UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô

Ursula Ferreira Julio

São Paulo
2015

URSULA FERREIRA JULIO

Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô

VERSÃO CORRIGIDA

(versão original disponível no Serviço de Biblioteca)

Tese apresentada à Escola de Educação Física
e Esporte da Universidade de São Paulo, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Doutor em Ciências

Área de Concentração: Biodinâmica do
Movimento Humano

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

São Paulo

2015

Catálogo da Publicação
Serviço de Biblioteca
Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

Julio, Ursula Ferreira

Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas
durante a luta de judô / Ursula Ferreira Julio. – São
Paulo : [s.n.], 2015.
112p.

Tese (Doutorado) - Escola de Educação Física e
Esporte da Universidade de São Paulo.
Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini.

1. Judô 2. Aptidão física 3. Fisiologia do exercício
I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: JULIO, Ursula Ferreira

Título: Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô

Tese apresentada à Escola de Educação Física
e Esporte da Universidade de São Paulo, como
requisito parcial para a obtenção do título de
Doutor em Ciências

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

*Dedico este trabalho aos meus pais
Eduardo Midões Julio e Maria Ferreira Julio.*

AGRADECIMENTOS

Agradecer as pessoas que tornaram possível que eu chegasse até aqui e finalizasse essa etapa tão importante da minha vida é um ato muito especial e emocionante, afinal eu não teria conseguido sem o auxílio de muitos. Só lamento que a boa memória seja um dos meus defeitos. Assim, peço desculpas pelas falhas que irei cometer, espero que não sejam muitas.

Embora o presente trabalho contemple apenas o período em que cursei o Doutorado, muitos acontecimentos que antecederam esse período foram de extrema importância.

Minha proximidade com o Judô, tema estudado durante todo o curso de Pós-Graduação, além de ter propiciado o interesse pelo assunto, me possibilitou conhecer e conviver com muitas pessoas especiais que participaram e ainda participam muito da minha vida. Aos meus amigos do Judô, agradeço pelas experiências, ensinamentos e amizades. Em especial ao meu sensei Douglas Vieira, à amiga Luana Martinez Vieira e às famílias “Barucotia” e “Shiroma”.

Agradeço aos meus amigos da Graduação pelo convívio, discussões e amizade, em especial aos amigos Rodrigo D’Alonso, Nádia Loureiro, Camila Martinelli e Silvia Terada. Agradeço também aos professores do curso de Educação Física da Universidade Presbiteriana Mackenzie, em especial o Prof. Dr. Rômulo Bertuzzi pela troca de ideias e experiências, as quais foram de extrema importância para o início da minha formação acadêmica. Agradeço também as pessoas que me ensinaram a conduzir uma coleta de dados organizada e divertida: Rosangela Romano, Rodrigo Oliveira e Prof. Dr. Fabio Lira.

Agradeço aos amigos de profissão pela troca de experiências, especialmente àqueles com quem convivi nos lugares em que trabalhei: *Kids Place*, Instituto Presbiteriano Mackenzie, *CUEBLA* e Academia Aquários.

Agradeço à minha família pela presença constante, pelo encorajamento e por terem compartilhado os momentos mais marcantes da minha vida. Em especial às minhas avós Maria Midões (em memória) e Josefa Ferreira (em memória) pelo exemplo de superação e por terem iniciado essa linda família à qual pertenço. Agradeço também ao meu avô João Devetinis pela constante torcida e carinho. Incluiria o nome de cada um dos “Ferreira”, mas isso estenderia essa seção de agradecimentos por muitas e muitas páginas. Amo vocês!

Agradeço aos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisas em Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate com quem pude discutir sobre essa temática e que auxiliaram na coleta de dados do presente projeto.

Agradeço aos funcionários da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, em especial Ilza Benedita, Paulo Serson (ex-funcionário), Elza Lellis, Mariana Braga e Marcio Nascimento pelo auxílio com as mais diversas dúvidas, sempre ensinando como enfrentar a burocracia com muita diversão. Admiro muito vocês!

Agradeço aos professores da Pós-Graduação, especialmente Prof. Dr. Valmor Tricoli, Profa. Dra. Claudia Forjaz, Prof. Dr. Umberto Correa e Profa. Dra. Patricia Brum pelas oportunidades, pela confiança e pelos ensinamentos, enquanto fui representante discente junto à Comissão de Pós-Graduação EEFE-USP, e pela disponibilidade e pelo apoio direcionado para a realização das três edições do Simpósio dos alunos de Pós-Graduação EEFE-USP em que pude compor a Comissão Organizadora.

Agradeço à Profa. Dra. Marília Seelander pelo acesso aos equipamentos do seu laboratório, os quais foram essenciais para armazenamento das amostras sanguíneas do presente projeto.

Agradeço os residentes da Medicina Esportiva (HCFMUSP) Anahy Wilde, Ricardo Becker, Renato Estrella, Ares Hiwata, Rafael Santos e João Paulo Pedroso pelo auxílio na coleta de dados. Agradeço também ao médico e especialista do LADESP Felipe Hardt pelo auxílio na coleta de dados, pela amizade e pelos momentos de descontração.

Agradeço o Prof. Dr. Fabio Lira e Barbara Antunes pelo auxílio nas análises sanguíneas.

Agradeço aos amigos da Pós-Graduação pela amizade, disponibilidade, apoio e risadas sem fim, tornando os dias da vida acadêmica na EEFE-USP muito mais agradáveis: Saulo Gil, Leonardo Pasqua, Everton Crivoi, Leandro Mazzei, Salomão Bueno, Juliana Stefanoni, Renata Denardi, Natália Ribeiro, Mayara Damasceno, Rodrigo Urso, Alan Lins, Camila Gobo e Ademir Felipe Schultz.

Agradeço aos membros da banca do Exame Geral de Qualificação, Prof. Dr. Eduardo Kokubun e Prof. Dr. Guilherme Artioli pelas sugestões e discussões que auxiliariam na

construção desse trabalho. Agradeço também o Prof. Dr. Guilherme Artioli pela disponibilidade de sempre, incluindo a permissão para utilização dos equipamentos do Laboratório de Nutrição e Metabolismo da Atividade Motora.

Agradeço ao amigo João Victor Esteves pelo auxílio indispensável e comprometido na coleta de dados, pela amizade, pela disponibilidade sem medida e pelo exemplo de humildade.

Agradeço a minha “eterna estagiária” Rubiana Curi pelo auxílio na coleta de dados, pelas análises dos vídeos, pelas sábias e confusas indagações, pelo comprometimento e responsabilidade, mas acima de tudo pela amizade e risadas sem fim.

Agradeço ao amigo Marcus Agostinho pelo auxílio nos diferentes momentos da execução do presente estudo (recrutamento dos voluntários, agendamento da coleta de dados e análise dos dados), pela longa amizade e pelo exemplo de honestidade e comprometimento.

Agradeço aos meus voluntários pela disponibilidade em participar do presente estudo com tanta paciência e disposição. Agradeço também pelos inúmeros momentos de descontração e risadas sem fim. Sem vocês a realização desse trabalho jamais seria possível.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro sem o qual eu não poderia ter me dedicado com exclusividade às atividades da Pós-Graduação.

Agradeço aos meus pais Eduardo Midões Julio e Maria Ferreira Julio pela vida, pela educação, pelo amor, pelo esforço em suprir as minhas necessidades em detrimento das suas próprias necessidades, pela torcida, pelas oportunidades, pelo apoio incondicional e pela paciência. Agradeço também a minha irmã Andressa Ferreira Julio pelo apoio e pela convivência intensa que contribuiu muito para o meu desenvolvimento pessoal. Espero um dia retribuir metade de tudo que vocês proporcionaram a mim; a minha vida pela vida de vocês.

Agradeço aos meus afilhados Nicolly Borges Mascena e Davi Leme Panissa Sampaio, pela felicidade que sinto toda vez que escuto eles dizerem “dinda”. Agradeço também o Guilherme Leme Panissa Sampaio, que em conjunto com a Nicolly e Davi me proporcionam as melhores

gargalhadas inocentes. Não há tristeza que persista quando estou com vocês. Espero estar sempre presente e auxiliá-los no que for preciso. Amo vocês!

Agradeço à Profa. Dra Maria Augusta P. D. Kiss pela supervisão e auxílio oferecidos durante o afastamento do Prof. Emerson Franchini.

Por fim os agradecimentos mais difíceis de serem redigidos: à minha amiga Valéria Panissa e ao meu orientador Emerson Franchini. Como agradecer por tanto em poucas linhas?

Agradeço à amiga comadre Valéria Leme Gonçalves Panissa (“Val”, “Flor”, “Mimi”) pela amizade sincera, desprovida de interesse, vaidade ou egoísmo. Ao longo desses dez anos de amizade e vida acadêmica em comum temos muita história para contar, muitos motivos para agradecer e celebrar. Agradeço a paciência e os conselhos dados, mas acima de tudo agradeço por compartilhar da mesma fé e por compartilhar tantas gargalhadas; rimos até chorar diariamente! Flor, que bom que pude caminhar por essa estrada tendo você ao meu lado!

Agradeço ao meu orientador Emerson Franchini pela paciente, respeitosa, intensa e agradável orientação que me foi proporcionada ao longo desses dez anos de convívio acadêmico. Agradeço cada uma das oportunidades oferecidas, desde as mais agradáveis até as mais árduas, todas me proporcionaram ótimos ensinamentos. Nesses muitos anos de convívio (são quase 20 desde quando nos conhecemos no Projeto USP-XEROX), a minha admiração por você só aumenta. Espero que a nossa parceria seja duradoura, assim como espero que a nossa amizade continue a ser saudável, sempre repleta de muitas risadas. Emerson, ainda bem que tive a oportunidade de ser sua orientanda!

Por fim, agradeço a Deus pelo dom da vida e por permitir que eu participasse de tudo isso de forma tão especial: À Ele toda a minha glória e todo o meu louvor!

*“Provai e vede quão suave é o Senhor!
Feliz o homem que tem nele o seu refúgio! ”
(Salmo Responsorial 33)*

RESUMO

JULIO, U. F. **Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô.** 2015. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

Considerando que a duração do combate de judô pode variar entre poucos segundos até um período superior a 5 min, a caracterização da demanda fisiológica do combate na sua duração regulamentar e fracionada, assim como a relação dessas respostas com o nível de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas é relevante para o aperfeiçoamento dos métodos de treinamento. Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar a aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô com diferentes durações. Para tanto, 12 atletas de judô foram submetidos a 10 sessões de avaliação. Nas duas primeiras sessões foram realizados quatro testes físicos para caracterização da aptidão aeróbia e anaeróbia dos membros superiores e inferiores. Nas demais sessões, os atletas foram submetidos a 15 combates simulados de judô (3 condições x 5 durações - 1, 2, 3, 4 e 5 min) com o mesmo oponente, em ordem aleatória e vendados quanto à duração do combate. Em uma das condições, os atletas simularam um combate real. Na segunda condição, os atletas lutaram usando um analisador de gases para mensurar o consumo de oxigênio, para a estimativa da contribuição dos sistemas de transferência de energia. Nessa condição foram impostas algumas adaptações de movimento. Para verificar se o uso do analisador de gases modificou as respostas obtidas, na terceira condição, os atletas lutaram com as mesmas adaptações, porém não usaram o equipamento. Em cada sessão foram conduzidos dois combates, intercalados por 60 min de recuperação. Foram quantificadas as respostas fisiológicas, perceptivas, de desempenho, de estrutura temporal e ações técnicas em todos combates. A comparação das variáveis dependentes foi realizada com uma análise de modelos mistos para medidas repetidas, seguida do *post hoc* de Bonferroni. As associações entre a aptidão aeróbia e anaeróbia com as variáveis do combate foram verificadas por meio da correlação de Pearson. Para todas as comparações pareadas significantes foi calculado o tamanho do efeito (*d* de Cohen). Em todas as análises foi adotado 5% como nível de significância. Os principais resultados demonstraram aumento da contribuição aeróbia com concomitante redução da contribuição dos sistemas anaeróbios com o transcorrer do combate, sendo a contribuição aeróbia superior à contribuição dos sistemas anaeróbios a partir do primeiro min de combate. O sistema anaeróbio láctico contribuiu com a menor proporção do custo energético do combate de judô. As taxas de incremento das respostas fisiológicas e perceptivas por min de combate foram reduzidas com o transcorrer do combate, sendo as principais modificações observadas no início do combate, sugerindo que os atletas podem apresentar estratégia para modular seus esforços. Com o transcorrer do combate observou-se manutenção do tempo médio de esforço e ações aplicadas, porém houve aumento do tempo médio dos períodos de pausa. Após a realização do combate observou-se declínio da resistência muscular dinâmica dos membros superiores, manutenção da força isométrica máxima de preensão manual e melhora da potência muscular dos membros inferiores. As variáveis de aptidão aeróbia e anaeróbia relacionaram-se com menor queda do desempenho, maior taxa de golpes de perna e maior tempo médio de combate. Assim, observou-se predominância do sistema aeróbio para suprir a energia necessária para a realização do combate de judô. Além disso, maiores níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia estão associados positivamente com o desempenho durante a luta.

Palavras-chave: sistemas de transferência de energia; estrutura temporal; desempenho físico; percepção subjetiva de esforço.

ABSTRACT

JULIO, U. F. **Physical fitness, technical actions and physiological responses during judo match.** 2015. 112 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

Considering that judo combat can last from a few seconds to up to more than 5 minutes, characterization of the physiological demands of combat in different time frames, and the relationship of these responses to an athlete's level of aerobic and anaerobic fitness is relevant to improving training methods. Thus, the objective of the present study was to describe the physiological demands of judo combat. Twelve judo athletes performed 10 experimental sessions. In the first and second sessions, four physical tests to characterize the aerobic and anaerobic fitness of the upper and lower limbs were performed. In the other sessions, the athletes performed 15 judo combat (involving 3 conditions x 5 durations of time: 1, 2, 3, 4 and 5 minutes) randomly determined, against the same opponent, on different days and blinded for time duration. In one condition, the athletes simulated actual combat. In the second condition, the athletes fought while using a gas analyzer to measure oxygen consumption in order to estimate the contribution of the energy systems. In this condition some motion adjustments were imposed. To verify if the use of the gas analyzer modified the responses obtained, in the third condition the athletes fought with the same adjustments, but did not use the equipment. These combat periods were divided into 8 sessions with two different conditions, separated by an interval of 60 minutes. The physiological, perceptual, performance, time-motion, and technical action responses were quantified in all matches. The comparison of the dependent variables was performed with an analysis of mixed models for repeated measures, followed by a post hoc Bonferroni. The associations between aerobic and anaerobic fitness to combat variables were verified using Pearson's correlation. For all significant pairwise comparisons the effect size (d Cohen) was calculated. A 5% level of significance was adopted for all analyses. The main results showed an increase in aerobic contribution with a concomitant reduction of the anaerobic contribution in the course of combat, given that the aerobic contribution was greater than the anaerobic contribution from the first minute of combat. The lactic anaerobic system contributed to the smaller proportion of energy cost in judo combat. The increment in rate of the physiological and perceptual responses per minute of combat decreased throughout the course of the combat, with the highest changes occurring at the beginning of combat, which suggest that judo athletes seem to modulate their effort. In the course of combat, maintenance of the average time of effort and actions occurred, but there was an increase in the average time of pause. After the combat, a decline in the dynamic strength endurance of the upper limbs was observed, while maximal isometric handgrip strength was maintained, and improvement of muscle power in the lower limbs was noted. The aerobic and anaerobic fitness variables were associated with lower fall performance, higher rate of leg attacks and a higher average time of standing combat. Thus, a predominance of the aerobic system in supplying the energy needed for the realization of judo combat was observed. In addition, higher levels of aerobic and anaerobic fitness are positively associated with performance during the combat.

