UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

LEONARDO VIDAL ANDREATO

Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu
submetidos à luta fragmentada e simulação de competição

São Paulo
2014

LEONARDO VIDAL ANDREATO

Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à luta fragmentada e simulação de competição

VERSÃO CORRIGIDA¹

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de concentração: Estudos do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

São Paulo

2014

¹ A versão original se encontra disponível na Biblioteca da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Andreato, Leonardo Vidal

Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à luta fragmentada e simulação de competição / Leonardo Vidal Andreato. – São Paulo : [s.n.], 2014.

116p.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini.

1. Desempenho esportivo 2. Aptidão física 3. Jiu-jitsu
4. Esportes de ataque e defesa I. Título.

Nome: ANDREATO, Leonardo Vidal

Título: Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à luta fragmentada e simulação de competição

Dissertação apresentada à Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Rovilson Andreato e Joana Vidal Andreato. Nada seria possível sem o apoio incondicional dos dois.

AGRADECIMENTOS

Inúmeras pessoas colaboraram de forma direta ou indireta para o ingresso, desenvolvimento e conclusão desta etapa. Sem dúvidas, esta é a parte mais difícil do trabalho. Desculpem-me por qualquer esquecimento.

Primeiramente, agradeço à vida pela oportunidade de aprender e evoluir a cada dia. Ninguém no mundo nos ensina e fortalece tanto como a vida

Agradeço ao professor Emerson Franchini. Obrigado pelas oportunidades, confiança e paciência durante todo processo. Alguns dos ensinamentos mais importantes vão além da vida acadêmica.

A todos envolvidos nas coletas e dosagens: Jonatas Santos, Rubiana Cury, Bianca Miarka, Bruno Follmer e Camila Oliveira. Aos médicos e residentes: Felipe Hardt, Luiz Riani, Gustavo, Evelin, Bernad, Paula, Bruna e Cláudio.

Algumas vezes conhecemos pessoas que se tornam amigo, mas que com o tempo o termo amigo já não basta. Há alguns anos tive o prazer de ter um amigo, que hoje considero um irmão. Fica aqui registrado um agradecimento especial ao meu amigo-irmão João Esteves, o qual foi fundamental auxiliando tanto nas coletas quanto na sua dedicação como amigo e companheiro de morada.

Agradecimento especial merecem também as amigas Valéria Panissa e Ursula Julio, as quais ajudaram sobremaneira durante todas as etapas. Ter tido a oportunidade de conhecer e conviver com essas duas mulheres compensou todos os esforços e dificuldades enfrentadas.

Agradeço a todos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisas em Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate pelas discussões.

Dedico um agradecimento a todos os companheiros de LADESP e USP: Felipe Schultz, Camila, Salomão, Pablo, Leonardo Pasqua, Mayara, Marcos, Carlos, Éverton, Stephano e Urso.

À Solange Franzói pela confiança e por tornar disponível o acesso a seu laboratório. À Elizete e Valéria pelo auxílio nas dosagens. Agradeço também as professores Bira, Marília e Patrícia pelo acesso aos seus laboratórios.

Registro meu agradecimento, ao meu amigo Bráulio Branco, pela ajuda durante algumas etapas. Agradeço também à Tricy Gomes por todo apoio para o ingresso na Pós-Graduação.

Aos professores membros titulares e suplentes da banca, Prof. Ciro José Brito, Prof^a. Marília Cerqueira Leite Seelaender, Prof. Fabrício Boscolo Del Vecchio.

Agradeço ao meu professores de jiu-jitsu, Adriano Silva e Marco Barbosa, assim como a todos os companheiros de treino (Márcio, Tanaka, Rodrigo, Rafael, Matheus, Ingo, Bruno, Serginho, Aloha, Vlad e cia Ltda), pela amizade, treinos e colaboração durante a condução desta pesquisa.

Dedico um agradecimento aos professores e funcionários da Pós-Graduação, em especial à Ilza, Paulo, Mari e Márcio por todas as dúvidas sanadas.

Dedico um agradecimento à minha família, por todo apoio e confiança, em especial à minha querida irmã Thaís Vidal.

Algumas pessoas tiveram grande importância, pois me auxiliaram no processo de transição e estadia em São Paulo. Fica meu agradecimento aos meus amigos Arnaldo, Leonardo Torres, Emídio, Bruno Alcantara. Aos companheiros de morada Guilherme Dias e Matheus Scheid, Agradeço também a Samuel e sua esposa Tatiana, pois foram de grande importância em alguns momentos.

Dedico um agradecimento especial a outro amigo que se tornou um irmão, Bruno Allen. A sua amizade foi e é fundamental para mim. Agradeço à amiga, Ana Camila. Agradeço muito ao universo por tê-los colocado em meu caminho.

Por fim, fica meu agradecimento ao jiu-jitsu. Minha vida mudou completamente ao conhecer essa filosofia de vida.

O conhecimento é aprender algo todos os dias. A sabedoria é abandonar algo todos os dias.

Provérbio Zen

RESUMO

ANDREATO, L.V. **Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à luta fragmentada e simulação de competição.** 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

O objetivo deste estudo foi analisar as respostas fisiológicas e realizar análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu durante luta fragmentada e simulação de competição. Para isso, 10 atletas foram submetidos a avaliações em luta fragmentada (2 min, 5 min, 8 min e 10 min) e 10 atletas a avaliações em competição simulada (4 combates de 10 min). Foram realizadas coletas sanguíneas (para inferência da demanda energética, respostas hormonais, lesões celulares e equilíbrio hidroeletrolítico), aplicados testes físicos e escalas de percepções de esforço e recuperação. Adicionalmente, os combates foram filmados para análise técnico-tática e determinação da estrutura temporal. Os principais resultados apontam que: (1) nas lutas fragmentadas, os combates de maior duração geraram concentrações mais elevadas de lactato e glicose, assim como maior percepção subjetiva de esforço e diminuição da resistência de pegada em teste específico. No entanto, não houve alteração importante da estrutura temporal em nenhum tempo de luta; (2) na competição simulada, os últimos combates apresentaram menores concentrações de lactato, catecolaminas e insulina. Adicionalmente, ocorreram aumentos dos marcadores de lesões celulares nos últimos combates indicando possível dano muscular. A força máxima isométrica de preensão manual apresentou declínio, predominantemente, a partir do terceiro combate. Embora esses dados apontem para a instalação de fadiga, a estrutura temporal dos combates não foi alterada significativamente. As percepções de esforço e recuperação não se alteraram durante a competição simulada. Assim, conclui-se que tempos diferentes de combate resultam em respostas metabólicas diferentes, as quais não produzem alterações importantes de desempenho. No entanto, os combates sucessivos de uma competição geram diminuição gradual da atividade adrenérgica e glicolítica, as quais são acompanhadas de aumento gradual de indicadores de dano celular e diminuição gradual da força de preensão manual.

Palavras-chave: Esportes de combate. Desempenho esportivo. Avaliação física.

ABSTRACT

ANDREATO, L.V. **Physiological responses and technical-tactical analysis in of Brazilian jiu-jitsu athletes during fragmented fight and during simulated competition.** 2014. 105 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

The aim of this study was to analyze physiological responses and perform technical-tactical analysis in Brazilian Jiu-Jitsu athletes during fragmented fight and simulated competition. For that, 10 athletes were submitted to assessment in fragmented fight (2 min, 5 min, 8 min and 10 min) and 10 athletes in simulated competition (4 combats of 10 min). Blood samples were taken (to assess the energy demand, hormonal responses, cell damage and hidroelectrolyte balance) and physical tests and scales of perceptions of effort and recovery were applied. Additionally, the fights were recorded for technical-tactical analysis and to determine the time structure. The main results show that: (1) in the fragmented fight, the longer combats generated higher lactate and glucose concentrations, as well as greater rate of perceived exertion and decreased hand grip endurance in specific test. However, there was no significant change in the time structure in any time of fight, (2) in simulated competitions, the last fights had lower lactate, catecholamines and insulin concentrations. Additionally, increases in markers of cellular damage occurred in the last fights indicating possible muscle damage. The maximal isometric handgrip strength showed decrease predominantly from the third fight. Although these results point to the onset of fatigue, the time structure of the fights was not significantly altered. Effort and recovery perceptions did not change during the simulated competition. Thus, it is concluded that different times of combat result in different metabolic responses which do not produce significant changes in performance. However, successive combats from competition generate gradual decrease of adrenergic and glycolytic activity, which are accompanied by gradual increase of indicators of cellular damage and gradual decrease in handgrip strength.

Keywords: Combat sports. Sports performance. Physical assessment.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo experimental – luta fragmentada.....	38
Figura 2 - Modelo experimental – competição simulada.....	40
Figura 3 - Percepção de esforço local de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas.....	58
Figura 4 - Percepção de esforço local de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram competição simulada.....	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Características antropométricas dos atletas que realizaram lutas fragmentadas.....	35
Tabela 2 -	Características antropométricas dos atletas que realizaram competição simulada.....	35
Tabela 3 -	Reprodutibilidade da bateria de testes aplicada no estudo envolvendo lutas fragmentadas.....	45
Tabela 4 -	Reprodutibilidade da bateria de testes aplicada no estudo envolvendo competição simulada.....	45
Tabela 5 -	Consumo nutricional de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas.....	48
Tabela 6 -	Respostas fisiológicas e bioquímicas de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas.....	50
Tabela 7 -	Respostas de desempenho de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas.....	52
Tabela 8 -	Análise temporal de combates fragmentados de Brazilian jiu-jitsu.....	54
Tabela 9 -	Quantidade de ataques efetivos e não-efetivos durante lutas fragmentadas de Brazilian jiu-jitsu.....	56
Tabela 10 -	Respostas de percepções de esforço e recuperação de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas.....	57
Tabela 11-	Consumo nutricional de atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à competição simulada.....	60
Tabela 12 -	Respostas fisiológicas e bioquímicas de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada.....	61
Tabela 13 -	Marcadores de danos celulares de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada.....	64
Tabela 14 -	Respostas hormonais de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada.....	66
Tabela 15 -	Marcadores de equilíbrio hidroeletrólítico de atletas de	

	Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada.....	70
Tabela 16 -	Respostas de desempenho de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada.....	66
Tabela 17 -	Análise temporal de combates de competição simulada de Brazilian jiu-jitsu.....	72
Tabela 18 -	Quantidade de ataques efetivos e não-efetivos durante competição simulada de Brazilian jiu-jitsu.....	73
Tabela 19 -	Respostas de percepções de esforço e recuperação de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada.....	74

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	JUSTIFICATIVA.....	17
3	OBJETIVOS.....	18
3.1	Objetivo Geral.....	18
3.2	Objetivos Específicos.....	18
4	REVISÃO DE LITERATURA.....	19
4.1	Competições de Brazilian Jiu-Jitsu.....	19
4.2	Respostas metabólicas e cardiovasculares em lutas de Brazilian Jiu-Jitsu.....	20
4.3	Respostas hormonais em modalidades esportivas de combate de domínio.....	24
4.4	Danos celulares em modalidades esportivas de combate de domínio.....	26
4.5	Capacidades físicas em modalidades esportivas de combate de domínio.....	27
4.5.1	Velocidade de reação em modalidades esportivas de combate de domínio.....	29
4.6	Esforço percebido em modalidades esportivas de combate de domínio.....	30
4.7	Estrutura temporal de luta em modalidades esportivas de combate de domínio.....	31
5	MATERIAIS E MÉTODOS.....	34
5.1	Caracterização do estudo.....	34
5.2	Aspectos éticos.....	34
5.3	Participantes.....	34
5.3.1	Estudo 1 - Luta fragmentada.....	34
5.3.2	Estudo 2 – Competição simulada.....	35
5.4	Detalhamento dos procedimentos das medidas a serem realizadas.....	36
5.4.1	Modelo experimental.....	36

5.4.1.1	Estudo 1 - Luta fragmentada.....	36
5.4.1.2	Estudo 2 – Competição simulada.....	39
5.4.2	Avaliações antropométricas.....	41
5.4.3	Estado nutricional e controle hídrico.....	41
5.4.4	Frequência cardíaca e percepções subjetivas de esforço e recuperação.....	42
5.4.5	Coletas de sangue e análises bioquímicas.....	42
5.4.5	Testes físicos.....	43
5.4.6	Análise técnico-tática.....	46
5.5	Análise estatística.....	46
5.5.1	Estudo 1 – Luta fragmentada.....	46
5.5.2	Estudo 2 – Competição simulada.....	47
6	RESULTADOS.....	48
6.1	Estudo 1 – Luta fragmentada.....	48
6.2	Estudo 2 - Competição simulada.....	59
7	DISCUSSÃO.....	77
7.1	Estudo 1 - Luta fragmentada.....	77
7.2	Estudo 2 - Competição simulada.....	85
8	CONCLUSÃO.....	100
	REFERÊNCIAS	101
	ANEXOS	112

1 INTRODUÇÃO

Embora o Brazilian jiu-jitsu tenha adquirido milhares de adeptos no mundo, e o número de investigações científicas acerca do esporte venha crescendo, o acervo literário existente ainda é insuficiente para compreender exatamente as demandas fisiológicas envolvidas no esporte (ANDREATO et al., 2011; ANDREATO et al., 2013; ANDREATO et al., 2012b; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a; DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al., 2005a); e o perfil dos atletas da modalidade (ANDREATO et al., 2011; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013b).

Considerando que a compreensão da demanda fisiológica de uma modalidade esportiva é importante para melhoria dos processos de prescrição do treinamento (BOUHLEL et al., 2006; DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003; FRANCHINI et al., 2011a), o conhecimento sobre as respostas fisiológicas durante uma luta e competição poderia contribuir para o aperfeiçoamento dos métodos de treinamento.

Devido à duração, à temporalidade das lutas, com curtos períodos de pausa (DEL VECCHIO et al., 2007); às concentrações de lactato sanguíneo apresentadas por lutadores após combates da modalidade (DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI et al., 2005a; SILVA et al., 2013) e a contribuição dos sistemas energéticos em atividades específicas no judô (FRANCHINI et al., 2011c), pode-se sugerir que o Brazilian jiu-jitsu é um esporte de predominância aeróbia com ativação moderada do sistema glicolítico. Contudo, isso é discutível devido ao fato de não existirem investigações suficientes acerca da modalidade, sobretudo, com medidas que deem indicativos da contribuição dos três sistemas de transferência de energia ao longo do combate e a somatória de combates durante uma competição.

Além disso, existe a impossibilidade de quantificação direta do trabalho mecânico realizado em modalidades esportivas de combate (FRANCHINI et al., 2011a). Diante dessa realidade, devem ser mensuradas as variáveis fisiológicas consideradas relevantes para a modalidade e recorrer a marcadores indiretos de esforço (BARBAS et al., 2011; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012; DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003; FRANCHINI et al., 2011a; KRAEMER et al., 2001).

De fato, em modalidades esportivas de combate, a mensuração de respostas fisiológicas durante a própria luta tem sido realizada apenas em modalidades de percussão como o karatê (BENEKE et al., 2004), o muay thai (CRISAFULLI et al., 2009) e o taekwondo (CAMPOS et al., 2012), ao passo que em modalidades de domínio, como o judô e a luta olímpica, as medidas têm sido realizadas após a luta ou em momentos específicos do combate (BARBAS et al., 2011; BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012; DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003; FRANCHINI et al., 2009; KRAEMER et al., 2001).

Diante das implicações reportadas acima, os estudos com modalidades esportivas de combate de domínio têm, em sua maioria, utilizado indicadores indiretos, como mensurações da concentração de lactato (ANDREATO et al., 2013; SILTA et al., 2013; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012; DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI et al., 2005a, NILSSON et al., 2002), frequência cardíaca (DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al., 2005a), esforço percebido geral e específico (ANDREATO et al., 2012b; ANDREATO et al., 2013; FRANCHINI et al., 2005a; NILSSON et al., 2002) e comportamento de capacidades físicas ao longo da luta (ANDREATO et al., 2013; BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012; FRANCHINI et al., 2005a).

Outros estudos valeram-se de medidas mais invasivas, como punções sanguíneas, para estabelecer marcadores de vias energéticas (ANDREATO et al., 2012b; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a; DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003), respostas hormonais e de danos celulares (BARBAS et al., 2011; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a; KRAEMER et al., 2001) e resposta do sistema imunitário (BARBAS et al., 2011; MENDES et al., 2009). Além disso, poucos trabalhos adotaram análises fisiológicas em modelo competitivo simulado (BARBAS et al., 2011; BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012; HERNÁNDEZ-GARCÍA; TORRES-LUQUE; VILLAVARDE-GUTIERREZ, 2009; KRAEMER et al., 2001) ou real (ANDREATO et al., 2013; NILSSON et al., 2002). Embora em apenas dois deles com luta olímpica (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001) e dois com judô (DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012), os pesquisadores tenham analisado conjuntamente as medidas fisiológicas e testes para verificação do comportamento do desempenho físico frente à situação de luta. Em um deles foi verificado tanto as respostas fisiológicas quanto

à estrutura temporal dos combates (HERNÁNDEZ-GARCÍA; TORRES-LUQUE; VILLAYERDE-GUTIERREZ, 2009).

Especificamente ao Brazilian jiu-jitsu, recentemente alguns estudos têm procurado compreender a modalidade, investigando as demandas fisiológicas em situação real (ANDREATO et al., 2013), em simulações de combates únicos (ANDREATO et al., 2012b; FRANCHINI et al., 2005a; SILVA et al., 2013), em simulações de dois combates (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a) e analisando a estrutura temporal dos combates (ANDREATO et al., 2013; DEL VECCHIO et al., 2007).

No entanto, esse conhecimento acerca das características do Brazilian jiu-jitsu ainda é limitado, especialmente sobre informações do comportamento fisiológico dos atletas em modelo competitivo, no qual realizam diversos combates no mesmo dia. Assim, dificulta-se o entendimento da modalidade, bem como o planejamento de treinamentos específicos. Por esse motivo, o presente estudo visa aprofundar os conhecimentos sobre em quais momentos do combate ocorrem alterações importantes ao desempenho, bem como, em quais momentos da competição o desempenho sofre declínio.

Como hipóteses, acredita-se que ocorrerá declínio progressivo do rendimento das variáveis resistência de força e força máxima de preensão manual. No entanto, devido à dinâmica dos combates, a potência muscular de membros inferiores e flexibilidade tóraco-lombar e de membros inferiores permanecerá imutável. Devido à duração dos combates, na competição simulada uma possível queda do desempenho poderá ocorrer nos últimos combates devido à instalação da fadiga. Para a maioria das variáveis de desempenho o declínio do rendimento estará associado às respostas hormonais, gerando um estado orgânico com predominância catabólica. Como exemplo, espera-se aumento gradual das concentrações de cortisol concomitantemente à diminuição nos níveis séricos de testosterona. Diante dessas respostas, a temporalidade de luta será afetada, passando a apresentar menor tempo de esforço, maior número e tempo de pausas durante os combates. Adicionalmente, com o decorrer da simulação de competição os atletas passarão a exercer menor número de ações motoras.

2 JUSTIFICATIVA

Sabe-se que nas modalidades esportivas de combate, em geral, e no Brazilian jiu-jitsu, especificamente, técnicos e treinadores têm reproduzido os mesmos treinamentos há anos, repassando os processos de treinamento aprendidos com seus respectivos mestres (FRANCHINI, 2010). Adicionalmente, em relação a esse conjunto de modalidades esportivas, poucos estudos são realizados para diagnóstico do efeito de lutas múltiplas, como ocorre com o modelo competitivo, o que possibilitaria uma melhor compreensão da demanda fisiológica sob a qual o atleta necessita desempenhar, assim como as alterações durante os intervalos entre as lutas em uma competição.

De fato, constata-se que ajustes diferentes ocorrem nas respostas metabólicas (BARBAS et al., 2011; KRAMER et al., 2001) e das capacidades físicas (BARBAS et al., 2011; KRAMER et al., 2001) durante momentos distintos de um evento competitivo. Assim sendo, tais distinções devem ser conhecidas e consideradas junto ao treinamento. Além disso, pouco se sabe, exatamente, em quais momentos de uma luta ocorrem alterações fisiológicas importantes (FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al., 2005a).

Adicionalmente, é fundamental conhecer a estrutura temporal dos combates, visto que o conhecimento das características temporais de uma modalidade esportiva deve ser usado sob a ótica de fornecer características fisiológicas para suportar bases de prescrições de treinamento que se assemelhem ao esforço realizado na luta (MIARKA et al., 2010).

Portanto, o conhecimento das respostas fisiológicas e temporais durante uma luta fragmentada e durante uma competição simulada de Brazilian jiu-jitsu pode contribuir sobremaneira para o aperfeiçoamento dos métodos de treinamento desta modalidade que ganha adeptos a cada dia.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo foi determinar as respostas fisiológicas e as alterações de desempenho físico de atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à simulações de luta fragmentada e de competição.

3.2 Objetivos Específicos

São objetivos específicos do presente estudo, em relação às simulações de luta fragmentada e competição de Brazilian Jiu-Jitsu:

- estimar a demanda metabólica;
- mensurar as respostas hormonais;
- mensurar indicadores de danos celulares;
- verificar o comportamento hidroeletrolítico;
- verificar o comportamento das capacidades físicas;
- quantificar o esforço percebido;
- determinar a relação esforço/pausa durante as lutas;
- determinar coeficientes de atividade e efetividade durante as lutas.

4 REVISÃO DE LITERATURA

Neste tópico, primeiramente, serão explicadas as características esportivas do Brazilian jiu-jitsu, bem como as divisões de categorias, graduações e tempos de luta. Posteriormente, serão apresentados tópicos que visam evidenciar os achados na literatura referentes às demandas fisiológicas de modalidades esportivas de combate, com maior ênfase ao Brazilian jiu-jitsu. Por fim, apresentar-se-á informações sobre os aspectos técnico/táticos deste esporte.

Sabendo que informações científicas sobre o Brazilian Jiu-Jitsu são escassas, na falta dessas, foram adotadas aquelas oriundas de modalidades semelhantes, como o judô e a luta olímpica, as quais são modalidades esportivas de combate de domínio assim como o Brazilian jiu-jitsu, existindo, inclusive, algumas técnicas em comum. Contudo, ressalta-se que, apesar dessas similaridades, alguns aspectos têm e devem ser levados em consideração, como a temporalidade de luta que difere entre Brazilian jiu-jitsu, judô e luta olímpica, podendo resultar em respostas fisiológicas distintas.

4.1 Competições de Brazilian jiu-jitsu

Este tópico visa explicar como decorre uma competição de Brazilian Jiu-Jitsu. As informações abaixo são descritas de acordo com a Federação Internacional de Brazilian Jiu-Jitsu (IBJJF, 2010).

O Brazilian Jiu-Jitsu, em seu modelo esportivo, categoriza seus atletas quanto à idade, gênero, massa corporal e graduação, sendo que estas diferenciações determinam, especialmente, tempo de luta e técnicas permitidas. Quanto à massa corporal, reporta-se que o esporte é constituído por nove categorias de peso, nas quais estão inclusas o peso do quimono (galo <58 kg, pluma <64 kg, pena <70 kg, leve <76 kg, médio <82,3 kg, meio-pesado <88,3 kg, pesado <94,3 kg, super-pesado <100,5 kg, pesadíssimo >100,5 kg), mais a categoria denominada absoluto, a qual engloba atletas de quaisquer categorias de peso. Porém, embora a nomenclatura seja a mesma, o limite superior de peso é diferenciado no que se refere ao gênero e idade.

Quanto à graduação, a categoria adulta possui sete graduações possíveis, faixa branca, azul, roxa, marrom, preta, vermelha e branca, e faixa vermelha. Por sua vez, o tempo de luta é definido pela graduação, gênero e idade. Na categoria adulta masculina faixas-preta, os atletas lutam 10 minutos.

Em relação às lutas, as chaves competitivas são de modelo eliminatório simples. Adicionalmente, para um atleta sagrar-se campeão terá de realizar lutas múltiplas, sendo o fator que determina o número total de combates a quantidade total de inscritos na categoria. Além disso, o tempo entre combates não possui um período pré-estabelecido, exceto para a final, quando se deve respeitar, no mínimo, um tempo de repouso equivalente a duas vezes o tempo total de luta da categoria em disputa.

Em geral, tem sido observado que a soma de confrontos em competição alterna entre quatro a seis combates, podendo, nas categorias intermediárias de peso (pena a médio) e na categoria absoluta, exigirem sete lutas. Todavia, até o presente momento, não existem dados disponíveis acerca do tempo de intervalo entre combates competitivos. Assim sendo, a falta de informações a respeito da quantidade de combates em cada categoria, assim como o tempo de intervalo entre um combate e outro acaba dificultando a elaboração de programas de treino que se aproximem das exigências impostas em competições.

4.2 Respostas metabólicas e cardiovasculares em lutas de Brazilian Jiu-Jitsu

Para entendimento de uma modalidade esportiva, faz-se indispensável a compreensão de suas demandas energéticas. Em modalidades de combate de domínio, devido à impossibilidade de mensuração direta, via análise de gases, indica-se mensurar as variáveis fisiológicas consideradas relevantes para a modalidade (ARTIOLI et al., 2008).

Diante disso, habitualmente, pesquisadores que objetivaram aferir as exigências metabólicas de um esporte de domínio têm recorrido a indicadores indiretos, como concentração de lactato ([LAC]), a partir de amostras de sangue do lóbulo da orelha (ANDREATO et al., 2013; DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI et al., 2005a; FRANCHINI et al., 2009; SILVA et al., 2013), monitoramento da frequência cardíaca (ANDREATO et al., 2012b; DEL VECCHIO et al., 2007, FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003), aplicação de escalas de percepção de

esforço geral (PSE) e local (ANDREATO et al., 2012b; ANDREATO et al., 2013; FRANCHINI et al., 2005a; NILSSON et al., 2002) e punções sanguíneas das veias antecubitais (ANDREATO et al., 2012b; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a; DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003; KRAEMER et al., 2001), embora esta última ferramenta tenha sido menos utilizada.

