

---

## REVISÃO

---

# Modalidades esportivas de combate de domínio: respostas bioquímicas, hematológicas e hormonais

## *Wrestling combat sports: biochemical, hematologic and hormonal responses*

Fabrizio Boscolo del Vecchio, D.Sc.\*, Victor Silveira Coswig\*\*, Arthur Hipólito das Neves\*\*\*

---

*\*Professor da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPel), Grupo de Estudos e Pesquisas em Lutas, Artes Marciais e Modalidades Esportivas de Combate, EEFE/USP, \*\*Professor Mestrando pela Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas (ESEF/UFPel), \*\*\*Graduado em Farmácia pela Universidade Católica de Pelotas (UCPEL)*

### Resumo

Análises sanguíneas são habitualmente utilizadas para identificação de marcadores de riscos patológicos, porém, têm sido empregadas também no meio desportivo para identificação de cargas de treinamento e das respostas orgânicas a diferentes estímulos físicos. Dentre estes, as modalidades esportivas de combate com domínio do oponente apresentam grande popularidade internacional, alto nível competitivo e elevada participação no quadro de medalhas nos Jogos Olímpicos atuais. Alterações nos níveis de determinados marcadores bioquímicos, hematológicos e hormonais podem identificar amplitude de dano muscular, ativação dos sistemas energéticos, quadro imunológico e estado emocional antecipatório à competição nestes atletas. Desta forma, torna-se ferramenta adicional para especificar o controle e prescrição do treinamento. Portanto, esta revisão apresenta a relevância destas análises nas lutas de domínio, dado que a evolução das ciências do esporte proporciona alto nível competitivo.

**Palavras-chave:** artes marciais, análise química do sangue, esforço físico, aptidão física.

### Abstract

Blood tests are commonly used to identify risk markers for pathologies. However, they have also been employed in sporting field to determine training loads and organic responses to different physical stimulus. Among those, grappling sports are hugely internationally popular; it is a high-level competitive sport and features a significant number of medals in the current Olympic Games. Changes in levels of certain biochemical, blood and hormonal markers may identify muscle damage extent, energy systems activation, immune responses and emotional state prior competition in these athletes. This way, blood tests work as additional tools to specify the training control and prescription. Therefore, it is necessary to point out the relevancy of these analyses to the sporting environment, since the improvement in sport science has provided high competitive levels.

**Key-words:** martial arts, blood chemical analysis, physical exertion, physical fitness.

Recebido em 14 de fevereiro de 2012; aceito em 14 de dezembro de 2012.

**Endereço para correspondência:** Fabrizio Boscolo del Vecchio, Rua Luiz de Camões, 625, 96055-390 Pelotas RS, E-mail: fabrizio\_boscolo@uol.com.br

---

## Introdução

Dentre as diferentes modalidades esportivas, apresentam-se as de combate, que são classificadas como acíclicas, caracterizadas por esforços intermitentes de curta duração e alta intensidade, apresentando predominância aeróbia [1] e os sistemas energéticos anaeróbio láctico ou glicolítico ainda são considerados como determinantes do êxito competitivo [2-4]. Elas podem ser organizadas quanto a aspectos básicos e características motoras específicas: 1) modalidades com implementos (armas), como por exemplo, a esgrima; 2) modalidades de percussão, como boxe, taekwondo e karatê; 3) modalidades de domínio, como judô, luta olímpica e jiu-jitsu brasileiro, por exemplo [5,6], e aquelas que são mistas, como o *mixed martial arts* (MMA), wushu e sambô [3,7].

Segundo Sayenga [8], as modalidades de domínio são alocadas em um grande grupo, denominado “*wrestling*”, no qual há diferentes conjuntos de práticas, a saber: 1) *Catch Hold Styles*, conhecidas pelo início do combate se dar com a pegada já feita no adversário, e não mudar ao longo de todo o combate, sendo que os melhores exemplos atuais são os estilos *Cumbrian* e *Collar & Elbow*, praticados no Reino Unido e nos Estados Unidos da América, respectivamente; 2) *Belt/Jacket Styles*, caracterizados pelo emprego de roupas que proporcionam maiores opções de pegadas/domínios dos adversários e, conseqüentemente, maior quantidade de ações, e o judô é um bom exemplo, inclusive pertencente aos Jogos Olímpicos da Era Moderna; 3) *Loose Style* ou *Freestyle*, representados por modalidades nas quais os lutadores dominam o adversário onde podem e como conseguem, em função da dinâmica do combate e, consideradas as especificidades das regras, os estilos Greco-Romano e Livre da Luta Olímpica são possibilidades deste tipo de atividade.

Duas destas estão nos Jogos Olímpicos [5-11], são relevantes por distribuírem percentual elevado de medalhas em eventos multiesportivos [5,6,11] e exibem grande apelo entre praticantes de MMA [3], o que se traduz, em certa medida, em área com interesse acadêmico relativamente alto. Isto se dá, pois, com a avaliação dos parâmetros laboratoriais é possível mensurar alterações na performance decorrentes da prática, obtendo-se, assim, estratégia relevante para auxiliar a prescrição e controle do treinamento [9].

Portanto, o objetivo do presente artigo é, a partir de revisão de literatura, sistematizar as publicações referentes às respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas em praticantes de modalidades de combate de domínio (judô, jiu-jitsu e luta olímpica).

## Material e métodos

Para acesso às publicações, foram feitas buscas em diferentes bases de dados nacionais (Bireme, Portal da Pesquisa e Periódicos Capes) e internacionais (SciELO, Pubmed, HighWire, EBSCO e SportDiscus), com o emprego de termos

como “lutas”, “artes marciais” e “modalidades esportivas de combate” e sem limite de data. Após leitura dos títulos e resumos, as publicações relevantes à temática foram consideradas para análise completa. De modo a aumentar a quantidade de textos, também foram utilizadas referências das referências e artigos disponíveis nos acervos dos autores.