Keywords: energy system; time-motion analysis; performance measurements; rating of perceived exertion.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1 O combate de judô	4
2.1.1 Caracterização da duração e das ações executadas durante o combate de judô	6
2.1.2 Caracterização da demanda fisiológica do combate de judô	9
2.1.2.1 Respostas fisiológicas em combates de judô simulados e competitivos	10
2.1.2.1.1 Concentração de lactato	11
2.1.2.1.2 Consumo de oxigênio	20
2.1.2.1.3 Frequência cardíaca.....	21
2.1.2.1.4 Marcadores bioquímicos	23
2.1.2.2 Respostas subjetivas	24
2.1.2.3 Desempenho físico.....	26
2.2 Contribuição dos sistemas de transferência de energia	28
3 OBJETIVOS.....	32
4 HIPÓTESES.....	33
5 MATERIAIS E MÉTODOS	35
5.1 Participantes.....	35
5.2 Procedimentos.....	35
5.3 Antropometria.....	37
5.4 Avaliação da aptidão aeróbia para membros inferiores e superiores	38
5.4.1 Protocolos e métodos para determinação do consumo de oxigênio pico	38
5.4.2 Protocolo e métodos para determinação das intensidades correspondentes ao limiar anaeróbio.....	39
5.5 Avaliação da aptidão anaeróbia para membros inferiores e superiores.....	40
5.6 Combates simulados de judô	40
5.6.1 Quantificação das ações dos combates	43
5.6.2 Bateria de testes de desempenho	44
5.6.3 Estimativa da contribuição dos sistemas de energia.....	45
5.7 Coletas de sangue e análises bioquímicas	46
5.8 Análise estatística	47
6 RESULTADOS.....	49
6.1 Características gerais, aptidão aeróbia e aptidão anaeróbia.....	49
6.2 Respostas da percepção subjetiva de recuperação e esforço nas diferentes condições e durações de combate.....	51
6.3 Respostas fisiológicas nas diferentes condições, durações e momentos do combate.....	53
6.4 Desempenho nos testes físicos nas diferentes condições, durações e momentos do combate.....	61
6.5 Estrutura temporal, ações técnicas e pontuações nas diferentes condições, durações e momentos do combate	65
6.6 Respostas da contribuição dos sistemas de energia em combates simulados.....	73
6.7 Correlações entre o nível de aptidão aeróbia e anaeróbia e variáveis do combate de 5 min sem o uso do analisador de gases	78
7 DISCUSSÃO	80
7.1 Diferentes condições de combate	80
7.2 Diferentes durações de combate	84
7.3 Diferentes momentos do combate	88
7.4 Contribuição dos sistemas de energia em combates simulados.....	91
8 CONCLUSÃO	97

REFERÊNCIAS.....	98
ANEXOS	107
ANEXO 1 – Termo de consentimento livre e esclarecido	107
ANEXO 2 – Aprovação dos procedimentos do estudo pelo comitê de ética local	110
ANEXO 3 – Escala de percepção subjetiva de esforço	111
ANEXO 4 – Escala de percepção subjetiva de recuperação	112

1 INTRODUÇÃO

O judô é um esporte de combate olímpico disputado em sete categorias para cada um dos sexos de acordo com a massa corporal dos atletas. Nos Jogos Olímpicos de Londres (2012) as medalhas concedidas para o judô representaram, aproximadamente, 6% do quadro geral de medalhas (56 entre as 962 possíveis) (INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE, 2013), demonstrando a representatividade dessa modalidade no cenário esportivo mundial.

O desenvolvimento do combate pode ser em pé, por meio de golpes de arremesso, e no solo, por meio de imobilizações, chaves na articulação do cotovelo e estrangulamentos. A duração regulamentar do combate é de cinco min para o masculino e quatro min para o feminino, os quais podem ser prorrogados quando ocorre empate (pontuações e punições) no tempo regulamentar, até que um dos atletas obtenha uma pontuação ou até que o adversário seja punido (*golden score*), não existindo limite de tempo máximo para a prorrogação (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2013). Dessa forma, a duração do combate pode variar entre poucos segundos até um período prolongado. Devido às constantes interrupções que ocorrem durante o combate, as quais são mediadas pela ação do árbitro, o judô é considerado uma modalidade intermitente. Em um único combate são realizadas cerca de 11 sequências de combate (MARCON et al., 2010), cuja duração de cada período de esforço e pausa é de, aproximadamente, 30 s e 10 s, respectivamente (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013).

Na literatura, alguns estudos buscaram caracterizar a demanda fisiológica do combate de judô a partir de testes intermitentes em cicloergômetro (ARTIOLI et al., 2007; FRANCHINI et al., 2003; KROGULSKI et al., 1986; KROGULSKI; LUKASZEWSKA, 1989; MARKOWSKA et al., 1987; MICKIEWITZ; STARCZENSKA; BORKOWSKI, 1991) ou em testes específicos que envolveram ações do judô (ALMANSBA; FRANCHINI; STERKOWICZ, 2007; HEINISCH, 1997; SANTOS et al., 2010; STERKOWICZ, 1995). Embora esses estudos auxiliem na caracterização da modalidade e do nível de aptidão física dos atletas, e na compreensão do comportamento fisiológico durante estímulos com estrutura temporal similar, a especificidade das ações da modalidade não é atendida.

A escassez de estudos sobre a demanda fisiológica do combate propriamente dito se dá principalmente pela inviabilidade de realizar vários tipos de medidas durante o combate (DETANICO et al., 2012). Em decorrência desta dificuldade, a principal estratégia utilizada pelos pesquisadores é analisar algumas respostas fisiológicas, perceptivas e de desempenho em atividades utilizadas durante o treino, ou em combates simulados e competitivos.

Nesse sentido, destacam-se as repostas fisiológicas: concentração de lactato [La] (ARTIOLI et al., 2007; BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003; FRANCHINI et al., 2001a, 2004b; FRANCHINI; TAKITO; BERTUZZI, 2005; LIMA et al., 2004; SBRICCOLI et al., 2007; SERRANO et al., 2001), consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) (AHMAIDI et al., 1999; ALMANSBA et al., 2010; DE MEERSMAN; RUHLING, 1997; FRANCHINI et al., 2008; KANEKO; IWATA; TOMIOKA, 1978; LECH et al., 2010; SUGIYAMA, 1999; SZMATLAN-GABRYS et al., 2004) e frequência cardíaca (FC) (BONITCH et al., 2005; COTTIN; DURBIN; PAPELIER, 2004; HOUVENAEGHEL et al., 2005; KANEKO; IWATA; TOMIOKA, 1978; SBRICCOLI et al., 2007); respostas da percepção subjetiva de esforço (CHTOUROU et al., 2013; HAJSALEM et al., 2013; SERRANO et al., 2001); e respostas do desempenho (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012).

A partir dos resultados obtidos com esses estudos supracitados a demanda fisiológica de um único combate tem sido descrita como elevada. Embora a mensuração direta da contribuição dos sistemas de transferência de energia, assim como a integração das respostas fisiológicas, perceptivas, de desempenho, da estrutura temporal e das ações executadas durante o combate não tenha sido realizada diretamente, há algumas suposições a respeito da demanda fisiológica do combate. Durante os períodos de esforço, a aplicação do golpe envolve uma ação muscular de potência. Embora a avaliação direta da intensidade empregada na aplicação dos golpes seja de difícil quantificação, uma vez que a técnica pode ser aplicada em situações envolvendo ou não a antecipação dos movimentos do oponente, é provável que a energia para realizar esse tipo de ação seja sustentada, principalmente, pelo metabolismo anaeróbio alático. Nos demais momentos do combate, é provável que a manutenção do esforço seja sustentada pelos três sistemas de transferência de energia de forma integrada, com aumento temporal da contribuição relativa do sistema aeróbio e concomitante redução da contribuição relativa dos sistemas anaeróbios. Por fim, o metabolismo aeróbio deve contribuir para a recuperação do atleta nos períodos de pausa. Vale ressaltar que essas inferências até o presente momento não foram testadas.

A caracterização da demanda fisiológica do combate de judô quer seja em sua duração total, quer seja pelo fracionamento desse período, pode contribuir para o aperfeiçoamento dos métodos de treinamento para a modalidade (CALMET, 2007). A fragmentação do combate é relevante para compreender como, quando e em que magnitude são observadas as modificações na demanda fisiológica durante o seu transcorrer, especialmente porque nem sempre as modificações observadas ao término do combate representam as ocorrências típicas

durante o desenvolvimento do mesmo. Adicionalmente, as respostas fisiológicas, perceptivas e de desempenho do combate, possivelmente, devem estar associadas com as diferentes ações aplicadas durante o combate, assim como o nível de aptidão física do judoca, uma vez que há associação entre as diferentes ações técnicas e táticas realizadas durante o combate e o perfil fisiológico do atleta (GARIOD et al., 1995).

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura do presente estudo contemplou informações acerca da caracterização da demanda fisiológica do combate de judô e os métodos utilizados para estimar a contribuição dos sistemas de energia durante em esportes de combate.

Para isso, na primeira parte foram apresentados os dados da análise da estrutura temporal (do termo em inglês *time-motion*) considerando o período total do combate e o período de cada sequência de esforço e pausa (tempo médio). Em seguida, foram apresentados os estudos que tiveram como objetivo caracterizar a demanda fisiológica do combate realizando medidas fisiológicas, perceptivas e de desempenho em combates competitivos ou simulados.

Na segunda parte, foram apresentados os estudos que objetivaram estimar a contribuição dos sistemas energéticos durante o combate simulado. Nesse tópico foram apresentados os estudos que realizaram essas medidas em outros esportes de combate, uma vez que essas medidas, até o presente momento, não foram realizadas no combate de judô.

2.1 O combate de judô

O desenvolvimento do combate de judô pode ser em pé e no solo. No combate em pé, o objetivo do atleta é arremessar o seu adversário de costas ao chão utilizando golpes de perna, braço, quadril, conforme a predominância do envolvimento destas partes do corpo para a execução do golpe, bem como técnicas de sacrifício, que são técnicas em que o indivíduo que realiza a projeção sacrifica seu equilíbrio para arremessar o adversário (BROUSSE; MATSUMOTO, 1999). Considerando o posicionamento que o adversário cai no solo, o controle exercido pelo atleta que realiza a projeção, assim como a força e velocidade de aplicação do golpe, o árbitro do combate atribui uma pontuação (*yuko*, *wazari* e *ippon*). No combate de solo, o atleta pode alcançar a vitória imobilizando o seu adversário durante 20s, ou obtendo pontuações intermediárias com imobilizações durante 10 a 14 s (*yuko*) e 15 a 19 s (*wazari*); ou ainda provocar a desistência do seu adversário, ação que caracteriza o *ippon*, aplicando uma chave na articulação do cotovelo ou um estrangulamento.

A vitória é dada ao atleta que consegue a pontuação máxima (*ippon*), o que determina o término do combate. Se ao término do tempo regulamentar de combate nenhum dos atletas conseguir o *ippon*, o atleta que tiver a superioridade de pontos é declarado como vencedor. Além do *ippon*, existem outras duas pontuações válidas que são o *yuko* e o *wazari*. Dois *wazari* configuram um *ippon*, porém não há equivalência entre o número de *yuko*, a menor pontuação que pode ser obtida, e as demais pontuações. Por exemplo, se o atleta A obtiver um

wazari e o atleta B sete *yuko*, o vencedor do combate será o atleta A (FEDERAÇÃO PAULISTA DE JUDÔ, 2013). Caso ocorra empate de pontuações, mas exista diferença no número de punições (*shidô*), o atleta que foi menos punido é declarado vencedor.

Nas competições de judô os atletas são separados por sexo, classe etária e categorias de peso. A regra para cada uma dessas subdivisões é diferente, principalmente com relação a duração do combate. Na principal classe etária de disputa, a categoria Sênior (acima de 21 anos), os atletas do masculino e feminino são divididos em 7 categorias de peso cada (Quadro 1) (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2010).

	Masculino (kg)	Feminino (kg)
Ligeiro	Até 60	Até 48
Meio-leve	Acima de 60 e até 66	Acima de 48 e até 52
Leve	Acima de 66 e até 73	Acima de 52 e até 57
Meio-médio	Acima de 73 e até 81	Acima de 57 e até 63
Médio	Acima de 81 e até 90	Acima de 63 e até 70
Meio-pesado	Acima de 90 e até 100	Acima de 70 e até 78
Pesado	Acima de 100	Acima de 78

Quadro 1 – Nomenclatura das categorias de peso no judô, assim como a faixa limite de massa corporal para os atletas do sexo masculino e feminino (Adaptado de FEDERAÇÃO PAULISTA DE JUDÔ, 2013).

A duração prevista do combate é de cinco min para o masculino e de quatro min para o feminino. Em condições de igualdade de pontos e punições, esse período pode ser prorrogado até que um dos atletas obtenha uma pontuação ou punição (*golden score*), não existindo limite de tempo máximo para a prorrogação (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2013), possibilitando que a duração do combate varie entre poucos segundos até um período prolongado. Devido às constantes interrupções que ocorrem durante o combate em função do comando do árbitro do combate, o judô é classificado como uma modalidade intermitente, constituída de várias sequências de esforço e pausa. A descrição do tempo total e médio, assim como as ações que são executadas no combate são apresentados a seguir.

2.1.1 Caracterização da duração e das ações executadas durante o combate de judô

Como a duração real do combate é variável, alguns pesquisadores buscaram descrever a estrutura temporal do combate, sendo que alguns realizaram uma análise menos detalhada, apresentando apenas dados do tempo médio por períodos de esforço (sequência de combate em pé e no solo), e períodos de pausa (CASTARLENAS; PLANAS, 1997; GUTIÉRREZ-SANTIAGO et al., 2011; MONTEIRO, 1995; SIKORSKI et al., 1987; STERKOWICZ; MASLEJ, 1998; VAN MALDEREN et al., 2006), ao passo que outros pesquisadores segmentaram a análises da estrutura do combate considerando as fases e ações que são executadas em cada sequência de esforço (MARCON et al., 2010; MIARKA et al., 2012).

Franchini, Artioli e Brito (2013), em revisão da literatura, descreveram que para cada sequência de combate o tempo de esforço é de aproximadamente 30 s (variação entre 10 e 63s), ao passo que os períodos de pausa são de aproximadamente 10 s (variação entre 1 e 22s), ou seja, uma razão de esforço e pausa de 2:1 ou 3:1 normalmente é observada. Além disso, em um único combate os atletas realizam cerca de 11 sequências de esforço (MARCON et al., 2010).

Ao avaliar a reprodutibilidade intra e entre avaliadores na utilização de um programa de computador *Saats*TM (*Structural Analysis of Action and Time in Sports*) para analisar a estrutura temporal do combate de judô, Marcon et al. (2010) analisaram dez atletas de judô que realizaram três combates simulados e separados por intervalo de 20 min. As fases do combate consideradas pelos autores foram: (a) tempo de preparação – período em que houve movimentação, observação e preparação dos atletas sem que houvesse contato entre os mesmos; (b) tempo de pegada – período em que houve contato entre os atletas que disputaram o estabelecimento da melhor pegada para posterior aplicação da técnica; (c) tempo de técnica – período em que o atleta executou uma técnica ou arremessou seu adversário durante o combate em pé (desequilíbrio e encaixe); (d) tempo de finalização da técnica de projeção – momento da queda quando o atleta que estava sendo analisado cai no solo, sendo possível que ambos os atletas caíssem como resultado da aplicação da técnica; (e) tempo de solo – período em que o combate foi desenvolvido no solo com objetivo de imobilizar ou finalizar o adversário; (f) tempo de pausa – período de interrupção do combate definido pelo árbitro. O Quadro 2 apresenta os resultados obtidos.