Devido às [LAC] apresentadas por atletas de Brazilian Jiu-Jitsu após a luta (DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI et al., 2005a; SILVA et al., 2013), pode-se inferir que a modalidade possui ativação moderada da via glicolítica. Nesse sentido, para suprir a demanda de adenosina trifosfato (ATP) em exercícios de alta intensidade, o organismo ativa a via glicolítica, devido ao fato desta via ressintetizar ATP com velocidade superior às vias oxidativas. Além disso, para os momentos decisivos, devido à alta intensidade e curta duração das ações, pode-se inferir que o sistema ATP-CP seja amplamente solicitado. Tal raciocínio pode ser suportado, por exemplo, pelo estudo de Campos et al. (2012), no qual foi estimada a contribuição dos sistemas em simulações de combates de taekwondo.

Ademais, durante o exercício, especialmente em alta intensidade, alguns fatores contribuem para a menor participação de contribuição de energia pela oxidação de gorduras. Um dos fatores é que o aumento de catecolaminas estimula tanto a quebra de glicogênio quanto a lipólise. No entanto, o aumento da taxa de degradação do glicogênio e da glicólise resulta em formação de lactato, o qual é contrário à lipólise induzida pelas catecolaminas (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998; MAZZEO; MARSHALL, 1989). Outro fator é que a taxa de produção de ATP por minuto via gordura é menor que a produção via carboidrato, pois o processo de oxidação de gorduras requer maior quantidade de oxigênio (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998; HULTMAN; HARRIS, 1988). Além disso, existem processos enzimáticos que limitam o fluxo de ácidos graxos do sangue para a mitocôndria (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998).

Por outro lado, a atividade física intensa pode levar à degradação protéica, comprovada por aumento de ureia circulante (HARTMANN; MESTER, 2000). Quanto ao metabolismo glicídico em exercícios de alta intensidade, a glicose plasmática parece ser o principal fornecedor de ATPs, e durante exercício suas concentrações aumentam, embora esse aumento não reflita necessariamente a utilização deste composto (PEREIRA; SOUZA JR.; 2004). Contudo, até o momento, apenas dois estudos (ANDREATO et al., 2012b; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a)

investigaram mais a fundo as respostas energéticas envolvendo o Brazilian Jiu-Jitsu. Neles, foram evidenciados indícios de que o glicogênio muscular não é o único substrato usado para sustentar as atividades durante as lutas, uma vez que há indicativos da ativação das vias glicolítica, lipolítica e proteolítica.

A [LAC] tem sido usada como marcador da via glicolítica, para inferir a demanda energética em modalidades de combate. Em estudo conduzido por Del Vecchio et al. (2007), com atletas de alto rendimento de Brazilian jiu-jitsu ($n = 7$), a amostra, após dois minutos do término do combate apresentou valores de $10,2 \pm 1,5$ mmol/L. Valores semelhantes foram obtidos por Franchini et al. (2005a), com atletas faixas preta, após a luta ($n = 8$; $9,5 \pm 2,4$ mmol/L).

Valores aproximados aos estudos com Brazilian jiu-jitsu também foram encontrados em judocas de elite ($n = 15$; $10,2 \pm 2,1$ mmol/L) e não elite ($n = 31$; $11,2 \pm 3,0$ mmol/L) após combate de Judô de cinco minutos (FRANCHINI et al., 2005b), assim como por judocas três minutos após combate ($n = 14$; ~ 10 mmol/L; ARTIOLI et al., 2010). Contudo, valores superiores foram encontrados em estudos com lutadores americanos de luta olímpica após combate da modalidade ($n = 12$; $20,0 \pm 0,7$ mmol/L; KRAEMER et al., 2001). Ainda, concentrações elevadas de lactato também foram encontradas em situação de competição, por exemplo, no Campeonato Mundial de Luta Greco-romana de 1998. Os atletas ($n = 42$) apresentaram, após cinco minutos do término dos combates, [LAC] de $14,8 \pm 2,8$ mmol/L (NILSSON et al., 2002).

Quanto a estudos envolvendo combates múltiplos, não tem sido identificado alterações nas concentrações de lactato entre os diferentes combates (HERNÁNDEZ-GARCÍA; TORRES-LUQUE; VILLAYERDE-GUTIERREZ, 2009; KRAEMER et al., 2001). Quando comparados os efeitos de dois combates de Brazilian jiu-jitsu sobre o lactato, não foram evidenciadas diferenças entre os valores pós-lutas (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a). No entanto, em estudo no qual judocas ($n = 12$) realizaram quatro combates, as concentrações de lactato pós-luta do último combate ($14,6 \pm 3,6$ mmol/L) foi inferior às aquelas concentrações sanguíneas observadas nas primeira ($18,1 \pm 4,4$ mmol/L) e segunda ($17,0 \pm 3,6$ mmol/L) simulações (BONITCH-GÓNGORA et al., 2012).

Nesse contexto, estudo envolvendo medidas de mais variáveis energéticas foi conduzido por Degoutte; Jouanel; Filaire (2003), no qual os autores dosaram indicadores da via glicolítica (lactato, glicose), do metabolismo lipídico (ácidos

graxos livres, glicerol, triglicerídeos e colestesteróis total, de alta densidade-HDL e de baixa densidade-LDL), degradação protéica e ciclo das purinas (ureia, amônia, ácido úrico, xantina, hipoxantina e creatinina). Como conclusão, os autores observaram que o combate de judô requisita energia proveniente dos metabolismos protéico, lipídico e glicídico, trazendo uma perspectiva de que não apenas o glicogênio muscular é fonte energética em lutas desta modalidade.

Posteriormente, estudos semelhantes foram conduzidos com o Brazilian jiu-jitsu (ANDREATO et al., 2012b; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a), e conclusões semelhantes foram obtidas, no sentido de que os combates requisitam energia proveniente dos metabolismos protéico, lipídico e glicídico.

Outro indicador de intensidade de esforço é a frequência cardíaca, a qual é de fácil monitoração e de baixo custo. Além disso, a frequência cardíaca tem alta correlação com o estado de treinamento, sendo que atletas com melhor condicionamento físico apresentam maior bradicardia em repouso (BONADUCE et al., 1998). Além disso, o nível competitivo também parece interferir nas respostas de frequência cardíaca, uma vez que foi constatada menor elevação da frequência cardíaca em qualquer nível de esforço de atletas de alto nível competitivo quando comparados a indivíduos com menor nível competitivo (ARRUZA; SAEZ; VALENCIA, 1996). Contudo, essa medida tem sido pouco explorada no Brazilian jiu-jitsu (ANDREATO et al., 2012b; DEL VECCHIO et al. 2007; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al. 2005a)

Franchini; Takito; Pereira (2003), em análise de luta de cinco minutos com atletas de Brazilian jiu-jitsu ($n = 22$), reportaram baixa ativação cardiovascular (166 ± 16 bpm), assim como constatado em combates entre atletas faixas preta submetidos a lutas de dez minutos de duração (169 ± 7 bpm; FRANCHINI et al., 2005a). Entretanto, em análise durante competição, Del Vecchio et al. (2007), em estudo com atletas de alto rendimento ($n = 7$), apontaram que a ativação cardiovascular é superior (182 ± 6 bpm) àquela apresentada em simulações. Todavia, não estão disponíveis na literatura informações de respostas cardíacas em combates múltiplos de Brazilian jiu-jitsu.

No entanto, em estudo conduzido por Hernández-García; Torres-Luque; Villaverde-Gutierrez (2009), no qual judocas de elite ($n = 11$) realizaram dois a três combates de duração oficial (5 minutos) em um total de 16 confrontos, não foram

observadas diferenças nos valores de frequência cardíaca entre os combates, sendo a média observada durante os combates de 180 ± 8 bpm.

4.3 Respostas hormonais em modalidades esportivas de combate de domínio

Durante atividades físicas, constantemente o organismo promove alterações nas produções hormonais, como forma de se adequar à exigência da atividade, procurando assim manter concomitantemente a atividade e o equilíbrio orgânico. A partir disto, torna-se fundamental a mensuração das respostas hormonais frente a um estresse físico, especialmente de hormônios contra-regulatórios, e indicadores do estado anabólico/catabólico (KRAEMER et al., 2001).

Entre os hormônios que fornecem indiretamente dados do estado catabólico encontra-se o cortisol, sendo este considerado o principal glicocorticóide humano, o qual é considerado um hormônio catabólico secretado pelo córtex da glândula adrenal em respostas a estresses físicos e psicológicos (BROWNLEE; MOORE; HACKNEY, 2005). Durante o exercício, o cortisol atua para impedir a hipoglicemia, agindo sobre o músculo esquelético e o tecido adiposo, estimulando a proteólise e lipólise respectivamente, fornecendo substratos para a gliconêogênese e glicogênese hepática (GALBO, 2001).

Em exercícios de baixa intensidade, de forma aguda, as concentrações séricas de cortisol podem não sofrer nenhuma alteração, ou até mesmo um declínio. Entretanto, em exercícios de alta intensidade, as concentrações aumentam. O aumento da secreção de cortisol poderia beneficiar o desempenho pelo fato deste hormônio estimular o efeito neoglicogênico do fígado (BROWNLEE; MOORE; HACKNEY, 2005). De fato, quando atletas de judô vencedores são comparados aos vencidos, maiores concentrações de cortisol foram reportadas nos primeiros (SUAY et al., 1996).

Contudo, cronicamente, as concentrações de cortisol parecem estar relacionadas ao estado de treinamento, uma vez que atletas mais treinados apresentam menor concentração de cortisol sérico, sendo sugerido que essas respostas representem a expressão de um fenômeno conhecido como *downregulation* nos receptores de hormônio adenocorticotrófico (ACTH) no córtex adrenal (KRAEMER et al., 1999).

Por outro lado, entre os hormônios indicadores do estado anabólico, a testosterona desempenha um papel importante. Este, é considerado um hormônio sexual, cuja secreção está correlacionada com a ativação do sistema simpático (FAHRNER; HACKNEY, 1998), vasodilatação (KRAEMER et al., 1992) e concentração de lactato (LU et al., 1997). O estado de treinamento parece estar relacionado à secreção de testosterona como resposta aguda do treinamento, uma vez que atletas mais treinados apresentam níveis mais elevados desse hormônio (KRAEMER et al., 1992). De fato, em judocas (n = 28), foi constatado que as concentrações de testosterona antes e após a luta estavam associadas positivamente com ações de ataque (SALVADOR et al., 1999). Além disso, foi observado que atletas vencedores de combates de luta olímpica apresentavam níveis mais elevados de testosterona após os combates (FRY et al., 2011).

Kraemer et al. (2001), ao reproduzirem competição de luta olímpica (cinco lutas distribuídas em dois dias consecutivos), identificaram que as concentrações de cortisol e testosterona aumentavam significativamente, porém, na última luta do segundo dia de competição, a testosterona apresentava redução em suas concentrações séricas, indicando instalação predominante do estado catabólico. No entanto, a insulina, o principal hormônio na manutenção glicêmica, não sofreu alterações importantes em seus níveis plasmáticos durante toda competição.

No Brazilian jiu-jitsu, Coswig; Neves; Del Vecchio, (2013a) submeteram 4 atletas experientes a dois combates de 10 min e reportaram que as concentrações de cortisol e testosterona, e a razão T/C não sofreram alterações significativas em decorrência dos combates. No entanto, Moreira et al., (2012) apontaram aumento das concentrações de cortisol salivar após dois combates simulados e após dois combates em competição real, além disso, os autores evidenciaram que as concentrações em competição eram superiores às oriundas das simulações.

Outros hormônios pertinentes de serem investigados em lutas são as catecolaminas (adrenalina e noradrenalina), pois refletem a ativação do sistema nervoso autônomo, indicando a ativação do sistema simpático. Tal ativação é de extrema validade, pois é conhecido que a produção desses hormônios influencia diretamente o metabolismo energético, além de influenciar diversos sistemas, dentre os quais o sistema de regulação da frequência cardíaca (MARKOWSKA et al., 1984). Contudo, poucas investigações em modalidades esportivas de combate foram realizadas mensurando tais hormônios (KRAMER et al., 2001; MARKOWSKA

et al., 1984). Em um dos poucos estudos que as quantificaram, foi constatado que a noradrenalina subiu 158% e a adrenalina 673% em competição internacional de Judô (MARKOWSKA et al., 1984). Kraemer et al. (2001) reportaram que, no modelo competitivo (descrito acima), as concentrações de noradrenalina aumentava significativamente após cada luta, porém os níveis de adrenalina não se elevavam na última luta do primeiro e segundo dia. Tais resultados foram atribuídos pelos autores ao fato de a noradrenalina ser mais sensível às alterações orgânicas induzidas pelo exercício e desidratação.

Considerando as importantes funções hormonais no controle fisiológico durante o exercício, maiores investigações devem ser estabelecidas utilizando modalidades de combate de domínio, em especial no Brazilian jiu-jitsu.

4.4 Danos celulares em modalidades esportivas de combate de domínio

Aspecto relevante de ser estudado, além da utilização dos substratos energéticos e seus metabólitos, são os danos celulares que o esforço pode gerar. Quando ocorrem danos musculares, algumas substâncias extravasam o sarcolema e podem ser identificadas por meio de sua mensuração sérica. Essas substâncias são consideradas biomarcadores de dano muscular. Entre os marcadores bioquímicos utilizados para identificarem danos celulares, a creatina quinase (CK) é o mais utilizado, uma vez que o aumento das suas concentrações séricas e plasmáticas são indicativos indiretos de danos musculares (ARMSTRONG, 1990; CLARKSON; NOSAKA; BRAUN, 1992).

Tais elevações no plasma podem ser o resultado de alterações da membrana da célula muscular, possivelmente devido a reações de hipóxia e isquemia muscular decorrentes do exercício exaustivo, da ação mecânica exercida sobre a musculatura (especialmente durante ações excêntricas), bem como da ação do aumento de cálcio intracelular ativando proteases dependentes de cálcio (MOREAU; DUBOTS; BOGGIO, 1995). A elevação sanguínea de CK, entretanto, não necessariamente reflete o grau de dano tecidual, podendo sugerir mudanças na permeabilidade da membrana celular (VAN DER MEULEN; KUIPERS; DRUKKER, 1991). Deste modo, para analisar indiretamente os danos musculares, indica-se a necessidade de utilização de mais de um marcador. Para isso, substâncias como o aspartato aminotransferase (AST), alanina aminotransferase (ALT), creatinina, e lactato

desidrogênase (LDH) também podem fornecer dados relevantes a respeito de danos celulares (BESSA et al., 2008).

No Brazilian jiu-jitsu, quando atletas (n = 12) de diferentes graduações foram submetidos à simulações de 7 min observou-se elevação de ALT e LDH em detrimento dos combates, no entanto, os combates não exerceram influências no comportamento de CK, AST e creatinina. Quando atletas experientes (n = 4) foram expostos à dois combates de 10 min, observou-se aumento das enzimas AST e ALT após o primeiro combate, LDH após o segundo combate e elevação da CK após os dois combates (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a).

Em investigação em luta fragmentada de judô (90, 180 e 300 s), Ribeiro; Tierra-Criollo; Martins (2006) reportaram que os combates foram capazes de elevar as concentrações de LDH, AST, ALT e CK. Ao analisarem as respostas de marcadores de danos celulares em sessões de treino, Umeda et al. (2008) identificaram aumentos significativos nos valores de AST, CK e LDH em judocas do gênero feminino (n = 13). Fato importante que influencia diretamente a identificação de danos é o estado de treinamento, uma vez que Miura et al. (2005) investigaram os efeitos em longo prazo do treinamento de judô e concluíram que o treinamento induz ajustes geradores de menor elevação de enzimas como CK, AST, ALT e LDH em judocas (n = 56). Investigando indicadores de danos em modelo competitivo, foi constatado que há um aumento linear de CK no decorrer da competição de luta olímpica (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001).

No entanto, ainda não se sabe qual a resposta dos marcadores de danos celulares em modelo competitivo de Brazilian jiu-jitsu. O conhecimento do grau de lesão seria importante para estabelecimento de período de recuperação após o atleta competir, sendo que algumas competições ocorrem poucos dias após outra.

4.5 Capacidades físicas em modalidades esportivas de combate de domínio

O Brazilian jiu-jitsu engloba diversas capacidades físicas em sua prática. De fato, em modalidades esportivas de combate de domínio, como o Brazilian jiu-jitsu, a capacidade de força se encontra presente nas suas diversas formas. A resistência de força isométrica ganha evidência devido ao fato da modalidade ser de extremo contato, assim como de grande exigência para efetuar imobilizações, manutenção de pegada e finalizações (DEL VECCHIO et al., 2007).

De fato, alguns estudos analisaram o declínio da força isométrica de preensão manual durante combates únicos de Brazilian jiu-jitsu e constataram que, embora ocorra um declínio da força (ANDREATO et al., 2013; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al., 2005a), atletas da modalidade tem apresentado boa manutenção dos níveis iniciais, uma vez que durante competição foi observado que os atletas sustentavam 89% (mão direita) e 84% (mão esquerda) da força máxima de preensão manual após os combates (ANDREATO et al., 2013). Entretanto, investigações em modelo competitivo podem fornecer melhor suporte para tais afirmações. De fato, Kraemer et al. (2001), adotando modelo competitivo de luta olímpica, relataram que atletas de nível nacional universitário (n = 12), tiveram diminuição progressiva de força isométrica manual durante competição simulada. Adicionalmente, no Brazilian jiu-jitsu, em grande parte dos momentos decisivos do combate, pontuações e submissões, a potência muscular se mostra extremamente importante para essas ações. Contudo, pouco se conhece desta capacidade em atletas dessa modalidade (DEL VECCHIO et al., 2007).

Além da força e potência muscular, em modalidades de combate de domínio, acredita-se que valores elevados da potência e da capacidade aeróbicas proporcionem ao atleta manter intensidade elevada durante toda a luta, retarde o acúmulo de lactato, e proporcione maior recuperação entre as lutas (CASTARLENAS; SOLÉ, 1997). Além disso, devido à duração máxima dos combates de Brazilian jiu-jitsu (10 min), a potência e a capacidade aeróbicas bem desenvolvidas são fundamentais o esporte, diante da duração dos combates. No entanto, as mesmas não são importantes para os momentos decisivos das lutas – momentos de pontuações e finalizações –, uma vez que essas ações são de curta duração.

Adicionalmente, a potência e a capacidade anaeróbicas são amplamente envolvidas em m de combate, devido ao fato dos momentos decisivos destas modalidades envolverem grande demanda energética, a qual não pode ser suprida pelo metabolismo oxidativo (FRANCHINI, 2010). Devido a esta importância, Del Vecchio et al. (2007) conduziram, em atletas de alto rendimento (n = 7), teste de Wingate para membros inferiores, reportando que os níveis de potência de pico e médio apresentados são excelentes e compatíveis com atletas de modalidades de combate de domínio. No judô, Bonitch-Domínguez et al. (2010) avaliaram o comportamento do pico de potência de membros inferiores após simulações de 4

combates de judô (n = 11), e evidenciaram que a mesma não foi afetada no decorrer do estudo.

Outra capacidade física importante para o desempenho do Brazilian jiu-jitsu é a flexibilidade, uma vez que a prática exige bom nível de amplitude de movimento, especialmente de tronco, para a execução de movimentos específicos da modalidade. Além disso, uma boa flexibilidade pode facilitar o aprendizado destes gestos motores (CASTAÑEDA, 2004; SOUZA; SILVA; CAMÕES, 2005). Ainda, os níveis de flexibilidade, em alguns casos, podem discriminar atletas de luta quanto ao rendimento esportivo, visto que lutadores de alto nível competitivo têm demonstrado maior flexibilidade quando comparados com lutadores de nível inferior (YOON, 2002). Neste sentido, atletas de alto rendimento (n = 7) apresentaram bons níveis de flexibilidade tóraco-lombar, avaliada por teste de sentar e alcançar (43 ± 3 cm; DEL VECCHIO et al., 2007).

4.5.1 Velocidade de reação em modalidades esportivas de combate de domínio

O sucesso em habilidades abertas parece ser determinado pela capacidade com a qual o executante adapta seu comportamento às mudanças impostas pelo oponente. Muitas vezes, essa adaptação deve ser extremamente rápida (SCHMIDT, 1991). Em esportes de combate como o judô, a velocidade de reação ou tempo de reação, a qual pode ser entendida como o intervalo de tempo entre o momento da apresentação do sinal externo e o início da resposta muscular apropriada (SCHMIDT, 1993), se torna importante para que o atleta, ao perceber algum estímulo do adversário, possa realizar um movimento de esquiva ou aplicar um contragolpe (LIMA et al., 2004). Deste modo, a velocidade de reação pode ser determinante para definir combates, além de ser um dos fatores que poderiam explicar a queda de desempenho durante competição. Todavia, dados sobre esta temática são limitados em modalidades esportivas de combate de domínio (KRAEMER et al., 2001; LIMA et al., 2004).

Lima et al. (2004) submeteram judocas (n = 11) a combates de 1 min e 30 s, 3 min e 5 min, sendo que antes e após os combates eram aferidos as concentrações de lactato sanguíneo e o tempo de reação após um estímulo visual. Nesse estudo, foi observado que as concentrações de lactato subiam em decorrência aos combates, porém, o tempo de reação era imutável. Resultados semelhantes foram

encontrados por Kraemer et al. (2001), no qual atletas de luta olímpica realizaram cinco combates, e os valores pré e pós luta diferiram apenas para o primeiro combate. Além disso, Kraemer et al. (2001) não evidenciaram diferenças para o tempo de reação entre simulações.

4.6 Esforço percebido em modalidades esportivas de combate de domínio

Outro indicador de esforço e meio de controle de cargas de treinamento de fácil acesso, aplicação e de baixo custo que tem sido muito utilizado nos últimos anos é a escala de percepção subjetiva de esforço (BORG, 1982). Sua aplicação pode, indiretamente, fornecer dados valiosos quanto ao grau de fadiga e demanda energética da atividade (NILSSON et al., 2002).

Em modalidades de luta, esta ferramenta tem sido frequentemente utilizada para avaliar a intensidade de esforço de combates, tendo sua aplicação logo após combates ou simulações. No Brazilian jiu-jitsu, após simulações de 7 min (n = 8) a média de PSE (escala de 6-20) reportada foi de 12 “relativamente fácil” (ANDREATO et al., 2012b), e média de 13 “ligeiramente cansativo” após simulações de 10 min (n = 12; FRANCHINI et al., 2005a). Percepções ligeiramente maiores foram obtidas após combates de competições regionais, com os atletas reportando uma média de 15 “cansativo” (n = 35; ANDREATO et al., 2013) e média de 16 “cansativo” (n = 12; ANDREATO, et al. no prelo).

Índices semelhantes têm sido encontrados na luta olímpica e no judô. Na luta olímpica, atletas participantes do Mundial de 1998 reportaram PSE média de 14 “ligeiramente cansativo” (n = 42; NILSSON et al., 2002). No judô, atletas participantes de competição regional relataram PSE média de 15 “cansativo” (n = 13; SERRANO et al., 2001).

Quando avaliado o efeito de mais de um combate, na luta olímpica, não foram encontradas diferenças na PSE de atletas que realizaram cinco combates em dois dias (KRAEMER et al., 2001). Entretanto, quando os atletas da modalidade realizaram cinco combates no mesmo dia, foi percebido que a PSE pós quarto combate era superior à pós primeiro combate (BARBAS et al., 2011). No judô, ao se analisar o efeito de três simulações não foram observadas diferenças de PSE para judocas das classes juvenil (n = 6) e sênior (n = 4), mas para os atletas da classe

júnior (n = 5) a PSE pós segundo e terceiro combate foram maiores que às pós primeiro (FRANCHINI et al., 1998).

Outra escala de percepção utilizada para avaliar o impacto dos combates é a de percepção local, avaliada primeiramente nas modalidades de combate por Nilsson et al. (2002), na luta olímpica. Nesse estudo pioneiro conduzido em competição mundial, foi reportado que os principais pontos de fadiga reportados pelos atletas (n = 42) eram antebraço e deltoides. Posteriormente, esse modelo de avaliação foi aplicado no Brazilian jiu-jitsu. Em simulações de 10 min os atletas reportaram como maiores pontos de fadigas os grupamentos musculares de antebraço e ombro (n = 8; FRANCHINI et al., 2005a) e em situação competitiva predominantemente a região do antebraço (n = 12; ANDREATO et al., no prelo).

Tais conhecimentos são importantes tanto para reproduzir treinamentos próximos aos níveis de fadiga percebidos durante a competição, assim como para identificar locais de fadiga que deverão receber ênfase na preparação física, especialmente relacionada à resistência muscular.

4.7 Estrutura temporal de luta em modalidades esportivas de combate de domínio

As características temporais e análises técnico/tática de uma modalidade esportiva trazem importantes implicações, tanto sob a ótica de apresentarem características fisiológicas para suportar bases de prescrições de treinamento que se assemelhem ao esforço realizado na luta, como para adequação do treinamento técnico e tático (MIARKA et al., 2010). Ademais, além de compreender a relação esforço:pausa, entender como os atletas se comportam durante o período de esforço se faz importante, visto que tais informações são importantes para a organização dos treinamentos (FRANCHINI; ARTIOLI, BRITO, 2013).

A respeito da temporalidade das lutas, a principal característica do Brazilian jiu-jitsu é a intermitência. Em análise de 33 lutas da Copa do Mundo de 2005, apontaram que o combate é composto, em média, por blocos de 170 s de esforço (luta em pé: 146 ± 119 s; luta no solo: 25 ± 17 s) seguidos por 13 ± 6 s de intervalo (DEL VECCHIO et al., 2007). Em análise de 22 combates regionais, foi observada estrutura temporal semelhante, com os combates constituídos de uma média de 117

s de esforço (blocos de 3 s em alta intensidade intercalados por 25 s em baixa intensidade) por média de 33 s de pausa (ANDREATO et al., 2013).