Após recuperação das informações as mesmas foram alocadas segundo similaridade conteudística, em três diferentes grupos de respostas orgânicas, a saber: bioquímica, hematologia e hormônios. Posteriormente, são apresentadas sumarização e indicação de novas possibilidades investigativas.

## Respostas orgânicas a modalidades de combate de domínio

O melhor entendimento das respostas orgânicas às lutas se dá por diferentes motivos: 1) estas se vinculam à sobrevivência da humanidade [10]; 2) têm elevada participação nos Jogos Olímpicos (JJOO) atuais, dado que de 20 a 25% de todas as medalhas distribuídas vão para as lutas [11]; 3) estão desde a 1ª edição dos JJOO da era moderna e nos JJOO da antiguidade [5], e; 4) são democráticas, pois envolvem pessoas de ambos os sexos, da categoria até 44kg, no Judô feminino, até acima de 100kg no masculino [6]. Assim, inúmeros trabalhos as mensuraram nestas modalidades de combate (Quadro I).

## Respostas bioquímicas

Estudos têm relacionado medidas bioquímicas aos esforços físicos e seus resultados em lutas de domínio (Quadro II). Umeda *et al.* [12] mensuraram alterações da Imunoglobulina A (IgA) e outras isoformas (IgM e IgG) antes e depois de sessão de treino de judô e verificaram que o aumento nas concentrações de IgG e IgA sugere resposta inflamatória desencadeada por degradação e dano muscular, possivelmente relacionadas ao aumento da intensidade do exercício. Concordando com isto, Chaouachi *et al.* [13] concluíram que danos teciduais relativos à associação de treinamento intenso e jejum no período de Ramadã justificaria elevação de IgA e IgG durante esta época, pela relação entre esforço e privação alimentar intermitente. Vale lembrar que, até o momento, as investigações com modalidades olímpicas tem empregado análise sanguínea da IgA [12,13], ao passo que um estudo com o BJJ fez uso da IgA salivar, a qual não se alterou após lutas simuladas ou oficiais [14].

Quanto ao perfil lipídico, pode-se determinar a magnitude de utilização de ácidos graxos livres como substrato oxidativo [15]. Em estudo com judocas, Degoutte *et al.* [2] encontraram aumento significativo nos níveis de triglicerídeos (TG), ácidos graxos livres, glicerol, HDL-colesterol (HDL-c), colesterol total (Ct) após luta de cinco minutos, o que indica aumento da atividade do metabolismo lipídico. Por outro lado, Oliveira *et al.* [25] não observaram diferenças no Ct e TG de lutadores experientes de judô em período competitivo, quando compara-

**Quadro I** - Análises sanguíneas em praticantes de modalidades de combate de domínio.

Estudo e Modalidade	Análises	Objetivos	Conclusão
Filaire <i>et al.</i> [15] Judô	TEST (pmol/L); CORT (nmol/L).	Investigar efeitos da testosterona e cortisol salivares no estado mental em resposta a campeonato de judô, associado aos níveis individuais de ansiedade, de enfrentamento e padrões de comportamento.	Os resultados mostraram resposta antecipatória aumentada de C à competição. Perdedores apresentaram ansiedade cognitiva e baixa autoconfiança, logo antes da primeira luta.
Salvador [16] Judô	TEST (pmol/L); CORT (nmol/L).	Esclarecer influências do exercício físico, em situações de vitória e derrota, e histórico individual de sucesso nas respostas hormonais.	Experiências de sucesso pessoal estão positivamente relacionadas a mudanças na T durante competição, o que pode influenciar no padrão de resposta psic-endócrina à situação competitiva.
Salvador <i>et al.</i> [17] Judô	TEST (pmol/L); CORT (nmol/L).	Verificar respostas antecipatórias hormonais e psicológicas à competição durante período que antecede campeonato.	Altos níveis de C podem estar associados a facilitação de estado apropriado para luta por aumento na disponibilidade de energia, somado a estado psicológico de vontade de vencer e autoconfiança, o que pode contribuir para maior competitividade e esforço.
Garcia <i>et al.</i> [18] Judô	Linfócitos ( $\mu\text{L}^{-1}$ ); Hemácias ( $\mu\text{L}^{-1}$ ); Hemoglobina ( $\mu\text{L}^{-1}$ ); Hematócrito (%); Sódio (mEq/L); Potássio (mEq/L); Cloro (mEq/L).	Avaliar os efeitos da perda de peso que são submetidos atletas de judô antes de competição nas alterações homeostáticas em parâmetros hematológicos e eletrólitos plasmáticos.	Os resultados indicaram que a perda rápida de peso acarreta mudanças hematológicas, mas isto não traz variações nos eletrólitos plasmáticos, indicando regulação homeostática.
Kraemer <i>et al.</i> [19] Luta Olímpica	GLI (mmol/L); Insulina (pmol/L); LAC (mmol/L); Dopamina (pmol/L); Plasma volume (ml); CK (U/L); CORT; TEST; Adrenalina; Noradrenalina.	Investigar as respostas fisiológicas e performance em torneio de luta livre de 2 dias, após perda de peso.	Existe perda progressiva de performance a partir de 2 dias de competição, decorrente da perda de peso
Barbas <i>et al.</i> [20] Luta Olímpica	GLI (mmol/L); LAC (mmol/L); CK (U/L); IL-6; CRP; CORT; TEST; Adrenalina; Noradrenalina.	Investigar as respostas fisiológicas e performance em torneio de luta livre de 1 dia, após perda de peso.	Um dia de torneio impõe significantes demandas fisiológicas em lutadores que podem adversamente afetar seu desempenho e estado inflamatório, especialmente durante as fases posteriores do torneio, colocando os atletas em um maior risco de lesão.
Degoutte <i>et al.</i> [2] Judô	Colesterol Total (mmol/L); HDL (mmol/L); Triglicérides (mmol/L); ÁGL (mmol/L); Glicerol ( $\mu\text{mol/L}$ ); Amônia ( $\mu\text{mol/L}$ ); Ácido Úrico (mmol/L); Uréia (mmol/L); Creatinina (mmol/L); Xantina ( $\mu\text{mol/L}$ ); Hipoxantina ( $\mu\text{mol/L}$ ); LAC (mmol/L).	Acessar a demanda energética durante uma luta de judô e seus mecanismos de recuperação.	A luta de judô estressa metabolismos protéico e lipolítico, dando evidências da contribuição aeróbia para a luta desta modalidade.
Degoutte <i>et al.</i> [21] Judô	Protídeos (%; gj-1; gj-1 kg-1); Lipídeos (%; gj-1; gj-1 kg-1); Glicídeos (%; gj-1; gj-1 kg-1); Água (g); Amoníaco ( $\mu\text{mol/L}$ ); Hipoxantina ( $\mu\text{mol/L}$ ); Xantina ( $\mu\text{mol/L}$ ); Ácido úrico (mmol/L); Uréia (mmol L-1); Creatinina (mmol/L); LAC (mmol/L).	Solicitação de energia durante luta de judô e cinética de recuperação foram avaliados através do nível de metabolitos da cascata oxipurina e da via glicolítica.	Uma única luta de judô induz a mobilização do metabolismo de proteínas.