	Preparação	Pegada	Técnica	Queda	Solo	Pausa
Tempo total de combate (s)						
Combate 1	82 ± 10	143 ± 37	4 ± 1	5 ± 2	55 ± 22	51 ± 13
Combate 2	86 ± 6	144 ± 30	5 ± 3	5 ± 2	49 ± 22	51 ± 12
Combate 3	83 ± 6	141 ± 34	4 ± 2	4 ± 2	53 ± 22	53 ± 14
Tempo média por sequência de combate (s)						
Combate 1	4 ± 1	16 ± 5	1,4 ± 0,3	*	17 ± 12	7 ± 1
Combate 2	4 ± 2	18 ± 3	1,0 ± 0,4	*	9 ± 5	6 ± 2
Combate 3	4 ± 1	17 ± 3	1,7 ± 0,5	*	13 ± 6	7 ± 1

Quadro 2 – Análise do tempo (média ± desvio padrão) total e médio por sequência de combate em três combates simulados (Adaptado de MARCON et al., 2010).

Nota: No solo são apresentados os valores médios para 4 sequências, ao passo que para as demais variáveis os valores médios referem-se a 11 sequências de combate; * = valores não apresentados.

De maneira resumida, observou-se que o tempo de preparação do combate teve duração média entre três e cinco segundos; o tempo médio de disputa de pegada variou entre 11 e 21 s; a aplicação das técnicas aconteceu num período extremamente curto, inferior a dois segundos; para o tempo no solo observaram-se valores próximos aos valores apresentados para o período de disputa de pegada, porém com uma frequência menor (apenas em quatro das 11 sequências de combate); e o tempo de pausa durou entre seis e oito segundos. Ainda que os autores tenham apresentando a fase de finalização da técnica de projeção para a análise do combate completo, os dados para cada sequência de combate não foram apresentados e os autores não apresentaram qualquer justificativa para essa ausência. Do ponto de vista prático, essa fase poderia ser agregada à fase de técnica (composta apenas pelo desequilíbrio e encaixe), uma vez que a aplicação da técnica é constituída de três fases: desequilíbrio, encaixe e finalização da técnica.

Diferentemente da análise em combates simulados por Marcon et al. (2010), Miarka et al. (2012) analisaram a estrutura temporal de combates oficiais de competições de nível Regional e Estadual, utilizando o software FRAMI®, que foi elaborado e validado para essa finalidade (MIARKA et al., 2011). Foram consideradas as seguintes variáveis: (a) tempo de combate – período entre os comandos para iniciar (*hajime*) e parar (*mate*) ou finalizar o combate (*soremade*) proferidos pelo árbitro; (b) tempo de combate em pé – período em que ambos os lutadores realizaram o combate em pé com a intenção de aplicar as técnicas de arremesso; (c) tempo de movimentação sem contato – período entre o comando do árbitro

para início do combate e o primeiro contato de pegada; (d) tempo de pegada – período entre o estabelecimento da pegada e a ausência de contato entre os oponentes; (e) tempo de combate em solo – período em que um ou ambos os atletas executaram técnicas no solo; (f) tempo de pausa – período entre os comandos para parar e reiniciar o combate. Os resultados das análises são descritos no Quadro 3.

	Tempo médio (s)	Tempo total (s)
Combate	30 ± 33	182 ± 109
Combate em pé	24 ± 27	148 ± 92
Movimentação sem contato	5 ± 8	32 ± 28
Pegada	14 ± 15	89 ± 63
Combate em solo	15 ± 14	50 ± 37
Pausa	11 ± 10	57 ± 58

Quadro 3 – Análise do tempo (média ± desvio padrão) total e médio de cada sequência de combate (Adaptado de MIARKA et al., 2012).

Verifica-se que há uma grande variação do tempo de cada variável analisada. Por exemplo, considerando o tempo de combate em pé para cada sequência de esforço, o tempo médio foi de 24 s com um desvio padrão de 27 s, ou seja, o desvio padrão foi superior ao valor médio dessa variável. Por sua vez, para o tempo total de combate observou-se valores médios de 189 s com desvio padrão de 109 s, ou seja, observa-se que 66% dos combates duraram entre 80 e 298 s. Adicionalmente, não foi observada a ocorrência de pausa em 52 combates (9% dos combates analisados) e combate no solo em 65 combates (11% dos combates analisados).

Além da descrição do tempo médio e total, os autores também apresentaram dados percentuais de cada uma dessas variáveis considerando o tempo máximo permitido pela regra. Assim, observou-se que em média os combates são finalizados em 56% do tempo e as pausas representam 17%; o combate desenvolvido em pé representa 46% do tempo máximo ao passo que para o combate de solo foram observados valores de 15%; os atletas permaneceram 10% do tempo máximo do combate desenvolvendo movimentação sem contato e 28% realizando a pegada. Nos combates analisados, os autores relataram a ocorrência de prorrogação em 25% dos combates analisados. Por fim, os autores observaram valores medianos de 7 sequências de combate e pausa (variação entre 3 e 12 sequências, representando o primeiro e terceiro quartil,

respectivamente) e 3 sequências de combate no solo e pausa (variação de 1 e 6 sequências, representando o primeiro e terceiro quartil, respectivamente).

Calmet, Miarka e Franchini (2010) analisaram detalhadamente a fase da pegada (tempo médio por sequência de combate e comportamento) dos atletas vencedores de 35 combates, sendo nove iniciantes, 16 intermediários e dez *experts* de ambos os sexos. Os autores observaram que o número e o tempo médio das sequências de pegada eram iguais para os atletas dos diferentes níveis, porém, as ações realizadas nesse período eram distintas. Os atletas iniciantes, logo no início do combate realizavam a pegada em seus adversários, na maioria das vezes com as duas mãos, e passavam a maior parte do tempo tentando arremessar o adversário, sendo o ataque realizado após um longo período. Por sua vez, os atletas do grupo *expert* apresentavam um tempo menor entre o estabelecimento da pegada e a entrada do golpe, sendo o maior tempo gasto na movimentação sem contato e tentando realizar a pegada. Esses atletas também apresentavam menor frequência de ataques comparado com os atletas iniciantes e intermediários.

Esses dados em conjunto, além de caracterizar a duração de cada uma das fases que compõem a dinâmica do combate de judô, demonstram também que o esforço do combate ser caracterizado como intermitente, sendo a intensidade e a duração das fases que compõem essa atividade variadas.

2.1.2 Caracterização da demanda fisiológica do combate de judô

A compreensão da demanda fisiológica do exercício intermitente é difícil de ser estabelecida. Essa dificuldade é resultante da variação observada nas respostas fisiológicas desse tipo de exercício quando há manipulação de uma ou mais variáveis que o constituem. No caso do judô há uma dificuldade adicional, dada a impossibilidade de quantificar a intensidade das ações.

Quando um único estímulo com duração curta (menor que 30 s) é realizado na máxima intensidade, a ressíntese do ATP se dá predominantemente pelos sistemas anaeróbios com pequena contribuição do sistema aeróbio (GASTIN, 2001). No entanto, quando este mesmo estímulo supramáximo é repetido durante o exercício intermitente, a solicitação dos sistemas energéticos apresenta-se de maneira diferente de um único estímulo (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a, b; GIRARD; MENDES-VILLANUEVA; BISHOP, 2011; GLAISTER, 2005; SPENCER et al., 2005). Adicionalmente, tem sido sugerido aumento da contribuição relativa do sistema aeróbio principalmente quando o exercício intermitente é realizado com intervalos curtos de pausa (GASTIN, 2001), mais pronunciada quando a recuperação entre os

estímulos é ativa (DORADO; SANCHIS-MOYSI; CALBET, 2004), além da diminuição da contribuição anaeróbia láctica quando a recuperação entre os estímulos é mais curta (GLAISTER, 2005; SPENCER et al., 2005).

Buchheit e Laursen (2013a) descreveram em artigo de revisão que o treinamento ou exercício intermitente de alta intensidade pode ser prescrito a partir da manipulação de nove variáveis: duração e intensidade do esforço, duração e intensidade da pausa, modalidade do exercício, número de repetições, número de séries, assim como a duração e a intensidade da pausa para recuperação entre as séries. Ao manipular essas variáveis, alguns estudos demonstraram modificações nas respostas fisiológicas para intensidade do esforço (BAKER et al., 2007; DURANDT et al., 2006), duração do esforço (CHRISTMASS; DAWSON; ARTHUR, 1999; PRICE; HALABI, 2005; PRICE; MOSS, 2007; WITTEKIND; MICKLEWRIGHT; BENEKE, 2011), intensidade da pausa (BILLAUT; BASSET, 2007; DORADO; SANCHIS-MOYSI; CALBET, 2004; DUPONT et al., 2010; TOUBEKIS; DOUDA; TOKMAKIDIS, 2005), duração da pausa (BAKER et al., 2007; GLAISTER et al., 2005) e relação esforço/pausa (LITTLE; WILLIAMS, 2007; OLIVER; ARMSTRONG; WILLIAMS, 2009). Vale ressaltar que os estudos que manipularam essas variáveis, para compreender as respostas fisiológicas do exercício intermitente, utilizaram a corrida ou cicloergômetros, os quais não se assemelham aos gestos do judô, impedindo sua aplicação direta para o treinamento dos atletas de judô.

Para compreender as respostas fisiológicas do combate de judô e considerando a impossibilidade de realizar muitas medidas durante o combate (DETANICO et al., 2012), Franchini, Artioli e Brito (2013) observaram que na literatura, os pesquisadores interessados em compreender essas respostas têm utilizado quatro estratégias: (a) determinar o perfil fisiológico de atletas de alto-nível, comparando-os com atletas de menor nível competitivo, observando quais capacidades físicas são bem desenvolvidas e quais capacidades físicas discriminam atletas de diferentes níveis competitivos; (b) conduzir análises de estrutura temporal para realizar inferências sobre o perfil metabólico do combate de judô; (c) realizar medidas fisiológicas durante atividades ou durante o treino de judô; (d) conduzir medidas fisiológicas e de desempenho durante combates simulados e competitivos.

2.1.2.1 Respostas fisiológicas em combates de judô simulados e competitivos

Nesse tópico foram descritos apenas os estudos que realizaram alguma medida fisiológica ou de desempenho em combates simulados e competitivos. Não foram descritos os estudos que mensuraram essas medidas durante atividades executadas durante os treinos de

judô, em testes laboratoriais, nem os estudos que buscaram caracterizar o perfil de judocas, observando quais capacidades físicas discriminam atletas de diferentes níveis competitivos. Essa opção foi realizada porque o objetivo da presente revisão é descrever o combate, cujo desenvolvimento depende da interação com o adversário (ARTIOLI et al., 2012). A forma mais próxima de observar o comportamento dessa imprevisibilidade e interação é observar o combate propriamente dito, realizado em competições ou em simulações. Adicionalmente, serão descritos apenas estudos cuja amostra foi composta por judocas do sexo masculino, foco do presente estudo.

2.1.2.1.1 Concentração de lactato

A concentração de lactato [La] foi a medida fisiológica mais utilizada nos estudos que tiveram como objetivo compreender as respostas fisiológicas do combate de judô, em *randori* (forma de desenvolvimento do combate durante o treino) (BRANCO et al., 2013), em único combate simulado (SANCHIS et al., 1991) ou competitivo (OBMIŃSKI et al., 2010), em múltiplos combates simulados (BONITCH-GÓNGORA et al., 2012) ou competitivos (SERRANO et al., 2001). A medida da [La] tem sido utilizada como marcador de utilização do sistema anaeróbio láctico (di PRAMPERO; FERRETI, 1999). No Quadro 4 é apresentada uma síntese dos resultados observados nos estudos que realizaram essa medida.

Autores (ano)	Amostra	Duração do combate	Adversário	[La] repouso (mmol.L⁻¹)	[La] pico (mmol.L⁻¹)
<i>Randori</i>					
Branco et al. (2013)	10 de nível nacional e internacional Brasil	4 x 5 min RP por 5 min	Diferente em cada combate com massa corporal similar	-	1: 8,0 ± 2,6 2: 7,7 ± 2,6 3: 7,1 ± 2,3 4: 7,6 ± 2,2
Único combate simulado					
Sanchis et al. (1991)	28 de nível regional	173 ± 96s	Massa corporal e nível técnico similares	-	9,98 ± 2,9
Suay et al. (1999)	28 Espanha	Tempo regulamentar	Massa corporal e nível competitivo similares	-	V: 9,53 ± 0,84 P: 10,42 ± 0,72
Franchini et al. (2001b)	17 Brasil	15 min RA e 15 min RP	Massa corporal similar (<10%)	RA: 2,1 ± 0,4 RP: 2,2 ± 0,4	RA: 10,3 ± 1,8 RP: 10,0 ± 1,6
Degoutte, Jouanel e Filaire (2003)	16 França	5 min	Nível técnico similar	1,2 ± 0,1	12,3 ± 0,8 [†]
Franchini et al. (2004b)	10 elite Brasil 15 não elite Brasil	15 min RA e 15 min RP	Massa corporal similar (<10%)	RA: 1,58 ± 0,54 RP: 1,19 ± 0,44 RA: 1,60 ± 1,23 RP: 1,56 ± 0,66	RA: 9,45 ± 2,36 RP: 10,08 ± 2,14 RA: 12,52 ± 2,81 RP: 12,67 ± 2,85

Continuação					
Autores, ano	Amostra	Duração do combate	Adversário	[La] repouso (mmol.L ⁻¹)	[La] pico (mmol.L ⁻¹)
Único combate simulado					
Lima et al. (2004)	11 universitários	1,5 min	-	VG: ~1,74 ± 0,15	VG: ~11,5 ± 0,6
	Brasil	3 min		VG: ~1,98 ± 0,09	VG: ~11,6 ± 1,8
		5 min		VG: ~1,98 ± 0,22	VG: ~11,6 ± 2,6
Sbriccoli et al. (2007)	6 olímpicos	1 x 5 min	-	1,4 ± 0,3	10,3 ± 2,6
	Itália	2,5 min com cada parceiro			
Detanico et al. (2012)	8	1 x 5 min	Massa corporal similar	-	10,2 ± 3,1
	Brasil	Apenas combate em pé	(<15%)		
Múltiplos combates simulados					
Franchini et al. (1998)	6 Juvenil	3 x 4 min;	Diferentes	1: 1,6 ± 0,6	1: 10,24 ± 2,52
	Brasil	Intervalo > 20 min		2: 3,1 ± 1,9	2: 10,95 ± 3,27
				3: 4,3 ± 2,1	3: 9,23 ± 1,70
				5 Júnior	
	Brasil				2: 10,48 ± 1,32
					3: 9,80 ± 2,62
		4 Sênior			1: 11,77 ± 3,93
	Brasil				2: 11,23 ± 2,17
					3: 11,20 ± 4,50