Assim, evidencia-se que a estrutura temporal de luta do Brazilian jiu-jitsu é distinta de outras modalidades de combate de domínio. No judô, a relação esforço:pausa observada durante campeonato mundial e jogos olímpicos foi de 18 ± 9 s de esforço, por 12 ± 4 s de pausa (CASTARLENAS; PLANAS, 1997). Em competições de nível estadual e regional foram observados blocos de 30 ± 33 s de atividade intercalados por 11 ± 10 s de pausa (MIARKA et al., 2012). Além disso, lutas de judô tendem a apresentar menor tempo de esforço e maior tempo de pausa no último minuto de luta, fato que pode ser atribuído à fadiga (MONTEIRO, 1995). Dentro dos períodos de esforço, a principal ação realizada pelos atletas é a disputa de pegada, a qual ocupa 58 % do tempo (MIARKA et al., 2012).

Na luta olímpica, em análises envolvendo o campeonato mundial, foi descrita relação esforço:pausa de 37 ± 10 s de luta intercalados por 14 ± 6 s de pausa. Adicionalmente, não foram encontradas influência da categoria de peso dos atletas na estrutura temporal dos combates quando (NILSSON et al., 2002). Assim, essas diferenças da estrutura temporal, entre modalidades, limitam a transferência de conhecimentos de uma modalidade para a outra.

Além disso, Del Vecchio et al. (2007) indicaram que as raspagens² foram as técnicas que mais geraram pontuações nas categorias leves de peso (<75 kg), e as quedas entre as categorias pesado (>75 kg) neste esporte. Adicionalmente, as pontuações ocorrem predominantemente nos minutos iniciais ou finais dos combates. Esse fato foi explicado pelos autores com a ideia de que nos minutos iniciais os atletas ainda apresentam níveis baixos de fadiga neuromuscular, enquanto nos minutos finais os atletas mais bem condicionados tendem deixar a luta se desenvolver para se esforçarem após a metade do combate.

Outro fator importante de ser estudado é a variação técnica e verificar se existem diferenças entre vencedores e vencidos. No judô, por exemplo, foi verificado que atletas medalhistas de ouro diferiam dos atletas medalhistas de prata e bronze em competições mundiais e olímpica quanto aos tipos de técnicas aplicadas (FRANCHINI; STERKOWICZ, 1999). Além disso, atletas super-elite de judô

² Raspagens são técnicas de Brazilian Jiu-Jitsu, que podem ser caracterizadas como as inversões de posições entre atletas. Ex: o atleta que está lutando por baixo consegue inverter a posição e, conseqüentemente, passa a ficar por cima.

possuem um maior repertório de técnicas e aplicam essas técnicas em mais direções do que atletas de elite. Adicionalmente, quanto maior o número de técnicas diferentes aplicadas, maior é o número de lutas vencidas (FRANCHINI et al., 2008).

Desse modo, além dos fatores fisiológicos envolvidos nos combates é importante que sejam compreendidos os aspectos técnico-táticos no Brazilian Jiu-Jitsu, especialmente a respeito da estrutura temporal, para que se possa utilizar a mesma no processo de preparação dos atletas.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Caracterização do estudo

O estudo se caracteriza como descritivo-comparacional e exploratório. Os combates foram conduzidos no tatame da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

5.2 Aspectos éticos

Os participantes foram informados sobre os objetivos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo A). Foi mantido o sigilo das informações pessoais dos participantes e o presente projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo (parecer 2011/032) (Anexo B).

5.3 Participantes

5.3.1 Estudo 1 - Luta fragmentada

Foram investigados 10 praticantes de Brazilian jiu-jitsu (idade: 29 ± 5 anos), pertencentes à categoria adulta masculina (6 faixas-marrom e 4 faixas-preta), com 10 ± 2 anos de experiência na modalidade. Durante o estudo, ocorreu uma lesão durante os combates, porém, a mesma ocorreu ao término do combate, não alterando assim os resultados obtidos.

Para a participação neste estudo foram adotados os seguintes critérios: atletas com graduações de faixas-marrom e faixas-preta – a fim de garantir a experiência dos mesmos; frequência de treinamento igual ou superior a três vezes semanais em treinos específicos da modalidade – que em geral possui a duração de 1h30min - e estivessem treinando ao menos por três meses ininterruptos.

Foram excluídos do estudo atletas que apresentaram lesões, pertencentes à categoria pesadíssimo (>100 kg), sujeitos que estivessem reduzindo a massa corporal e/ou fazendo uso de drogas (ex: esteroides anabólicos e drogas ilícitas) e/ou medicamentos (ex: antibióticos e anti-inflamatórios). Atletas que realizavam uso de suplementos alimentares foram aconselhados a manterem o uso constante no

decorrer do estudo. Adicionalmente, os sujeitos foram instruídos a não realizarem qualquer tipo de atividade física nas 24h antecedentes às coletas.

As características antropométricas da amostra são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Características antropométricas dos atletas que realizaram lutas fragmentadas (n = 10).

Variável	Resultado
Massa Corporal (kg)	77,5 ± 6,3
Estatura (cm)	177,1 ± 8,0
% Gordura	10,0 ± 5,2
MCG (kg)	8,9 ± 3,0
MCM (kg)	68,5 ± 4,7

Valores expressos em média ± desvio padrão. MCG = massa corporal gorda; MCM = massa corporal magra.

5.3.2 Estudo 2 - Competição simulada

Foram investigados 10 praticantes de Brazilian jiu-jitsu (idade: 28 ± 4 anos), pertencentes à categoria adulta masculina (5 faixas-marrom e 5 faixas-preta), com 11 ± 4 anos de experiência na modalidade. Foram adotados os mesmos critérios de inclusão e exclusão do estudo 1 (luta fragmentada) para participação da presente investigação. Durante o estudo, ocorreu uma lesão em um dos dedos de um atleta. Tal lesão não comprometeu a realização dos combates, porém, para o teste de resistência de pegada tal lesão foi limitante, fato que originou a perda de tal medida.

As características antropométricas da amostra são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Características antropométricas dos atletas que realizaram competição simulada (n = 10).

Variável	Resultado
Massa Corporal (kg)	81,8 ± 7,4
Estatura (cm)	175,9 ± 6,6
% Gordura	13,0 ± 4,8
MCG (kg)	10,9 ± 5,2
MCM (kg)	70,9 ± 4,0

Valores expressos em média ± desvio padrão. MCG = massa corporal gorda; MCM = massa corporal magra.

Para algumas variáveis foi apresentando um número amostral menor, tal fato se deve a algumas medidas sanguíneas terem sido perdidas no momento de centrifugação. Para as medidas nos testes de desempenho, as medidas perdidas no teste de tempo de reação e salto vertical foram resultantes em falhas dos equipamentos de mensuração, e uma medida perdida no teste de resistência de pegada foi oriunda de uma lesão nos dedos durante um dos combates.

5.4 Detalhamento dos procedimentos das medidas realizadas

5.4.1 Modelo experimental

5.4.1.1 Estudo 1 – Luta fragmentada.

Os sujeitos foram submetidos às avaliações fragmentadas de luta (duas simulações em cada dia), sendo realizadas coletas pré-lutas e pós-lutas com duração de dois, cinco, oito e 10 minutos, para investigar em quais momentos do combate ocorrem alterações fisiológicas significativas. A ordem das lutas com diferentes durações foi contrabalanceada, sendo adotado intervalo mínimo de 60 minutos entre as simulações, de modo a permitir que os valores das diversas variáveis mensuradas retornem a valores próximos aos de repouso.

Os testes foram aplicados antes e após cada combate. Entre o teste anterior ao combate e o início do mesmo, foi concedido aos atletas 5 min de intervalos para recuperação. Os atletas não foram informados sobre a duração dos combates a serem realizados, sendo estimulados a realizarem todos os combates como se a duração total fosse de 10 min.

As lutas eram cronometradas, sendo o tempo parado durante as pausas, assim como em competições oficiais. Ademais, os combates não sofreram interrupções em caso de finalização, o que em situação competitiva acarretaria no término do combate. Essa medida foi adotada para que todos os praticantes fossem submetidos ao mesmo tempo de esforço. Procedimento similar tem sido adotado em estudos com outras modalidades esportivas de combate (BARBAS et al., 2011; BENEKE et al., 2004; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; FRANCHINI et al., 2009; KRAEMER et al., 2001).

Os atletas foram divididos quanto à sua massa corporal, tendo por objetivo que realizassem as lutas sem que ocorressem diferenças significativas de massa corporal entre os avaliados – menos de 10% de diferença da massa corporal entre

os sujeitos -, uma vez que em competições oficiais os atletas são classificados em categorias de peso.

O modelo experimental é visualizado na Figura 1.

MODELO EXPERIMENTAL – LUTA FRAGMENTADA

* apenas testes físicos.

Figura 1 – Modelo experimental – luta fragmentada.

Legenda: CK: creatina quinase, LDH: lactato desidrogênase.

5.4.1.2 Estudo 2 – Competição simulada

Foram realizadas quatro lutas, tendo medidas anteriores e posteriores a cada combate, a fim de investigar as alterações durante simulação de competição. Entre o teste anterior ao combate e o início do mesmo, foi concedido aos atletas cinco minutos de intervalos para recuperação. Esse tempo também foi utilizado como aquecimento. O aquecimento foi livre, no entanto, os sujeitos foram solicitados a manterem o mesmo protocolo anteriormente a todos os combates.

Cada combate teve a duração de 10 minutos ininterruptos, com intervalo de 20 minutos entre combates somando o tempo das coletas e recuperação passiva. As lutas eram cronometradas, sendo o tempo parado durante as pausas, assim como em competições oficiais. Ademais, os combates não sofreram interrupções em caso de finalização, o que em situação competitiva acarretaria no término do combate. Essa medida foi adotada para que todos os praticantes fossem submetidos ao mesmo tempo de esforço. Procedimento similar tem sido adotado em estudos com outras modalidades esportivas de combate (BARBAS et al., 2011; BENEKE et al., 2004; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; FRANCHINI et al., 2009; KRAEMER et al., 2001).

Os atletas foram divididos quanto à sua massa corporal, tendo por objetivo que realizassem as lutas sem que ocorressem diferenças significativas de massa corporal entre os avaliados – menos de 10% de diferença da massa corporal entre os sujeitos -, uma vez que em competições oficiais os atletas são classificados em categorias de peso.

A competição foi conduzida mantendo-se o mesmo adversário durante os quatros combates. Tal medida foi adotada para que as alterações observadas não fossem oriundas das variações técnicas entre sujeitos.

O modelo experimental é visualizado na Figura 2.

MODELO EXPERIMENTAL – COMPETIÇÃO SIMULADA

* apenas testes físicos.

Figura 2 – Modelo experimental - competição simulada.

Legenda: CK: creatina quinase, AST: aspartato aminotransferase, ALT: alanina aminotransferase, LDH: lactato desidrogênase. O tempo total entre um combate e outro era de 20 min.

5.4.2 Avaliações antropométricas

Os sujeitos foram submetidos à mensuração antropométrica das seguintes variáveis: massa corporal, estatura e dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdominal, supra-ilíaca e coxa-medial), seguindo padronizações de Lohman et al. (1988).

A partir da espessura das dobras cutâneas determinou-se a densidade corporal (DC) pela fórmula de Jackson e Pollock (1978):

$$DC = 1,11200000 - 0,00043499 (\sum 7EDC) + 0,00000055 (\sum 7EDC)^2 - 0,00028826 (IDADE);$$

onde $\sum 7EDC$ é o somatório da espessura das sete dobras cutâneas (peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdominal, supra-ilíaca e coxa).

Determinada a densidade corporal, foi utilizada a equação de Siri (1961) para estimar a gordura corporal:

$$\%G = [(4,95/DC) - 4,50] \times 100$$

onde %G é o percentual de gordura corporal.

5.4.3 Estado nutricional e controle hídrico

Anteriormente às coletas, os atletas foram instruídos a manterem seus hábitos alimentares normais e comparecerem alimentados para a realização do estudo, sendo a última refeição pelo menos 1 h antes do início dos testes. Posteriormente, os atletas responderam um recordatório alimentar de 24 h, para estimar o consumo de macro e micronutrientes, como realizado anteriormente (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003). Os cálculos foram conduzidos com auxílio do *software* Nutrilife 8.1[®]. A comparação da ingestão foi baseada nas recomendações nutricionais diárias para homens atletas (MARTIN, 2011).

Durante todo protocolo experimental os atletas tiveram à disposição água *ad libitum* em garrafas que foram pesadas antes e após as coletas para que fosse

quantificado o consumo hídrico. Não foi permitido a ingestão de nenhum tipo de alimento durante o protocolo experimental.

5.4.4 Frequência cardíaca e percepções subjetivas de esforço e recuperação

A frequência cardíaca foi mensurada por monitores específicos (Polar Team System®) e ao término da luta, foi perguntado ao atleta quanto à sua percepção subjetiva de esforço utilizando a escala de 6-20 (BORG, 1982), bem como quanto aos grupos musculares nos quais havia maior percepção de fadiga localizada conforme a proposta apresentada por Nilsson et al. (2002) e utilizada posteriormente no Brazilian jiu-jitsu (FRANCHINI et al., 2005a). Nesse modelo de escala, é apresentado ao atleta um mapa anatômico anterior e posterior do corpo humano, no qual ele indica os pontos onde sente fadiga, e posteriormente o mesmo é questionado sobre a intensidade da fadiga em cada ponto referido, com uso da escala de esforço percebido de 6-20 (BORG, 1982).

Para inferir o estado de recuperação, foi aplicada, antes de cada combate, a escala de percepção subjetiva de recuperação (LAURENT et al., 2011), com variações de 0 (muito mal recuperado/extremamente cansado) a 10 (muito bem recuperado/altamente disposto).

Tanto a frequência cardíaca como as escalas perceptivas foram coletadas antes das punções venosas. Essa medida foi adotada para que o viés da agulha não interferisse nos resultados.

5.4.5 Coletas de sangue e análises bioquímicas

Foram coletadas amostras de 15 ml de sangue das veias antecubitais dos sujeitos nos momentos pré-estabelecidos (Figura 1 e Figura 2). As coletas foram realizadas com uso de seringas Injex® de 20 ml e agulhas ABD® tipo Escalpe 21 G, descartáveis.

Após a coleta, 4 ml de sangue foram imediatamente dispensados em tubos Petrodis® de 4 ml com ácido etilenodiamino tetra-acético (EDTA) para a posterior obtenção do plasma. O conteúdo restante foi dispensado em tubos de vidro sem

anticoagulante para a extração do soro. Ambos os tubos, com e sem anticoagulante, foram centrifugados a 2500 rpm durante 15 minutos a 4°C para a separação de soro e plasma. Os sobrenadantes das amostras sanguíneas foram armazenados em tubos do tipo *ependorf* e congelados a -20°C até as respectivas análises.

Para determinação das respostas metabólicas, verificou-se as concentrações plasmáticas de glicose, triglicérides, colesterol (total, HDL e LDL-lipoproteína de baixa densidade), albumina, proteínas totais, ácido úrico, amônia e ureia, por método colorimétrico, em espectrofotômetro BIOPLUS 2000® e kits comerciais Gold Analisa®. As medidas de glicose, triglicérides, colesterol total, ureia e amônia foram analisadas no plasma, e as demais foram mensuradas no soro. Para dosagem de lactato, 25 µL foram coletados do lóbulo da orelha em cada momento e imediatamente dispensados em tubos do tipo *ependorf* contendo 50 µL de fluoreto de sódio a 1% para dosagem de lactato em lactímetro Yellow Springs 1500 Sport®.

Como marcadores de danos celulares, no soro, verificou-se a atividade da LDH, por meio cinético e creatinina, por método colorimétrico. No plasma, foram analisadas a CK, por meio cinético, e a atividade de AST, ALT, por método colorimétrico. Tais análises foram realizadas em espectrofotômetro BIOPLUS 2000® e usados kits comerciais Gold Analisa®.

No que se refere à ação hormonal, a partir do plasma, por meio de ensaio imunoenzimático (ELISA - *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) foram determinadas as concentrações de cortisol e testosterona com utilização de kits comerciais Arbor®, insulina com utilização de kit comercial Abcam®, e adrenalina e noradrenalina com utilização de kits comerciais Rocky Mountain Diagnostics®.

Para obtenção de indicativos do estado hidroeletrolíticos foram determinadas as concentrações de sódio e potássio pela técnica de fotometria de chama, após diluição de 1:100 da amostra em água deionizada. As concentrações de ferro, cálcio, magnésio e fósforo foram realizadas pelo método colorimétrico, em espectrofotômetro BIOPLUS 2000® e usados kits comerciais Gold Analisa®. Para todas as dosagens de eletrólitos foram usadas amostras de soro.

5.4.6 Testes físicos

Referente à condução dos testes físicos, na primeira avaliação pré-luta foram realizadas três tentativas não sequenciais para cada teste, sendo anotado o maior valor obtido. Foi respeitado um minuto de intervalo entre tentativas (BROWN; WEIR, 2003). Nas demais, foram conduzidas duas avaliações, sendo respeitado um minuto de intervalo para os testes pré-luta e curtos intervalos para as avaliações pós-luta. Adotou-se tal medida, para as avaliações pós-esforço, para que não existisse tempo de recuperação entre combate e os testes conduzidos. Tal procedimento, não se aplicou ao teste de sustentação na barra com quimono, dado que o mesmo foi realizado apenas uma vez em cada bateria de teste.

Para mensuração do tempo de reação, o atleta foi instruído a permanecer em pé e estável sobre uma plataforma de salto controlada pelo software MultiSprint®. Para o registro do tempo de reação, o sujeito recebeu um estímulo sonoro – bipe – e teve que reagir o mais rápido possível realizando um salto. O tempo entre o sinal sonoro e a resposta mecânica determinou o tempo de reação (LIMA et al., 2004). Para aferir a força isométrica máxima de preensão manual os atletas realizaram o teste de preensão manual (JOHNSON; NELSON, 1979), com utilização de dinamômetro específico Jamar®, ajustado de acordo com o tamanho da mão.

Foi avaliada a resistência de força muscular com uso do teste de sustentação isométrica na barra utilizando quimono como proposto por Franchini et al. (2011b). Adicionalmente, foi aplicado o teste de sentar e alcançar de Wells e Dillon (JOHNSON; NELSON, 1979). Por fim, para aferir a potência de membros inferiores, aplicou-se o teste de salto vertical com contramovimento em plataforma de salto (MOREIRA et al., 2008).

Adicionalmente, a fim de garantir a reprodutibilidade das medidas físicas, anteriormente a primeira luta, os atletas realizaram duas baterias de teste, com intervalo de cinco minutos entre elas. Este tempo de intervalo foi adotado por ser o mesmo tempo que foi disponibilizado para os atletas como intervalo entre a bateria de teste pré-luta e as lutas (ex: ver Figura 1 e Figura 2).

A Tabela 3 apresenta os valores de teste e reteste das baterias do estudo 1 (luta fragmentada), na qual não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas.

Tabela 3 – Reprodutibilidade da bateria de testes aplicada no estudo envolvendo lutas fragmentadas.

	Teste	Reteste	EPE	CCI	LOA
Tempo de reação (s) ^a	0,48 ± 0,05	0,47 ± 0,06	0,03	0,88	-0,06 a 0,08
PM-D (kgf)	51 ± 8	51 ± 9	4	0,88	-10 a 10
PM-ND (kgf)	49 ± 9	48 ± 11	5	0,56	-10 a 10
Salto vertical (cm)	39 ± 3	40 ± 3	2	0,56	-5 a 3
Resistência pegada (s)	36 ± 17	33 ± 13	7	0,94	-10 a 16
Sentar e alcançar (cm)	27 ± 8	27 ± 8	2	0,97	-4 a 3

^a n = 8. PM-D: preensão manual dominante, PM-ND: preensão manual não dominante, EPE = erro padrão da estimativa, CCI = coeficiente de correlação intraclasse, LOA = *limits of agreement* (limites de concordância).

Com base nos valores dos coeficientes de correlação intraclasse, observa-se correlações satisfatórias ($CCI \geq 0,4$) para a preensão manual não dominante e salto vertical, e correlações excelentes ($CCI \geq 0,75$) para as variáveis de tempo de reação, preensão manual dominante, resistência de pegada e flexibilidade (SZKLO; NIETO, 2000).

A Tabela 4 apresenta os valores de teste e reteste das baterias do estudo 2 (competição simulada), na qual não foram encontradas diferenças significativas entre as medidas.

Tabela 4 – Reprodutibilidade da bateria de testes aplicada no estudo envolvendo competição simulada.

	Teste	Reteste	EPE	CCI	LOA
Tempo de reação (s) ^a	0,45 ± 0,05	0,43 ± 0,09	0,03	0,81	-0,06 a 0,09
PM-D (kgf)	52 ± 8	51 ± 8	5	0,72	-9 a 9
PM-ND (kgf)	50 ± 8	49 ± 10	5	0,97	-9 a 12
Salto vertical (cm)	40 ± 4	40 ± 5	1	0,98	-3 a 2
Resistência pegada (s)	31 ± 15	26 ± 12	6	0,93	-6 a 17
Sentar e alcançar (cm)	25 ± 8	26 ± 8	2	0,96	-4 a 3

^a n = 8. PM-D: preensão manual dominante, PM-ND: preensão manual não dominante, EPE = erro padrão da estimativa, CCI = coeficiente de correlação intraclasse, LOA = *limits of agreement* (limites de concordância).

Com base nos valores dos coeficientes de correlação intraclasse, observa-se correlações satisfatórias ($CCI \geq 0,4$) para a preensão manual dominante, e

correlações excelentes ($CCI \geq 0,75$) para as variáveis de tempo de reação, preensão manual não dominante, salto vertical, resistência de pegada e flexibilidade (SZKLO; NIETO, 2000).

5.4.7 Análise técnico-tática

As lutas realizadas foram filmadas para posterior definição do(a):

- a) relação esforço/pausa, sendo considerado como esforço os períodos de tempo entre comando de luta e pausa, e períodos de pausa compreendendo os momentos entre comandos de pausa e luta, como realizado por Del Vecchio et al. (2007);
- b) número de ações motoras efetivas, sendo consideradas as técnicas que geraram pontos ou finalização; e ações motoras não efetivas, sendo as técnicas que não resultaram em pontuações ou submissão do adversário. Tal quantificação foi efetuada com adaptações do método proposto por Sikorski et al. (1987).

5.5 Estatística

5.5.1 Estudo 1 – Luta fragmentada

Os dados são apresentados em média e desvio padrão. Primeiramente, foram comparados os valores pré-lutas entre si por meio da análise de variância (ANOVA) a um fator com medidas repetidas, seguida do teste de Bonferroni. Visto que não foram encontradas diferenças entre os valores pré-lutas, como era previsto no modelo do estudo, foi realizada a extração da média dos valores pré-luta de cada tempo, e em seguida realizado uma ANOVA a um fator de medidas repetidas entre a média dos valores pré-lutas e todos pós-lutas.

As análises respeitaram o pressuposto de esfericidade avaliada pelo teste de Mauchly e aplicada a correção de Greenhouse-Geisser quando necessária. Adicionalmente, a magnitude do efeito foi calculada (*eta squared*, η^2) para todas as medidas.

Para os resultados de consumo alimentar e hídrico, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov. Para a comparação entre as medidas dependentes, foi aplicado o teste *t* ou de Wilcoxon, dependendo da normalidade ou não dos dados. Foi adotado 5% como nível de significância.

5.5.2 Estudo 2 – Competição simulada

Os dados são apresentados em média, desvio padrão, frequência e percentual. A comparação entre momentos foi realizada por meio da análise de variância (ANOVA) a um fator com medidas repetidas, seguida do teste de *Bonferroni*. As análises respeitaram o pressuposto de esfericidade avaliada pelo teste de Mauchly e aplicada a correção de Greenhouse-Geisser quando necessária. Adicionalmente, a magnitude do efeito foi calculada (*eta squared*, η^2) para todas as medidas. Foi adotado 5% como nível de significância.

6 RESULTADOS

6.1 Estudo 1 – Luta fragmentada

A Tabela 5 apresenta o consumo alimentar de atletas de Brazilian jiu-jitsu que efetuaram combates fragmentados.

Tabela 5 - Consumo nutricional de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas (n = 10).

	Consumo Dia 1	Consumo Dia 2	Recomendação Diária
Consumo energético (kcal)	3382 ± 1011	3693 ± 981	-
Consumo hídrico (ml) ^a	838 ± 483	734 ± 409	-
Carboidratos (g)	430 ± 162	499 ± 147	-
Carboidratos (%)	51 ± 11	55 ± 7	60
Proteínas (g)	152 ± 47	164 ± 48	-
Proteínas (%)	19 ± 6	19 ± 5	15
Lipídeos (g)	115 ± 53	104 ± 49	-
Lipídeos (%)	30 ± 8	27 ± 6	<30
Gordura Saturada (g)	34 ± 16	33 ± 17	1/3 dos lipídeos totais
Gordura Monoinsaturada (g)	30 ± 17	25 ± 14	1/3 dos lipídeos totais
Gordura Poliinsaturada (g)	27 ± 24	22 ± 12	1/3 dos lipídeos totais

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. ^a = o consumo hídrico foi mensurado apenas durante o protocolo experimental.