Estudo e Modalidade	Análises	Objetivos	Conclusão
Fry <i>et al.</i> [22] Luta Olímpica	TEST (nmol/L); CORT (nmol/L); Adrenalina circulante (pmol/L).	Aferir as respostas de testosterona, cortisol, adrenalina de vencedores e perdedores de uma luta. Examinar mecanismo regulador referente a estas respostas.	Os dados sugeriram que vencedores de luta olímpica, talvez, utilizem mecanismo regulador para resposta aguda de testosterona diferente dos perdedores.
Suay <i>et al.</i> [23] Judô	TEST (ng:ml); CORT (mg:dl); Pro-lactina (ng:ml)	Investigar os efeitos da competição e o comportamento hormonal comparados em situações sem esforço e esforços não competitivos.	Relações entre alterações hormonais, motivação e autoconfiança podem ser mais importantes no controle de T e C do que o resultado em si. Enfatizando a importância do estado psicológico.
Ribeiro <i>et al.</i> [24] Judô	AST/AST (U/L); ALT/ALT (U/L); CK (U/L); LDH (U/L).	Investigar a hipótese de que diferentes durações de lutas, 90s, 180s e 300s, poderiam influenciar a atividade enzimática, elétrica muscular e a produção do pico de torque.	O protocolo proposto foi suficiente para gerar alteração enzimática e eletromiográfica, sugerindo adaptações metabólicas e neurais a partir do estresse das lutas de judô.
Umeda <i>et al.</i> [12] Judô	AST (IU/L); ALT (IU/L); Creatina Kinase (IU/L); LDH (IU/L); Leucócitos ( $\mu$ l <sup>-1</sup> ); Neutrófilos ( $\mu$ l <sup>-1</sup> ); Neutrófilos/ Leucócitos (%); IgG (mg/dL); IgA (mg/dL); IgM (mg/dL); C3 (mg/dL); C4 (mg/dL); Atividade Oxidativa de quebra por célula (FL); Atividade Fagocítica por célula (FL); Atividade de Opsonização (cpm*s).	Examinar os efeitos do treino de judô nos neutrófilos em relação a funções imunológicas.	A capacidade de produção de espécies reativas de oxigênio e a atividade fagocítica sérica podem-se compensar mutuamente para manter a integridade da função imunológica global dos neutrófilos
Oliveira <i>et al.</i> [25] Judô	Colesterol Total (mg/dL); GLI; Triglicérides; Leptina Absoluto (pg/ml); IL-6 (pg/ml); TNF- $\alpha$ ; MCP-1 (pg/ml); Leptina relativa ao %g.	Avaliar o efeito do treinamento de judô no período de competição sobre os níveis plasmáticos de moléculas bioativas.	Os resultados sugerem adaptação da capacidade de sintetizar e secretar leptina em resposta ao estresse crônico no judô. Estes ajustes neuro-hormonais garantem a eficiência do metabolismo. Mudanças em MCP-1 indicam possível estado inflamatório.
Koury <i>et al.</i> [26] Judô	Volume sanguíneo (%); Hemoglobina (g/dL); Cont Heritócrito Celular x (10 <sup>-6</sup> /mL); Cont Leucócito Celular x (10 <sup>-6</sup> /mL); Zinco Plasmático ( $\mu$ mol/L); Cobre Plasmático ( $\mu$ mol/L); Leptina Plasmática ( $\mu$ g/L).	Avaliar composição corporal e níveis plasmáticos de zinco, cobre e leptina, em lutadores de elite de após dois tipos de treinamento.	Existe possível função do zinco como fator de mobilização lipídica e do cobre como fator limitante do metabolismo energético.
Chaouachi <i>et al.</i> [27] Judô	Pré-albumina (g/L); Albumina (g/dl); Transferrina (g/L); Antipripsina (g/L); Haptoglobina (g/L); Homocisteína ( $\mu$ mol/L); Proteína C-reativa ( $\mu$ mol/L); IgA (g/L); IgG (g/L); IgM (g/L); Leucócitos (10 <sup>9</sup> /L); eutrófilos(10 <sup>9</sup> /L); Linfócitos (10 <sup>9</sup> /L); Monócitos (10 <sup>9</sup> /L); Leptina; TSH; T4 livre; CORT;	Avaliar o efeito do jejum no período de Ramadã sobre as medidas hematológicas, inflamatórias e imunológicas em atletas de judô de elite mantendo suas habituais cargas de treinamento.	Atletas que continuam treinando de forma intensa durante o Ramadã estão suscetíveis a pequenas flutuações, que não fogem da normalidade, quanto a hormônios, imunoglobulinas, antioxidantes e respostas inflamatórias.