					Continuação
Autores, ano	Amostra	Duração do combate	Adversário	[La] repouso (mmol.L ⁻¹)	[La] pico (mmol.L ⁻¹)
Múltiplos combates simulados					
Bonitch-	11 nível nacional	4 x 5 min com intervalo	Massa corporal similar	-	1: 14,6 ± 4,0
Domínguez et	Espanha	de 15 min	(<10%)		2: 14,9 ± 4,0
al. (2010)			Igual ranking		3: 13,9 ± 2,8
					4: 12,6 ± 3,5
Bonitch-	12 nível nacional	4 x 5 min com intervalo	Massa corporal similar	-	1: 18,12 ± 4,4
Góngora et al.	Espanha	de 15 min	(<10%)		2: 16,95 ± 3,58
(2012)					3: 15,27 ± 4,47
					4: 14,58 ± 3,57
Único combate competitivo					
Obmiński et al.	29 em uma	1º combate: 2 – 3,5 min	Seguindo regras		13,8 ± 2,9
(2010)	competição	1 º combate: 3,5 – 5	competitivas		14,8 ± 3,5
	internacional	min			
Múltiplos combates competitivos					
Sikorski et al.	Participantes da	4 x não identificado	Seguindo regras		1: 10,3 ± 4,7
(1987)	Copa <i>Matsumae</i> de		competitivas		2: 13,3 ± 2,0
	1986 *				3: 15,9 ± 1,4
	Polônia				4: 17,2 ± 1,9

					Continuação
Autores, ano	Amostra	Duração do combate	Adversário	[La] repouso (mmol.L ⁻¹)	[La] pico (mmol.L ⁻¹)
Múltiplos combates competitivos					
Sikorski et al. (1987)	Participantes de	6 x não identificado	Seguindo regras competitivas	-	1 (n=51): 13,6 ± 2,3
	Torneios				2 (n=15): 13,9 ± 2,9
	Internacionais em				3 (n=22): 13,2 ± 2,5
	1981-1982 e				4 (n=5): 13,3 ± 1,0
	Campeonato				5 (n=15): 13,2 ± 1,6
	Nacional em 1981 [#]				F (n=22): 13,7 ± 2,6
	Polônia				
Serrano et al. (2001)	13 participantes de uma competição interclubes Espanha	2 ou 3 (incluindo o último combate quando o atleta foi eliminado)	Seguindo regras competitivas	-	10,4 ± 0,6 [†]

Ao observar o Quadro 4, verifica-se diferença nos valores mensurados. Apenas um estudo mensurou a [La] após a realização do *randori* sem realização prévia de outras atividades comuns ao treino de judô. Branco et al. (2013) analisaram dez atletas com experiência nacional e internacional durante quatro *randori* com o objetivo de verificar a associação entre a percepção subjetiva de esforço (PSE), frequência cardíaca e [La]. Os atletas realizaram os quatro combates com adversários diferentes, porém com massa corporal similar e intercalados por um período de recuperação de cinco min. Vale ressaltar que o *randori* se diferencia do combate real por ser uma prática de combate realizada durante o treinamento que não requer mediação de um árbitro e a sua duração totalizou cinco min no estudo acima mencionado. Esse tempo é diferente do combate competitivo, cuja duração é de cinco min de combate sem contabilizar os períodos de pausa. Essa característica torna o *randori* um combate cujos esforços têm caráter menos intermitente (menor frequência e duração dos períodos de pausa) do que o combate realizado na competição. Os autores observaram valores médios entre 7,1 e 8 mmol.L⁻¹, sendo os valores observados nos dois primeiros combates superiores aos valores do quarto combate. Esses valores foram inferiores aos observados em combates simulados e competitivos, o que poderia ser explicado pelo caráter menos intervalado do *randori*. Além disso, a [La] foi mensurada após o término do combate, o que se torna uma limitação, uma vez que o pico dessa concentração tem sido observado em período superior a um min (SERRANO et al., 2001) e não retorna aos valores de repouso após 60 min de recuperação (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003). Como os autores não mensuraram a [La] antes do início do combate, é provável que os valores estivessem elevados desde o início do combate, o que pode ter comprometido a comparação dos valores entre os combates.

Por sua vez, os estudos que analisaram a [La] em único combate simulado observaram valores médios entre 9,45 e 12,67 mmol.L⁻¹. A variação nos valores observados pode estar relacionada às diferenças observadas quanto ao método de coleta e análise da amostra de sangue, duração do combate e características da amostra. Franchini et al. (2004a) compararam os valores da [La] de 68 amostras analisadas em dois aparelhos diferentes, *Yellow Springs* e *Accusport*. Os autores observaram que embora os valores fossem altamente correlacionados, havia uma diferença cruzada nos valores médios: abaixo de 5 mmol.L⁻¹ (especialmente próximo a 2 mmol.L⁻¹) o *Accusport* superestima os valores do *Yellow Springs*; acima de 5 mmol.L⁻¹ o *Accusport* subestima os valores do *Yellow Springs*. Nos estudos descritos no Quadro 4, verificou-se que foram utilizados três métodos diferentes para as análises: *Yellow Springs* (FRANCHINI et al., 2004b), *Accusport* (LIMA et al., 2004) e método enzimático

(SANCHIS et al., 1991). Além disso, observou-se também que as amostras foram retiradas de dois locais diferentes: lóbulo da orelha (SUAY et al., 1999) e ponta do dedo (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003). Vale ressaltar que a escolha do local do corpo em que são retiradas as amostras de sangue apresenta impacto direto na [La], sendo os valores da ponta do dedo superiores aos valores do lóbulo da orelha (DRAPER et al., 2006; FORSYTH e FARRALLY, 2000). Ainda que seja observada uma variação nos valores verifica-se que em um único combate simulado há uma solicitação moderada a elevada do sistema glicolítico (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013), inferida pelos valores elevados da [La].

Sanchis et al. (1991) não estabeleceram duração fixa para o combate simulado e, provavelmente, finalizaram o combate quando um dos atletas obteve o *ippon*. Assim a duração média dos combates analisados foi de 173 s. Os autores observaram valores próximos a 10 mmol.L^{-1} , demonstrando que ao realizar combate simulado com 60% da duração máxima estabelecida pelas regras, os valores eram elevados e próximos àqueles observados em combates simulados com duração de cinco min. De fato, os valores elevados da [La] podem ser observados no início do combate simulado. Lima et al. (2004), ao avaliarem 11 atletas universitários, tiveram como objetivo associar as [La] com o tempo de reação em combates com três diferentes durações. Os autores não verificaram diferença nos valores da [La] em combates com duração de um min e meio, três e cinco min. Como os atletas tinham conhecimento da duração dos combates, os autores acreditam que a ausência da diferença na [La] foi porque os atletas mediarão o esforço dos combates, sendo esse esforço mais intenso nos combates mais curtos e menos intenso nos combates mais longos. Contudo, essa justificativa é especulativa, uma vez que os autores não fizeram análise da estrutura temporal dos combates. Portanto, é provável que a maior contribuição do sistema anaeróbio láctico aconteça nos primeiros momentos do combate simulado. Além disso, valores similares da [La] foram observados em combates simulados desenvolvidos apenas em pé (DETANICO et al., 2012) e quando o combate simulado foi realizado com dois adversários diferentes (um adversário para cada dois min e meio de combate) (SBRICCOLI et al., 2007).

Suay et al. (1999) não observaram diferença nos valores da [La] pico entre atletas espanhóis que venceram e perderam um combate simulado. A ausência da diferença nas [La] pico também foi observada em atletas que realizaram recuperação ativa ou passiva após um combate simulado, embora a recuperação passiva tenha resultado em maior remoção da [La] haja vista que, após 10 e 15 min de recuperação, os atletas que realizaram a recuperação ativa apresentaram valores inferiores (FRANCHINI et al., 2001b). Quando atletas de diferentes níveis competitivos foram comparados (FRANCHINI et al., 2004b), observou-se que atletas

elite apresentaram valores picos da [La] inferiores aos atletas não-elite, porém essa diferença foi reduzida com o transcorrer do tempo (medidas realizadas até 15 min pós-combate). Segundo os autores, esse resultado poderia ser explicado por uma menor ativação da via glicolítica dos atletas que apresentam nível técnico superior. Vale ressaltar que Degoutte, Jouanel e Filaire (2003) observaram que os valores da [La] após 60 min do término do combate não haviam retornado aos valores de repouso, embora os valores médios tenham sido próximos (1,2 e 1,8 mmol.L⁻¹, respectivamente).

Quando múltiplos combates simulados foram realizados, foram observados valores picos superiores aos valores de um único combate simulado (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012). Por exemplo, no primeiro combate simulado dentre quatro que foram realizados, os valores médios foram de 14,6 e 18,1 mmol.L⁻¹. Sobretudo, a informação mais interessante que esses estudos apresentaram foi a redução da [La] com o decorrer dos combates simulados. Franchini et al. (1998) avaliaram judocas pertencentes a três classes etárias diferentes (Juvenil, Júnior e Sênior) em três combates de cinco min, intercalados por intervalos superiores a 20 min. Os autores não observaram diferenças nos valores picos ao compararem as diferentes classes etárias e os diferentes combates. No entanto, os autores observaram diferenças nas [La] mensuradas antes do início do combate, sendo a [La] do segundo e terceiro combates superiores ao valor do primeiro combate.

Nos estudos conduzidos por Bonitch-Domínguez et al. (2010) e Bonitch-Góngora et al. (2012), os atletas realizaram quatro combates de cinco min intercalados por 15 min de recuperação. Em ambos os estudos foram observadas diferenças nos valores pico pós-combate. Bonitch-Domínguez et al. (2010) observaram que o valor da [La] após o quarto combate foi inferior ao valor do primeiro combate, porém após 14 min de recuperação, não foi observada diferença nos valores, sugerindo que a remoção da [La] ocorre na mesma magnitude para combates simulados sucessivos. Por sua vez, Bonitch-Góngora et al. (2012) observaram que os valores do primeiro e segundo combate simulados foram superiores ao quarto combate, e essa diferença ainda foi observada após 14 min de recuperação. Essa última informação contrapõe os achados de Bonitch-Domínguez et al. (2010), mas vale ressaltar que os valores da [La] não retornam aos valores de repouso após um período de 15 min (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012), superior a 20 min (FRANCHINI et al., 1998) ou inferior a 60 min (DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003).

Durante a competição, a mensuração da [La] é mais difícil de ser realizada, porém ainda assim alguns estudos foram conduzidos com esse propósito. Obmiński et al. (2010) realizaram a mensuração da [La] de 29 atletas durante o primeiro combate de uma competição internacional. Como houve variação na duração do combate, os autores analisaram separadamente os combates com duração entre dois e três min e meio, e combates com duração entre três e meio e cinco min. Os autores observaram que a diferença de 1 mmol.L^{-1} no valor pico entre os combates curtos e longos não foi significativa, embora afirmem que o número de comparações realizadas (sete momentos de coleta) possa ter influenciado o resultado da análise. Os autores apresentaram uma informação importante: o tempo para observar a [La] pico foi diferente de acordo com a duração do combate, sendo que o tempo para observar esse valor nos combates curtos foi quase dois min depois do tempo dos combates longos. Os valores médios observados para os combates curtos e longos foi 13,8 e $14,6 \text{ mmol.L}^{-1}$, respectivamente. Esses valores estão dentro da variação observada para os combates simulados.

Sikorski et al. (1987) avaliaram a [La] de judocas poloneses em múltiplos combates durante diferentes competições nacionais e internacionais. Os autores avaliaram além da [La], dados de estrutura temporal e deram maior ênfase na apresentação desses dados. Com relação à [La], os autores apresentam os dados separadamente para uma competição realizada no ano de 1986 e para as competições realizadas durante os anos de 1981 e 1982. Na competição de 1986, os autores analisaram a [La] em quatro combates e, aparentemente, houve um aumento dos valores médios ao longo da competição, embora os autores não apresentem informação sobre essa diferença, assim como o número de combates e sexo dos atletas que foram avaliados. Por sua vez, nas competições realizadas durante os anos de 1981 e 1982, aparentemente, não houve diferença nos valores médios observados em quatro combates eliminatórios e no combate final. Para essas competições, os autores apresentaram o número de combates, mas não fizeram referência para a existência ou não de diferença entre esses valores. Por fim, os autores afirmam que todos os combates de uma competição, indiferente da ordem, provocaram modificações metabólicas.

Serrano et al. (2001) avaliaram 13 atletas em uma competição interclubes em dois ou três combates (dependente da fase em que o atleta foi eliminado). Os combates analisados tiveram duração média de 4,2 min e não foi observada diferença na [La] pico entre os diferentes combates, possivelmente porque os autores tinham uma amostra pequena e agruparam os valores da [La] dos atletas que realizaram dois (oito atletas) ou três combates (cinco atletas), após verificaram que esses valores não eram diferentes.

Assim, assumindo que a [La] é indicativo da utilização do sistema anaeróbio láctico para ressintetizar energia, o combate de judô, quer seja simulado ou competitivo, apresenta moderada a elevada contribuição desse sistema. Provavelmente essa contribuição é elevada desde o início do combate e pode variar de acordo com o nível técnico dos atletas.

2.1.2.1.2 Consumo de oxigênio

Considerando que a medida do consumo de oxigênio ($\dot{V}O_2$) é um indicativo de utilização do sistema aeróbio para ressintetizar energia e que durante o combate competitivo essa medida é impossível de ser realizada, alguns estudos realizaram essa medida em algumas situações adaptadas para compreender o comportamento dessa variável no combate de judô (AHMAIDI et al., 1999; KANEKO; IWATA; TOMIOKA, 1978; SZMATLAN-GABRYS et al., 2004). Kaneko, Iwata e Tomioka (1978) analisaram o $\dot{V}O_2$ de cinco atletas de judô em duas situações. Na primeira, os atletas avaliados realizaram dez *randori* com dez adversários diferentes. Cada *randori* teve duração de quatro min e, portanto, a somatória desses *randori* totalizou 40 min. O $\dot{V}O_2$ também foi mensurado em outros momentos da sessão (dez min antes e depois do aquecimento; cinco min de aquecimento; 30 min após o término dos *randori*). Na segunda situação, o $\dot{V}O_2$ foi mensurado em cinco *randori* com duração de quatro min, porém intercalados com um período de pausa de duração igual. Nessa situação, o $\dot{V}O_2$ também foi mensurado em outros momentos da sessão experimental (dez min antes e depois do aquecimento; um min de aquecimento que foi um *randori*; 30 min após o término dos *randori*). As medidas do $\dot{V}O_2$ foram possíveis de serem realizadas pois um dos investigadores segurou a bolsa de Douglas e acompanhou a movimentação do atleta que estava sendo avaliado. Os *randori* foram desenvolvidos apenas em pé, uma vez que é impossível fazer essas medidas durante o combate no solo. Como resultado, os autores observaram que a solicitação do sistema aeróbio é menor na sessão de *randori* intermitente comparado com o *randori* realizado de maneira contínua. Possivelmente, os períodos de pausa que foram proporcionados na situação *randori* intermitente, resultaram, ainda que parcialmente, em maior ressíntese de CP e remoção dos metabólitos acumulados, quando comparado a situação de *randori* contínuo. Ainda que tenha sido uma recuperação parcial dos sistemas anaeróbios, os mesmos puderam contribuir com a energia necessária por um período maior, reduzindo, assim, a necessidade da contribuição aeróbia.

Ahmaidi et al. (1999) utilizaram um analisador de gases portátil para mensurar o $\dot{V}O_2$ durante um combate simulado de três min com algumas restrições impostas devido ao uso do equipamento. Os autores observaram aumento da solicitação do metabolismo aeróbio ao

longo combate. Ao expressarem os valores observados de maneira relativa ao valor do $\dot{V}O_2$ máximo mensurado em um teste em cicloergômetro para membros inferiores, observaram 28, 68 e 78% para os momentos um, dois e três min, respectivamente. Por sua vez, Szmatlan-Gabrys et al. (2004) mensuraram o $\dot{V}O_2$ de cinco atletas da seleção olímpica da Polônia durante uma simulação de combate composta apenas pela fase de disputa de pegada com duração de 5 min e apresentaram os valores médios observados como proporção do valor de $\dot{V}O_{2max}$ obtido em um teste progressivo em esteira. Ainda que não tenha sido realizada análise estatística dos dados, os autores demonstraram valores superiores no terceiro e quarto min ($93 \pm 6\%$) comparado ao primeiro ($62 \pm 5\%$) e quinto min ($70 \pm 4\%$). Esses dados reforçam que é provável que exista aumento da solicitação do metabolismo aeróbio ao longo do combate para suprir a energia necessária, uma vez que os períodos de pausa são curtos, não possibilitando o restabelecimento dos estoques de CP e a remoção de metabólitos resultantes da glicólise acumulados durante o combate.