Não foram observadas diferenças no consumo alimentar entre as diferentes datas de coleta para nenhuma das variáveis: consumo alimentar (t = 1,1; df = 9, P = 0,295), consumo hídrico (t = 1,6; df = 9; P = 0,138), consumo absoluto de carboidratos (t = 2,1; df = 9; P = 0,061), consumo relativo de carboidratos (t = 1,9; df = 9; P = 0,095), consumo absoluto de proteínas (t = 0,8; df = 9; P = 0,456), consumo relativo de proteínas (t = 0,1; df = 9; P = 0,923), consumo absoluto de lipídeos (t = 0,9; df = 9; P = 0,389), consumo relativo de lipídeos (t = 2,1; df = 9; P = 0,064), consumo absoluto de gordura saturada (t = 0,1; df = 9; P = 0,953), consumo absoluto de gordura monoinsaturada (t = 1,4; df = 9; P = 0,197) e consumo absoluto de gordura poliinsaturada (W = -5,0; P = 0,389).

A Tabela 6 aponta as respostas fisiológicas, bioquímicas e perceptivas de atletas de Brazilian Jiu-Jitsu antes e após a realização de lutas fragmentadas.

Tabela 6 – Respostas fisiológicas e bioquímicas de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas (n = 10).

	Pré-Lutas	Pós-Lutas			
	Média	2 min	5 min	8 min	10 min
Frequência cardíaca (bpm)	79 ± 12	159 ± 12 *	159 ± 11 *	166 ± 8 *	167 ± 15 *
Glicose (mg/dL)	102 ± 13	103 ± 18	136 ± 43	146 ± 28 * †	154 ± 31 * †
Insulina (ng/ml)	4,0 ± 1,4	3,9 ± 2,2	4,2 ± 3,1	4,5 ± 2,4	4,6 ± 2,6
Lactato (mmol/L)	1,1 ± 0,3	6,2 ± 1,2 *	7,4 ± 1,9 *	8,1 ± 2,3 * †	10,1 ± 1,4 * †‡
Triglicérides (mg/dL)	152 ± 73	176 ± 104	163 ± 75	180 ± 91	207 ± 137
Colesterol Total (mg/dL)	190 ± 35	204 ± 40	210 ± 34	198 ± 38	195 ± 40
Albumina (g/dL)	3,6 ± 0,2	3,8 ± 0,3	3,9 ± 0,3	3,9 ± 0,4	4,0 ± 0,3
Uréia (mg/dL)	33 ± 4	35 ± 5	34 ± 6	34 ± 8	36 ± 7
Creatinina (mg/dL)	1,1 ± 0,1	1,2 ± 0,3	1,3 ± 0,2	1,4 ± 0,1 *	1,3 ± 0,3 *
CK (U/L)	228 ± 85	284 ± 184	272 ± 119	311 ± 145	252 ± 112
LDH (U/L)	342 ± 59	361 ± 78	373 ± 53	398 ± 75 *	389 ± 47

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. CK: creatina quinase, LDH: lactato desidrogênase.

* diferente do momento pré-lutas (P < 0,05).

† diferente do momento pós-luta 2 min (P < 0,05).

‡ diferente do momento pós-luta 5 min (P < 0,05).

‡ diferente do momento pós-luta 8 min (P < 0,05).

Na análise estatística das lutas fragmentadas foram comparados os valores pré-lutas entre si e não foram identificadas diferenças para frequência cardíaca ($F_{3,27} = 2,3$; $P = 0,103$; $\eta^2 = 0,20$), glicose ($F_{3,27} = 0,6$; $P = 0,606$; $\eta^2 = 0,07$), insulina ($F_{3,27} = 0,7$; $P = 0,557$; $\eta^2 = 0,07$), lactato ($F_{1,3; 12,1} = 1,9$; $P = 0,196$; $\eta^2 = 0,17$), triglicérides ($F_{1,6; 14,2} = 0,7$; $P = 0,495$; $\eta^2 = 0,07$), colesterol total ($F_{3,27} = 0,9$; $P = 0,441$; $\eta^2 = 0,09$), albumina ($F_{1,7; 15,2} = 2,6$; $P = 0,110$; $\eta^2 = 0,23$), ureia ($F_{3,27} = 0,3$; $P = 0,834$; $\eta^2 = 0,03$), CK ($F_{1,3; 12,1} = 0,5$; $P = 0,556$; $\eta^2 = 0,05$), LDH ($F_{3,27} = 0,5$; $P = 0,653$; $\eta^2 = 0,06$), creatinina ($F_{3,27} = 0,1$; $P = 0,936$; $\eta^2 = 0,02$).

Constatado que não foram encontradas diferenças entre os valores pré-lutas foi empregada uma análise de variância entre a média dos valores pré-luta e os valores pós de cada luta. A partir dessa análise, foram constatadas alterações nos valores de frequência cardíaca ($F_{4,36} = 167,2$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,95$), ocorrendo aumento dos batimentos cardíacos para todas as durações de combates, ou seja, lutas de 2 min, 5 min, 8 min e 10 min em relação ao momento pré-luta ($P < 0,001$ para todas as comparações).

A glicemia também foi alterada em decorrência das lutas fragmentadas ($F_{2,0; 17,6} = 8,0$; $P = 0,004$; $\eta^2 = 0,47$), sendo que os valores pré-lutas foram inferiores aos valores pós-luta de 8 min ($P = 0,007$) e pós-luta de 10 min ($P = 0,001$). Adicionalmente, os valores pós-luta de 8 min ($P = 0,017$) e pós-luta de 10 min ($P < 0,001$) foram superiores aos do pós-luta de 2 min.

A insulinemia não se alterou em decorrência dos combates ($F_{4,36} = 0,3$; $P = 0,870$; $\eta^2 = 0,03$). No entanto, os valores de lactato apresentaram diferenças entre os momentos ($F_{4,36} = 80,7$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,90$), ocorrendo aumento de lactato sanguíneo em todas as durações de combates em relação ao repouso ($P < 0,001$ para todas as comparações). Os valores pós-luta de 10 min foram superiores aos observados nas lutas de 2 min ($P < 0,001$), 5 min ($P = 0,001$) e 8 min ($P = 0,006$). Adicionalmente, as concentrações de lactato pós-luta de 8 min foram superiores às das lutas de 2 min ($P = 0,013$).

Não foram verificadas alterações nos valores de triglicérides ($F_{2,1; 19,0} = 1,6$; $P = 0,219$; $\eta^2 = 0,15$), colesterol ($F_{2,3; 20,4} = 1,9$; $P = 0,170$; $\eta^2 = 0,18$), albumina ($F_{2,0; 18,4} = 3,3$; $P = 0,060$; $\eta^2 = 0,27$), ureia ($F_{4,36} = 0,4$; $P = 0,772$; $\eta^2 = 0,05$) e CK ($F_{1,5; 13,6} = 0,9$; $P = 0,401$; $\eta^2 = 0,09$). Contudo, ocorreram alterações nas concentrações de LDH ($F_{4,36} = 3,8$; $P = 0,012$; $\eta^2 = 0,29$), com aumento de LDH após luta de 8 min ($P =$

0,015) em relação ao momento pré-luta. Modificações de valores também foram constatados para a creatinina ($F_{4,36} = 5,4$; $P = 0,002$; $\eta^2 = 0,38$), com aumento de creatinina após as lutas de 8 min ($P = 0,006$) e 10 min ($P = 0,010$) em relação ao momento pré-luta.

A Tabela 7 apresenta os resultados dos testes físicos antes e após combates fragmentados de Brazilian jiu-jitsu.

Tabela 7 – Respostas de desempenho de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas (n = 10).

	Pré-Lutas	Pós-Lutas			
	Média	2 min	5 min	8 min	10 min
Tempo de reação (s)	0,48 ± 0,05	0,45 ± 0,03	0,47 ± 0,07	0,47 ± 0,06	0,47 ± 0,05
PM-D (kgf)	49 ± 6	51 ± 7	49 ± 6	46 ± 8	47 ± 10
PM-ND (kgf)	47 ± 6	48 ± 8	47 ± 7	45 ± 8	42 ± 9
Salto vertical (cm)	39 ± 3	40 ± 4	40 ± 5	40 ± 2	41 ± 4
Resistência pegada (s)	30 ± 13	27 ± 11	25 ± 12	23 ± 12 *	21 ± 8 *
Sentar e alcançar (cm)	26 ± 9	28 ± 9	26 ± 11	26 ± 10	29 ± 10

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. PM-D: preensão manual dominante, PM-ND: preensão manual não dominante.

* diferente do momento pré-lutas ($P < 0,05$).

Na análise estatística das lutas fragmentadas foram comparados os valores pré-lutas entre si e não foram identificadas diferenças para tempo de reação ($F_{2,0; 17,6} = 0,4$; $P = 0,657$; $\eta^2 = 0,05$), força isométrica de preensão manual do lado dominante ($F_{3,27} = 1,0$; $P = 0,396$; $\eta^2 = 0,10$), força isométrica de preensão manual do lado não dominante ($F_{1,6; 14,8} = 0,3$; $P = 0,691$; $\eta^2 = 0,03$), altura do salto vertical ($F_{1,7; 15,5} = 1,9$; $P = 0,182$; $\eta^2 = 0,18$), resistência de pegada ($F_{1,3; 12,0} = 0,9$; $P = 0,390$; $\eta^2 = 0,09$) e flexibilidade avaliada no teste de sentar e alcançar ($F_{1,7; 15,0} = 3,0$; $P = 0,087$; $\eta^2 = 0,25$).

Constatado que não foram encontradas diferenças entre os valores pré-lutas foi empregada uma análise de variância entre a média dos valores pré-luta e os valores pós de cada luta. A partir dessa análise, não foram evidenciadas alterações para o tempo de reação ($F_{4,36} = 0,7$; $P = 0,581$; $\eta^2 = 0,07$) e força isométrica de preensão manual do lado dominante ($F_{1,9; 16,9} = 2,8$; $P = 0,089$; $\eta^2 = 0,24$). Diferenças foram apontadas para a força isométrica de preensão manual do lado não

dominante ($F_{2,3; 20,6} = 3,3$; $P = 0,049$; $\eta^2 = 0,27$), porém, o teste de Bonferroni não confirmou as diferenças.

A altura do salto vertical não se modificou em decorrência das diferentes durações das lutas ($F_{4,36} = 1,2$; $P = 0,309$; $\eta^2 = 0,12$). Para a resistência de pegada, foi apontada influência dos combates ($F_{4,36} = 5,6$; $P = 0,001$; $\eta^2 = 0,38$), com diminuição do tempo de sustentação em barra nos combates de 8 min ($P = 0,017$) e 10 min ($P = 0,002$) em relação à média dos valores pré-lutas. A análise de variância apontou diferença nos valores de flexibilidade ($F_{2,1; 19,1} = 3,8$; $P = 0,039$; $\eta^2 = 0,29$), no entanto, o teste de Bonferroni não confirmou as diferenças.

Os resultados da análise temporal das lutas fragmentadas são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Análise temporal de combates fragmentados de Brazilian jiu-jitsu (n = 20 combates fragmentados).

	2 min	5 min	8 min	10 min
Tempo médio de esforço por bloco (s)	85 ± 37	160 ± 82	152 ± 52	230 ± 67 [†]
Blocos de esforço	2 ± 1	2 ± 1	3 ± 1	3 ± 1
Tempo total de pausa (s)	9 ± 12	28 ± 18	84 ± 48 [†]	65 ± 39 [†]
Tempo médio de pausa por bloco (s)	5 ± 6	19 ± 16	29 ± 14 [†]	35 ± 6 [†]
Blocos de pausa	1 ± 1	1 ± 1	3 ± 1	2 ± 1
Tempo total de esforço em alta intensidade (s)	12 ± 3	29 ± 7 [†]	40 ± 13 [†]	46 ± 7 ^{†‡}
Tempo médio de esforço em alta Intensidade por bloco (s)	3 ± 1	4 ± 1	3 ± 1	3 ± 0
Blocos de alta intensidade	4 ± 1	8 ± 1 [†]	14 ± 1 ^{†‡}	16 ± 1 ^{†‡}
Tempo total de esforço em baixa intensidade (s)	108 ± 3	271 ± 7 [†]	440 ± 13 ^{†‡}	554 ± 7 ^{†‡}
Tempo médio de esforço em baixa Intensidade por bloco (s)	23 ± 9	29 ± 5	27 ± 2	33 ± 5
Blocos de baixa intensidade	5 ± 1	10 ± 2	16 ± 1 ^{†‡}	17 ± 2 ^{†‡}

Os valores são expressos em média ± desvio padrão.

[†] diferente do momento pós-luta 2 min (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pós-luta 5 min (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pós-luta 8 min (P < 0,05).

No que concerne à estrutura temporal, para o tempo médio de esforço foi verificada diferença ($F_{3,12} = 5,5$; $P = 0,013$; $\eta^2 = 0,58$), com maior tempo de esforço nos combates de 10 min dos que nos de 2 min ($P = 0,010$). O número de blocos de esforço ($F_{3,12} = 3,1$; $P = 0,066$; $\eta^2 = 0,44$) não diferiu entre os momentos.

Para o tempo total de pausa, a análise de variância apontou diferença ($F_{3,12} = 7,3$; $P = 0,005$; $\eta^2 = 0,65$), com menor tempo de pausa nos combates de 2 min do que nos combates de 8 min ($P = 0,008$) e 10 min ($P = 0,049$). O tempo médio de pausa também apresentou influência do tempo de combate ($F_{3,12} = 8,5$; $P = 0,003$; $\eta^2 = 0,68$), com pausa menores nas lutas de 2 min do que as pausas nas de 8 min ($P = 0,017$) e 10 min ($P = 0,003$). O número de blocos de pausa não sofreu influência do tempo de luta ($F_{3,12} = 3,0$; $P = 0,076$; $\eta^2 = 0,42$).

O tempo total em alta intensidade sofreu influência da duração do combate ($F_{3,12} = 16,3$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,80$), com menor volume de atividade em alta intensidade nos combates de 2 min quando comparados aos combates de 5 min ($P = 0,048$), 8 min ($P = 0,001$) e 10 min ($P < 0,001$), e menor volume nos combates de 5 min quando comparados aos de 8 min ($P = 0,039$). O número de blocos também sofreu influência da duração do combate ($F_{3,12} = 52,1$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,93$), com menor número de blocos nos combates de 2 min do que os de 5 min ($P = 0,014$), 8 min ($P < 0,001$) e 10 min ($P < 0,001$), e menor número nos combates de 5 min do que nos de 8 min ($P < 0,001$) e 10 min ($P < 0,004$). No entanto, a média do tempo de esforço em alta intensidade não diferiu entre os momentos ($F_{3,12} = 1,7$; $P = 0,217$; $\eta^2 = 0,30$).

O tempo total em baixa intensidade sofreu influência da duração do combate ($F_{1,4; 5,4} = 2712$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 1,00$) com maior volume de baixa intensidade nos combates de 10 min quando comparados aos demais tempos ($P < 0,001$; $P < 0,001$; $P = 0,001$), nos combates de 8 min quando comparados aos tempos de 2 min e 5 min ($P < 0,001$ para as duas comparações) e no combate de 5 min quando comparado ao de 2 min ($P < 0,001$).

O número de blocos de baixa intensidade também sofreu influência da duração do combate ($F_{1,7; 6,8} = 46,6$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,92$), com menor número de blocos nos combates de 2 min do que os de 8 min e 10 min ($P = 0,001$; para as duas análises) e menor número nos combates de 5 min do que nos de 8 min e 10 min (P

= 0,022; $P = 0,009$; respectivamente). No entanto, a média do tempo de esforço em baixa intensidade não diferiu entre os momentos ($F_{3,12} = 2,3$; $P = 0,124$; $\eta^2 = 0,37$).

A quantidade de ataques durante a luta fragmentada é relatada na Tabela 9.

Tabela 9 – Quantidade de ataques efetivos e não-efetivos durante lutas fragmentadas de Brazilian jiu-jitsu ($n = 10$).

	2 min	5 min	8 min	10 min
Ataques efetivos	2 ± 1	3 ± 1	5 ± 2	5 ± 4
Ataques efetivos (ações/min)	$0,8 \pm 0,4$	$0,6 \pm 0,2$	$0,7 \pm 0,3$	$0,5 \pm 0,4$
Ataques não-efetivos	2 ± 1	5 ± 2	$8 \pm 1^{\dagger\#}$	$10 \pm 3^{\dagger\#}$
Ataques não-efetivos (ações/min)	$1,0 \pm 0,4$	$0,9 \pm 0,4$	$1,0 \pm 0,2$	$1,0 \pm 0,3$

Os valores são expressos em média $\pm$ desvio padrão.

[†] diferente do momento pós-luta 2 min ($P < 0,05$).

[#] diferente do momento pós-luta 5 min ($P < 0,05$).

A análise de variância apontou diferenças para o número total de ataques efetivos ($F_{3,12} = 3,9$; $P = 0,037$; $\eta^2 = 0,49$), as quais não foram confirmadas pelo teste de Bonferroni. O número de ataques efetivos por minuto ($F_{3,12} = 1,1$; $P = 0,396$; $\eta^2 = 0,21$) não diferiu entre os diferentes tempos de luta.

O número total de ataques não-efetivos diferiu entre os diferentes tempos de luta ($F_{3,12} = 22,9$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,85$), com o tempo de 2 min apresentando menos ataques do que os tempos de 8 min ($P < 0,001$) e 10 min ($P < 0,001$), e o tempo de 5 min apresentando menos ataques do que os tempos de 8 min ($P = 0,028$) e 10 min ($P = 0,001$). No entanto, quando relativizado o número de ataques pelo tempo de luta não foi verificada diferenças para essa variável ($F_{3,12} = 0,3$; $P = 0,837$; $\eta^2 = 0,07$).

A Tabela 10 apresenta o comportamento das percepções de esforço e recuperação durante luta fragmentada. Nela se observa que a PSE sofreu influência do tempo ($F_{3,27} = 8,8$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,49$), com os valores após lutas de 8 min e 10 min superiores aos após lutas de 2 min ($P = 0,008$ e $P = 0,001$; respectivamente). Para a percepção de recuperação, os atletas iniciaram todos os combates sem que houvesse ocorrido diferença na percepção de recuperação ($F_{3,27} = 1,7$; $P = 0,188$; $\eta^2 = 0,16$).

Tabela 10 – Respostas de percepções de esforço e recuperação de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas (n = 10).

	2 min		5 min		8 min		10 min	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
PSE (6-20)	-	12 ± 2	-	13 ± 1	-	14 ± 2 [†]	-	15 ± 2 [†]
EPR (0-10)	8 ± 1	-	8 ± 1	-	8 ± 1	-	8 ± 1	-

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. PSE: percepção subjetiva de esforço, EPR: escala de percepção de recuperação.

[†] diferente do momento pós-luta 2 min (P < 0,05).

A Figura 3 apresenta o comportamento das percepções de esforço local durante os combates de diferentes durações.

Figura 3 – Percepção de esforço local de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram lutas fragmentadas (n = 10).

Após os combates de 2 min os atletas apontaram 14 pontos de fadiga em 9 regiões (peitoral, bíceps, antebraço, dedos, adutores, tibial-anterior, pescoço, tríceps e isquiotibiais). Após os combates de 5 min, ocorreram 16 relatos de fadiga em 7 regiões (bíceps, antebraço, dedos, abdômen, trapézio, tríceps e isquiotibiais). Ao término das lutas de 8 min, os atletas apontaram 18 pontos de fadiga em 6 regiões (bíceps, antebraço, dedos, tibial-anterior, trapézio e panturrilhas e pés). Após os combates de 10 min foram relatados 24 pontos de fadiga em 10 regiões distintas (peitoral, bíceps, antebraço, dedos, quadríceps, tibial-anterior, trapézio, isquiotibiais, panturrilhas e pés).

A quantidade de pontos de fadiga relatada por combate por cada atleta diferiu entre os tempos de luta ($F_{3,27} = 3,0$; $P = 0,049$; $\eta^2 = 0,25$), com maior número de relatos após as lutas de 10 min do que nas lutas de 2 min ($P = 0,041$). Os atletas apresentaram uma média de 1 ± 1 relatos, 2 ± 1 relato, 2 ± 1 relatos e 2 ± 2 relatos, para os combates de 2 min, 5 min, 8 min e 10 min, respectivamente.

6.2 Estudo 2 – Competição simulada

A Tabela 11 apresenta o consumo alimentar de atletas de Brazilian jiu-jitsu que efetuaram competição simulada.

Tabela 11 - Consumo nutricional de atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à competição simulada (n = 10).

	Consumo	Recomendação Diária
Consumo energético (kcal)	3431 ± 1468	-
Consumo hídrico (ml) ^a	1180 ± 510	-
Carboidratos (g)	463 ± 226	-
Carboidratos (%)	54 ± 7	60
Proteínas (g)	166 ± 95	-
Proteínas (%)	21 ± 4	15
Lipídeos (g)	95 ± 34	-
Lipídeos (%)	25 ± 5	<30
Gordura Saturada (g)	31 ± 16	1/3 dos lipídeos totais
Gordura Monoinsaturada (g)	26 ± 13	1/3 dos lipídeos totais
Gordura Poliinsaturada (g)	23 ± 10	1/3 dos lipídeos totais

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. ^a = o consumo hídrico foi mensurado apenas durante o protocolo experimental.

A Tabela 12 apresenta as respostas fisiológicas e bioquímicas de atletas de Brazilian Jiu-Jitsu antes e após a realização de competição simulada.

Tabela 12 – Respostas fisiológicas e bioquímicas de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada (n = 10).

	Luta 1		Luta 2		Luta 3		Luta 4	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Frequência cardíaca (bpm)	73 ± 13	169 ± 6 ^{*†}	100 ± 12 [†]	172 ± 10 ^{*†}	100 ± 10 [†]	162 ± 16 ^{*†}	100 ± 16 [†]	164 ± 14 ^{*†}
Glicose (mg/dL)	111 ± 20	135 ± 40	128 ± 28	139 ± 36	135 ± 45	118 ± 28	116 ± 34	122 ± 36
Lactato (mmol/L)	1,7 ± 0,5	9,3 ± 2,5 [*]	4,9 ± 1,4	9,9 ± 2,1 ^{*†}	5,2 ± 1,5	7,3 ± 2,2 ^{†¥£}	3,8 ± 1,0	7,6 ± 1,9 ^{*†}
Triglicérides (mg/dL)	109 ± 61	118 ± 57	101 ± 49	115 ± 51	108 ± 45	120 ± 51	93 ± 35	107 ± 53
Colesterol Total (mg/dL) ^a	125 ± 23	130 ± 23	125 ± 38	135 ± 35	118 ± 27	139 ± 36	124 ± 31	138 ± 25
Colesterol HDL (mg/dL) ^a	39 ± 9	42 ± 8	38 ± 6	44 ± 10	38 ± 7	43 ± 9	41 ± 10	43 ± 8
Colesterol LDL (mg/dL) ^a	63 ± 17	63 ± 21	65 ± 37	67 ± 34	57 ± 24	72 ± 35	64 ± 29	68 ± 18
Albumina (g/dL) ^a	4,8 ± 0,9	4,8 ± 0,6	4,8 ± 0,8	4,6 ± 0,7	4,4 ± 0,5	4,6 ± 0,8	4,6 ± 0,5	4,4 ± 0,7
Proteínas totais (mg/L) ^a	7,5 ± 0,8	7,9 ± 1,0	6,7 ± 0,6 [†]	8,0 ± 1,0 [*]	6,9 ± 1,5	7,9 ± 0,9 [‡]	7,1 ± 1,0	8,0 ± 0,8
Ureia (mg/dL)	33 ± 8	33 ± 6	33 ± 6	35 ± 6	36 ± 7	35 ± 7	32 ± 7	35 ± 5
Amônia (mg/dL)	4,8 ± 0,9	5,4 ± 0,9	5,0 ± 0,9	5,2 ± 0,9	4,7 ± 0,5	5,1 ± 0,4	4,8 ± 0,6	4,9 ± 0,6
Ácido úrico (mg/dL) ^a	5,0 ± 0,8	5,1 ± 0,7	6,2 ± 1,1	5,8 ± 1,2	6,8 ± 1,4 ^{†¥£}	6,6 ± 1,4 [†]	7,4 ± 1,4 ^{†¥}	7,2 ± 1,4 [†]

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. ^a n = 8. HDL: lipoproteína de alta densidade, LDL: lipoproteína de baixa densidade.

^{*} diferença entre os momentos pré e pós luta (P < 0,05).

[†] diferente do momento pré-luta 1 (P < 0,05).

[¥] diferente do momento pós-luta 1 (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pré-luta 2 (P < 0,05).

[£] diferente do momento pós-luta 2 (P < 0,05).

A frequência cardíaca diferiu significativamente entre os momentos de mensuração ($F_{7,63} = 208,3$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,96$), com valores mais baixos antes em relação aos valores após as lutas ($P < 0,001$ para todas as comparações). Ademais, verificam-se valores mais baixos antes da primeira luta em relação a todos os demais momentos ($P < 0,001$ para todas as comparações).

Para o lactato sanguíneo, observou-se que a concentração diferiu entre os momentos ($F_{3,0; 26,8} = 43,6$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,83$). Ocorreu elevação das concentrações de lactato na luta 1 ($P < 0,001$), luta 2 ($P = 0,001$) e luta 4 ($P = 0,001$). A concentração de lactato após a terceira luta foi inferior às concentrações pós do primeiro ($P = 0,001$) e segundo combates ($P = 0,045$). Ademais, verificou-se valores mais baixos antes da primeira luta em relação os demais momentos: pré-luta 2 ($P < 0,001$), pós-luta 2 ($P = 0,001$), pré-luta 3, ($P = 0,002$), pós-luta 3 ($P = 0,001$), pré-luta 4 ($P = 0,003$), pós-luta 4 ($P < 0,001$).

A análise de variância indicou diferença estatística entre os momentos quanto à concentração de glicose ($F_{7,63} = 2,2$; $P = 0,049$; $\eta^2 = 0,19$), mas o teste de Bonferroni não confirmou as diferenças entre os momentos. A concentração de triglicérides não diferiu entre os momentos ($F_{2,1; 19,3} = 2,4$; $P = 0,112$; $\eta^2 = 0,21$).