GLI- Glicose; HDL- High Density Lipoprotein cholesterol; IL-6-Isoleucina 6; TNF- $\alpha$ -Fator de Necrose Tumoral Alfa; MCP-1-Proteína Quimiotática de Monócitos-1; AST- Aspartato aminotransferase; ALT- Alanina aminotransferase; CK- Creatinaquinase; LDH- Lactato desidrogenase; IgA- Imunoglobulina A; IgG- Imunoglobulina G; IgM- Imunoglobulina M; TSH- Hormônio Estimulante da Tireóide; T4 livre- Tiroxina; TEST- Testosterona; CORT- Cortisol; LAC- Lactato; CRP- Proteína C-reativa.

**Quadro II** - Análises bioquímicas em atletas de modalidades de combate de domínio.

Autor	Modalidade	N	Intervenção	Mensuração	Resultado
Degoutte <i>et al.</i> [2]	Judô	16	Combate simulado de 5 min	Pré, imediatamente pós, após 3 min, 60 min e 24 horas	↑ TG ; ↑AGL; ↑GL; ↑ HDL; ↑ Ct; ↑ Amônia; ↑ Uréia; ↑ LAC
Umeda <i>et al.</i> [28]	Judô	22	Único treino habitual de 2h	Medidas Pré e 2h Pós	↑ AST ; ↑ALT; ↑LDH; ↑ CK; ↑IgA; ↑ IgG; ↔ IgM
Ribeiro <i>et al.</i> [24]	Judô	12	3 combates com diferentes durações (90s, 180s, 300s)	Medidas pré e pós- luta	↑ AST ; ↑ALT; ↓LDH; ↑ CK;
Chaouachi <i>et al.</i> [13]	Judô	15	Treinamento habitual durante Período de Ramadã	Antes; 1º semana; Meio; Final; 3º semana após Ramadã	↑IgA; ↑ IgG; ↔ IgM
Kraemer <i>et al.</i> [19]	Luta Olímpica	12	Torneio simulado após perda de 6% do peso corporal	Medidas pré e imediatamente pós- luta	↑LAC; ↑ CK
Barbas <i>et al.</i> [20]	Luta Olímpica	12	Torneio simulado após perda de 6% do peso corporal	Medidas pré e imediatamente pós- luta	↑LAC; ↑ CK; ↑ GLI; ↑ IL-6; ↑ CRP
Moreira <i>et al.</i> [14]	Brazilian Jiu-Jitsu	9	2 lutas simuladas e 2 combates oficiais	Medidas pré e imediatamente pós- luta	↔slgA

TG- Triglicerídeos; AGL- Ácido graxo livre; GL- Glicogênio; GLI- Glicose; HDL- Lipoproteína de alta densidade; Ct- Colesterol total; LAC- Lactato; AST- Aspartato aminotransferase; ALT- Alanina aminotransferase; LDH- Lactato desidrogenase; CK- Creatinaquinase; IgA- Imunoglobulina A; IgG- Imunoglobulina G; IgM- Imunoglobulina M; IL-6- Isoleucina- 6; CRP- Proteína C-reativa; sC- Cortisol salivar; slgA- Imunoglobulina A salivar.

dos a jovens sedentários, e concluíram que o treinamento pode não influenciar de maneira crônica estas variáveis. Complementarmente, a ativação do metabolismo protéico foi evidenciada pela elevação dos níveis de amônia e ureia [2].

A ativação do metabolismo anaeróbio, em resposta à luta simulada de judô, é apontada pelo aumento das dosagens de lactato sérico, por exemplo, de  $1,2 \pm 0,1$  para  $12,3 \pm 0,8$  mmol/L<sup>2</sup>. Este comportamento se mostrou similar entre atletas de elite (de  $1,6 \pm 0,6$  para  $10,2 \pm 2,1$  mmol/L) e não elite de judô (de  $1,8 \pm 0,9$  para  $11,6 \pm 2,8$  mmol/L), o que sugere que esta variável pode não discriminar estes atletas de acordo com o nível competitivo [29]. Este incremento também foi constatado em atletas de luta olímpica de nível inter-regional, com valores de  $1,95 \pm 0,1$  para  $20,0 \pm 0,7$  mmol/L [19], e nível internacional, com aumento de  $1,2 \pm 0,1$  mmol/L para  $19,1 \pm 0,89$  mmol/L [20] e média de acúmulo de  $14,8 \pm 2,8$  mmol/L [30]. Com lutadores de elite de jiu-jitsu, observou-se incremento nos níveis de lactato durante uma luta, de  $2,2 \pm 0,32$  para  $11,6 \pm 1,1$  mmol/L [31]. Porém, deve-se ter clareza que esta medida, feita ao final do combate, não representa a cinética de produção e remoção ao longo de toda a luta. Estudos com mensurações intermediárias são necessários para o melhor entendimento da contribuição do sistema glicolítico anaeróbio nestas lutas.