2.1.2.1.3 Frequência cardíaca

O uso de um frequencímetro durante o combate de judô na competição não é permitido pelas regras da modalidade. Dessa forma, alguns estudos que tiveram como objetivo compreender a resposta da FC no combate de judô, realizaram essa medida durante a realização do *randori* (BRANCO et al., 2013) e em combates simulados (KIM et al., 2011).

Dez atletas com experiência nacional e internacional realizaram quatro *randori* com duração de cinco min intercalados por cinco min de recuperação passiva (BRANCO et al., 2013). Os autores observaram que os valores do segundo *randori* (174 ± 15 bpm) foram inferiores aos valores observados no terceiro *randori* (178 ± 14 bpm), sem qualquer diferença para o primeiro *randori* (179 ± 10 bpm) e quarto *randori* (183 ± 9 bpm). Assim, observa-se que após a realização de um *randori* os valores médios da FC são aproximadamente 170-180 bpm.

Para os combates simulados verificou-se valores próximos aos observados no *randori*. Sanchis et al. (1991) avaliaram 26 judocas em um combate simulado de judô com duração média de 173 s, através da palpação da carótida durante 30 s. Nesse estudo, provavelmente, o combate foi finalizado quando houve a ocorrência do *ippon*. Para calcular o valor máximo do combate, os autores utilizaram uma equação considerando os valores após o combate nos momentos 35, 60 e 120 s. Os valores calculados foram 172 ± 16 bpm. Esses valores não foram correlacionados com a duração do combate e com a [La].

Sbriccoli et al. (2007) mensuraram a FC de seis atletas olímpicos da equipe italiana em um combate simulado de cinco min. As medidas foram realizadas durante o desenvolvimento do combate e 15-20 min após o término do combate, o qual foi realizado com dois adversários diferentes, um para cada metade do combate. Essa estratégia foi adotada para manter a intensidade elevada durante todo o combate. Ao incluir os períodos de pausa, a duração média dos combates foi de aproximadamente sete min e os valores máximos da FC durante o combate foram 180 ± 11 bpm, o que representou 95% do valor máximo obtido em um teste máximo em esteira. Durante o desenvolvimento do combate, os autores observaram um aumento acentuado da FC nos primeiros 90s do combate, com elevação mais discreta até o término do combate. Além disso, foi observado que a FC não foi reduzida durante os períodos de pausa e após 12 min, aproximadamente, os valores mensurados eram equivalentes a 60% da FC máxima mensurada no teste máximo em esteira. De fato, Ahmaidi et al. (1999) verificaram aumento da FC ao longo de um combate simulado de 3 min. Os valores médios do terceiro (166 ± 18 bpm) e segundo min (161 ± 18 bpm) foram superiores ao valor do primeiro min (130 ± 22 bpm).

Kim et al. (2011) não observaram mudança nos valores da FC mensurada após o término de um combate simulado realizado com dois adversários diferentes (um adversário diferente em cada metade do combate) após 8 semanas de treinamento intermitente de alta intensidade. A ausência de mudança nos valores da FC foi observada tanto no grupo que participou do treinamento (GT) como no grupo controle (GC), embora tenham sido observadas modificações no desempenho anaeróbio desses atletas. As medidas foram realizadas antes do início do treinamento (GC: 177 ± 9 bpm; GT: 172 ± 7 bpm), após quatro semanas de treinamento (GC: 176 ± 8 bpm; GT: 173 ± 6 bpm) e após oito semanas de treinamento (GC: 175 ± 7 bpm; GT: 172 ± 7 bpm).

A ausência da redução dos valores da FC durante os períodos de pausa (SBRICCOLI et al., 2007) e após período de treinamento (KIM et al., 2011), demonstram que a FC tem aplicação limitada para monitorar a intensidade do exercício intermitente, embora seja sensível aos diferentes momentos do combate (AHMAIDI et al., 1999; SBRICCOLI et al., 2007). Vale ressaltar que os valores máximos obtidos no combate simulado são próximos aos valores obtidos em testes máximos, principalmente nos momentos finais do combate (AHMAIDI et al., 1999; SBRICCOLI et al., 2007).

2.1.2.1.4 Marcadores bioquímicos

Um dos poucos estudos que objetivaram compreender a solicitação energética e a cinética de recuperação de um único combate de judô foi conduzido por Degoutte, Jouanel e Filaire (2003). Os autores avaliaram a utilização dos substratos energéticos como resposta a um combate simulado e período de recuperação em 16 atletas franceses. As coletas de sangue foram realizadas em quatro momentos: antes do combate e nos momentos 3 e 60 min e 24 h após o término do combate. Além das medidas sanguíneas os autores realizaram o controle da dieta dos atletas e verificaram a partir do relato dos atletas que havia baixa ingestão de carboidratos de acordo com as recomendações francesas. As variáveis biológicas mensuradas refletiram a utilização da via glicolítica, do catabolismo de proteínas e da atividade lipolítica, as quais são descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Concentração das variáveis bioquímicas analisadas em resposta a um combate simulado de judô (média $\pm$ erro padrão) (Adaptado de DEGOUTTE; JOUANEL; FILAIRE, 2003).

	Pré-combate	Pós-combate		
		3 min	60 min	24 h
Colesterol total (mmol/L)	4,50 $\pm$ 0,2	4,76 $\pm$ 0,1*	4,5 $\pm$ 0,2	4,2 $\pm$ 0,2*
Triglicerídeos (mmol/L)	0,86 $\pm$ 0,08	1,15 $\pm$ 0,1*	0,75 $\pm$ 0,07	0,88 $\pm$ 0,1
Ácidos graxos livres (mmol/L)	0,40 $\pm$ 0,03	0,57 $\pm$ 0,05*	0,54 $\pm$ 0,03*	0,50 $\pm$ 0,04
Glicerol (μmol/L)	74,0 $\pm$ 4,44	148,4 $\pm$ 15,8*	117,0 $\pm$ 13,2*	85,3 $\pm$ 7,0
LDL-C (mmol/L)	2,90 $\pm$ 0,1	2,90 $\pm$ 0,1	2,88 $\pm$ 0,2	2,73 $\pm$ 0,2
HDL-C (mmol/L)	1,23 $\pm$ 0,06	1,33 $\pm$ 0,08*	1,26 $\pm$ 0,06	1,12 $\pm$ 0,06*
Amônia (μmol/L)	62,3 $\pm$ 4,3	141,5 $\pm$ 12,6*	99,0 $\pm$ 11,5*	57,2 $\pm$ 7,8
Hipoxantina (μmol/L)	14,4 $\pm$ 1,0	15,8 $\pm$ 1,1*	15,6 $\pm$ 0,8*	15,1 $\pm$ 1,0
Xantina (μmol/L)	4,6 $\pm$ 1,0	16,0 $\pm$ 2,9*	12,8 $\pm$ 4,0*	5,4 $\pm$ 1,1
Ácido úrico (mmol/L)	324,5 $\pm$ 10,8	327,0 $\pm$ 11,0	385,8 $\pm$ 11,7*	356,1 $\pm$ 16,3*
Ureia (mmol/L)	5,2 $\pm$ 0,2	5,6 $\pm$ 0,1*	6,0 $\pm$ 0,2*	6,0 $\pm$ 0,3*
Creatinina (mmol/L)	101,6 $\pm$ 1,5	111,6 $\pm$ 1,7*	107,5 $\pm$ 1,4*	103,6 $\pm$ 2,4
Lactato (mmol/L)	1,2 $\pm$ 0,1	12,3 $\pm$ 0,8*	1,8 $\pm$ 0,2*	1,0 $\pm$ 0,1

Nota: *: diferença significativa em relação ao valor pré-combate.

Após o término do combate, observou-se modificação em todas as variáveis mensuradas, exceto para as concentrações de LDL-C e ácido úrico. Foi observada uma elevação nas concentrações de colesterol total, triglicerídeos, ácidos graxos livres, glicerol e HDL-C, demonstrando que houve utilização do metabolismo lipídico durante o combate de judô. Esse achado foi considerado intrigante para os autores, uma vez que a elevada concentração de [La] caracterizaria exercício, parcialmente, anaeróbio, o que foi contraposto com o aumento concomitante das concentrações das variáveis do metabolismo lipídico. Esse achado poderia ser explicado pela baixa disponibilidade de carboidrato, uma vez que os atletas apresentaram dieta com baixa ingesta de carboidrato. Após o período de 60 min, as concentrações de ácidos graxos livres e glicerol mantiveram-se elevadas, provavelmente para restaurar os estoques de glicogênio muscular. Após 24 h, todas as variáveis do metabolismo lipídico retornaram aos seus valores basais, exceto as concentrações de colesterol total e HDL-C.

Os valores das concentrações das variáveis bioquímicas que representaram a utilização do catabolismo de proteínas também foram superiores após a realização do combate, exceto para o ácido úrico, que mostrou aumento comparado com o valor pré-combate, apenas 60 min após o término do combate. Adicionalmente, as concentrações de todas as variáveis do catabolismo de proteínas apresentaram aumento comparado aos valores pré-combate. Os autores novamente associaram esses resultados a baixa disponibilidade de carboidratos. Por fim, após o período de 24 h, todos os valores das concentrações do catabolismo de proteínas retornaram aos valores pré-combate, exceto as concentrações de ácido úrico e ureia. Os autores sugeriram que o processo de recuperação após o período de 24 h não foi completo e que as concentrações de ácido úrico permanecem elevadas para proteger o tecido contra as espécies reativas de oxigênio.

Resumindo, com os resultados obtidos, Degoutte, Jouanel e Filaire (2003) demonstraram que o combate de judô requer energia proveniente dos metabolismos proteico e lipídico, os quais possivelmente podem ser explicados pela baixa disponibilidade de carboidratos (dieta com baixa ingestão), adaptações do treinamento e estresse metabólico.

2.1.2.2 Respostas subjetivas

A utilização de escalas subjetivas de esforço para monitorar a intensidade do esforço em atletas é útil devido à sua fácil aplicação e seu baixo custo. Devido a esse motivo alguns estudos analisaram essa variável no *randori* (BRANCO et al., 2013), em combates simulados

(CHTOUROU et al., 2013; FRANCHINI et al., 1998; HAJSALEM et al., 2013) e competitivos (SERRANO et al., 2001).

Branco et al. (2013) avaliaram a percepção subjetiva de esforço (PSE) de dez atletas de judô após a realização de quatro *randori*, utilizando a escala CR-10 (Borg 0-10 pontos; *Category-Ratio Scale*). O objetivo do estudo foi verificar a existência de uma relação entre os valores da [La], FC e da PSE. Após a realização dos quatro combates, os autores verificaram que a PSE não foi modificada (1º: 7 ± 1 u.a.; 2º: 7 ± 2 u.a.; 3º: 6 ± 2 u.a.; 4º: 7 ± 1 u.a.). Além disso, observou-se correlação entre a PSE e a FC apenas no segundo e terceiro *randori*, sem qualquer relação para os demais combates; além disso, não foi observada relação entre os valores de PSE e [La]. Os autores concluíram que o uso da PSE para monitorar a carga de trabalho em atividades do judô deve ser utilizado com cautela, embora acreditem que o tamanho reduzido da amostra tenha influenciado as análises.

Ao avaliar a PSE em combates simulados com duração de cinco min utilizando uma escala de 15 pontos (Borg 6-20), verificou-se que a PSE dos atletas foi de aproximadamente 15 u.a. (intenso) (CHTOUROU et al., 2013; HAJSALEM et al., 2013). Esses valores não foram modificados em diferentes momentos do dia (9:00, 12:30 e 16:00) (CHTOUROU et al., 2013); e não foram modificados quando houve uma restrição de três h no período de sono (HAJSALEM et al., 2013). Franchini et al. (1998) avaliaram a PSE (Borg 6-20) de judocas de diferentes classes etárias em três combates simulados separados por um período de pausa superior a 20 min. Os dados individuais de cada combate e de cada classe etária não foram apresentados, porém, os autores descrevem que a PSE no terceiro combate dos atletas da classe Juvenil (13 ± 2 u.a.) foi inferior aos valores dos atletas da classe Júnior (17 ± 1 u.a.), e que os atletas da classe Junior apresentaram valores de PSE superiores no terceiro combate (17 ± 1 u.a.) comparado com o primeiro (16 ± 1 u.a.).

Por sua vez, em combates competitivos, Serrano et al. (2001) usaram as duas escalas que foram mencionadas acima (CR-10 e Borg 6-20) para analisar a PSE de judocas no último combate competitivo e durante toda a competição. Para verificar a PSE do último combate, os pesquisadores aplicaram as duas escalas dez min após o término do combate. Para a PSE da competição, as mesmas escalas foram aplicadas 30 min após o término do último combate. Nessa situação, o atleta foi questionado quanto a somatória de esforço realizada no aquecimento e durante dois ou três combates. Para a análise da PSE do último combate, os valores médios para as escalas CR-10 e Borg 6-20 foram, respectivamente 7 u.a. (muito forte, variação entre 6 e 8) e 15 u.a. (um pouco pesado para pesado; variação entre 10 e 17). Esses combates tiveram duração média de quatro min e meio (incluindo os períodos de pausa) e os

valores da PSE não foram correlacionados com o tempo de combate e [La] pico. Para a análise da PSE da competição, os valores médios para as escalas CR-10 e Borg 6-20 foram, respectivamente 7 u.a. (muito forte, variação entre 6 e 10) e 15 u.a. (um pouco pesado para pesado; variação entre 11 e 18). Os combates tiveram duração média de dez min, considerando os períodos de pausa, e um pouco mais que quatro min (4,2 min) considerando apenas o tempo de combate. Nessa situação, os autores observaram correlação entre a PSE e [La] pico.

Ao observar os estudos descritos anteriormente, verifica-se que a utilização da PSE para monitorar a intensidade do combate é contraditória. Além disso, não foram conduzidos estudos que compararam a resposta da PSE em combates competitivos com diferentes durações e em diferentes combates ao longo de uma competição.

2.1.2.3 Desempenho físico

Alguns estudos tiveram como objetivo analisar as modificações do desempenho físico após a realização de um único combate simulado (CHTOUROU et al., 2013; HAJSALEM et al., 2013) ou em múltiplos combates simulados (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; BONITCH-GÓNGORA et al., 2012). A motivação para a condução desses estudos é compreender quais capacidades físicas são reduzidas com a realização do combate ou competição, e que, portanto, demonstram que são requeridas durante o combate.

HajSalem et al. (2013) analisaram o efeito de um único combate simulado no desempenho do teste de Wingate de membros inferiores (potência pico – PP; e potência média – PM) e na força isométrica máxima de preensão manual (FIMPM) em duas condições diferentes em 21 judocas. Em uma das condições, os atletas realizaram os testes com restrição de 4 h no período de sono e na outra condição nenhum tratamento foi aplicado. Os testes foram aplicados antes e 5 min após o término do combate. Como resultado, os autores observaram que houve redução do desempenho da FIMPM pós-combate comparado com o valor pré. Contudo, não houve efeito do período de restrição de sono para a FIMPM. Tanto a PP como a PM foram reduzidas após a realização do combate. Adicionalmente, o período de restrição de sono ocasionou redução da PP e da PM, em ambos os momentos de realização do teste (pré e pós-combate).