Não houve diferença entre os momentos para as concentrações de colesterol total ($F_{2,6; 18,1} = 2,7$; $P = 0,084$; $\eta^2 = 0,28$), colesterol LDL ($F_{7,49} = 0,8$; $P = 0,590$; $\eta^2 = 0,10$) e albumina ($F_{2,7; 19,0} = 0,8$; $P = 0,471$; $\eta^2 = 0,11$). A análise de variância mostrou diferença entre os momentos quanto à concentração do colesterol HDL ($F_{7,49} = 2,4$; $P = 0,032$; $\eta^2 = 0,26$), mas o teste de Bonferroni não confirmou a diferença entre os momentos.

Para as proteínas totais, foi observado diferença entre os momentos ($F_{2,8; 19,6} = 4,6$; $P = 0,015$; $\eta^2 = 0,40$), com menores concentrações pré-luta 2 do que as observadas nos momentos pré-luta 1 ($P < 0,001$), pós-luta 2 ($P = 0,028$) e pós-luta 3 ($P = 0,017$). A concentração de ureia ($F_{7,63} = 1,8$; $P = 0,106$; $\eta^2 = 0,17$) e amônia ($F_{2,9; 26,3} = 2,6$; $P = 0,079$; $\eta^2 = 0,22$) não diferiram estatisticamente entre os momentos.

As concentrações de ácido úrico aumentaram no decorrer da simulação de competição ($F_{3,1; 21,9} = 14,2$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,67$). As concentrações pré-luta 1 foram inferiores àsquelas dos momentos pré-luta 3 ($P = 0,003$) e pré-luta 4 ($P = 0,005$), e para os momentos pós-luta 3 ($P = 0,020$) e pós-luta 4 ($P = 0,003$). A concentração

pós-luta 1 foram inferiores aos valores pré-luta 3 ($P = 0,036$), pré-luta 4 ($P = 0,044$) e pós-luta 4 ($P = 0,030$). Ademais, as concentrações pós-luta 2 foram inferiores às concentrações pré-luta 3 ($P = 0,012$).

As respostas dos marcadores de danos celulares são apresentadas na Tabela 13.

Tabela 13 – Marcadores de danos celulares de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada (n = 10).

	Luta 1		Luta 2		Luta 3		Luta 4	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
CK (U/L)	291 ± 178	362 ± 246	313 ± 222	403 ± 230	404 ± 273	480 ± 298	437 ± 241	609 ± 364 ^{†‡}
AST (U/L)	42 ± 16	70 ± 28 [*]	53 ± 22	71 ± 23 [†]	63 ± 24	75 ± 28 [†]	52 ± 21 [@]	75 ± 27 [†]
ALT (U/L)	47 ± 8	59 ± 18	49 ± 11	56 ± 12	53 ± 13	56 ± 11 [†]	48 ± 12	58 ± 18
LDH (U/L) ^a	429 ± 115	443 ± 81	372 ± 69	493 ± 132	447 ± 82	479 ± 74	451 ± 81	487 ± 112
Creatinina (mg/dL) ^a	1,2 ± 0,1	1,4 ± 0,2 [*]	1,3 ± 0,2 [†]	1,4 ± 0,2 ^{*†}	1,3 ± 0,1	1,5 ± 0,2	1,3 ± 0,2	1,4 ± 0,2 [†]

Os valores são expressos em média ± desvio padrão.^a n = 8. CK: creatina quinase, AST: aspartato aminotransferase, ALT: alanina aminotransferase, LDH: lactato desidrogenase.

^{*} diferença entre os momentos pré e pós luta (P < 0,05).

[†] diferente do momento pré-luta 1 (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pós-luta 1 (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pré-luta 2 (P < 0,05).

[@] diferente do momento pós-luta 3 (P < 0,05).

A concentração de CK variou significativamente ao longo dos momentos ($F_{2,4; 22,0} = 10,3$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,53$), com os valores pós-luta 4 superiores aos valores pré-luta 1 ($P = 0,039$), pós-luta 1 ($P = 0,037$) e pré-luta 2 ($P = 0,041$).

A concentração de AST foi alterada significativamente pelas lutas ($F_{4,0; 36,3} = 10,5$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,54$). Os valores pré-luta 1 foram inferiores a todos momentos pós-lutas: pós-luta 1 ($P = 0,014$), pós-luta 2 ($P = 0,001$), pós-luta 3 ($P = 0,003$) e pós-luta 4 ($P = 0,003$). Adicionalmente, os valores pós-luta 3 foram superiores aos valores pré-luta 4 ($P = 0,047$).

A concentração de ALT diferiram entre os momentos ($F_{2,,9; 25,8} = 5,2$; $P = 0,007$; $\eta^2 = 0,36$), sendo os valores pré-luta 1 inferiores aos valores pós-luta 3 ($P = 0,030$). O LDH não foi alterado durante a competição simulada ($F_{7,49} = 1,8$; $P = 0,107$; $\eta^2 = 0,21$). Para creatinina foram identificadas diferenças entre os momentos ($F_{2,5; 17,2} = 10,8$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,61$), sendo o momento pré-luta 1 menor que os momentos pós-luta 1 ($P < 0,001$), pré-luta 2 ($P = 0,009$), pós-luta 2 ($P = 0,001$) e pré-luta 4 ($P = 0,021$), e o valor pré-luta 2 inferior ao valor pós-luta 2 ($P = 0,004$).

As respostas hormonais de atletas de Brazilian jiu-jitsu antes e após a realização de competição simulada são expressas na Tabela 14.

Tabela 14 – Respostas hormonais de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada (n = 10).

	Luta 1		Luta 2		Luta 3		Luta 4	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Adrenalina (pg/ml)	128 ± 58 [¥]	405 ± 186 [*]	168 ± 81	340 ± 99 [*]	120 ± 53 [¥]	244 ± 94 ^{*¥}	118 ± 47 ^{¥‡}	242 ± 105 [*]
Noradrenalina (pg/ml)	419 ± 24	492 ± 5 [*]	461 ± 12 ^{†¥}	496 ± 4 ^{*†}	452 ± 16 ^{¥£}	478 ± 11 ^{†£}	421 ± 18 ^{¥‡@}	468 ± 13 ^{*†¥}
Testosterona (ng/ml)	30 ± 11	35 ± 13	33 ± 12	37 ± 8	35 ± 9	32 ± 8	29 ± 13	36 ± 4
Cortisol (ng/ml)	242 ± 97	324 ± 78	322 ± 138	357 ± 98	305 ± 137	377 ± 68	345 ± 95	322 ± 76
T/C	0,15 ± 0,08	0,12 ± 0,06	0,15 ± 0,013	0,11 ± 0,05	0,15 ± 0,09	0,09 ± 0,03	0,09 ± 0,05	0,12 ± 0,03
Insulina (ng/ml)	12,6 ± 9,7	10,9 ± 5,3	12,2 ± 7,7	7,7 ± 5,5 [‡]	9,8 ± 6,8	5,9 ± 5,4 ^{¥‡}	8,3 ± 7,2	4,5 ± 3,1 ^{¥‡}

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. T/C: razão testosterona/cortisol.

^{*} diferença entre os momentos pré e pós luta (P < 0,05).

[†] diferente do momento pré-luta 1 (P < 0,05).

[¥] diferente do momento pós-luta 1 (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pré-luta 2 (P < 0,05).

[£] diferente do momento pós-luta 2 (P < 0,05).

[@] diferente do momento pré-luta 3 (P < 0,05).

[‡] diferente do momento pós-luta 3 (P < 0,05).

A adrenalina sofreu alterações no decorrer da simulação de competição ($F_{2,3; 16,1} = 25,2$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,78$), com os valores pós-lutas mais elevados do que os seus respectivos valores pré-luta 1 ($P = 0,027$), pré-luta 2 ($P = 0,004$), pré-luta 3 ($P = 0,021$) e pré-luta 4 ($P = 0,022$). Os valores pós-luta 1 foram superiores aos valores pré-luta 2 ($P = 0,013$), pré-luta 3 ($P = 0,026$) e pré-luta 4 ($P = 0,025$). Os valores pós-luta 2 foram superiores aos valores pré-luta 1 ($P = 0,004$), pré-luta 3 ($P = 0,001$), pré-luta 4 ($P = 0,001$), e pós-luta 3 ($P = 0,015$). Ademais, o valor pré-luta 4 foi inferior aos momento pós-luta 3 ($P = 0,006$).

A noradrenalina sofreu efeito do momento ($F_{2,9; 20,5} = 43,4$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,86$), sendo que, exceto para o combate 3, os demais combates resultaram em aumento das concentrações entre os valores pré e pós luta 1, ($P = 0,002$), pré e pós luta 2 ($P = 0,001$) e pré e pós luta 4 ($P = 0,003$).

Os valores pré-luta 1 foram inferiores aos valores pré-luta 2 ($P = 0,010$), pós-luta 2 ($P = 0,001$), pós-luta 3 ($P = 0,012$) e pós-luta 4 ($P = 0,040$). Os valores pós-luta 1 foram superiores àqueles observados nos momentos pré-luta 2 ($P = 0,005$), pré-luta 3 ($P = 0,006$), pré-luta 4 ($P < 0,001$) e pós-luta 4 ($P = 0,037$). Os valores pós-luta 2 foram superiores aos valores pré ($P = 0,002$) e pós-luta 3 ($P = 0,016$) e pré ($P < 0,001$) e pós-luta 4 ($P = 0,018$). Ademais, os valores pré-combate 4 foram inferiores aos valores pré-luta 2 ($P = 0,002$) e pré-luta 3 ($P = 0,002$).

As concentrações de testosterona ($F_{7,56} = 1,1$; $P = 0,350$; $\eta^2 = 0,13$), cortisol ($F_{7,56} = 1,5$; $P = 0,171$; $\eta^2 = 0,16$) e a razão testosterona/cortisol ($F_{3,6; 28,5} = 1,2$; $P = 0,331$; $\eta^2 = 0,13$) não sofreram alterações significativas durante a simulação de competição.

As concentrações de insulina sofreram alterações durante os momentos ($F_{3,4; 30,4} = 6,2$; $P = 0,002$; $\eta^2 = 0,41$), atingindo pico nos momentos iniciais da competição simulada, sendo que os valores pós-luta 1 foram superiores aos valores pós-luta 3 ($P = 0,033$) e pós-luta 4 ($P = 0,011$), e os valores pré-luta 2 superiores aos valores pós-luta 2 ($P = 0,049$), pós-luta 3 ($P = 0,013$) e pós-luta 4 ($P = 0,037$).

A Tabela 15 apresenta as respostas dos marcadores de equilíbrio hidroeletrólítico em atletas que participaram de competição simulada de Brazilian jiu-jitsu.

Tabela 15 – Marcadores de equilíbrio hidroeletrólítico de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada (n = 10).

	Luta 1		Luta 2		Luta 3		Luta 4	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Sódio (mEq/L) ^a	139 ± 8	143 ± 7	141 ± 8	145 ± 7	139 ± 10	138 ± 7	137 ± 5	142 ± 6
Potássio (mEq/L) ^a	3,7 ± 0,5	3,5 ± 0,3	3,5 ± 0,4	3,6 ± 0,3	3,4 ± 0,4	3,4 ± 0,3	3,6 ± 0,3	3,6 ± 0,4
Cálcio (mg/dL) ^a	9,2 ± 0,9	10,0 ± 1,2	8,8 ± 0,7 ^{¥F}	10,4 ± 0,6	9,2 ± 1,0	9,9 ± 0,7	9,9 ± 1,1	9,5 ± 0,8
Magnésio (mg/dL) ^a	2,1 ± 0,2	2,1 ± 0,2	2,0 ± 0,1	2,1 ± 0,2	1,9 ± 0,1	2,1 ± 0,2	1,9 ± 0,1	1,8 ± 0,5
Fósforo (mg/dL) ^a	3,5 ± 0,5	5,6 ± 1,3 [*]	3,7 ± 0,4 [¥]	4,6 ± 1,2	3,4 ± 0,6 [¥]	4,0 ± 1,1 [¥]	2,8 ± 0,9 ^{¥F}	4,2 ± 0,9 [*]
Ferro (mg/dL) ^a	144 ± 48	163 ± 55	145 ± 45	176 ± 42	150 ± 52	162 ± 52	145 ± 42	164 ± 39

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. ^a n = 8.

^{*} diferença entre os momentos pré e pós luta (P < 0,05).

[¥] diferente do momento pós-luta 1 (P < 0,05).

^F diferente do momento pós-luta 2 (P < 0,05).

^J diferente do momento pós-luta 3 (P < 0,05).

Os combates não geraram modificações significativas nos valores de sódio ($F_{7,49} = 1,2$; $P = 0,300$; $\eta^2 = 0,15$), potássio ($F_{7,49} = 0,7$; $P = 0,646$; $\eta^2 = 0,09$) e magnésio ($F_{2,2; 15,2} = 2,5$; $P = 0,114$; $\eta^2 = 0,26$). As concentrações de cálcio mostraram diferenças ($F_{7,49} = 4,0$; $P = 0,002$; $\eta^2 = 0,37$), com valores pré-luta 2 inferiores aos dos pós-luta 1 ($P = 0,045$) e pós-luta 2 ($P = 0,002$).

O fósforo sérico sofreu alterações mediante aos combates ($F_{3,1; 21,7} = 18,6$; $P < 0,001$; $\eta^2 = 0,73$), com valores observados pós-luta 1 superiores aos valores pré-luta 1 ($P = 0,021$), pré-luta 2 ($P = 0,039$), pré-luta 3 ($P = 0,017$) e pré-luta 4 ($P = 0,001$) e ao valor pós-luta 3 ($P = 0,024$). Os valores pré-luta 4 foram inferiores aos valores pós-luta 2 ($P = 0,001$) e pós-luta 4 ($P = 0,001$).

As concentrações de ferro sofreram alterações durante a simulação de competição ($F_{2,3; 16,0} = 4,0$; $P = 0,0035$; $\eta^2 = 0,36$), porém, o teste de Bonferroni não confirmou as diferenças.

A Tabela 16 apresenta os resultados dos testes físicos antes e após combates de competição simulada de Brazilian jiu-jitsu.

Tabela 16 – Respostas de desempenho de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada (n = 10).

	Luta 1		Luta 2		Luta 3		Luta 4	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
Tempo de reação (s) ^a	0,40 ± 0,04	0,49 ± 0,06	0,42 ± 0,05	0,42 ± 0,07	0,40 ± 0,10	0,42 ± 0,04	0,43 ± 0,05	0,43 ± 0,04
PM-D (kgf)	53 ± 6	48 ± 6 *	49 ± 7	49 ± 8	48 ± 7	48 ± 7 [†]	48 ± 6	47 ± 7 [†]
PM-ND (kgf)	50 ± 9	46 ± 9	46 ± 9	46 ± 9	45 ± 8	44 ± 8 [†]	43 ± 7 [†]	42 ± 8 [†]
Resistência pegada (s) ^b	28 ± 9	16 ± 8	19 ± 4	17 ± 6	15 ± 8	12 ± 8	16 ± 8	12 ± 8
Salto vertical (cm)	41 ± 6	42 ± 7	39 ± 5	43 ± 6	39 ± 6 [£]	40 ± 7	39 ± 6	40 ± 8
Sentar e alcançar (cm)	26 ± 8	26 ± 7	25 ± 7	24 ± 7	25 ± 7	24 ± 7	24 ± 6	25 ± 7

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. ^a n = 9; ^b = 8. PM-D: preensão manual dominante, PM-ND: preensão manual não dominante.

* diferença entre os momentos pré e pós luta (P < 0,05).

[†] diferente do momento pré-luta 1 (P < 0,05).

[£] diferente do momento pós-luta 2 (P < 0,05).

O tempo de reação não se alterou durante a competição simulada ($F_{2,5; 17,6} = 2,7$; $P = 0,087$; $\eta^2 = 0,28$). Houve efeito do momento de mensuração sobre a força isométrica máxima de preensão manual do lado dominante ($F_{3,2; 28,6} = 2,9$; $P = 0,049$; $\eta^2 = 0,24$), com valores mais elevados antes da primeira luta em relação aos valores após a primeira luta ($P = 0,042$), após a terceira luta ($P = 0,025$) e após a quarta luta ($P = 0,027$). Para a mão não dominante, também houve diferença significativa entre os momentos de mensuração ($F_{7,63} = 3,8$; $P = 0,002$; $\eta^2 = 0,30$), com valores mais elevados antes da primeira luta em relação aos valores após a terceira ($P = 0,012$) e quarta lutas ($P = 0,001$), e aos valores pré-luta 4 ($P = 0,008$).

A altura do salto diferiu significativamente entre os momentos ($F_{7,63} = 3,5$; $P = 0,003$; $\eta^2 = 0,28$), com valores mais elevados pós-luta 2 em relação ao momento pré-luta 3 ($P = 0,014$). O teste de análise de variância apontou diferença para a resistência de pegada no quimono ($F_{2,0; 15,9} = 8,1$; $P = 0,004$; $\eta^2 = 0,50$), porém, o teste de Bonferroni não confirmou tais diferenças. A flexibilidade não foi afetada pela realização das lutas ($F_{7,63} = 1,5$; $P = 0,172$; $\eta^2 = 0,15$).

Os resultados da análise temporal das lutas fragmentadas são apresentados na Tabela 17.

Tabela 17 – Análise temporal de combates de competição simulada de Brazilian jiu-jitsu (n = 20 combates).

	Luta 1	Luta 2	Luta 3	Luta 4
Tempo total de combate (s)	649 ± 31	660 ± 37	643 ± 35	669 ± 42
Tempo médio de esforço por bloco (s)	250 ± 71	180 ± 76	290 ± 182	204 ± 64
Blocos de esforço	3 ± 1	4 ± 1	3 ± 1	3 ± 1
Tempo total de pausa (s)	49 ± 31	60 ± 37	43 ± 35	78 ± 32
Tempo médio de pausa por bloco (s)	32 ± 3	26 ± 17	21 ± 13	44 ± 22
Blocos de pausa	2 ± 1	3 ± 1	2 ± 1	2 ± 1
Tempo total de esforço em alta intensidade (s)	62 ± 16	57 ± 22	42 ± 8	46 ± 19
Tempo médio de esforço em alta intensidade por bloco (s)	4 ± 1	3 ± 1	2 ± 0	2 ± 1
Blocos de alta intensidade	18 ± 2	18 ± 2	17 ± 2	18 ± 5
Tempo total de esforço em baixa intensidade (s)	538 ± 16	543 ± 22	522 ± 8	554 ± 19
Tempo médio de esforço em baixa Intensidade por bloco (s)	28 ± 4	27 ± 4	30 ± 4	29 ± 8
Blocos de baixa intensidade	20 ± 3	20 ± 2	19 ± 2	21 ± 5

Os valores são expressos em média ± desvio padrão.

No que concerne à estrutura temporal, o tempo total de combate ($F_{1,8; 7,2} = 0,8$; $P = 0,492$; $\eta^2 = 0,16$), tempo médio de esforço ($F_{1,4; 5,6} = 0,9$; $P = 0,422$; $\eta^2 = 0,14$), blocos de esforço ($F_{2,6; 10,4} = 1,0$; $P = 0,411$; $\eta^2 = 0,20$), tempo total de pausa ($F_{1,8; 7,2} = 0,8$; $P = 0,459$; $\eta^2 = 0,04$), blocos de pausa ($F_{2,6; 10,4} = 1,0$; $P = 0,411$; $\eta^2 = 0,20$), tempo médio de pausa ($F_{1,8; 7,2} = 1,7$; $P = 0,255$; $\eta^2 = 0,29$); tempo total em alta intensidade ($F_{1,5; 6,0} = 1,3$; $P = 0,334$; $\eta^2 = 0,24$), blocos em alta intensidade ($F_{1,2; 4,7} = 0,1$; $P = 0,790$; $\eta^2 = 0,03$), média de esforço em alta intensidade ($F_{1,8; 4,7} = 2,2$; $P = 0,207$; $\eta^2 = 0,35$), tempo total em baixa intensidade ($F_{1,5; 6,0} = 1,3$; $P = 0,334$; $\eta^2 = 0,24$), blocos em baixa intensidade ($F_{1,5; 6,0} = 0,3$; $P = 0,704$; $\eta^2 = 0,07$), média de esforço em baixa intensidade ($F_{1,6; 6,3} = 0,3$; $P = 0,709$; $\eta^2 = 0,07$) não sofreram alterações significativas durante a simulação competição.

A quantidade de ataques durante a competição simulada é relatada na Tabela 18.

Tabela 18 – Quantidade de ataques efetivos e não-efetivos durante competição simulada de Brazilian jiu-jitsu (n = 10).

	Luta 1	Luta 2	Luta 3	Luta 4
Ataques efetivos	4 ± 1	4 ± 1	3 ± 1	6 ± 2*
Ataques não-efetivos	11 ± 0	14 ± 5	8 ± 4	9 ± 4

* $P < 0,05$ correspondendo à luta 3.

O número de ataques efetivos diferiu significativamente ($F_{3,12} = 5,4$; $P = 0,014$; $\eta^2 = 0,57$), tendo ocorrido maior número no quarto combate em relação ao combate 3 ($P = 0,012$). No entanto, não houve diferenças para os ataques não efetivos ($F_{3,12} = 3,1$; $P = 0,067$; $\eta^2 = 0,44$).

A Tabela 19 apresenta o comportamento das percepções de esforço e recuperação durante competição simulada. Nela se observa que não houve diferença significativa para a PSE após as diferentes lutas ($F_{3,27} = 0,9$; $P = 0,469$; $\eta^2 = 0,09$), o mesmo ocorrendo para a percepção de recuperação antes de cada uma das lutas ($F_{1,9; 17,0} = 2,38$; $P = 0,125$; $\eta^2 = 0,21$).

Tabela 19 – Respostas de percepções de esforço e recuperação de atletas de Brazilian jiu-jitsu durante uma competição simulada (n = 10).

	Luta 1		Luta 2		Luta 3		Luta 4	
	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós	Pré	Pós
PSE (6-20)	-	16 ± 2	-	16 ± 2	-	15 ± 1	-	16 ± 2
EPR (0-10)	7 ± 3	-	7 ± 2	-	6 ± 3	-	6 ± 3	-

Os valores são expressos em média ± desvio padrão. PSE: percepção subjetiva de esforço, EPR: escala de percepção de recuperação.

A Figura 4 apresenta o comportamento das percepções de esforço local durante competição simulada

Figura 4 – Percepção de esforço local de atletas de Brazilian jiu-jitsu que realizaram competição simulada (n = 10).

Após o combate 1 os atletas apontaram 17 pontos de fadiga em 7 regiões (peitoral, bíceps, antebraço, dedos, adutores, trapézio e tríceps). Após o combate 2, ocorreram 17 relatos de fadiga em 7 regiões (peitoral, bíceps, antebraço, dedos, quadríceps, adutores e tríceps). Ao término da terceira luta, os atletas apontaram 17 pontos de fadiga em 8 regiões (peitoral, bíceps, antebraço, dedos, quadríceps, adutores, tibial anterior e pés). Após, o quarto combate foram relatados 21 pontos de fadiga em 10 regiões distintas (peitoral, bíceps, antebraço, dedos, quadríceps, adutores, trapézio, abdômen, tibial anterior e pés).

A quantidade de pontos de fadiga relatada por combate por cada atleta não diferiu entre a simulação de competição ($F_{1,5; 13,8} = 0,5$; $P = 0,588$; $\eta^2 = 0,05$) apresentando uma média de 2 ± 1 relatos para os três primeiros combates, e média de 2 ± 2 relatos para o último combate da competição simulada.

7. DISCUSSÃO

7.1 Estudo 1 - Luta Fragmentada

Este estudo teve como objetivo avaliar as respostas fisiológicas, de desempenho, perceptivas e estrutura temporal em combates fragmentados de Brazilian jiu-jitsu. Para tanto, foram realizados apenas dois combates por dia, com intervalo longo entre eles, com a finalidade de que os atletas iniciassem cada combate sem a influência de fadiga anterior. Nesse sentido, esse objetivo foi alcançado, uma vez que não houve diferença entre as medidas pré-lutas para nenhuma variável. Além disso, a percepção subjetiva de recuperação anterior a cada combate também não diferiu. O presente estudo aponta que, quando avaliada a influência do tempo do combate, a realização dos combates fragmentados gera maiores concentrações de lactato e glicose nas lutas de maior duração. Não houve diferença nos resultados de desempenho físico entre os combates de diferentes durações. Para a estrutura temporal, houve maior tempo médio de esforço e pausa nos combates de maior duração. A percepção de esforço dos atletas é maior nos combates de maior duração.

Para a frequência cardíaca, todos os tempos de luta (2 min, 5 min, 8 min e 10 min) resultaram em aumentos dos batimentos. A média de batimentos pós-combates foram semelhantes às observadas anteriormente em simulações de cinco minutos ($n = 22$; 166 ± 16 bpm; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003), sete minutos ($n = 12$; 165 ± 17 ; ANDREATO et al., 2012b) e dez minutos ($n = 8$; 169 ± 7 bpm; FRANCHINI et al., 2005a). No entanto, são ligeiramente inferiores ao observado em estudo com atletas de alto rendimento ($n = 7$; 182 ± 6 bpm; DEL VECCHIO et al., 2007).