A partir da determinação da atividade sérica de enzimas hepáticas (aspartato transaminase, AST, e alanina transaminase, ALT) e musculares (lactato desidrogenase, LDH, e creatinoquinase, CK), sugere-se dano relevante neste tecido causado por sessão de treino [13], pois se identificou crescimento significativo das taxas de AST ( $22,9 \pm 4,8$  para  $26,6 \pm$

$6,0$  IU/L), ALT ( $23,4 \pm 13,0$  para  $25,7 \pm 14,4$  IU/L), LDH ( $238,3 \pm 114,1$  para  $293,9 \pm 112,3$  IU/L) e CK ( $222,9 \pm 32,4$  para  $268,0 \pm 48,1$  IU/L) em judocas [13]. Complementarmente, em outra investigação, Ribeiro *et al.* [24] mensuraram atividade enzimática da LDH, CK, AST e ALT em lutas com diferentes durações (90 s, 180 s e 300 s) e observaram crescimento na concentração sérica de AST e ALT, sugerindo que estas enzimas podem ser consideradas biomarcadoras da intensidade de esforços. Ainda, foi identificada elevação da CK, decorrente do aumento na permeabilidade e/ou microlesões no sarcolema, em resposta à intensidade dos combates. Já a LDH se mostrou reduzida, pela destacada capacidade aeróbia dos atletas, dado que o treinamento de resistência e intensidade reduzida provoca redução nos níveis desta enzima [10].

Quanto aos valores de CK, estudos relatam incremento significativo em decorrência de estímulo agudo destas modalidades [13,20]. Umeda *et al.* [12] encontraram valores pré e pós luta de  $238.3 \pm 114.1$  U/L e  $293.9 \pm 112.3$  U/L, respectivamente. Barbas *et al.* [20] observaram aumento na atividade enzimática de CK crescente em resposta a cinco combates de luta olímpica subsequentes (de  $121.7 \pm 8.1$  para  $1322.8 \pm 31.4$  U/L). O tempo de esforço e a intensidade da atividade física são variáveis diretamente relacionadas à alteração desta enzima [32] que, em situação de aumento, pode promover perda da ativação das unidades motoras e/ou na propagação do sinal elétrico muscular [33]. Ainda, esta enzima é considerada um dos marcadores bioquímicos indicados para mensuração do nível de agressão musculoesquelético [33] e, se relacionada à exigência de esforço, pode servir como possível critério para reavaliação da carga de treino [10].

## Respostas hematológicas

A análise da série branca se baseia na contagem de neutrófilos, linfócitos, monócitos, basófilos e eosinófilos [34]. Em judocas universitários, encontrou-se aumento significativo na contagem de neutrófilos e na razão neutrófilos/leucócitos entre os valores de pré e pós-sessão de treino habitual com duração de duas horas [13]. Segundo os autores, o aumento destes glóbulos depende da intensidade do exercício e isto poderia representar reações anti-inflamatórias desencadeadas pela lesão muscular decorrente do esforço. Corroborando estes achados, Barbas *et al.* [20] encontraram acúmulo progressivo na contagem de leucócitos após cada um dos combates de luta olímpica aos quais os atletas foram submetidos, o que pode refletir resposta inflamatória intensificada durante competição.

Com judocas em atividade durante mês lunar do Ramadã, não se observavam alterações significativas na contagem de neutrófilos e leucócitos, mostrando que o treinamento, neste período, não afeta tais variáveis de maneira crônica, já que as medidas não foram realizadas apenas imediatamente após sessão de treinamento, mas durante todo o Ramadã [14]. Estes achados corroboram os de Koury *et al.* [26], com mulheres da elite do judô, as quais não apresentaram sinais de hemodiluição e hemoconcentração evidenciados pelo hemograma em medidas realizadas 24 horas após treino e depois de cinco dias recuperativos. Isto se deve ao fato deste período ser suficiente para retorno dos valores a níveis normais, impossibilitando identificação de alterações hematológicas.

Ainda, Wolach *et al.* [35] encontraram redução na atividade dos neutrófilos em mulheres judocas treinadas e não treinadas após exercício aeróbico moderado. O mesmo não foi encontrado em resposta a teste anaeróbico de Wingate, sugerindo que a resposta dos neutrófilos é afetada pela duração e intensidade do exercício e não apenas pela intensidade. Ao se compararem os grupos, não foi encontrada diferença significativa, indicando que o treinamento pode não afetar de forma crônica a atividade dos neutrófilos.

## Respostas hormonais

Nas lutas tem sido evidenciada relação positiva entre níveis de testosterona (T) e alto grau de motivação/autoconfiança, ao passo que a concentração sérica de cortisol (C) se vincula a estado de ansiedade e stress em competições esportivas de modalidades de luta [17]. Ainda, concentrações hormonais podem ser correlacionadas com o planejamento de treino, pois aumento nos valores basais de T indica treinamento e recuperação adequados, enquanto elevação de C sugere ajuste orgânico e sobrecarga inadequados [10].

Diversos estudos investigaram as respostas hormonais antecipatórias à competição em atletas de modalidades de combate (Quadro III). Filaire *et al.* [15] relacionam T e C

salivares a ansiedade, estratégias de enfrentamento e padrões de comportamento em lutadores de judô e concluíram que há aumento na concentração de C como resposta antecipatória à competição. Salvador *et al.* [28] sugerem que 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, a partir de dados coletados com judocas durante competição oficial. Quanto a T, Hamilton *et al.* [27] observaram resposta concordante ao desafio, pois a competição precipita aumento deste hormônio.