Os mesmos testes foram aplicados em dez judocas por Chtourou et al. (2013) com o objetivo de avaliar o efeito da realização de um combate simulado em diferentes horários do dia (9:00, 12:30 e 16:00 h) na FIMPM e desempenho no teste de Wingate. Os resultados foram semelhantes aos observados por HajSalem et al. (2013). Houve redução do

desempenho da FIMPM, PP e PM após o combate comparado com os valores pré, em todos os horários analisados. Essa redução foi mais acentuada às 16:00 h comparada com os demais horários. Além disso, os valores pré-combate da FIMPM, PP e PM às 9:00 h foram inferiores aos valores observados às 16:00 h.

A modificação do desempenho da FIMPM também foi avaliada em múltiplos combates simulados por Bonitch-Góngora et al. (2012). Na ocasião, os autores avaliaram 12 judocas em quatro combates de cinco min separados por 15 min de recuperação passiva. Foi observado um efeito dos combates sucessivos nos valores pré-combate tanto na mão dominante como na não-dominante ($1^a > 3^a$ e 4^a), porém sem efeito para os valores pós-combate. Foi observado efeito do número do combate, sendo os valores pré do primeiro, terceiro e quarto combates superiores aos valores pós na mão dominante. Na mão não-dominante, observou-se redução dos valores pós comparado com os valores pré apenas no primeiro combate. Além disso, os autores observaram correlações negativas entre a FIMPM máxima e as [La] pico e [La] 14 min após o término do combate. Esses resultados demonstram que a modificação da FIMPM nas mãos dominante e não-dominante acontecem de maneira diferente em múltiplos combates simulados de judô.

Analizando outra variável do desempenho físico, o mesmo grupo de autores (BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010) conduziram um estudo para verificar o comportamento da potência de membros inferiores antes e após múltiplos combates simulados. Para tanto, 12 judocas foram avaliados em quatro combates simulados com duração de cinco min e separados por 15 min de recuperação passiva. Antes e após cada combate (intervalo de 30 s), os atletas foram avaliados em teste de potência para membros inferiores. Para esse teste, os judocas realizaram movimento de extensão completa de joelhos (180°), partindo da posição dos joelhos flexionada em 90° . A carga utilizada foi estabelecida em um teste preliminar e representou a melhor carga para o atleta desenvolver o maior valor de potência. Diferentemente do que foi observado com a FIMPM, não foi observada diferença entre os diferentes combates e entre os diferentes momentos (pré e pós-combate).

Possivelmente, as ações de potência dos membros inferiores que são executadas durante os combates, principalmente para a aplicação dos golpes, são realizadas com uma frequência baixa e intercaladas por um período de intervalo que permite a recuperação dessa capacidade física (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013). Por sua vez, há requisição constante da resistência de força isométrica para que os atletas mantenham contato com o adversário aplicando a pegada. Por essa requisição frequente da resistência de força isométrica durante o combate, observa-se, conseqüentemente, redução da FIMPM. Vale

ressaltar que não foram conduzidos estudos com o objetivo de analisar as modificações do desempenho em combates com diferentes durações, o que seria interessante para compreender em qual momento do combate as modificações, quando existentes, acontecem.

2.2 Contribuição dos sistemas de transferência de energia

No judô, até o presente momento nenhum estudo teve como objetivo verificar a contribuição dos três sistemas de transferência de energia durante o combate. Alguns estudos realizaram apenas a medida do $\dot{V}O_2$ em combates simulados (AHMAIDI et al., 1999) ao passo que outros verificaram a contribuição dos três sistemas de transferência de energia durante a realização de um teste específico (FRANCHINI et al., 2011a) e em atividades que envolviam ações específicas da modalidade (FRANCHINI et al., 2008; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013). Esses estudos auxiliaram na caracterização da demanda fisiológica do combate, porém não atendem as mudanças na dinâmica das ações que são realizadas, uma vez que essas são ações são mediadas pela interação com o adversário, as quais são menos previsíveis.

Apesar da dificuldade imposta para realizar algumas medidas durante a realização de qualquer esporte de combate, principalmente a medida do $\dot{V}O_2$, alguns estudos fizeram algumas modificações na dinâmica do combate simulado para garantir a segurança do avaliado e do equipamento, e estimaram a contribuição dos três sistemas de energia no karate (BENEKE et al., 2004; DORIA et al., 2009), taekwondo (CAMPOS et al., 2012) e boxe (DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014). A síntese dos achados nesses estudos é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Síntese dos estudos que mensuraram a contribuição dos três sistemas de transferência de energia (relativa e absoluta) durante o combate de diferentes modalidades.

	Duração	Aeróbio	Anaeróbio alático	Anaeróbio lático
Contribuição relativa (%)				
Karatê (Beneke et al., 2004)	180s	78 ± 6	16 ± 5	6 ± 2
Karatê (Doria et al., 2009)	1 x 240s	~70*	~20*	~10*
Taekwondo (Campos et al., 2012)	1 x 3 (120s) #	66 ± 6	30 ± 6	4 ± 2
Boxe (Davis, Leithäuser e Beneke, 2014)	1 x 3 (120s) #	86*	10*	4*
Contribuição absoluta (kJ)				
Karatê (Beneke et al., 2004)	180s	262 ± 78	52 ± 12	20 ± 9
Karatê (Doria et al., 2009)	1 x 240s	226 ± 20	43 ± 11	36 ± 10
Taekwondo (Campos et al., 2012)	1 x 3 (120s) #	120 ± 22	54 ± 21	8 ± 5
Boxe (Davis, Leithäuser e Beneke, 2014)	1 x 3 (120s) #	526 ± 57	58 ± 14	26 ± 7

Nota: *: desvio padrão em gráfico ou não apresentado; #: foi realizado um combate que foi composto por três rounds de dois min intercalados por um min de pausa (valores médios ± desvio padrão).

Beneke et al. (2004) avaliaram dez atletas de karate com *ranking* nacional e internacional em quatro combates simulados. Como um dos atletas completou apenas o primeiro combate, um atleta não pôde realizar o quarto combate, um atleta teve uma lesão e houve falha técnica do equipamento, os autores estimaram a contribuição dos três sistemas de energia em 36 combates com duração de 3 min (duração total de 267 ± 61s) e com uma relação de esforço: pausa de 2:1 (18 e 9s, respectivamente). O intervalo entre os combates foi estabelecido de acordo com o que foi observado durante o campeonato nacional do ano em que foi realizado o estudo: entre o primeiro e segundo foi de 17 ± 2 min; entre o segundo e terceiro foi de 15 ± 1 min; e entre o terceiro e quarto foi de 9 ± 1 min. Para estimar a contribuição dos sistemas aeróbio, anaeróbio lático e anaeróbio alático, os autores utilizaram o $\dot{V}O_2$ durante o combate subtraído dos valores de repouso, a diferença entre a [La] pico e repouso, e a fase rápida do excesso do $\dot{V}O_2$ pós-exercício, respectivamente. Os resultados demonstraram que o combate resultou em custo energético de aproximadamente 335 kJ e a maior contribuição dos sistemas de energia foi do sistema aeróbio (78%), seguida das contribuições dos sistemas anaeróbios alático (16%) e anaeróbio lático (6%). Além disso, foi observada redução da contribuição do sistema anaeróbio lático no quarto combate comparado

com o segundo, e similaridade para os valores de $\dot{V}O_2$ ($41,3 \pm 13,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e a contribuição relativa do sistema aeróbio ($78 \pm 6\%$) entre os combates.

Doria et al. (2009) também tiveram como objetivo estimar a contribuição dos sistemas de energia no combate de karate. Além disso, os autores realizaram essas medidas durante a realização do *kata* (apresentação de uma sequência de movimentos sem oposição) em atletas do masculino e feminino, utilizando a mesma metodologia do estudo de Beneke et al. (2004). Uma limitação desse estudo foi o tamanho amostral, uma vez que a amostra foi constituída de 12 atletas italianos, sendo seis homens e seis mulheres, os quais foram subdivididos no grupo que realizou o *kumite* e no grupo que realizou o *kata*, ou seja, cada grupo foi composto por três atletas. O *kumite* do grupo masculino teve duração de 240s com um custo energético de aproximadamente 305 kJ. A contribuição relativa dos sistemas aeróbio, anaeróbio láctico e anaeróbio foram de, aproximadamente, 70, 20 e 10%, respectivamente. Esses valores foram similares aos valores observados por Beneke et al. (2004), comprovando a predominância do metabolismo aeróbio para transferir energia para a realização do combate de karate. Além disso, os valores médios do $\dot{V}O_2$ do combate ($34,9 \pm 3,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) representaram 72% dos valores observados em um teste progressivo ($48,5 \pm 6,0 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Campos et al. (2012) estimaram a contribuição dos sistemas de energia no combate simulado de taekwondo utilizando metodologia similar aos dos estudos conduzidos por Beneke et al. (2004) e Doria et al. (2009). Para isso, dez atletas de nível nacional e internacional foram avaliados em um combate simulado constituído de três *rounds* de dois min intercalados com um min de recuperação entre os mesmos. O adversário apenas se defendeu e realizou as ações de *step* para garantir a sua segurança e para não danificar o equipamento. Nessas condições, os autores observaram a relação de uma ação de alta intensidade para sete ações de baixa intensidade (pausa e ações de *step*), que tiveram um custo energético de aproximadamente 181 kJ. A contribuição relativa dos sistemas aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio láctico foi 66, 30 e 4%, respectivamente. Quando a contribuição dos sistemas foi apresentada por *round*, notou-se um aumento temporal da contribuição aeróbia, sendo os valores do *round* 1 ($98 \pm 15 \text{ kJ}$) inferiores aos valores dos *rounds* 2 ($127 \pm 14 \text{ kJ}$) e 3 ($134 \pm 18 \text{ kJ}$). Comportamento contrário ocorreu com a contribuição do sistema anaeróbio láctico. Além disso, foi observado aumento dos valores médios do $\dot{V}O_2$ no segundo ($52,1 \pm 5,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) e terceiro *rounds* ($53,4 \pm 5,9 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) comparados ao primeiro *round* ($44,4 \pm 6,2 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

Davis, Leithäuser e Beneke (2014) avaliaram 10 boxeadores iniciantes realizando exercício de boxe envolvendo sequências de socos e movimentos defensivos em três *rounds*

de 2 min, separados por 1 min de intervalo em. Foi calculado o gasto energético total, a contribuição relativa de cada um dos três sistemas de energia, além dos valores do $\dot{V}O_2$. Os valores de $\dot{V}O_2$ aumentaram ao longo do tempo, sendo os valores do *round* 1 ($42,6 \pm 4,9$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) inferiores aos valores dos *rounds* 2 ($47,5 \pm 5,5$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) e 3 ($47,2 \pm 7,2$ ml.kg⁻¹.min⁻¹). Comparado aos períodos de esforço, durante os períodos de recuperação verificou-se uma redução dos valores do $\dot{V}O_2$, porém os valores após o segundo *round* ($40,9 \pm 4,8$ ml.kg⁻¹.min⁻¹) foram superiores aos valores do primeiro *round* ($38,0 \pm 4,2$ ml.kg⁻¹.min⁻¹). O custo energético do combate foi de $608,6 \pm 81,8$ kJ, correspondendo a $84 \pm 8\%$ do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$. A contribuição relativa do sistema aeróbio foi menor no primeiro *round* quando comparado com os *rounds* 2 e 3, sendo responsável por aproximadamente 87% do gasto energético total do combate ($526,0 \pm 57,1$ kJ). A contribuição relativa dos sistemas anaeróbio alático e láctico foi de 10 e 4%, respectivamente. Além disso, foi observado uma redução da contribuição do sistema anaeróbio láctico entre os combates 1 e 3.

Os estudos apresentados anteriormente (BENEKE et al., 2004; CAMPOS et al., 2012; DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE; 2014; DORIA et al., 2009), em conjunto, demonstram a predominância do sistema aeróbio nos esportes de combate. Vale ressaltar que apesar da predominância ser aeróbia, as ações que definem o resultado dos combates são realizadas em um período curto e são sustentados, provavelmente, pelos sistemas anaeróbios. Portanto, um atleta que apresente bom desenvolvimento da aptidão aeróbia pode não necessariamente ter qualquer vantagem no resultado do combate.

Assim, com base na revisão de literatura, é plausível sugerir que durante o desenvolvimento do combate de judô exista contribuição importante dos três sistemas de energia. Além disso, é possível que a contribuição relativa do sistema anaeróbio seja superior ao que foi observado no karatê e taekowondo, uma vez que as [La] do combate de judô são superiores aos valores observados nessas modalidades (BENEKE et al., 2004; BONITCH-DOMÍNGUEZ et al., 2010; CAMPOS et al., 2012). No entanto, o comportamento temporal da contribuição relativa de cada um desses sistemas durante o desenvolvimento do combate de judô, que apresenta variação na duração total, ainda não foi esclarecida. Além disso, estabelecer a relação entre as respostas fisiológicas, perceptivas, de desempenho, de estrutura temporal, das ações técnicas executadas e dos níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas pode contribuir para a compreensão da demanda fisiológica do combate e aperfeiçoamento dos métodos de treinamento.

3 OBJETIVOS

O objetivo geral do presente estudo foi caracterizar a demanda fisiológica do combate de judô.

Para auxiliar a elaboração da resposta desse objetivo, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- ✓ Estimar a contribuição dos três sistemas de transferência de energia para suprir o custo energético do combate de judô;
- ✓ Comparar a contribuição relativa e estimada dos três sistemas de transferência de energia em combates de diferentes durações;
- ✓ Comparar as respostas fisiológicas, perceptivas, de desempenho, de estrutura temporal e ações executadas entre diferentes condições de combate (sem, com e simulando o uso do analisador de gases);
- ✓ Comparar as respostas fisiológicas, perceptivas, de desempenho, de estrutura temporal e ações executadas entre diferentes durações de combate (1, 2, 3, 4 e 5 min);
- ✓ Comparar as respostas fisiológicas e de desempenho entre diferentes momentos do combate (pré e pós-combate);
- ✓ Comparar a resposta do $\dot{V}O_2$ entre os diferentes tipos de ações do combate (esforço e pausa);
- ✓ Verificar a correlação entre os níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas e a porcentagem de queda do desempenho;
- ✓ Verificar a correlação entre os níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas e as ações técnicas executadas no combate;
- ✓ Verificar a correlação entre os níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas e as variáveis da estrutura temporal.

4 HIPÓTESES

A partir das informações existentes na literatura e dos objetivos estabelecidos foram estabelecidas algumas hipóteses. Para suprir o custo energético do combate de judô será observado um aumento temporal da contribuição do sistema aeróbio com concomitante redução da participação dos sistemas anaeróbios alático e lático. Embora sejam verificados valores elevados da [La] (indicador da contribuição do sistema anaeróbio lático) após combates simulados e competitivos, espera-se que esses valores sejam gerados nos momentos iniciais do combate. O aumento temporal dos valores do $\dot{V}O_2$ será verificado tanto nos períodos de esforço como nos períodos de pausa, propiciando assim a recuperação parcial do atleta. Se essa recuperação permitir ressintetizar, ainda que em pequena proporção, os estoques de CP, será observado manutenção da contribuição relativa do sistema anaeróbio alático.

No que concerne à relação entre as respostas fisiológicas e perceptivas e o desenvolvimento temporal do combate, será observado aumento nos valores absolutos. Porém, quando os valores forem relativizados como taxas por min de combate, será observado um comportamento inverso. Acredita-se também que essa redução no incremento da taxa das respostas fisiológicas e perceptivas será acompanhada de uma modificação na estrutura temporal e ações técnicas. Especificamente, acredita-se que ocorrerá uma redução no tempo médio dos períodos de esforço e aumento da ocorrência e tempo médio dos períodos de pausa.

