoneuroendocrinology**. 1999;24:551-66.