De acordo com pesquisas que exploraram perfis hormonais agudos, alterados por estímulos de modalidades de luta, registra-se aumento nas concentrações de testosterona (T), cortisol (C) e adrenalina (A) em relação às medidas pré e pós-combates de judô e luta olímpica em respostas à intensidade do esforço [19,15,22,27]. Estas investigações consideraram a T como indicador competitivo, dado que as respostas de vencedores apresentaram valor absoluto maior. Em investigação com atletas de luta olímpica, não foram encontradas diferenças nos valores de C e A entre vencedores e perdedores; porém, os valores de T em vencedores se mostraram significativamente maiores, aumento de  $16,4 \pm 1,2$  para  $23,2 \pm 1,5$  nmol/L, quando comparado aos dos perdedores, aumento de  $14,8 \pm 1,0$  para  $19,4 \pm 1,2$  nmol/L [22]. Normalmente, o aumento da T ocorre em função da elevação na atividade simpática. Em vencedores das lutas, pode ser que haja outro mecanismo associado a fatores psicológicos, como percepção de vitória e alterações comportamentais [22]. Além disso, identificou-se incremento nos valores de C em perdedores, e esta resposta foi associada à maior ansiedade e baixa autoconfiança antes de luta de judô [15]. Ainda, investigação com lutadores de BJJ mostrou aumento na concentração de C salivar do momento pré para o pós-luta e, quando comparados combates oficiais e simulados, a resposta foi maior nos oficiais em ambos os momentos pré e pós luta, o que evidencia influência de efeito antecipatório adicionado ao efeito do esforço físico. É sugerido que estratégias motivacionais que simulem o estresse competitivo sejam consideradas no processo de treinamento [14].

Porém, vale lembrar que outros estudos não encontraram a mesma associação. Hamilton *et al.* [27] não observaram diferença significativa na mudança nos níveis de T ao compararem vitórias e derrotas de mulheres praticantes de luta olímpica, embora sugeriram que aumento nas concentrações de T pode melhorar o desempenho a partir da alteração dos processos cognitivos ou físicos. Ainda, Suay *et al.* [23] indicaram que as relações entre alterações hormonais, motivação e auto-eficácia sugerem que estes aspectos têm função mais importante nas respostas de T e C que o resultado da luta em si, enfatizando a importância de se considerarem aspectos de estado e traço psicológico, a fim de compreender melhor a dinâmica hormonal em situações competitivas.

**Quadro III** - Análises hormonais em atletas de modalidade de combate de domínio.

Autor Modalidade	N	Intervenção	Análises	Mensuração	Resultados
Fry et al. [22] Luta Olímpica	12	5 lutas em 2 dias	Testosterona, Cortisol Adrenalina	Pré e Pós-luta	Vencedores apresentaram maior concentração de T.
Barbas et al. [20] Luta Olímpica	12	5 lutas em 1 dias	Testosterona, Cortisol Adrenalina	Pré e Pós- luta	O aumento do C e a redução de T pode indicar aumento exacerbado do estado catabólico, este associado à perda da produção de força e redução do desempenho.
Filaire et al. [15] Judô	18	Campeonato	Testosterona Cortisol	3 semanas antes e dia da competição	Resposta antecipatória aumentada de C à competição relacionada à ansiedade cognitiva e baixa autoconfiança.
Oliveira et al. [25] Judô	22	Sessão de treino	Leptina	60 horas após	Adaptação da capacidade de sintetizar e secretar leptina em resposta ao estresse crônico no judô.
Koury et al. [26] Judô	9	Sessão de treino	Leptina	24 horas pós-treino Após 5 dias sem treino	Redução de leptina relacionada a gasto energético aumentado e desequilíbrio energético
Chaouachi et al. [13] Judô	15	Treinamento durante período de Ramadã	Leptina Cortisol	Antes, 1ª semana Meio, Final, 3ª semana após	Redução da ingesta calórica durante período de Ramadã não altera níveis de leptina.
Kraemer et al. [19] Luta Olímpica	12	5 lutas em 2 dias; torneio simulado após perda de 6% de massa corporal	Testosterona Cortisol Adrenalina	Pré e pós-luta	Existe redução de T de após temporada competitiva, em decorrência das repetidas reduções de massa corporal, induzidas por desidratação e restrição calórica.
Hamilton et al. [27] Luta Olímpica	21	5 lutas em 1 dia; torneio simulado após perda de 6% de massa corporal	Testosterona	Pré e pós-luta	Os níveis de T aumentam em resposta à competição intensa, independentemente do resultado.
Salvador et al. [16] Judô	14	Exercício Físico e competição	Testosterona Cortisol	10 min pré e 45 min após cada intervenção	Experiências de sucesso pessoal podem influenciar no padrão de resposta psicoendócrina a situação competitiva.
Salvador et al. [17] Judô	17	Competição	Testosterona Cortisol	2 coletas pré luta 1) 1 h 2) 30 min	Existe elevação de C por resposta antecipatória a competição. O mesmo não foi encontrado quanto a T.
Suay et al. [23] Judô	26	Exercício em ergômetro e luta	Testosterona Cortisol Prolactina	30 min pré e 30 min pós-esforço	Respostas hormonais não são consequências diretas de perder ou ganhar, mas sim, são mediadas por complexos processos psicológicos.
Moreira et al. [14] Jiu-Jitsu	9	2 Lutas oficiais 2 Lutas simuladas	Cortisol Salivar	10 min pré e 10 min pós-lutas	Lutas oficiais promovem maior resposta de C e níveis pré-luta estão associados ao estado emocional e afetivo.

Salvador *et al.* [16] concluíram que respostas endócrinas podem ser dependentes do histórico competitivo de lutadores de judô, as quais são relacionadas positiva e significativamente com mudanças na T, e a experiência de vitórias poderia influenciar o padrão psicoendócrino para respostas frente a situações de competitivas. Quando consideradas lutas subsequentes, foi evidenciado aumento na concentração de T pós-luta, comparado com os valores da pré-luta correspondente; porém foi observado que ao longo das cinco lutas houve decréscimo nos valores deste hormônio, chegando a valores menores que os de repouso [20]. Estes dados corroboram observações de aumento da T após cada luta e diminuição progressiva (abaixo do seu valor inicial correspondente, aproximadamente 13%) em repouso, entre as lutas, no decorrer do torneio [19]. Já o C mostrou redução similar a T nos valores pré-luta; no entanto, foi observado aumento gradativo nos valores pós-luta. Esta resposta pode estar associada ao aumento do estado catabólico, pode resultar na atenuação do desempenho físico, devido à síntese proteica reduzida, bem como a perdas de proteínas contráteis e neurotransmissores [20], essenciais à atividade cognitiva e muscular.