Será observada manutenção do desempenho de potência dos membros inferiores dado que a aplicação do golpe, que é caracterizada como uma ação de potência muscular, será realizada com pouca frequência e intercalada por um período que possibilita a recuperação dessa ação muscular. Todavia, devido à alta ocorrência de ações para estabelecer e manter da pegada no oponente, as quais exigem a resistência dos membros superiores, incluindo a força isométrica máxima de preensão manual, será observado um declínio na força isométrica máxima de preensão manual e na resistência muscular dinâmica dos membros superiores.

A necessidade de utilização do analisador de gases para mensuração do $\dot{V}O_2$ durante o combate, assim como as limitações impostas para que o atleta avaliado nessa condição não seja arremessado pelo seu oponente em conjunto poderiam acarretar em modificações nas respostas fisiológicas, perceptivas, de desempenho, de estrutura temporal e de ações executadas. Acredita-se que os combates da condição sem o uso do analisador de gases possam apresentar respostas mais pronunciadas quando comparados com as condições com e simulando o uso do analisador de gases. Além disso, na condição com o uso do equipamento, serão verificadas respostas mais pronunciadas quando comparadas com a condição simulando

o uso do analisador de gases, devido a sensação de desconforto promovida pelo uso da máscara acoplada ao uso do analisador de gases.

Por fim, espera-se que o bom desenvolvimento da aptidão aeróbia e anaeróbia, mensuradas em testes laboratoriais, promovam benefícios para que o atleta possa atender a demanda fisiológica imposta pela realização do combate.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Participantes

Foram participantes do presente estudo 12 atletas de judô com as seguintes características: (a) massa corporal: $74,3 \pm 10,5$ kg; (b) estatura: $175,1 \pm 5,3$ cm; (c) idade: 18 ± 1 anos; (d) percentual de gordura: $11,7 \pm 1,5$ %; (e) volume semanal de treino: 310 ± 59 min; (f) experiência na modalidade: 8 ± 2 anos.

Os atletas concordaram em participar voluntariamente do estudo após leitura e assinatura de um termo de consentimento informado (ANEXO 1) aprovado pelo Comitê de Ética local (nº2011/58) (ANEXO 2). Para ser incluído, o atleta deveria pertencer às classes júnior ou sênior, participar de competições oficiais em nível estadual ou nacional nos últimos três anos, ser faixa marrom ou preta e estar treinando com frequência igual ou superior a quatro sessões por semana. Não pôde ser incluído, o atleta pertencente à categoria pesado (acima de 100 kg), que apresentou lesões que o afastou totalmente de sua rotina de treinamento por período superior a 8 semanas, que estivesse reduzindo a massa corporal e que estivesse fazendo uso de drogas, suplementos e/ou medicamentos que pudessem modificar o seu desempenho.

5.2 Procedimentos

Nos dois primeiros dias de avaliação os atletas foram submetidos a quatro testes laboratoriais (Painel A da figura 1) para determinação da potência aeróbia ($\dot{V}O_{2pico}$ no teste máximo), da capacidade aeróbia (inferida pelo limiar anaeróbio no teste máximo), da potência anaeróbia (inferida pela potência de pico no teste de Wingate) e da capacidade anaeróbia (inferida pela potência média no teste de Wingate) executados em cicloergômetro na versão para membros superiores e inferiores, além das medidas antropométricas.

Em cada um dos dois dias de avaliação foi realizado um teste de Wingate e um teste progressivo, com intervalo de, no mínimo, 30 min entre eles e alternando os segmentos corporais, ou seja, um teste para membros superiores e outro para membros inferiores. As medidas da composição corporal foram realizadas no primeiro dia de avaliação. A ordem de execução dos testes foi determinada aleatoriamente e no final do segundo dia de avaliação, após a realização dos testes de Wingate e progressivos, foi realizada uma familiarização com os testes de desempenho que foram aplicados nas sessões seguintes, antes e após a realização de cada combate. Esses testes foram realizados no Laboratório de Determinantes Energéticos no Esporte (LADESP), localizado na Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo.

Condições de combate: (1) sem o uso do analisador de gases – dois atletas sendo avaliados; (2) com o uso do analisador de gases – apenas um atleta será avaliado; (3) simulando o uso do analisador de gases – apenas um atleta será avaliado.

Duração do combate: em cada condição serão realizados combates com cinco durações distintas – 1, 2, 3, 4 e 5 min.

mmss – membros superiores; **mmii** – membros inferiores; **10'** - 10 min de intervalo; **30'** – 30 min de intervalo; **48h** – 48 h de intervalo; **I** – Intervalo entre os combates na mesma sessão de 60 min e intervalo entre as sessões de 48 h.

T – Testes de desempenho: (1) Força isométrica máxima de preensão manual da mão dominante e não dominante; (2) Potência muscular de membros inferiores; (3) Resistência muscular dinâmica de membros superiores.

Figura 1 – Esquema do delineamento do estudo.

Posteriormente, cada atleta realizou cinco combates com variação na duração do combate (1, 2, 3, 4 e 5 min), sendo esses confrontos realizados com o mesmo oponente e repetidos em três condições (sem o uso do analisador de gases, com o uso do analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases), totalizando 15 combates (painel B da Figura 1). A condição sem o uso do analisador de gases foi conduzida com o objetivo de simular um combate, aproximando-se do combate real, não sendo imposta nenhuma restrição aos atletas que foram avaliados ao mesmo tempo. Para que o $\dot{V}O_2$ pudesse ser mensurado durante o combate, possibilitando estimar a contribuição dos três sistemas de energia, apenas um dos atletas pôde ser avaliado e algumas limitações foram impostas para segurança do avaliado e equipamento. Para quantificar o impacto do uso do analisador de gases e limitações impostas na condição com o uso do analisador de gases nas variáveis de interesse, uma terceira condição de combate foi conduzida. Nessa condição as mesmas limitações impostas foram reproduzidas, porém, o atleta lutou sem o equipamento.

Em cada dia de avaliação, o atleta realizou dois combates com intervalos de 60 min entre os mesmos. Antes e após a realização dos combates na condição sem o uso do analisador de gases foram realizadas coletas de sangue das veias antecubitais para as análises bioquímicas. Antes e após a realização de todos os 15 combates foi realizada uma bateria de testes de desempenho para avaliação da força isométrica máxima de preensão manual das mãos dominante e não dominante, potência muscular dos membros inferiores e resistência muscular dinâmica de membros superiores.

Os combates da condição sem o uso do analisador de gases foram sempre os primeiros combates realizados em cada sessão, sendo aleatorizada apenas duração, para que as modificações bioquímicas ocasionadas pela realização de um combate realizado previamente não pudessem influenciar as análises bioquímicas. Foi solicitado aos atletas que realizassem jejum de 3 h para minimizar o efeito pós-prandial nos marcadores bioquímicos que foram analisados. A ordem dos combates da condição com o analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases foi aleatorizada quanto à condição e duração. O intervalo entre todas as sessões foi de, no mínimo, 48 h. Todos os combates foram realizados no tatame da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo

5.3 Antropometria

Após a mensuração da massa corporal e da estatura, as dobras cutâneas dos seguintes pontos foram mensuradas três vezes, em sistema de rodízio, utilizando-se de um compasso Harpenden (John Bull Instruments, Reino Unido): tríceps, subescapular, abdominal,

suprailíaca, frontal da coxa e medial da perna. Os seguintes diâmetros ósseos também foram mensurados, utilizando-se de paquímetros (Sanny, Brasil): biepicôndilos femoral e umeral, anteroposterior do tórax, transverso do tórax, biacromial e biiliocristal. As seguintes circunferências foram mensuradas, utilizando-se de fita métrica (Instituto São Paulo, Brasil): braço relaxado, punho, tórax, coxa proximal, perna medial e tornozelo. A porcentagem de gordura foi estimada pelo protocolo proposto por Drinkwater e Ross (1980).

5.4 Avaliação da aptidão aeróbia para membros inferiores e superiores

Os atletas foram submetidos a dois testes progressivos para avaliação da potência e capacidade aeróbias dos membros inferiores e superiores seguindo os protocolos descritos abaixo.

5.4.1 Protocolos e métodos para determinação do consumo de oxigênio pico

Para o teste progressivo para membros inferiores, o atleta se exercitou em um cicloergômetro para membros inferiores Excalibur® (Lode, Holanda) com carga inicial de 70 W, com incrementos de 35 W a cada três min até a exaustão voluntária dos atletas ou até que os mesmos não conseguissem manter a velocidade de 70 rpm por mais que 5 s (DENADAI et al., 2004). Na versão do teste progressivo para membros superiores, o atleta se exercitou em um cicloergômetro para membros superiores M4100® (Cefise, Brasil) em que a carga inicial foi a carga do próprio aparelho com incrementos de 26,5 W a cada 3 min até a exaustão voluntária dos avaliados ou até que os mesmos não conseguissem manter a velocidade de 90 rpm por mais que 5 s (PIRES et al., 2011a). Foram registradas e reproduzidas as posições do selim e do guidão nos testes para membros inferiores e a altura e a distância do banco nos testes para membros superiores. Ao término de cada estágio houve um intervalo de 30 s para coleta de sangue para a mensuração da [La] (veja tópico sobre determinação do limiar anaeróbio). Ao final de cada estágio, os atletas informaram a percepção subjetiva de esforço (ANEXO 3; Borg 6-20) (BORG, 1982). Ao término do teste foi coletada uma amostra de sangue para a mensuração da [La] final e questionada a percepção subjetiva de esforço.

Durante o teste, o $\dot{V}O_2$ respiração a respiração e a FC foram registrados através do analisador de gases portátil Cortex MetaMax®3B (Cortex, Alemanha) e por meio de um monitor Polar® (Polar Electro Oy, Finlândia) integrado ao analisador de gases. O analisador de gases foi calibrado antes de cada teste, no ambiente em que o teste foi realizado, de acordo com as recomendações do fabricante. O $\dot{V}O_{2pico}$ foi a maior média móvel de 15s (valores médios a cada 1 s) e a FC máxima foi o maior valor registrado durante o teste. Para

determinação da potência aeróbia máxima foi considerada a máxima potência atingida durante o teste. Quando o atleta não finalizou o estágio de 3 min, a potência foi relativizada de acordo com o tempo de permanência nesse último estágio (tempo de permanência no último estágio multiplicados pelo incremento aplicado no estágio [35 W para membros inferiores e 26,47 W para membros superiores] – divididos pela duração do estágio [180 s]) e somado a potência atingida no último estágio.

Com base nesses testes progressivos foram obtidas as seguintes variáveis, para membros superiores e para membros inferiores: consumo de oxigênio pico ($\dot{V}O_{2pico}$; $ml.kg^{-1}.min^{-1}$), potência aeróbia máxima (PAM; W), frequência cardíaca máxima (FCmáx; bpm), concentração de lactato final ([La] final; $mmol.L^{-1}$) e percepção subjetiva de esforço final (PSEfinal; u.a).

5.4.2 Protocolo e métodos para determinação das intensidades correspondentes ao limiar anaeróbio

Para determinação do limiar anaeróbio foi considerada a intensidade correspondente à concentração de $3,5 mmol.L^{-1}$, conforme proposto por Heck et al. (1985). Ao final de cada estágio do teste progressivo foram realizadas as coletas de sangue do lóbulo da orelha para dosagem da [La], as quais foram analisadas posteriormente no aparelho *Yellow Spring 1500 Sport* (Yellow Springs, Estados Unidos). Os valores obtidos ao final de todos os estágios completos foram plotados em um gráfico (intensidade x [La]) e gerada uma equação exponencial para calcular a potência correspondente ao valor de $3,5 mmol.L^{-1}$. Além disso, foi calculada a média dos últimos 30s de cada estágio para o $\dot{V}O_2$ e FC, e esses dados foram plotados em dois gráficos (intensidade x $\dot{V}O_2$; intensidade x FC) e identificados os valores correspondentes a PLAn. Também foram calculados os valores relativos de potência, $\dot{V}O_2$ e FC do limiar anaeróbio em relação aos valores máximos obtidos nos testes progressivos.

Com base nessas análises foram obtidas as seguintes variáveis, tanto para membros superiores quanto para membros inferiores: potência correspondente ao limiar anaeróbio (PLAn; W), potência correspondente ao limiar anaeróbio relativa à PAM (PLAn; %), frequência cardíaca correspondente à PLAn (FCPLAn; bpm), frequência cardíaca correspondente à PLAn relativa à FCmáx (FCPLAn; %), $\dot{V}O_2$ correspondente à PLAn ($\dot{V}O_{2PLAn}$; $ml.kg^{-1}.min^{-1}$) e $\dot{V}O_2$ correspondente à PLAn relativo ao $\dot{V}O_{2pico}$ ($\dot{V}O_{2PLAn}$; %).

5.5 Avaliação da aptidão anaeróbia para membros inferiores e superiores

Os atletas foram submetidos ao teste de Wingate para membros inferiores e para membros superiores. Durante e seis min após o término dos testes foi mensurado continuamente o $\dot{V}O_2$, utilizando o equipamento Cortex MetaMax®3B (Cortex, Alemanha). Além disso, antes, 1, 3 e 5 min após os testes de Wingate, foram determinadas as [La] utilizando o aparelho *Yellow Spring 1500 Sport* (Yellow Springs, Estados Unidos).

Antes de cada teste foi verificada a massa corporal do atleta e ajustada a carga correspondente ($0,09 \text{ kg.kg}^{-1}$ e $0,06 \text{ kg.kg}^{-1}$ de massa corporal do atleta para os testes de membros inferiores e de membros superiores, respectivamente), conforme sugerido por Inbar, Bar-Or e Skinner (1996). Os ergômetros utilizados foram os mesmos utilizados nos testes progressivos para avaliação da aptidão aeróbia.

A partir dos testes de Wingate, para cada um dos segmentos corporais, foi determinada a potência média (PM - média aritmética da potência gerada durante os 30s relativa à massa corporal do atleta; W.kg^{-1}), a potência pico (PP - maior potência atingida durante os 30s relativa à massa corporal do atleta; W.kg^{-1}), o delta da [La] ([La] delta – valor pico pós teste subtraído do valor pré teste; mmol.L^{-1}), o custo energético e a contribuição dos três sistemas de energia (veja tópico sobre a estimativa da contribuição dos sistemas).

5.6 Combates simulados de judô

Os combates tiveram a duração fixa de 1, 2, 3, 4 e 5 min e foram organizados entre atletas com diferença de massa corporal inferior a 10% e com o mesmo nível competitivo na tentativa de promover combates equilibrados. Todos os combates foram filmados para a quantificação das ações técnicas (veja tópico sobre quantificação das ações dos combates) e mediados de acordo com as regras oficiais.

Em um único dia, o atleta realizou dois combates determinados de maneira aleatória com intervalo de 60 min. Cada atleta realizou uma sequência de dois combates em oito dias diferentes, enfrentando o mesmo adversário em todos os dias. Cada duração diferente de combate foi repetida em três condições diferentes: sem o uso do analisador de gases, com o uso do analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases, totalizando 15 combates. Em um dos oito dias de avaliação, o atleta realizou um único combate devido ao número ímpar de combates.

A ordem dos combates foi determinada aleatoriamente e o atleta não foi informado da duração do combate que iria executar em nenhuma das condições, objetivando que o mesmo não estabelecesse diferentes estratégias de esforço de acordo com as distintas durações dos

combates. Uma exceção à aleatorização dos combates ocorreu na condição sem o uso do analisador de gases, uma vez que somente um combate dessa condição pôde ser realizado em cada dia de avaliação, sendo esse, obrigatoriamente, realizado primeiro. Essa exceção garantiu que a realização de esforço prévio, mesmo que separado por intervalo de 60 min, não influenciasse as análises sanguíneas.