Embora tenha ocorrido aumento dos valores pós-lutas vs valores pré-lutas em todas as durações de luta, os valores de frequência cardíaca após as lutas não diferiram entre as durações. Esses resultados são semelhante a estudo prévio com o Brazilian jiu-jitsu que mensurou a frequência cardíaca em tempos diferentes da luta (2,5 min, 5 min, 7,5 min, 10 min) de atletas faixas-marrom e preta ($n = 7$) e faixas-azul a roxa ($n = 5$). Nesse estudo, não foram verificadas diferenças de frequência cardíaca entre os tempos de luta, além disso, o fator graduação também não mostrou influência no comportamento dos batimentos cardíacos (CARNEIRO et al., 2013).

Adicionalmente, os resultados deste resultado divergem dos reportados anteriormente em estudo com praticantes de Brazilian jiu-jitsu ($n = 22$), no qual eram realizados combates de 5 min e a frequência cardíaca era aferida a cada minuto, foi concluído que a frequência aumentava de modo não linear. Além disso, no estudo citado, foi observado que a frequência diminuía no penúltimo minuto de luta, como um possível efeito poupador para o minuto decisivo do combate (FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003). Os presentes achados também divergem de estudo com atletas faixas-preta ($n = 8$) que realizaram combates de 10 min, e tiveram a frequência cardíaca mensurada a cada dois minutos. Nesse estudo, foi reportado que os batimentos cardíacos dos minutos finais (oitavo e décimo minutos) eram superiores àqueles dos minutos iniciais (FRANCHINI et al., 2005a).

Assim como a frequência cardíaca, as [LAC] mostraram-se elevadas após todos os tempos de luta, contudo, a glicemia se elevou apenas nos combates de maior duração (8 min e 10 min). Assim, esses resultados para as [LAC] eram esperadas, uma vez que foram observados aumentos em diferentes amostras e situações. Ocorreram aumentos das [LAC] em simulações de 7 min ($n = 12$; $11,9 \pm 5,8$ mmol/L; ANDREATO et al., 2012b), de 10 min ($n = 8$; $9,5 \pm 2,4$ mmol/L; FRANCHINI et al., 2005a), e em duas competições regionais ($n = 35$; ~ 10 mmol/L; ANDREATO et al., 2013) ($n = 12$; $6,2 \pm 2,3$ mmol/L; ANDREATO et al., no prelo).

No judô, tem sido sugerido que atletas com maior nível técnico apresentem menor ativação glicolítica para realizarem as ações durante os combates (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013; ARRUZA; SAEZ; VALENCIA, 1996). Contudo, no Brazilian jiu-jitsu o fator técnica não parece exercer influência direta sobre esta variável, uma vez que atletas avançados – faixas-marrom e preta – ($n = 7$; $10,4 \pm 3,6$ mmol/L) não diferiram de atletas não-avançados – faixas-azul e roxa ($n = 7$; $10,2 \pm 1,3$ mmol/L; SILVA et al., 2013).

Por outro lado, parece não haver consenso quanto à resposta da glicemia em combates de Brazilian jiu-jitsu. Em simulações de 7 min ($n = 12$) não foram observadas alterações glicêmicas (ANDREATO et al., 2012b). Todavia, aumento da glicemia foram observados em simulações de dois combates subsequentes de 10 min (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a) e em dois estudos envolvendo competições regionais (ANDREATO et al., no prelo; ANDREATO et al., 2013). No entanto, a glicemia e a concentração de lactato sofreram influência do tempo, sendo

que os maiores aumentos ocorreram após os combates de maior duração. Apesar dos aumentos glicêmicos e de lactato, a insulina não diferiu em nenhum momento.

A ativação moderada da via glicolítica, especialmente nos combates de maior duração, pode ser explicada pela temporalidade dos combates, os quais apresentam curtos períodos de pausa (ANDREATO et al., 2013; DEL VECCHIO et al., 2007). Assim, o baixo tempo de pausa entre as ações é insuficiente para a restauração completa dos estoques de fosfagênios gastos durante as ações realizadas (GLAISTER, 2005), resultando assim em ativação glicolítica, com subsequente produção de lactato.

Contudo, a concentração de lactato no plasma não reflete somente a sua produção no músculo, mas também sua conversão em glicose, visto que uma importante proporção de lactato é convertida em glicose no fígado através da gliconeogênese (Ciclo de Cori), o que auxilia na manutenção da glicemia, e pode ter colaborado para o aumento glicêmico, além de uma possível maior atividade adrenérgica que induz, além de outras respostas, maior glicogenólise e gliconeogênese hepática (CIELO et al., 2007) , aumentando o efluxo de glicose nesse tecido.

As concentrações de triglicérides, colesterol não se alteraram em decorrência das lutas fragmentadas. No então, a albumina apontou maiores concentrações plasmáticas no combate de 10 min. Assim, os resultados do metabolismo lipídico obtido nesse estudo corroboram com os encontrados em simulações de 7 min, sendo que nas mesmas não foram observadas alterações de triglicérides e colesterol total (ANDREATO et al., 2012b). Os presentes achados corroboram também com àqueles observados em estudo avaliando dois combates de 10 min, sendo que quando analisado apenas o primeiro combate, não foram evidenciadas alterações nas concentrações de triglicérides e colesterol total e suas frações (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a). Entretanto, os presentes resultados não corroboram com os de judocas, em pesquisa na qual quando avaliadas as demandas energéticas em combates foi proposto que o metabolismo de lipídios é ativado significativamente após simulações de luta de judô, refletindo em aumentos de triglicérides, ácidos graxos livres, glicerol, colesterol total e HDL (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003).

Nesse sentido existem alguns fatores que pode, explicar a baixa ativação do metabolismo de gorduras do presente estudo. Durante o exercício, especialmente

em alta intensidade, ocorre aumento da secreção de catecolaminas, as quais estimulam tanto a quebra de glicogênio quanto a lipólise. No entanto, o aumento da taxa de degradação do glicogênio e da glicólise resulta em formação de lactato, o qual é contrário à lipólise induzida pelas catecolaminas (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998; MAZZEO; MARSHALL, 1989). Além disso, a taxa de produção de ATP por minuto via gordura é menor que a produção via carboidrato, pois o processo de oxidação de gorduras requer maior quantidade de oxigênio (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998; HULTMAN; HARRIS, 1988). Ademais, existem processos enzimáticos que limitam o fluxo de ácidos graxos do sangue para a mitocôndria (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998). Ainda, tal fato pode estar relacionado à diminuição do fluxo sanguíneo no tecido adiposo, fazendo com que uma menor quantidade de albumina livre chegue até o local, resultando em menor liberação de ácidos graxos (HAWLEY, 2002).

Além desses fatores, a disponibilidade de carboidratos e o nível de aptidão física são fundamentais para determinar a utilização das fontes lipídicas (RANALLO; RHODES, 1998). Nesse sentido, deve-se ressaltar que foi observado ingestão de carboidratos abaixo do recomendado (51 ± 11 % e 55 ± 7 %) e ingestão de proteínas acima do recomendado (19 ± 6 % e 19 ± 5 %) para homens atletas. É indicado que a ingesta de carboidrato seja de aproximadamente 60% do consumo total da dieta, 15 % de proteínas e < 30% de gorduras (MARTIN, 2001). Desse modo, ajuste no padrão alimentar dos atletas é necessário.

As concentrações de ureia não se modificaram nas lutas fragmentadas. Nesse sentido, o principal motivo da dosagem de ureia nesse estudo foi obter um parâmetro que indicasse se estava ocorrendo degradação proteica (HARTMANN; MESTER, 2000). Adicionalmente, a avaliação da degradação proteica se faz importante, pois quando ocorre depleção de glicogênio a parcela de contribuição proteica para o fornecimento de energia durante o exercício é aumentada (GRANDJEAN; RUUD, 1994). Outros estudos envolvendo o Brazilian jiu-jitsu também não encontraram alterações nas concentrações de ureia após simulações de um combate de 7 min (ANDREATO et al., 2012b) ou dois combates de 10 min (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a).

Em relação aos marcadores de danos celulares (CK, LDH e creatinina) foram observados indícios de danos celulares nos combates de maior duração, sendo que houve elevação de LDH nas lutas de 8 min e creatinina nas lutas de 8 min e 10 min,

embora a CK não tenha se modificado. Em estudos anteriores envolvendo o Brazilian jiu-jitsu também foram encontrados indícios de que os esforços realizados durante os confrontos geram danos celulares. Em simulações de 7 min, embora não tenham sido constatados aumentos das concentrações de CK, AST e creatinina, foram reportados aumentos de ALT e LDH (ANDREATO et al., 2012b). Coswig; Neves; Del Vecchio, (2013a) avaliaram os efeitos de dois combates de 10 min, e, quando observado apenas o primeiro combate não é reportado aumento de CK e LDH, mas é reportado aumento das enzimas AST e ALT, apontando indícios de danos celulares.

Na luta olímpica, avaliando apenas o efeito de um combate não foram encontradas alterações de CK em dois estudos (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001), no entanto um deles apresentou aumento de proteína C reativa, que também pode ser utilizado como marcador de dano/inflamação (BARBAS et al., 2011). No judô, quando atletas realizavam três tempos diferentes de luta (1,5 min, 3 min e 5 min), observou-se redução de LDH nos combates de 1,5 min, aumento de CK apenas nos combates de 5 min, ao passo que AST e ALT se elevaram em todos os tempos (RIBEIRO; TIERRA-CRIOLLO; MARTINS, 2006).

Fato importante que influencia diretamente a identificação de danos é o estado de treinamento, uma vez que ao investigar os efeitos a longo prazo do treinamento de judô, foi concluído que o treinamento induz ajustes que geram menor elevação de enzimas como CK, AST, ALT e LDH em judocas (MIURA et al., 2005). Adicionalmente, quando se avalia a resposta de dano celular deve se levar em consideração o pico de detecção dos marcadores utilizados. O pico de CK não ocorre imediatamente após o dano, podendo ser identificado até 48 h após (SMITH et al., 1994).

Desse modo, apesar de haver divergência entre os estudos, acerca de quais marcadores se elevam após combates de Brazilian jiu-jitsu, parece haver um consenso de que os confrontos geram danos celulares. Assim, esses aumentos plasmáticos de marcadores de danos podem ser o resultado de alterações da membrana da célula muscular, possivelmente devido a reações de hipóxia e isquemia muscular decorrentes do exercício exaustivo, bem como da ação do aumento de cálcio intracelular ativando proteases dependentes de cálcio (MOREAU; DUBOTS; BOGGIO, 1995).

Além dos parâmetros sanguíneos, o desempenho físico é fundamental de ser estudado. No presente estudo, o tempo de reação não se modificou. Esses resultados são semelhantes aos reportados durante competição de luta-olímpica, sendo que não foi apresentado aumento do tempo de reação, pelo contrário, foi observado que em alguns combates o tempo de reação era otimizado após os combates (KRAEMER et al., 2001).

Resultado semelhante em relação ao do tempo de reação foi obtido na potência de membros inferiores, avaliada pelo salto vertical. A altura do salto não foi alterada em nenhuma das lutas. Em estudos envolvendo judocas, também não observou-se influência das lutas sobre a capacidade de desenvolver potência muscular com os membros inferiores (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; FERNÁNDEZ; SOLER; CALVO, 2008). Na luta olímpica, quedas da potência muscular de membros inferiores foram constatadas apenas após quatro combates da modalidade (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001). Nesse sentido, os membros inferiores no Brazilian jiu-jitsu parecem não sofrer alta sobrecarga, visto que os relatos de fadiga local para esta região não são elevados (ANDREATO et al., no prelo; FRANCHINI et al., 2005a), fato esse que colaboraria para não ocorrer diminuição da potência de membros inferiores.

Diferentemente da potência de membros inferiores, que não tem recebido grande atenção nas investigações envolvendo o Brazilian jiu-jitsu, a força de preensão manual tem sido avaliada em diversos estudos (ANDREATO et al., 2013; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al., 2005a) devido ao fato dos combates envolverem pegadas constantes nos quimonos. No presente estudo, a preensão manual dominante e não-dominante não foi alterada em nenhum dos combates, independente da duração. Esses resultados divergem dos observados em competição de nível regional, na qual os atletas ($n = 35$) apresentaram queda da força de preensão para ambos os membros (ANDREATO et al., 2013). No entanto, em outra competição regional, foi verificada queda de força de preensão para a mão dominante, mas nenhuma alteração para a mão não dominante (ANDREATO et al., no prelo).

Adicionalmente, a força máxima de preensão manual não sofreu influência do tempo de combate. O comportamento da preensão manual corrobora com o reportado anteriormente por Franchini; Takito; Pereira (2003), em estudo com combates fragmentados de 5 min de Brazilian jiu-jitsu, no qual não foi evidenciado

diferenças nos valores de preensão nos diferentes tempos de combate. No entanto, essas respostas divergem de estudo com faixas-pretas ($n = 8$) que realizaram combates de 10 min, e tiveram a preensão manual avaliada a cada dois minutos. Nesse estudo, foi reportado que a força máxima de preensão manual apresentava queda a partir do quarto minuto (FRANCHINI et al., 2005a).

A resistência de pegada, também não apresentou influência do tempo de combate, dado que os valores pós-lutas não diferiram entre si. No entanto, após os combates de maior duração (8 min e 10 min), o tempo de sustentação foi menor que o valor pré-luta. De fato, a resistência de pegada tem sido apontada como um importante indicativo de desempenho no Brazilian jiu-jitsu, uma vez que mesmo em combates nos quais há diminuição da força máxima de preensão manual, os atletas sustentavam 89% (mão direita) e 84% (mão esquerda) da força máxima de preensão manual após os combates (ANDREATO et al., 2013). Além disso, quando comparados atletas experientes e iniciantes, não se verifica diferenças para a força máxima de preensão, mas se verifica diferenças no teste de resistência de pegada, com maior desempenho para os lutadores experientes (SILVA et al., 2014).

A flexibilidade exerce papel importante durante os combates, especialmente para aplicar golpes e executar defesas (CASTAÑEDA, 2004; SOUZA; SILVA; CAMÕES, 2005). O desempenho da flexibilidade, avaliada pelo teste de sentar-e-alcançar, não foi alterado em nenhuma das situações avaliadas. Esses resultados podem ter associação com o fato de existir baixo índice de relato de fadiga para membros inferiores após combates de Brazilian jiu-jitsu (ANDREATO et al., no prelo, FRANCHINI et al., 2005a), e acredita-se que um dos fatores que pode causar diminuição da flexibilidade pós-exercício é a fadiga neuromuscular (GLEIM; McHUGH, 1997).

Analisando a estrutura temporal dos combates fragmentados foram observados aumentos progressivos dos tempos totais e número de blocos em alta e baixa intensidades. No entanto, esses aumentos já eram esperados e se devem ao fato de existir diferença nos tempos de duração dos combates. Quando analisadas as variáveis levando em consideração o tempo do combate (tempos relativos ao total). Ademais, houve maior tempo médio de esforço e pausa nos combates de maior duração. Esses resultados divergem dos observados em lutas de judô, sendo que as lutas da modalidade tendem a apresentar menor tempo de esforço e maior tempo de pausa no último minuto de luta, fato que pode ser atribuído à fadiga

(MONTEIRO, 1995). No presente estudo, embora tenha aumentado o tempo médio de pausa, também aumentou o tempo médio de esforço nas lutas de maior duração.

A relação esforço:pausa dos combates fragmentados oscilou entre 83 ± 37 e 230 ± 63 s de esforço por 5 ± 6 s e 35 ± 6 s de pausa. Esses valores não diferem muito dos reportados anteriormente em competição de níveis internacional (170 s de esforço seguida por 13 ± 6 s de pausa, DEL VECCHIO et al., 2007) e regional (117 s de esforço por 33 s de pausa, ANDREATO et al., 2013). Além disso, quando dividido o tempo de esforço em alta e baixa intensidades, observou-se uma estrutura de ações em alta intensidade de ~ 3 s intercaladas por ações de ~ 30 s em baixa intensidade. Esses achados, corroboram com os obtidos em competição regional, na qual foram observados blocos de aproximadamente 3 s de alta intensidade intercalados por blocos de aproximadamente 25 s em baixa intensidade (ANDREATO et al., 2013).

Esses resultados a respeito da temporalidade dos combates trazem implicações importantes para a organização de treinamentos, visto que o conhecimento das características temporais de uma modalidade esportiva deve ser usado sob a ótica de fornecer características fisiológicas para suportar bases de prescrições de treinamento que se assemelhem ao esforço realizado na luta (MIARKA et al., 2010).

Assim como a estrutura temporal, o número de ataques efetivos e não-efetivos realizados pelos atletas só diferiram no valor total, sendo apresentado aumento progressivo do número de ataques não-efetivos. No entanto, quando analisado o número de ataques por minuto não foram evidenciadas modificações.

A percepção de esforço geral sofreu influência do tempo de combate, com maiores percepções de fadiga após os combates de maior duração. Os presentes achados são semelhantes aos obtidos em investigação envolvendo faixas-pretas de Brazilian jiu-jitsu ($n = 8$) que realizaram combates de 10 min, e tiveram a percepção de esforço arguida a cada dois minutos. Nesse estudo, foi reportado que a percepção de esforço dos minutos finais (oitavo e décimo minutos) era superior àquela dos minutos iniciais (segundo e quarto minutos) (FRANCHINI et al., 2005a).

Os valores médios obtidos entre os combates variaram entre 12 “relativamente fácil” e 15 “cansativo” (escala de 6 a 20). Tais resultados estão em conformidade com estudos prévios, uma vez que após simulações de 7 min a média reportada foi de 12 “relativamente fácil” (ANDREATO et al., 2012b), média de 13

“ligeiramente cansativo” após simulações de 10 min (FRANCHINI et al., 2005a), e média de 15 “cansativo” após combates de competição regional (ANDREATO et al., 2013).

Assim como a percepção de esforço geral, o número de pontos de fadiga local relatados pelos atletas foi influenciado pelo tempo de combate, como maior número de relatos após os combates de maior duração. Adicionalmente, os principais pontos de fadiga foram os dedos e antebraço. Esses resultados corroboram com anteriores que indicam que o principal grupamento muscular relatado é o do antebraço em simulações de 10 min (FRANCHINI et al., 2005a) e combates de competição regional (ANDREATO et al., no prelo).

Desse modo, fica evidente que as alterações metabólicas e perceptivas oriundas dos combates não são suficientes para desencadear alterações importantes de desempenho e na estrutura dos combates.

7.2 Estudo 2 - Competição simulada

A realização de combates múltiplos de Brazilian jiu-jitsu, simulando uma competição, resultou em tendência de diminuição da concentração de lactato durante o estudo (sugerindo diminuição da ativação da via glicolítica no decorrer da simulação da competição), bem como diminuição dos valores plasmáticos de catecolaminas e insulina. Adicionalmente, ocorreram aumentos dos marcadores de danos celulares nos últimos combates indicando possível dano muscular. O desempenho em testes físicos mostrou declínio, predominantemente, a partir do terceiro combate, para as variáveis de força máxima isométrica de preensão manual. Embora esses dados apontem para a instalação de fadiga, a estrutura temporal dos combates não foi alterada significativamente durante a competição simulada. No entanto, durante o último combate da simulação de competição os atletas conseguiram realizar maior número de ataques efetivos. As percepções de esforço geral e recuperação não se alteraram durante a competição.

Os valores de frequência cardíaca pós-luta não apresentaram diferenças entre si no decorrer da competição simulada, corroborando assim com dados referentes ao judô, no qual atletas de elite realizaram dois a três combates e não foram observadas diferenças nos valores de frequência cardíaca entre lutas (HERNÁNDEZ-GARCÍA; TORRES-LUQUE; VILLAVERDE-GUTIERREZ, 2009), bem

como estudo envolvendo atletas de luta-olímpica que realizaram 5 combates em um dia (BARBAS et al., 2011) ou dois dias de competição (KRAEMER et al., 2001).

A frequência cardíaca mensurada durante as lutas da competição simulada são semelhantes às frequências anteriormente reportadas em simulações de cinco minutos ($n = 22$; 166 ± 16 bpm; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003), sete minutos ($n = 12$; 165 ± 17 ; ANDREATO et al., 2012b) e dez minutos ($n = 8$; 169 ± 7 bpm; FRANCHINI et al., 2005a). No entanto, são ligeiramente inferiores ao observado em estudo com atletas de alto rendimento ($n = 7$; 182 ± 6 bpm; DEL VECCHIO et al., 2007). Assim, os resultados não indicam alto estresse cardiovascular durante os combates.

Diversas pesquisas têm adotado a medida de lactato sanguíneo para inferir a demanda energética, sobretudo quanto à atividade glicolítica. Estudos prévios com o Brazilian jiu-jitsu (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a; SILVA et al., 2013) permitem inferir que a modalidade ativa significativamente a via glicolítica, dado o aumento nas [LAC] em simulações (ANDREATO et al., 2012b; COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a; SILVA et al., 2013) ou em situação competitiva (ANDREATO et al., 2013). Os valores de lactato pós-lutas obtidos no presente estudo estão em conformidade com a literatura, visto que estudos prévios reportaram concentrações de aproximadamente 10 mmol/L (ANDREATO et al., 2012b; ANDREATO et al., 2013; DEL VECCHIO et al., 2007; FRANCHINI et al., 2005a; SILVA et al., 2013).

Adicionalmente, no judô tem sido sugerido que atletas com maior nível técnico apresentem menor ativação glicolítica para realizarem as ações durante os combates (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013; ARRUZA; SAEZ; VALENCIA, 1996). Contudo, no Brazilian jiu-jitsu é provável que o tempo de prática e graduação não atuem diretamente sobre a ativação glicolítica, visto que ao comparar os valores de lactato de atletas graduados ($n = 7$, faixas-marrom e preta) aos de atletas não-graduados ($n = 7$, faixas-azul e roxa) não foram constatadas diferenças entre eles (SILVA et al., 2013).

Os resultados deste estudo apontam uma queda das concentrações no terceiro combate. Resultado semelhante foi observado em estudo em que judocas ($n = 12$) realizaram quatro combates, onde as concentrações de lactato pós-luta do último combate ($14,6 \pm 3,6$ mmol/L) foram inferiores às aquelas concentrações sanguíneas observadas nas primeira ($18,1 \pm 4,4$ mmol/L) e segunda ($17,0 \pm 3,6$ mmol/L) simulações (BONITCH-GÓNGORA et al., 2012). Bonitch-Domínguez et al.

(2010) também reportaram queda da ativação glicolítica em judocas ($n = 11$) que realizaram quatro combates, sendo que as concentrações após a última luta foram inferiores às anteriores. Apoiando as informações citadas, Franchini et al. (2009) evidenciaram que as concentrações de lactato pico após a primeira luta ($12,7 \pm 5,0$ mmol/L) era superior ao pico da segunda luta ($11,6 \pm 4,8$ mmol/L).

Assim, essa diminuição da atividade glicolítica em combates sucessivos é plausível (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013), visto que o sistema glicolítico tem uma capacidade limitada para contribuir no fornecimento de energia durante esforços de alta intensidade (GASTIN, 2001). Desse modo, esse processo afeta diretamente o desempenho, visto que a capacidade para sustentar a intensidade de um exercício de alta intensidade é dependente da capacidade anaeróbia, a qual, quando se esgota, determina a exaustão (MORTON; BILLAT, 2000).

Além disso, devido à estrutura temporal dos combates, com períodos curtos de pausa entre as ações, a restauração completa das reservas de fosfagênios utilizadas durante as ações realizadas não é possível (GLAISTER, 2005). Dessa forma, possivelmente o componente aeróbio aumenta sua participação no fornecimento de energia durante o decorrer dos combates (TABATA et al., 1997). Além disso, quando analisada a contribuição dos sistemas em ações específicas de judô e taekwondo, evidencia-se grande participação do sistema oxidativo apesar das elevadas [LAC] (CAMPOS et al., 2012; FRANCHINI et al., 2011c).

No judô, atletas realizaram um teste específico de curta duração - *Special Judo Fitness Test* -, no qual os avaliados realizam o máximo de projeções de um golpe específico (ippon seoi-nage) em três blocos (1 bloco de 15 s e 2 blocos de 30 s) intercalados por 10 s. Nessas avaliações foi descrito que a contribuição energética foi de $42 \pm 6\%$ do sistema alático, 30 ± 6 do sistema lático e $28 \pm$ do sistema aeróbio (FRANCHINI et al., 2011c). Embora nesse teste a contribuição aeróbia tenha sido a menor entre os três sistemas ela foi significativa, além disso, deve-se lembrar que tem sido demonstrado que com o aumento da duração da atividade aumenta-se concomitantemente a participação das vias aeróbias de fornecimento de energia (GAITANOS et al., 1993). De fato, ao se avaliar as demandas energéticas no muay-thai e taekwondo constatou-se esse comportamento. No muay-thai, foi observado que ocorre ativação significativa tanto aeróbia quanto glicolítica, sendo que ocorre um aumento expressivo da contribuição glicolítica na fase inicial dos combates, e há um aumento progressivo da participação das vias aeróbias no decorrer do combate

(CRISAFULLI et al., 2009). Corroborando tal hipótese, em simulações de taekwondo, a contribuição energética foi de $66 \pm 6\%$ aeróbia, $30 \pm 6\%$ anaeróbica alática e 4 ± 2 anaeróbica láctica (CAMPOS et al., 2012).

Apesar da ativação moderada da via glicolítica observada neste estudo, não foi observada diferença nas concentrações de glicose. No entanto, a insulina, o principal hormônio responsável pela homeostasia da glicemia, apontou diminuição gradual durante a simulação de competição. A inexistência de alterações de glicemia pode ser explicada devido ao fato de que o organismo possui vias metabólicas que buscam manter estabilidade nos padrões de glicose plasmática, como glicogenólise hepática e muscular (FEBBRAIO; DANCEY, 1999).