Quanto a períodos de treinamento, Kraemer *et al.* [19] encontraram redução nos valores da concentração de T de repouso em praticantes de luta olímpica, após temporada competitiva, em decorrência das reduções repetidas de massa corporal induzidas por desidratação e restrição calórica. Isto se dá por existirem evidências da relação entre T e redução de massa corporal, redução do percentual de gordura e gordura corporal total [36]. Neste contexto, Strauss *et al.* [36] relataram que a concentração de T retorna aos valores normais por volta de dois meses após o término da temporada competitiva, evidenciando-se a relevância de períodos recuperativos durante periodização do treino na luta olímpica.

Acerca da leptina, hormônio responsável pelo controle do apetite, Oliveira *et al.* [25] relataram menor nível em judocas treinados em relação a não treinados. Segundo os autores, a utilização constante de métodos para redução de massa corporal associada ao considerável gasto energético do treinamento é fator negativo para secreção deste hormônio, que acaba agindo como mecanismo de controle a partir de ajustes compensatórios para manter a massa corporal estável [25]. Além disso, em investigação com mulheres judocas, evidenciou-se níveis baixos de leptina 24 horas após sessão intensa de treinamento ( $5,4 \pm 2 \mu\text{g/L}$ ), possivelmente por aumento do gasto e consequente desequilíbrio energético [26]. Porém, após cinco dias sem treinamento, os valores encontrados eram 110% maiores ( $11,5 \pm 3 \mu\text{g/L}$ ), e este retorno aos níveis normais é decorrente da redução da necessidade energética [26]. Durante período de Ramadã, Chaouachi *et al.* [13] não encontraram alterações nos níveis de leptina em judocas de elite, o que poderia identificar maior efeito do exercício que do balanço energético em si, pois neste período se reduz drasticamente a ingesta calórica.

## Sumarização e indicações futuras

A partir dos dados disponíveis, permite-se interpretação dos valores resultantes de análises sanguíneas em lutadores de modalidades de combate de domínio. De igual modo, é possível relacioná-los com as respostas encontradas em outras medidas de avaliação de desempenho e controle do processo de treinamento, como antropometria e testes físicos. Em suma, evidencia-se relevância da mensuração de parâmetros advindos de coletas sanguíneas para entendimento do comportamento orgânico em resposta à prática de modalidades de combate de domínio.

Alguns marcadores estudados, quando elevados, sugerem dano muscular (ALDOLASE, CK-MM, LDH, ALT, AST, WBC, IgG e IgA) e são úteis para controle da intensidade do treinamento e necessidade recuperativa. Outros parâmetros sinalizam os substratos energéticos usados na prática esportiva (LAC, GLI, AGL, TG, HDL, Ct, amônia e ureia) e podem ser utilizados no monitoramento das fontes de energia que mantém os esforços, além de possibilitarem especificidade na prescrição do treino, de acordo com a demanda fisiológica da modalidade.

Em referência ao perfil hormonal, é possível verificar se o atleta se encontra em estado catabólico ou anabólico (Testosterona e Cortisol) e, também, identificar comportamento antecipatório em resposta à competição (Cortisol), associado ao estado psicológico e emocional dos atletas, bem como seu nível de prontidão, ansiedade e autoconfiança.

Portanto, tendo em vista a relevância da quantificação destas variáveis, indica-se que investigações desta natureza sejam delineadas com o objetivo de identificar respostas imediatas a uma e a múltiplas lutas subsequentes (simuladas e em situação competitiva real), bem como foquem no melhor entendimento das adaptações de longo prazo decorrentes do treinamento e prática continuada destas modalidades esportivas de combate.

## Conclusão

A elevada variação nos diferentes protocolos utilizados dificulta conclusões sobre a relação entre marcadores biológicos e desempenho em lutas de domínio. Porém, fica evidente a relevância do monitoramento de variáveis sanguíneas para melhor entendimento das respostas fisiológicas de atletas nestas modalidades. Ainda, tendo em vista utilizações progressas, tal procedimento se torna relevante para: 1) identificar alterações relativas ao treinamento, 2) avaliar a necessidade de mudança na duração dos períodos recuperativos, 3) modificar variáveis relacionadas à intensidade e volume das cargas de treino.

Desta forma, estes subsídios bioquímicos, hematológicos e hormonais, somados a parâmetros antropométricos e motores, diminuem o fator empírico na prescrição do treinamento, e podem contribuir no aumento da possibilidade de êxito esportivo.



## Referências

1. Gastin PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercises. *Sports Med* 2001;10 (31):725-41.
2. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Energy demands during a judo and recovery. *Br J Sports Med* 2003;3(37):245-9.
3. Del Vecchio FB, Hirata SM, Franchini E. A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments. *Percept Motor Skill* 2011;112(2):1-10.
4. Yoon J. Physiological profiles of elite senior wrestlers. *Sports Med* 2002;4(32):225-33.
5. Franchini E. As modalidades de combate nos Jogos Olímpicos modernos. In: Moragas M. et al., ed. *Universidad y estudios olímpicos: Seminários España-Brasil 2006*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona. Centre d'Estudis Olímpics, Servei de Publicacions 2007;716-24.
6. Franchini E, Del Vecchio FB. Brazil's performance in combat sports during the Panamerican Games and some perspectives to Beijing 2008. *Revista Digital EFDdesportes* 2008;13(121).
7. Koepfer S. Atacar rodando em sambo. *R Artes Marc As* 2008;3(4):52-61.
8. Sayenga D. The problem of wrestling "styles" in the Modern Olympic Games - a failure of olympic philosophy. *Citius, Altius, Fortius*, Los Angeles 1995;3:19-29.
9. Paiva L. Pronto pra guerra: preparação física específica para luta e superação. 2ª ed. Rio de Janeiro; 2010.
10. Moreno E. The society of our "out of Africa" ancestors (I): The migrant warriors that colonized the world. *Commun Integ Biol* 2011;4(2):163-70.
11. Franchini E, Del Vecchio FB. Estudos em modalidades esportivas de combate: estado da arte. *Rev Bras Educ Fís Esporte* 2011;25:67-81.
12. Umeda T, Yamai K, Takahashi I, Kojima A, Yamamoto Y, Tanabe M et al. The effects of a two-hour judo training session on the neutrophil immune functions in university judoists. *Luminescence* 2008;23:49-53.
13. Chaouachi A, Coutts AJ, Wong DP, Roky R, Mbazza A, Amri M et al. Haematological, inflammatory, and immunological responses in elite judo athletes maintaining high training loads during Ramadan. *Appl Physiol Nutr Metab* 2009;34(5):907-15.
14. Moreira A, Franchini E, Freitas CG, Arruda AFS, Moura NR, Caldas EC, et al. Salivary cortisol and immunoglobulin A responses to simulated and official jiu-jitsu matches. *J Strength Cond Res* 2012;26(8):2185-91.
15. Filaire E, Maso F, Sagnol M, Ferrand C, Lac G. Anxiety, hormonal responses, and coping during a judo competition. *Aggress Behav* 2001;27(1):55-63.
16. Salvador A, Simón V, Suay F, Llorens L. Testosterone and cortisol responses to competitive fighting in human males: a pilot study. *Aggress Behav* 1987;13:9-13.
17. Salvador A, Suay F, González-Bono E, Serrano MA. Anticipatory cortisol, testosterone and psychological responses to judo competition in young men. *Psyneuen* 2003;28:364-75.
18. García RH, Torres-Luque G, Villaverde-Gutierrez C. Physiological requirements of judo combat. *Int Sport Med J* 2009;10(3):145.
19. Kraemer WJ, Fry AC, Rubin MR, Triplett-Mcbride T, Gordon SE, Perry KL, et al. Physiological and performance responses to tournament wrestling. *Med Sci Sports Exerc* 2001;33(8):1367-78.
20. Barbas I, Fatouros IG, Douroudos II, Chatzinikolaou A, Michailidis Y, Draganidis D et al. Physiological and performance adaptations of elite Greco-Roman wrestlers during a one-day tournament. *Eur J Appl Physiol* 2011;111:1421-36.
21. Degoutte F, Jouanel P, Filaire E. Mise en Évidence de la sollicitation du cycle des purines nucleotides lors d'un combat de judo. *Science & Sports* 2004;19(1):28-33.
22. Fry AC, Schilling BK, Fleck SJ, Kraemer WJ. Relationships between competitive wrestling success and neuroendocrine responses. *J Strength Cond Res* 2011;25(1):40-5.
23. Suay F, Salvador A, González-Bono E, Sanchis C, Martínez M, Martínez-Sanchis M, et al. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. *Psyneuen* 1999;24:551-66.
24. Ribeiro SR, Criollo CJT, Martins RABL. 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(1):27-32.
25. Oliveira DCX, Rossano PI, Silva CNB. Effect of training judô 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(1):345-54.
26. Koury JC, Oliveira KJF, Lopes GC, Oliveira AV, Portella ES, Moura EG, et al. Plasma Zinc, copper, leptin, and body composition are associated in elite female judo athletes. *Biol Trace Elem Res* 2007;115(1):23-30.
27. Hamilton LD, Van Anders SM, Cox DN, Watson NV. The effect of competition on salivary testosterone in elite female athletes. *Int J Sports Phys Perform* 2009;4:538-42.
28. Umeda T, Yaegaki M, Takahashi I, Matsuzaka M, Sugawara N, Shimaya S. Change in the capability of reactive oxygen species production by neutrophils following weight reduction in female judoists. *BR J Sports Med* 2007;41(5):322-7.
29. Franchini E, Nunes AV, Moraes JM, Del Vecchio FB. Physical fitness and anthropometric differences between elite and non-elite judo players. *Biol Sports* 2005;22(4):315-28.
30. Nilsson J, Csörg S, Gullstrand L, Tveit P, Refsnes PE. Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman wrestling World Championship. *J Sports Sci* 2002;20:939-45.
31. Del Vecchio FB, Bianchi S, Hirata SM, Mikahil MPTC. Análise morfo-funcional de praticantes de brasileiro jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. *Mov Percep* 2007;7(10):263-81.
32. Janssen GME, Kuipers H, Willems GM, Does RJMM, Janssen MPE, Geurten P. Plasma activity of muscle enzymes. Quantification of skeletal muscle damage and relationship with metabolic variables. *J Sports Med* 1989;3:160-8.
33. Barbosa TM, Magalhães PM, Lopes VP, Neuparth M, Duarte JA. Comparação da variação da atividade neuromuscular, da creatina quinase e da força isométrica máxima voluntária entre dois protocolos exaustivos e inabituais. *Rev Port Ciênc Desporto* 2003; 3(1):7-15.
34. Bain J. Células sanguíneas: Um guia prático. 4ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2007.
35. Wolach B, Falk B, Gavrieli R, Kodesh E, Eliakim A. Neutrophil function response to aerobic and anaerobic exercise in female judoka and untrained subjects. *Br J Sports Med* 2000;34:23-7.
36. Strauss RHMD, Lanese RR, Malarkey WB. Weight loss in amateur wrestlers and its effect on serum testosterone levels. *J Amer Med Assoc* 1985;254:3337-8.