Esse comportamento glicêmico é semelhante ao observado em simulação de sete minutos de Brazilian jiu-jitsu, na qual a glicemia não se alterou (ANDREATO et al., 2012b). No entanto, difere das respostas glicêmicas observadas em simulações de dois combates subsequentes de 10 min (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a) em situação competitiva, visto que a glicemia mostrou-se aumentada após os combates de duas competições regionais (ANDREATO et al., no prelo; ANDREATO et al., 2013). Os presentes resultados também divergem daqueles observados em atletas de luta-olímpica submetidos a cinco combates durante um dia (BARBAS et al., 2011), ou dois dias em competição simulada da modalidade (KRAEMER et al., 2001), sendo que em todos os combates ocorreram aumentos significativos da glicemia.

Um fato que poderia explicar o aumento da glicemia é o estresse que a competição real gera. Assim, uma possível descarga adrenérgica é capaz de aumentar a disponibilidade de glicose (MECKEL et al., 2011). De fato, Moreira et al. (2012) evidenciaram que atletas de Brazilian jiu-jitsu apresentam mais indicativos de estresse durante situação real de competição do que em treinamentos. Por sua vez, a divergência observada em relação aos estudos conduzidos com atletas de luta-olímpica que são analisados, pode estar na diferença da estrutura temporal entre luta-olímpica (NILSSON et al., 2002) e Brazilian jiu-jitsu (DEL VECCHIO et al., 2007), sendo que no último a luta é menos fracionada que na luta olímpica, além disso, no Brazilian jiu-jitsu a maior parte do tempo é decorrido no solo (DEL VECCHIO et al., 2007), enquanto a luta olímpica desenvolve-se predominantemente com ações em pé. Ademais, deve-se ressaltar que o status nutricional pode influenciar sobremaneira nas respostas glicêmicas (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003).

No que se refere ao metabolismo de gorduras, neste estudo, não foram observadas diferenças nas concentrações de triglicérides e colesterol total e suas frações. Esses resultados corroboram com estudo prévio com luta de Brazilian jiu-jitsu de 7 min, exceto para o HDL-colesterol, que apresentou aumento (ANDREATO et al., 2012b). Em estudo envolvendo dois combates subsequentes de 10 min, os níveis de triglicérides e colesterol fracionados (HDL, LDL e VLDL) não se modificaram, no entanto, foi observado aumento da concentração de colesterol total, evidenciada após o segundo combate (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a).

A ausência de alteração dos níveis plasmáticos de triglicérides e colesterol, deste estudo, podem ser atribuídos a alguns fatores. Durante o exercício, especialmente em alta intensidade, ocorre aumento da secreção de catecolaminas, as quais estimulam tanto a quebra de glicogênio quanto a lipólise. No entanto, o aumento da taxa de degradação do glicogênio e da glicólise resulta em formação de lactato, o qual é contrário à lipólise induzida pelas catecolaminas (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998; MAZZEO; MARSHALL, 1989). Além disso, a taxa de produção de ATP por minuto via gordura é menor que a produção via carboidrato, pois o processo de oxidação de gorduras requer maior quantidade de oxigênio (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998; HULTMAN; HARRIS, 1988). Ademais, existem processos enzimáticos que limitam o fluxo de ácidos graxos do sangue para a mitocôndria (BROUNS; VAN DER VUSSE, 1998). Ainda, tal fato pode estar relacionado à diminuição do fluxo sanguíneo no tecido adiposo, fazendo com que uma menor quantidade de albumina livre chegue até o local, resultando em menor liberação de ácidos graxos (HAWLEY, 2002).

No entanto, embora os níveis de lipídios circulantes não tenham apresentando alterações, a disponibilidade de seu uso parece não ter sido afetada, dado que as concentrações plasmáticas de albumina não apresentaram queda durante a simulação de competição. Ademais, não se pode descartar a contribuição dos lipídios durante os combates, devido à duração dos mesmos e aos fatos anteriormente discutidos, como a contribuição dos sistemas energéticos em atividades semelhantes (judô e taekwondo) (CAMPOS et al., 2012; FRANCHINI et al., 2011c) e a diminuição observada neste estudo das [LAC] nos dois últimos combates.

Além disso, no que concerne a utilização de substratos durante o exercício, deve-se ressaltar que o status nutricional e o nível de condicionamento físico

exercem grande influência para a determinação do substrato a ser oxidado. Dieta desequilibrada, especialmente com baixa ingestão de carboidratos pode ser prejudicial ao desempenho, visto que as reservas de glicogênio são diminuídas (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003). De fato, no presente estudo foi observado ingestão de carboidratos abaixo do recomendado ($54 \pm 7 \%$) e ingestão de proteínas acima do recomendado ($21 \pm 4 \%$) para homens atletas. É indicado que a ingestão de carboidrato seja de aproximadamente 60% do consumo total da dieta, 15 % de proteínas e < 30% de gorduras (MARTIN, 2001). Ademais, atletas mais bem condicionados tendem a realizar o mesmo tipo de esforço em uma intensidade relativa menor (ARRUZA; SAEZ; VALENCIA, 1996), fato que proporciona menor gasto energético e maior ativação das vias aeróbias (TABATA et al., 1997).

Alterações nos níveis plasmáticos de ureia, amônia e ácido úrico podem ser indicativos de aumento de degradação protéica (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003; HARTMANN; MESTER, 2000). No presente estudo, apenas o ácido úrico apresentou aumento gradual durante a competição simulada. Em estudo prévio que analisou lutas de Brazilian jiu-jitsu de 7 min também não foram observadas alterações nas concentrações de amônia e ureia (ANDREATO et al., 2012b). A ausência de alteração nos níveis circulantes de ureia também foi observada em dois combates subsequentes de 10 min (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a). Embora as concentrações de ureia e amônia não tenham apresentado alterações, pode-se sugerir que a competição resulte em aumento gradual de degradação protéica, pois além do ácido úrico, os marcadores de danos celulares mostraram aumento gradual durante a competição simulada.

A análise dos marcadores de danos celulares se faz interessante, mas deve ser feita com cautela e sempre em conjunto, pois o aumento plasmático dos marcadores nem sempre reflete o grau de danos celulares, podendo ser resultado do aumento da permeabilidade do sarcolema resultante da alta intensidade da atividade (BESSA et al., 2008; VAN DER MEULEN; KUIPERS; DRUKKER, 1991). Assim, ao observar o conjunto de marcadores analisados neste estudo (CK, AST, ALT, LDH e creatinina), sugere-se que aumentos de indícios de danos celulares significativos são apresentados após os terceiro e quarto combates.

Estudo prévio com Brazilian jiu-jitsu, após simulações de 7 min, indicou aumento nas concentrações de ALT e LDH, e manutenção nos níveis de CK e AST, apontando que combate único parece não gerar grandes danos celulares

(ANDREATO et al., 2012b). Coswig; Neves; Del Vecchio, (2013a) reportaram que em dois combates subsequentes de 10 min de Brazilian jiu-jitsu os atletas apresentam aumento de CK nos dois combates, AST e ATL apenas após o primeiro combate, e a enzima LDH não se alterou.

Em pesquisa com a luta-olímpica foi evidenciado aumento gradual dos indicadores de dano muscular. Kraemer et al. (2001) apontaram que os níveis séricos de CK se mostraram elevados a partir do terceiro combate, e em estudo de Barbas et al. (2011) a CK apresentou aumento a partir do momento pré-luta 2, com aumento progressivo desse ponto em diante, bem como os níveis de proteína C reativa, embora este último marcador, mais sensível, apresentou incremento já na primeira luta. Adicionalmente, deve se ressaltar que o estado de treinamento pode influenciar nas respostas de dano (MIURA et al., 2005). Além disso, o tempo de detecção do marcador deve ser considerado. O pico de CK, por exemplo, não ocorre imediatamente após o dano, podendo ser identificado até 48 h após (SMITH et al., 1994).

Assim, estratégias de recuperação após as lutas seriam importantes de serem adotadas, dado que o aumento dos marcadores de danos celulares acompanha a queda progressiva do desempenho (KATIRJI; AL-JABERI, 2001). Além disso, as respostas desses marcadores podem estar associadas às funções de sinalização anti-inflamatórias (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a).

Quanto às respostas hormonais, este estudo, apontou aumento dos níveis de adrenalina e noradrenalina em todos os combates, exceto para noradrenalina que não se elevou após a terceira luta. Além disso, foi observado pico de secreção de catecolaminas em decorrência dos dois primeiros combates, e menor secreção após os dois últimos.

Na luta olímpica, atletas submetidos a cinco combates no mesmo dia demonstraram aumento das catecolaminas em todos os combates, no entanto, o aumento dos níveis de noradrenalina nos últimos combates foram inferiores àqueles observados nos dois primeiros (BARBAS et al., 2011). Kraemer et al. (2001), por sua vez, submeteram os atletas de luta olímpica a cinco combates divididos em dois dias (três no primeiro e dois no segundo dia). Nesse estudo, os autores reportaram que, a noradrenalina respondeu com aumento em todos os combates. No entanto, houve diminuição da secreção de adrenalina no último combate de cada dia.

No que concerne esses resultados, a noradrenalina parece apresentar maior responsividade ao exercício físico e à desidratação (HOFFMAN et al., 1994), além disso, a liberação de catecolaminas parece estar envolvida com o mecanismo de ativação do sistema imune após danos induzidos pelo exercício (GIRALDO et al., 2009).

Adicionalmente, essa menor ativação adrenérgica nos dois últimos combates é similar ao comportamento do lactato sanguíneo e diminuição da insulina. Este resultado sugere que a queda nas concentrações de lactato possam estar associadas a essa menor ativação adrenérgica, uma vez que o fato de haver menor ativação desse sistema resultaria em menor ativação da via glicolítica e menor acúmulo de lactato (MARKOWSKA et al., 1984).

Estudos prévios com modalidades de combate avaliaram a resposta de testosterona e cortisol, uma vez que ambos marcadores fornecem dados interessantes acerca do *status* anabólico/catabólico, respectivamente. No presente estudo, não foram observadas alterações significativas das concentrações de testosterona, cortisol e razão T/C. Os presentes achados divergem da hipótese estabelecida no início deste estudo, na qual esperava-se aumento gradual das concentrações de cortisol concomitante à diminuição nos níveis séricos de testosterona.

Os resultados deste estudo divergem dos resultados observados após duas simulações e após dois combates em competição real de Brazilian jiu-jitsu, sendo que foram observadas elevações de cortisol nas duas situações (MOREIRA et al., 2012). Divergem também dos resultados reportados em competição regional de Brazilian jiu-jitsu, sendo reportadas elevações das concentrações de cortisol (ANDREATO et al., no prelo). Contudo, esses dados são semelhantes aos observados em dois combates subsequentes de 10 min de Brazilian jiu-jitsu, no qual não foram observadas alterações nesses parâmetros (COSWIG; NEVES; DEL VECCHIO, 2013a). Quando avaliado o efeito da competição sobre os parâmetros hormonais na luta olímpica, dois estudos apontaram que tende a ocorrer diminuição da secreção de testosterona concomitantemente ao aumento da secreção de cortisol em decorrência do estresse gerado pela realização dos combates (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001). Ademais, o aumento das concentrações de cortisol indica aumento do estado catabólico e tem sido associado à queda de desempenho (BARBAS et al., 2011) acompanhada da perda de proteínas contráteis e

neurotransmissores (KRAEMER; RATAMESS, 2005). O comportamento da testosterona por sua vez tem sido usado para explicar alterações no desempenho, especialmente associando a queda desse hormônio com o prejuízo de desempenho (BARBAS et al., 2011).

Embora haja resultados divergentes, a associação entre padrões psicológicos e respostas hormonais tem sido apontando que o aumento das concentrações de testosterona é positivo (FRY et al., 2011), ao passo que o aumento de cortisol é negativo (FILAIRE et al., 2001). Assim, não pode-se refutar a influência dos fatores psicológicos sobre tais respostas hormonais. De fato, especificamente com o Brazilian jiu-jitsu, foi observado que combates em situações reais geram respostas hormonais diferentes daquelas oriundas de simulações durante treinamentos, sendo tais divergências atribuídas ao estresse da competição (MOREIRA et al., 2012).

Adicionalmente, deve-se lembrar que, para a condução do presente estudo, os atletas não foram submetidos à perda de peso, ao passo que nos estudos desenvolvidos na luta olímpica os atletas fizeram redução brusca de massa corpórea nos dias que antecederam a simulação da competição (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001), o que poderia explicar as diferenças observadas entre os resultados do presente estudo e os conduzidos com tal modalidade.

Outro fator que merece atenção é o *status* hidroeletrolítico, uma vez que a diminuição hídrica e eletrolítica pode aumentar os níveis de estresse causado pelo exercício, alterar o controle de temperatura corporal, deixar o organismo mais suscetível a doenças e causar prejuízos ao desempenho físico (SILVA et al., 2011).

Os presentes achados mostram que não ocorreram alterações nos níveis de sódio, potássio, ferro e magnésio. O cálcio apresentou diminuição de suas concentrações antes do segundo combate. Os níveis de fósforo apresentaram diminuição no decorrer da simulação de competição. Com base nesses achados, embora tenham ocorrido eventuais alterações durante a competição simulada, o equilíbrio hidroeletrolítico não pode ser apontado como desencadeador de danos ao desempenho. Ademais, embora não sejam apresentados dados diretos quanto à hidratação, os níveis de proteínas totais apresentaram alterações principalmente antes do segundo combate, apontando assim, que a competição não gerou desidratação nos atletas.

Assim sendo, a reposição hídrica parece ser executada corretamente quando os atletas são deixados livres para se hidratarem. Essa ideia corrobora com a

sugestão de que a reposição hídrica pode ser feita com base na sensação de sede dos atletas (NOAKES et al., 2004). Além disso, a reposição de eletrólitos durante a competição parece não ser fundamental, bem como a reposição de líquidos deve ser feita com cautela, para não gerar desconforto gástrico e eliminação desnecessária de eletrólitos (MACHADO-MOREIRA et al., 2006).

Além dos parâmetros sanguíneos, o desempenho físico é fundamental de ser medido. No presente estudo, o tempo de reação não sofreu alteração durante a competição simulada. O não comprometimento do tempo de reação se faz importante em esportes de combate, dado que tal variável é importante em situações que exigem tomada de decisões rápidas, como se esquivar de um ataque ou aplicar um contragolpe (LIMA et al., 2004; SCHIMIDT, 1993). No Brazilian jiu-jitsu, até o momento, este estudo é pioneiro, pois não existem dados na literatura que apontem o efeito de lutas sobre a capacidade de reação dos atletas. No entanto, os presentes dados são semelhantes aos reportados durante competição de luta-olímpica, sendo que não foi apresentado aumento do tempo de reação, pelo contrário, foi observado que em alguns combates o tempo de reação era otimizado após os combates (KRAEMER et al., 2001). Assim, a hipótese inicial que ocorreria aumento do tempo de reação devido à fadiga gerada pela simulação de competição não foi confirmada.

A altura do salto vertical não apresentou queda gradual durante a competição simulada. No entanto, a mesma apresentou valores pós-luta 2 superiores àqueles mensurados antes da terceira luta. Assim, hipotetiza-se que possa ter ocorrido um efeito conhecido como potencialização pós-ativação, sendo que já foi demonstrado que judocas, após executarem exercícios pliométricos isoladamente ou conciliados à exercícios de força, demonstraram melhora de desempenho de potência muscular (MIARKA; DEL VECCHIO; FRANCHINI, 2011).

Ademais, os presentes resultados possuem similaridades com os observados anteriormente em judocas que não apresentaram alterações nos índices de potência de membro inferiores durante estudos em que foram submetidos a um (FERNÁNDEZ; SOLER; CALVO, 2008) ou quatro combates sucessivos (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010).

Na luta olímpica, quando os atletas foram submetidos a cinco combates, a diminuição da potência do salto foi observada, em ambos os estudos, após o quarto combate da competição (BARBAS et al., 2011; KRAEMER et al., 2001). A não interferência dos combates sobre a manifestação de potência de membros inferiores

pode ser atribuída à dinâmica dos combates que exigem poucas ações de potência de membros inferiores durante os combates. Além disso, a indicação de pontos de fadiga, que pode ser um indicativo de grande solicitação de resistência muscular, foi baixa para os membros inferiores neste estudo e em estudos anteriores envolvendo o Brazilian jiu-jitsu (ANDREATO et al., no prelo; FRANCHINI et al., 2005a).

No Brazilian jiu-jitsu, devido à dinâmica dos combates envolver muito a pegada no quimono do adversário, diversos estudos têm avaliado a força isométrica máxima de preensão manual em atletas da modalidade durante situações de luta (ANDREATO et al., 2013; FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003; FRANCHINI et al., 2005a). No presente estudo, foi observado que a força isométrica máxima de preensão manual da mão dominante apresentou declínio na primeira luta e nas duas últimas lutas da competição simulada em relação ao estado inicial, e a mão não-dominante mostrou declínio de força nos dois últimos combates. Estudos prévios com Brazilian jiu-jitsu também apontaram a diminuição da força máxima de preensão manual durante simulações (FRANCHINI et al., 2005a), competição real (ANDREATO et al., 2013) e prevalência alta de relatos de fadiga no antebraço (ANDREATO et al., 2012b; FRANCHINI et al., 2005a).

No judô, quando atletas foram submetidos a protocolos envolvendo quatro combates, não foram observadas diferenças entre os valores pré e pós-lutas, no entanto, foi evidenciada diminuição da força de preensão manual antes do terceiro e quarto combates (BONITCH-GÓNGORA et al., 2012). Durante competições simuladas de luta olímpica, estudo de Kraemer et al. (2001), envolvendo cinco combates em dois dias, foi observado declínio da força de preensão manual após o primeiro e terceiro combates, enquanto o estudo de Barbas et al. (2011), envolvendo cinco combates em um único dia, foi observado declínio gradual da preensão manual, concomitante à diminuição após os cinco combates que compunham a competição.

No entanto, embora tenha ocorrido diminuição da força isométrica máxima, a resistência de pegada no quimono não sofreu alterações durante a simulação de competição. Tais achados corroboram com achados prévios, os quais apontam que na modalidade a resistência muscular de antebraço é mais importante que a força máxima (ANDREATO et al., 2011). De fato, estudos anteriores já atentavam para a boa capacidade resistência muscular de antebraço de atletas de Brazilian jiu-jitsu, visto que após combates de competição regional foi observado que os atletas

sustentavam 89% (mão direita) e 84% (mão esquerda) da força máxima de preensão manual após os combates (ANDREATO et al., 2013), e sustentação de 85% da força máxima de preensão manual após simulações de 5 min (FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003). Além disso, quando comparados atletas experientes e iniciantes, não se verifica diferenças para a força máxima de preensão, mas se verifica diferenças no teste de resistência de pegada, com maior desempenho para os lutadores experientes (SILVA et al., 2014).

A flexibilidade, a qual se faz importante para a execução de movimentações e técnicas específicas da modalidade (CASTAÑEDA, 2004; SOUZA; SILVA; CAMÕES, 2005) não foi alterada com os combates. Esse achado sustenta a hipótese inicial, a qual previa que a mesma não se alteraria. Esses resultados podem ter associação com o fato de existir baixo índice de relato de fadiga para membros inferiores após combates de Brazilian jiu-jitsu (ANDREATO et al., no prelo, FRANCHINI et al., 2005a), e acredita-se que um dos fatores que pode causar diminuição da flexibilidade pós-exercício é a fadiga neuromuscular (GLEIM; McHUGH, 1997).

Embora, como apontado anteriormente, a competição simulada tenha gerado diminuição gradual da ativação glicolítica, da atividade adrenérgica e das concentrações de insulina, aumento dos marcadores de danos celulares e queda da força isométrica máxima de preensão manual, a estrutura temporal dos combates não foi alterada significativamente. A estrutura temporal, deste estudo, oscilou entre 180 ± 76 e 290 ± 182 s de esforço por 21 ± 13 e 42 ± 22 s de pausa. Esses valores não diferem muito dos reportados anteriormente em competição de níveis internacional: 170 s de esforço seguida por 13 ± 6 s de pausa (DEL VECCHIO et al., 2007) e regional: 117 s de esforço por 33 s de pausa (ANDREATO et al., 2013).

Essa estrutura temporal típica da modalidade auxilia na explicação do fato de ocorrer moderada ativação da via glicolítica, evidenciada pelas concentrações de lactato, sendo que o baixo tempo de pausa entre as ações são insuficientes para a restauração completa dos estoques de fosfagênios gastos durante as ações realizadas (GLAISTER, 2005). Adicionalmente, este estudo aponta que os períodos de esforço são compostos por blocos de aproximadamente 30 s em baixa intensidade, intercalados por blocos de 2 a 4 s em alta intensidade. Novamente, esses achados corroboram com os obtidos em competição regional, na qual foram

observados blocos de aproximadamente 3 s de alta intensidade intercalados por blocos de aproximadamente 25 s em baixa intensidade (ANDREATO et al., 2013).

Esse padrão de luta, sem alterações na estrutura temporal durante a simulação de competição, refuta a hipótese estabelecida inicialmente, de que a temporalidade da luta seria afetada, passando a apresentar menor tempo de esforço, maior número e tempo de pausa durante os combates. Adicionalmente, foi hipotetizado que com o decorrer da competição simulada os atletas passariam a exercer menor número de ações motoras. Além disso não ter ocorrido, foi observado que durante o último combate ocorreu maior número de ações efetivas. Tal evento pode ser atribuído ao fato dos atletas terem se empenhado mais neste último combate, visto que sabiam que não teriam que realizar outros combates posteriormente. Tal ideia pode ser sustentada por indícios que os atletas se poupam durante o combate para se empenharem mais nos estágios finais de luta. De fato, em análises de combates da Copa do Mundo de 2005 de Brazilian jiu-jitsu foi observado que o maior número de pontuações ocorria nos minutos finais. Além disso, ao fragmentar um combate de Brazilian jiu-jitsu de 5 min foi observado que a frequência cardíaca no penúltimo minuto era reduzida, indicando um efeito poupador para o minuto final (FRANCHINI; TAKITO; PEREIRA, 2003).

No entanto, deve-se considerar que a competição foi conduzida mantendo-se o mesmo adversário durante os quatro combates. Tal medida foi adotada para que as alterações observadas não fossem oriundas das variações técnicas entre sujeitos. Contudo, o fato de se realizar quatro combates com o mesmo adversário pode ter ocorrido um efeito adaptativo ao padrão técnico do adversário.

Outros indicadores de esforço de fácil aplicação e baixo custo são as escalas perceptivas. Estudos prévios com o Brazilian jiu-jitsu reportaram que a PSE dos atletas para os combates eram de 12 (“relativamente fácil”) em simulações (ANDREATO et al., 2012b), 15 (“cansativo”) em competições regionais (ANDREATO et al., 2013) e 16 (“cansativo”) em competições regionais (ANDREATO et al., no prelo). Sendo assim, a classificação encontrada neste estudo está em conformidade com àquelas oriundas de competição da modalidade, e ligeiramente superior às oriundas de simulações. A PSE durante a simulação de competição não sofreu alteração, sendo os valores médios reportados em cada luta classificados como “cansativo”. Esse comportamento difere do encontrado em atletas de luta olímpica

que realizaram cinco combates, uma vez que a PSE pós quarto combate foi superior à observada pós primeiro combate (BARBAS et al., 2011).

Além da fadiga geral, a partir de estudo de Nilsson et al. (2002), que propôs a análise da fadiga local, alguns estudos têm analisado tal resposta perceptiva em esportes de combate. No Brazilian jiu-jitsu, em simulações de luta (10 min) entre faixas-preta (n = 8) os atletas relataram maior percepção de fadiga nas regiões musculares do antebraço (63 %) e ombro (38 %) (FRANCHINI et al., 2005a), e em situação competitiva (n = 12) predominantemente a região do antebraço (68 %) (ANDREATO et al. no prelo). Na luta olímpica, foi descrito que os principais pontos de fadiga reportados pelos atletas (n = 42) durante competição mundial eram antebraço (53 %) e deltoides (17 %) (NILSSON et al., 2002).

O presente estudo corrobora com esses achados prévios, no sentido que houve grande indicação do antebraço como ponto de fadiga em todos os combates. Além disso, o bíceps e os dedos foram também outras regiões frequentemente apontadas como pontos de fadiga. A percepção de fadiga nessas três regiões se deve ao fato de serem grupamentos envolvidos na “pegada”, a qual é bastante solicitada durante o desenvolvimento dos combates. No entanto, embora tenha ocorrido um aumento gradual dos marcadores de danos celulares, para a percepção de fadiga não houve aumento de regiões musculares indicadas como pontos de fadigas no decorrer da simulação de competição.

Ainda sobre a percepção de fadiga local, além desses dados serem relevantes para direcionar o treinamento de resistência de força dos atletas, eles podem ser utilizados também para o direcionamento de exercícios profiláticos, afim de auxiliarem a minimizar o desenvolvimento de possíveis desequilíbrios musculares.

8 CONCLUSÃO

Conclui-se que a duração do combate de Brazilian jiu-jitsu exerce influência nas respostas fisiológicas e perceptivas dos atletas, visto que os combates de maiores durações geraram maior ativação glicolítica, bem como maior percepção de esforço dos atletas. Contudo, o desempenho em testes físicos e a estrutura temporal dos combates não sofreram alterações importantes, bem como não sofreram influência direta do tempo de duração do combate.

Conclui-se, também, que a realização de competição simulada promove diminuição da ativação da via glicolítica, bem como diminuição da secreção de catecolaminas e insulina no decorrer da simulação da competição. Adicionalmente, ocorreram aumentos dos marcadores de danos celulares nos últimos combates indicando possível dano muscular. O desempenho em testes físicos mostrou declínio, predominantemente, a partir do terceiro combate, para a força máxima isométrica de preensão manual.

Embora esses dados apontem para a instalação de fadiga, a estrutura temporal dos combates não foi alterada significativamente durante a competição simulada. Além disso, durante o último combate da simulação de competição os atletas conseguiram realizar maior número de ataques efetivos. As percepções de esforço geral e recuperação não se alteraram durante a simulação de competição.

REFERÊNCIAS³

ANDREATO, L.V. et al. Estimated aerobic power, muscular strength and flexibility in elite Brazilian Jiu-Jitsu athletes. **Science & Sports**, Paris, v. 26, p. 329-37, 2011.

ANDREATO, L.V. et al. Perfil morfológico de atletas de elite de Brazilian Jiu-Jitsu. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 18, n. 1, p. 46-50, 2012a.

ANDREATO, L.V. et al. Physiological responses and rate of perceived exertion in Brazilian jiu-jitsu athletes. **Kinesiology**, Zagreb, v. 44, n. 2, p. 173-81, 2012b.

ANDREATO, L.V. et al. Physiological and technical-tactical analysis in Brazilian jiu-jitsu competition. **Asian Journal of Sports Medicine**, Tehran, v. 4, n. 2, p. 137-43, 2013.

ANDREATO, L.V. et al. Psychological, physiological, performance and perceptive responses to Brazilian jiu-jitsu combats, **Kinesiology**, Zagreb, no prelo.

ARMSTRONG, R. Initial events in exercise-induced muscular injury. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 22, n. 4, p. 429-35, 1990.

ARRUZA, J.B.; SAEZ, R.A.H.; VALENCIA, J.G. Esfuerzo percibido y frecuencia cardiaca: el control de la intensidad de los esfuerzos en el entrenamiento de judo. **Revista de Psicología del Deporte**, Barcelona, v. 9, n. 10, p. 29-40, 1996.

ARTIOLI, G.G. et al. Development and Validity Assessment of a Specific Judo Performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 40, n. 5, p. 417 (Suplemento), 2008.

ARTIOLI, G. et al. Rapid weight loss followed by recovery time does not affect judo-related performance. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 28, n. 1, p. 21-32, 2010.

BARBAS I. et al. Physiological and performance adaptations of elite Greco-Roman wrestlers during a one-day tournament. **European Journal of Applied of Physiology**, Heidelberg, v. 111, n. 7, p. 1421-36, 2011.

³ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BENEKE, R. et al. Energetics of karate kumite. **European Journal Applied Physiology**, Heidelberg, v. 92, n. 4-5, p. 518-23, 2004.

BESSA, A. et al. High Intensity Ultraendurance Promotes Early Release Of Muscle Injury Markers. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 42, n. 11, p. 589-93, 2008.

BONITCH-DOMÍNGUEZ, J. et al. Changes in peak leg power induced by successive judo bouts and their relationship to lactate production. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 28, n. 14, p. 1527-34, 2010.

BONITCH-GÓNGORA, J.G. et al. The effect of lactate concentration on the handgrip strength during judo bouts. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Colorado Springs, v. 26, n. 7, p. 1863-71, 2012.

BOUHLEL, E. et al. Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. **Science & Sports**, Paris, v. 21, n. 5, p. 285-90, 2006.

BONADUCE, D. et al. Intensive training and cardiac autonomic control in high level athletes. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 30, n. 5, p. 691-6, 1998.

BORG, G.A.V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 14, n. 5, p. 377-81, 1982.

BRIDGE, C.A.; JONES, M.A.; DRUST, B. Physiological responses and perceived exertion during international taekwondo competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Champaign, v. 4, n. 4, p. 485-93, 2009.

BROWN, L.E.; WEIR, J.P. (ASEP) Procedures Recommendation I: Accurate Assessment of muscular strength and power. **Journal of Exercise Physiology**, Duluth, v. 4, n. 3, p. 1-21, 2001.

BROUNS, F.; VAN DER VUSSE, G.J. Utilization of lipids during exercise in humans subjects: metabolic and dietary constraints. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 79, n. 2, p. 117-28, 1998.

BROWNLEE, K.K.; MOORE, A.W.; HACKNEY, A.C. Relationship between circulating cortisol and testosterone: influence of physical exercise. **Journal of Sports Science and Medicine**, Bursa, v. 4, n. 1, p. 76-83, 2005.

CAMPOS, F.A. et al. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. **European Journal of Applied of Physiology**, Heidelberg, v. 112, n. 4, p. 1221-8, 2012.

CARNEIRO, R.W. et al. Comportamento da frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço durante combate de jiu-jitsu brasileiro. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v. 7, n. 37, p. 98-102, 2013.

CASTARLENAS, J.L.; SOLÉ, J. El entrenamiento de la resistencia en los deportes de lucha con agarre: una propuesta integradora. **Apuntes: Educación Física y Deportes**, Barcelona, v. 1, n. 47, p.81-6, 1997.

CASTAÑEDA, P.E.G. Importancia del desarrollo óptimo de La flexibilidad en Las Artes Marciales. **Lecturas Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 10, n. 69, 2004. Disponível em: <<http://efdeportes.com>>. Acesso em 15 de agosto de 2010

CASTELL, L.M. Glutamine supplementation in vitro and in vivo, in exercise and in immunodepression. **Sports Medicine**, Auckland, v. 33, n. 5, p. 323-45, 2003.

CIELO, F.M.B.L. et al. Avaliação da glicemia, lactato plasmático e frequência cardíaca em nadadoras de 13 a 16 anos de idade após esforços máximos de 100 e 200 metros nado crawl. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 15, n.1, p. 37-44, 2007.

COSWIG, V.S.; NEVES, A.H.S.; DEL VECCHIO, F.B. Respostas bioquímicas, hormonais e hematológicas a lutas de jiu-jitsu brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 19-30, 2013a.

_____. Efeitos do tempo de prática nos parâmetros bioquímicos, hormonais e hematológicos de praticantes de jiu-jitsu brasileiro. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, Madrid, v. 6, n. 1, p. 17-23, 2013b.

CLARKSON, P.; NOSAKA, K.; BRAUN, B. Muscle function after exercise-induced muscle damage and rapid adaptation. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 24, n. 5, p. 512-20, 1992.

CRISAFULLI, A. et al. Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, Ottawa, v. 34, n. 2, p. 143-50, 2009.

DEGOUTTE, F.; JOUANEL, P.; FILAIRE, E. Energy demands during a judo match and recovery. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 37, n. 3, p. 245-9, 2003.

DEL VECCHIO, F.B. et al. Análise morfo-funcional de praticantes de brazilian jiu-jitsu e estudo da temporalidade e da quantificação das ações motoras na modalidade. **Movimento e Percepção**, Espírito Santo do Pinhal, v. 7, n. 10, p. 263-81, 2007.

DEL VECCHIO, F.B.; HIRATA, S.M. Estudo descritivo da temporalidade e de desfechos em lutas de Artes Marciais Mistas. In: II Simpósio Internacional de Ciência do Desporto, 2009, Campinas. **Anais do II Simpósio Internacional de Ciência do Desporto**. Campinas: Unicamp, 2009.

FAHRNER, C.L.; HACKNEY, A.C. Effects of endurance exercise on free testosterone concentration and binding affinity of sex hormone binding globulin (SHBG). **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v. 19, n. 1, p. 12-15, 1998.

FEBBRAIO, M.A.; DANCEY, J. Skeletal muscle energy metabolism during prolonged, fatiguing exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda v. 87, n. 6, p. 2341-7, 1999.

FERNÁNDEZ, E.C.; SOLER, E.I.; CALVO, X.D. Análise dos efeitos agudos do enfrentamento no judô, através do estudo da associação entre parâmetros metabólicos e mecânicos. **Fitness and Performance Journal**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 4, p. 229-38, 2008.

FILAIRE, E. et al. Anxiety, hormonal responses, and coping during a judo competition. **Aggressive Behavior**, Malden, v. 27, n. 1, p. 55-63, 2001.

FRANCHINI, E. **Judô: desempenho competitivo**. 2ª Ed. Barueri: Ed. Manole, 2010.

FRANCHINI, E. et al. Technical variation in a sample of high level judo players. **Perceptual and Motor Skills**, Missoula, v. 106, n. 3, p. 859-69, 2008.

FRANCHINI, E. et al. Características fisiológicas em testes laboratoriais e resposta da concentração de lactato sanguíneo em três lutas em judocas das classes juvenil-a, júnior e sênior. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 5-16, 1998.

FRANCHINI, E.; STERKOWICZ, S. Comparison of skill range between olympic and world judo medallists. In: **The Second Express Scientific Conference**, 1999, Krakow. Annals - The Second Express Scientific Conference, 1999. v. 1. p. 20.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; PEREIRA, J.N.D.C. Frequência cardíaca e força de preensão manual durante a luta de jiu-jitsu. **Lecturas Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 9, n. 65, 2003. Disponível em: <www.efdeportes.com/efd65/jiujitsu.htm>. Acesso em 15 de ago 2010.

FRANCHINI, E. et al. Concentração de lactato sanguíneo, frequência cardíaca e força de preensão manual durante um combate de jiu-jitsu. **Corpoconsciência**, Santo André, v. 9, n. 1, p. 35-44, 2005a.

FRANCHINI, E. et al. Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. **Biology of Sport**, Warsaw, v. 22, n. 4, p. 315-28, 2005b.

FRANCHINI, E. et al. Effects of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non-specific judo tasks. **European Journal Applied Physiology**, Heidelberg, v. 107, n. 4, p. 377-83, 2009.

FRANCHINI, E. et al. Physiological profiles of elite judo athletes. **Sports Medicine**, Auckland, v. 41, p. 147-66, 2011a.

FRANCHINI, E. et al. Endurance in judogi grip strength tests: comparison between elite and non-elite judo players. **Archives of Budo**, Warsaw, v. 7, n. 1, p. 1-4, 2011b.

FRANCHINI, E. et al. Energy system contributions to the special judo fitness test. **International journal of sports physiology and performance**, Champaign, v. 6, n. 3, p. 334-43, 2011c.

FRANCHINI, E.; ARTIOLI, G.G.; BRITO, C.J. Judo combat: time-motion analysis and physiology. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, Cardiff, v. 13, n. 3, p. 624-41, 2013.

FRY, A.C. et al. Relationships between competitive wrestling success and neuroendocrine responses. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 1, p.40–5, 2011.

GAITANOS, G.C. et al. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 75, n. 2, p. 712-19, 1993.

GALBO, H. Influence of aging and exercise on endocrine function. **International Journal of Sports Nutrition and Exercise Metabolism**, Champaign, p. 49-57. (Suplemento 11), 2011.

GASTIN PB. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 31, n. 10, p. 725-41. 2001.

GIRALDO, E. et al. Exercise intensity-dependent changes in the inflammatory response in sedentary women: role of neuroendocrine parameters in the neutrophil phagocytic process and the pro-/anti-inflammatory cytokine balance. **Neuroimmunomodulation**, Basel, v. 16, n. 4, p. 237-44, 2009.

GLAISTER, M. Multiple sprint work – physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 9, p. 757-77, 2005.

GLEIM, G.W.; McHUGH, M.P. Flexibility and its effects on sports injury and performance. **Sports Medicine**, Auckland, v. 24, n. 5, p. 289-99, 1997.

GRANDJEAN, A.C.; RUUD, J.S. Nutrition for cyclists. **Clinics in Sports Medicine**, Philadelphia, v. 13, n. 1, p. 235-47, 1994.

HARTMANN, U.; MESTER, J. Training and overtraining markers in selected sport events. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n. 1, p. 209-15, 2000.

HAWLEY ,J.A. Effect of increased fat availability on metabolism and exercise capacity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 34, n. 9, p.1485-91. 2002.

HERNÁNDEZ-GARCÍA, R.; TORRES-LUQUE, G.; VILLAYERDE-GUTIERREZ, C. Physiological requirements of judo combat. **International SportMed Journal**, Champaign, v. 10, n. 3, p. 145-51, 2009.

HOFFMAN, J.R. et al. Effects of hydration state on plasma testosterone, cortisol, and catecholamine concentrations before and during mild exercise at elevated temperature **European Journal Applied Physiology**, Heidelberg, v 69, n. 4, p. 294-300, 1994.

HULTMAN, E.; HARRIS, R.C. Carbohydrate metabolism. In **Principles of Exercise Biochemistry**, 1988, pp. 78-119. Basel: Karger.

INTERNATIONAL BRAZILIAN JIU-JITSU FEDERATION (IBJJF). **The History of Brazilian Jiu-Jitsu**. Disponível em: <www.ibjjf.org/jjh.htm>. Acesso em 15 de agosto de 2010.

JACKSON, A.S.; POLLOCK, M. L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v.40, n.3, p.497-504, 1978.

JOHNSON, B.L.; NELSON, J.K. **Practical Measurements for Evaluation in Physical Education**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1979.

KATIRJI, B.; AL-JABERI, M. Creatine Kinase Revisited. **Journal of clinical neuromuscular disease**, Hagerstown, v. 2, n. 3, p. 158-64, 2001.

KRAEMER, W.J. et al. Acute hormonal responses in elite junior weightlifters. **International Journal Sports Medicine**, Stuttgart, v. 13, n. 2, p. 103-9, 1992.

KRAEMER, W.J. et al. Effects of resistance training on hormonal response patterns in younger vs. older men. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 87, n. 3, p. 982-92, 1999.

KRAEMER, W.J. et al. Physiological and performance responses to tournament wrestling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 33, n. 8, p. 1367-78, 2001.

KRAEMER, W.J.; RATAMESS, N.A. Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. **Sports Medicine**, Auckland, v.35, n. 4, p. 339-61, 2005.

LAURENT, C.M. et al. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **Journal of Strength & Conditioning Research**, Champaign, v.25, n.3, p.620-8, 2011.

LIMA, E.V. et al. Estudo da correlação entre a velocidade de reação motora e o lactato sanguíneo, em diferentes tempos de luta no judô. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 10, n. 5, p. 339-43, 2004.

LOHMAN, T.G.; ROCHE, A.F.; MARTORELL, R. **Anthropometric Standardization Reference Manual**, Human Kinetics, Champaign, Illinois, 1988.

LU, S.S. et al. Lactate and the effects of exercise on testosterone secretion: evidence for the involvement of cAMP-mediated mechanism. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 29, n. 8, p. 1048-54, 1997.

MACHADO-MOREIRA, C.A. et al. Hidratação durante o exercício: a sede é suficiente? **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 12, n. 6, p. 405-9, 2006.

MARKOWSKA, L. et al. Noradrenaline (NA) and adrenaline (A) in urine excretion in judo athletes during training and competition. **Biology of Sport**, Warsaw, v. 1, n. 2, p. 131-8, 1984.

MARTIN, A. Apports nutritionnels conseillés pour la population française. Paris: **Centre National de la Recherche Scientifique**. CNERMA Lavoisier, 2001.

MAZZEO, R.S.; MARSHALL, P. Influence of plasma catecholamines on the lactate threshold during graded exercise. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 67, n. 4, p. 1319-22, 1989.

MECKEL, Y. et al. Hormonal and inflammatory responses to different types of sprint interval training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 8, p. 2161–9, 2011.

MENDES, E.L. et al. Influência da suplementação de carboidrato na função imune de judocas durante o treinamento. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 15, n. 1, p. 58-61, 2009.

MIARKA, B. et al. Técnica y táctica en judo: una revisión. **Revista de Artes Marciales Asiáticas**, León, v. 5, n. 1, p. 91-112, 2010.

MIARKA, B.; DEL VECCHIO, F.B.; FRANCHINI, E. Acute effects and postactivation potentiation in the Special Judo Fitness Test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 25, n. 2, p. 427-31, 2011.

MIARKA, B. et al. A comparison of time-motion performance between age groups in judô matches. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 30, n. 9, p. 899-905, 2012.

MIURA, M. et al. Effect of 6 months' training on the reactive oxygen species production capacity of neutrophils and serum opsonic activity in judoists. **Luminescence**, Chichester, v. 20, n. 1, p. 1-7, 2005.

MONTEIRO, L.F. Estrutura e custo energético do combate de judô. In: **Proceedings of IV Congresso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa**; 18-21 Aug 1995; Coimbra: Universidade de Coimbra. p. 3.

MOREAU, D.; DUBOTS, P.; BOGGIO, V. Effects of electromyostimulation and strength training on muscle soreness, muscle damage and sympathetic activation. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 13, n. 2, p. 95-100, 1995.

MOREIRA, A. et al. Reprodutibilidade e concordância do teste de salto vertical com contramovimento em futebolistas de elite da categoria sub-21. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v. 19, n. 3, p. 413-21, 2008.

MOREIRA, A. et al. Salivary cortisol and immunoglobulin A responses to simulated and official Jiu-Jitsu matches. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 26, n. 8, p. 2185-91, 2012.

MORTON, R.H.; BILLAT, V. Maximal endurance time at VO₂max. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 32, n. 8, p. 1496-504, 2000.

NILSSON, J. et al. Work-time profile, blood lactate concentration and rating of perceived exertion in the 1998 Greco-Roman Wrestling World Championship. **Journal of Sports Science**, London, v. 20, n. 11, p. 939-45, 2002.

NOAKES, T.D. et al. The dipsomania of great distance: water intoxication in an Ironman triathlete. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 38, n. 4, p. E16, 2004.

PEREIRA, B.; SOUZA JR, T.P. **Metabolismo Celular e Exercício Físico**: aspectos bioquímicos e nutricionais. São Paulo, Phorte, 2004.

RANALLO, R.L.; RHODES, E.C. Lipids metabolism during exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v. 26, n. 1, p. 29-42, 1998.

RIBEIRO, S.R.; TIERRA-CRIOLLO, C.J.; MARTINS, R.A.B.L. Efeitos de diferentes esforços de luta de judô na atividade enzimática, atividade elétrica muscular e

parâmetros biomecânicos de atletas de elite. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, Niterói, v. 12, n. 1, p. 27-32, 2006.

SALVADOR, A. et al. Correlating testosterone and fighting in male participants in judo contests. **Physiology Behavior**, v. 68, n. 1-2, p. 205-9, 1999.

SCHMIDT, R.A. **Motor learning and performance**: from principles to practice. Champaign, IL: Human Kinetics, 1991.

_____. **Aprendizagem e performance motora**: dos princípios à prática. São Paulo: Ed. Movimento, 1993

SIKORSKI, W. et al. **Structure of the contest and work capacity of the judoist**. Institute of Sport. Department of Theory of Sport, Department of Physiology, Data Base Center, and Polish Judo Association, Warsaw, Poland, p. 59-65, 1987.

SILVA, B.V.C. et al. Blood lactate response after Brazilian jiu-jitsu simulated matches. **Journal of Exercise Physiology online**, Duluth, v. 16, n. 5, p. 63-7, 2013.

SILVA, B.V.C. et al. Testes físicos discriminam praticantes de Brazilian Jiu-Jitsu? **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 91-6, 2014.

SILVA, F.I.C. et al. importância da hidratação hidroeletrólítica no esporte. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, Brasília, v. 19, n. 3, p. 120-8, 2011.

SIRI, W.E. **Body composition from fluid spaces and density**. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. (Eds.). Techniques for measuring body composition. Washington: National Academy of Science, p. 223-44, 1961.

SMITH, L.L. et al. The impact of a repeated bout of eccentric exercise on muscular strength, muscle soreness and creatine kinase. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 28, n. 4, p. 267-71, 1994.

SOUZA, I.; SILVA, V.S.; CAMÕES, J.C. Flexibilidade tóraco-lombar e de quadril em atletas de jiu-jitsu. **Lecturas Educación Física y Deportes**, Buenos Aires, v. 82, 2005. Disponível em: <<http://efdeportes.com>>. Acesso em 15 de agosto de 2010.

SUAY, F. et al. Testosterona y evaluación de la conducta agresiva en jóvenes judokas. **Revista de Psicología del Esporte**, Barcelona, v. 9, n. 10, p. 79–91, 1996.

SZKLO, M.; NIETO, F.J. **Epidemiology: beyond the basics**. Gaithersburg, Md.: Aspen, 2000.

TABATA, I. et al. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Hagerstown, v. 29, n. 3, p. 390-5, 1997.

UMEDA, T. et al. Effects of intense exercise on the physiological and mental condition of female university judoists during a training camp. **Journal of Sports Science**, London, v. 26, n. 9, p. 897-904, 2008.

VAN DER MEULEN, J.H.; KUIPERS, H.; DRUKKER, J. Relationship between exercise induced muscle damage and enzyme release in rats. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 71, n. 3, p. 999-1004, 1991.

YOON, J. Physiological profiles of elite senior wrestlers. **Sports Medicine**, Auckland, v. 32, n. 4, p. 225-33, 2002.

ANEXO A - Termo de consentimento livre e esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. DADOS DO INDIVÍDUO

Nome completo _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

2. RESPONSÁVEL LEGAL

Nome completo _____

Natureza (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) _____

Sexo ☐ Masculino
☐ Feminino

RG _____

Data de nascimento _____

Endereço completo _____

CEP _____

Fone _____

e-mail _____

II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA

1. Título do Projeto de Pesquisa

Análise multifatorial do estresse orgânico sobre atletas de Brazilian Jiu-Jitsu submetidos à competição simulada

2. Pesquisador Responsável

Emerson Franchini

3. Cargo/Função

Professor Associado

4. Avaliação do risco da pesquisa:

☐ RISCO MÍNIMO ☒ RISCO BAIXO ☐ RISCO MÉDIO ☐ RISCO MAIOR
(probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo)

5. Duração da Pesquisa

24 meses

III - EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO:

1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;

Nas modalidades esportivas de combate, em geral, e no Brazilian Jiu-Jitsu, especificamente, técnicos e treinadores têm reproduzido os mesmos treinamentos há anos, repassando os processos de treinamentos aprendidos com seus respectivos mestres. Adicionalmente, em relação aos esportes de combate de forma

geral, poucos estudos são realizados para diagnóstico do efeito de lutas múltiplas, como ocorre com o modelo competitivo, o que possibilitaria uma melhor compreensão da demanda fisiológica sob a qual o atleta necessita desempenhar, assim como as alterações entre os diferentes combates de uma competição. De fato, constata-se que ajustes diferentes ocorrem nas respostas metabólicas e de capacidades físicas durante momentos distintos de um evento competitivo. Assim sendo, tais distinções devem ser conhecidas e consideradas junto ao treinamento.

Portanto, o conhecimento das respostas fisiológicas durante a competição de Brazilian Jiu-Jitsu pode contribuir sobremaneira para o aperfeiçoamento dos métodos de treinamento na modalidade. Assim, o objetivo deste estudo será determinar as respostas fisiológicas e as alterações de desempenho físico de atletas de Brazilian Jiu-Jitsu submetidos à simulação de competição.

2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

Você será solicitado a realizar combates de Brazilian Jiu-Jitsu com diferentes durações (3, 5, 7 e 10 minutos) sem interrupções em caso de finalizações e/ou quatro lutas de 10 minutos com 30 minutos de intervalo entre os combates. Antes e após cada combate você passará por uma bateria de testes físicos, que constitui-se de dinamometria de preensão manual, para averiguar a força muscular de preensão; teste de velocidade de reação, para identificar o tempo que você leva para responder a um estímulo sonoro; teste sentar e alcançar, para avaliar a flexibilidade de membros inferiores e das costas; teste de sustentação na barra com quimono, para avaliar sua resistência de pegada; teste de salto vertical, para avaliar sua potência de membros inferiores. Juntamente com as baterias de testes, você terá o lóbulo da orelha perfurado para obtenção de uma gota de sangue, para medir lactato; e uma das veias do antebraço perfurada para dosagens de hormônios e indicadores de metabolismo e micro lesões teciduais. Todos os combates serão filmados, para análise técnico-táticas, e após cada combate você será questionado sobre a intensidade do esforço. Anteriormente aos combates você será questionado sobre sua alimentação, para avaliarmos quais nutrientes você consome, e a quantidade de nutrientes. Em sessão a parte, você passará por avaliação para medirmos sua massa corporal (peso), altura, circunferências, e dobras cutâneas e diâmetro ósseo.

3. desconfortos e riscos esperados;

Você poderá sentir um desconforto devido a série de punções das veias do antebraço e do lóbulo da orelha para as coletas sanguíneas, além da fadiga inerente a realização dos combates.

4. benefícios que poderão ser obtidos;

5.

Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo. Você receberá um relatório completo sobre seu desempenho e participação, assim como o resultado final do estudo.

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA:

O pesquisador responsável pelo estudo se coloca à disposição para esclarecer, a qualquer momento, as possíveis dúvidas sobre essa pesquisa, seus procedimentos, riscos e benefícios proporcionados. Adicionalmente, você tem o direito de se retirar a qualquer momento do estudo sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou transtorno dentro da competição. Sigilo, confidencialidade e privacidade dos dados e informações obtidos no estudo são assegurados pelo pesquisador responsável.

V - INFORMAÇÕES DE NOMES, ENDEREÇOS E TELEFONES DOS RESPONSÁVEIS PELO ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA, PARA CONTATO EM CASO DE INTERCORRÊNCIAS CLÍNICAS E REAÇÕES ADVERSAS.

Em caso de necessidade, você poderá entrar em contato com o Prof. Dr. Emerson Franchini pelo telefone 3091-2124 ou com o aluno de mestrado Leonardo Vidal Andreato pelo telefone 8495-3202.

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Não possui.

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

Declaro que, após convenientemente esclarecido pelo pesquisador e ter entendido o que me foi explicado, consinto em participar do presente Projeto de Pesquisa.

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO B - Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Of. CEP/4711/EEFE/280711

Senhor(a) Pesquisador(a)

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, em reunião ordinária realizada em 28 de julho de 2011, aprovou o Protocolo de Pesquisa nº 2011/32 - Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de Brazilian jiu-jitsu submetidos à luta fragmentada e simulação de competição, sob sua responsabilidade.

Solicitamos a observância da apresentação dos relatórios parcial e final da pesquisa, em setembro de 2012 e setembro de 2013, respectivamente.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Susly dos Santos
Presidente do Comitê de Ética em Pesquisa

Ilmo(a). Sr(a).
Prof(a). Dr(a). Emerson Franchini
EEFEUSP