Na condição de combate sem o uso do analisador de gases (1 x 1, 2, 3, 4 e 5 min) o atleta realizou o combate da mesma maneira que é realizada em uma competição, ou seja, ambos os atletas buscaram arremessar, imobilizar ou provocar a desistência do seu adversário. Antes e após cada uma dessas condições de combate foi realizada uma coleta de sangue venoso (veja tópico sobre coletas de sangue e análises bioquímicas). Esses combates aconteceram após jejum de 3 h.

Na condição com o uso do analisador de gases (1 x 1, 2, 3, 4 e 5 min), somente um dos atletas pôde arremessar o seu adversário, o qual teve limitação para a não execução do combate no solo. Nos cinco combates da condição com o uso do analisador de gases, o atleta avaliado utilizou o equipamento Cortex MetaMax®3B (*Cortex*, Alemanha) acoplado a uma vara de pescar (Figura 2), que foi segurada por um dos pesquisadores que acompanhou a movimentação do atleta, para mensurar o $\dot{V}O_2$ respiração a respiração durante o combate e, posteriormente, estimar a contribuição dos sistemas de transferência de energia (veja tópico sobre estimativa da contribuição dos sistemas de energia). O adversário do atleta que estava sendo avaliado não pôde arremessá-lo, podendo apenas realizar a aplicação do golpe (desequilíbrio e encaixe) e as demais ações comuns do combate como movimentação sem contato, disputa de pegada, defesa e movimentação preparatória para a entrada dos golpes. Essa estratégia foi adotada para a segurança do atleta, haja vista que se o atleta caísse sobre o equipamento poderia machucar-se e/ou ainda danificar o equipamento.

Figura 2 – Ilustração do combate simulado com o uso do analisador de gases.

Para controlar o efeito do uso do equipamento e das limitações impostas na condição com o uso do analisador de gases nas respostas fisiológicas, perceptivas e de desempenho observadas, uma terceira condição foi realizada: simulando o uso do analisador de gases. Nessa condição (1 x 1, 2, 3, 4 e 5 min) o atleta realizou os combates com as mesmas limitações impostas na condição com o uso do analisador de gases, porém sem o uso do aparelho.

Antes de cada combate foi questionado ao atleta o seu estado de recuperação utilizando uma escala de dez pontos (ANEXO 3) (LAURENT et al., 2011). Ao final de todos os combates foi anotada a FC final utilizando o frequencímetro Polar® (Polar *Electro Oy*, Finlândia) e a percepção subjetiva de esforço informada pelo atleta (Borg 6-20) (BORG, 1982). Além disso, antes, 1, 3 e 5 min após os combates, foram determinadas as [La] utilizando o aparelho *Yellow Spring 1500 Sport* (Yellow Springs, Estados Unidos). Por fim, antes e seis min após o término dos combates foi realizada uma bateria de testes de desempenho (veja tópico sobre bateria de testes de desempenho).

Dessa forma, com a realização dos combates as seguintes variáveis foram registradas: percepção subjetiva de recuperação (PSR; u.a); percepção subjetiva de esforço geral (PSE; u.a) e taxa de incremento por min de combate (taxa PSE = valor observado subtraído do valor mínimo (6) dividido pela duração do combate; u.a.min^{-1}); FC final do combate (FC_{final}; bpm); [La] pré e pico pós combate (mmol.L^{-1}); delta da [La] ([La] delta = valor pico subtraído

do valor pré; mmol.L^{-1}) e taxa de incremento do delta da [La] por min de combate (taxa [La] delta = valor do delta da [La] dividido pela duração do combate; $\text{mmol.L}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

5.6.1 Quantificação das ações dos combates

Todos os combates foram filmados (Sony DCR-DVD508) e posteriormente analisados no programa computacional FRAMI 2.0 (MIARKA et al., 2011) para a obtenção das seguintes variáveis:

(1) Estrutura temporal do combate (s) – (a) tempo médio por sequência de combate em pé (s); (b) tempo médio por sequência de combate no solo (apenas para a condição sem o uso do analisador de gases) (s); (c) tempo médio por sequência de transição (apenas para a condição sem o uso do analisador de gases) (s); (d) tempo médio por sequência de pausa (s); (e) tempo médio por sequência de movimentação sem contato (s); (f) tempo médio por sequência de pegada (s); (g) tempo médio por sequência de ataque(s); (h) tempo médio por sequência de defesa (s).

(2) Ações técnicas – (a) taxa do número de sequência de combate em pé por min de combate (número.min^{-1}); (b) taxa do número de sequência combate em solo por min de combate (número.min^{-1}); taxa do número de golpes aplicados por min de combate (número.min^{-1}); (c) taxa do número de variação de golpes aplicados por min de combate (número.min^{-1}); (d) taxa do número de imobilizações por min de combate (apenas para a condição sem o uso do analisador de gases) (número.min^{-1}); (e) taxa do número de chaves-articulares por min de combate (apenas para a condição sem o uso do analisador de gases) (número.min^{-1}); (f) taxa do número de estrangulamentos por min de combate (apenas para a condição sem o uso do analisador de gases) (número.min^{-1}); (g) taxa do número de golpes de perna aplicados por min de combate (número.min^{-1}); (h) taxa do número de golpes de braço aplicados por min de combate (número.min^{-1}); (i) taxa do número de golpes de quadril aplicados por min de combate (número.min^{-1}); (j) taxa do número de golpes de sacrifício aplicados por min de combate (número.min^{-1}).

(3) Resultado – taxa de pontuações do combate (*yuko*, *wazari* e *ippon*) e taxa de punições recebidas no combate (*shidô*: 1, 2, 3 e 4).

As variáveis absolutas (tempo total de cada variável e número total de ações, pontuações e punições) obtidas com essa análise apresentaram diferença, de antemão, quando as diferentes durações dos combates que compuseram o delineamento do presente estudo foram observadas, uma vez que as durações eram distintas e crescentes ($1 < 2 < 3 < 4 < 5$). Assim, qualquer comparação entre os valores absolutos demonstraria apenas o efeito da

somatória dessas variáveis. Portanto, só se faz relevante a comparação quando essas variáveis são relativizadas de modo a desconsiderar as diferenças já existentes entre as durações.

5.6.2 Bateria de testes de desempenho

Antes e seis min após o término dos combates foram realizados testes de desempenho direcionados à avaliação da força isométrica máxima de preensão manual, potência de membros inferiores e resistência muscular dinâmica de membros superiores. O período de seis min fez-se necessário devido à condição com o uso do analisador de gases, pois os atletas precisaram permanecer com o equipamento por esse período (veja tópico sobre estimativa da contribuição dos sistemas de energia). Todos os atletas realizaram uma familiarização com os testes físicos para evitar o efeito da aprendizagem dos testes, 10 min após o término dos testes laboratoriais na segunda sessão.

O teste de preensão manual (JOHNSON; NELSON, 1969) foi aplicado para avaliar a força isométrica máxima de preensão manual das mãos utilizando o dinamômetro Jamar[®]. O ajuste palmar de cada atleta foi anotado e reproduzido em todas as sessões. Para a execução do teste, o atleta permaneceu em pé com os braços posicionados ao lado do corpo. Ao sinal do avaliador, o atleta executou a força máxima de preensão da mão direita sem apoiar e flexionar o braço. O mesmo procedimento foi realizado com a mão esquerda. Cada atleta executou três tentativas com cada mão, separadas por um intervalo de 1 min, sendo anotado o maior valor observado. Foi questionado a cada atleta o lado dominante para o combate (destro ou canhoto) e a partir dos resultados do teste, as seguintes variáveis foram registradas: força isométrica máxima de preensão manual dominante (FIMPMD; kgf) e força isométrica máxima de preensão manual não dominante (FIMPMND; kgf).

Durante o intervalo de 1 min do teste de preensão manual, foi realizada a avaliação da potência muscular dos membros inferiores por meio do teste de salto vertical com contramovimento em plataforma de contato (KOMI; BOSCO, 1978), controlado pelo programa MultiSprint[®] (Hidrofit, Brasil). Para a execução do teste, o avaliado posicionou-se em cima da plataforma e, ao sinal do avaliador, executou uma flexão dos joelhos, seguida de um salto, mantendo os joelhos estendidos. Os atletas realizaram uma tentativa após cada tentativa do teste de preensão manual, sendo anotado o maior valor observado entre as duas tentativas. A partir dos resultados do teste, a seguinte variável foi registrada: altura do salto vertical (SV; cm).

Por fim, foi realizada a avaliação da resistência muscular dinâmica dos membros superiores por meio do teste de repetições na barra com o uso do *judogi* (FRANCHINI et al.,

2011b) executado uma única vez. O atleta realizou sua pegada no *judogi* e executou o maior número de repetições corretas, flexionando e estendendo totalmente os cotovelos. A partir dos resultados do teste, a seguinte variável foi registrada: número máximo de repetições de barra no *judogi* (NMRJ; número).

5.6.3 Estimativa da contribuição dos sistemas de energia

Para a estimativa dos sistemas aeróbio, anaeróbio láctico e anaeróbio alático nos combates e testes de Wingate foram utilizados o $\dot{V}O_2$ durante a atividade, o $[La]$ delta e a fase de queda rápida do excesso $\dot{V}O_2$ pós-exercício ($EPOC_{rápida}$), respectivamente. Esses mesmos procedimentos foram aplicados no combate de taekwondo (CAMPOS et al., 2012), karate (BENEKE et al., 2004) e boxe (DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014).

A contribuição do sistema aeróbio foi estimada através do $\dot{V}O_2$ medido durante todo o período de combate e do teste de Wingate. Os valores foram expressos sobre os valores de repouso esperado para a duração da atividade (linha de base). Para o estabelecimento dos valores da linha de base do $\dot{V}O_2$ foi considerado um valor fixo de $4,5 \text{ mL.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ como utilizado em estudos que utilizaram a mesma metodologia para estimar a contribuição dos sistemas em esportes de combate (BENEKE et al., 2004; DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014). Os valores do $\dot{V}O_2$ respiração a respiração foram interpolados a cada um segundo e calculada a integral da área no programa *Origin 6.0* (Microcal Software Inc., Massachusetts, Estados Unidos da América).

Assumindo que o acúmulo de 1 mmol.L^{-1} equivale a $3 \text{ mL}O_2.\text{kg}^{-1}$ de massa corporal (DI PRAMPERO; FERRETTI, 1999), a estimativa da contribuição do sistema anaeróbio láctico foi calculada através do delta da $[La]$ obtido no combate ou no teste de Wingate.

Por sua vez, a contribuição do sistema anaeróbio alático foi estimada pela queda rápida do $\dot{V}O_2$. Para essa estimativa, o atleta permaneceu com o analisador de gases por 6 min em pé, após o término dos combates, ou sentado, após o término dos testes de Wingate. Antes de iniciar os cálculos da estimativa, foi verificada a existência de diferenças entre as modelagens matemáticas mono-exponencial e bi-exponencial para localizar o ponto de estabilização da queda rápida do $\dot{V}O_2$ durante o período de recuperação. Isto se faz necessário devido à impossibilidade de caracterização dos domínios da intensidade do esforço no combate de judô. As modelagens matemáticas foram conduzidas no programa *Origin 6.0* (Microcal Software Inc., Massachusetts, Estados Unidos da América). Para estabelecer o melhor tipo de modelagem, os resíduos dos dois ajustes matemáticos foram comparados pelo teste *F* (CAMPOS et al., 2012; CAMPOS MELLO et al., 2009). Caso o melhor ajuste fosse o

bi-exponencial, foi utilizado para o cálculo da $EPOC_{rápida}$ a integral da área que se referia ao primeiro processo exponencial. Porém, quando o melhor ajuste foi o mono-exponencial, o cálculo foi realizado pela multiplicação da integral da área estabelecida entre o fim da tarefa e o tempo para estabilização do $\dot{V}O_2$. Quando não foi observada diferença entre os dois modelos matemáticos, utilizou-se do modelo mono-exponencial seguindo o princípio da parcimônia.

Os valores obtidos na estimativa do custo energético dos três sistemas de energia foram convertidos em quilojoule (kJ) assumindo que cada litro de O_2 equivale a 20,92 kJ. Posteriormente, esses valores absolutos de cada sistema de energia foram somados e divididos pelo tempo de combate (1, 2, 3, 4 e 5 min) para representar a taxa do custo energético por min de combate. Além disso, foi calculada a contribuição relativa de cada um dos três sistemas de energia, dividindo o custo energético de cada um dos sistemas pelo custo energético total. Adicionalmente, foi calculada a média dos valores do $\dot{V}O_2$ de acordo com o tipo de ação do combate (esforço e pausa) para cada uma das durações (1, 2, 3, 4 e 5 min).

Assim, a partir dos cálculos apresentados, as seguintes variáveis foram registradas para os combates de diferentes durações e teste de Wingate para os diferentes segmentos: contribuição aeróbia absoluta (kJ), contribuição anaeróbia láctica absoluta (kJ), contribuição anaeróbia aláctica absoluta (kJ), contribuição aeróbia relativa (%), contribuição anaeróbia láctica relativa (%), contribuição anaeróbia aláctica relativa (%), taxa do custo energético por min de combate ($kJ \cdot min^{-1}$), $\dot{V}O_2$ dos períodos de esforço ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) e $\dot{V}O_2$ dos períodos de pausa ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$).

5.7 Coletas de sangue e análises bioquímicas

Para as coletas de sangue para dosagem do lactato sanguíneo foram coletados 25 μL de sangue do lóbulo da orelha de cada atleta, nos momentos descritos anteriormente, os quais foram armazenados em tubos do tipo *eppendorf* contendo 50 μL de fluoreto de sódio a 1% e analisados posteriormente no lactímetro Yellow Springs 1500 Sport. Em cada sessão de avaliação foram armazenadas nas mesmas condições das amostras, dois tubos do tipo *eppendorf* contendo 50 μL de fluoreto de sódio a 1% e uma concentração padrão conhecida de 5 $mmol \cdot L^{-1}$. Essas duas amostras padrão foram analisadas e a média dos valores obtidos foi utilizada para multiplicar os valores das amostras. A calibração do equipamento seguiu as recomendações do fabricante e foi executada a cada 15 análises.

Para a obtenção de sangue venoso, foram coletadas amostras de 12 mL de sangue das veias antecubitais dos atletas nos momentos pré e pós-combate. Esta amostra foi coletada em

dois tubos de 4 ml com EDTA para obtenção do plasma e em um tubo com gel para obtenção do soro. As amostras foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 min para a separação de soro ou plasma. As amostras de soro e plasma foram armazenadas em tubos do tipo *ependorf* e congeladas (-80°C) até as respectivas análises, as quais foram realizadas em um único dia. As concentrações de glicose, triacilglicerol e proteínas totais séricas foram quantificadas nas amostras de soro em triplicata (kits LABTEST®, Brasil). As concentrações de ácidos graxos livres foram quantificadas nas amostras de plasma (ZENBIO®, Estados Unidos). Todas as análises foram realizadas por método enzimático colorimétrico, em espectrofotômetro BIOPLUS 2000®.

5.8 Análise estatística

A estatística descritiva envolveu os cálculos das médias e desvios padrão de todas as variáveis dependentes. A comparação de todas as variáveis dependentes obtidas nos combates e na contribuição dos sistemas de energia nos testes de Wingate foi realizada com uma análise de modelos mistos para medidas repetidas.

Em todos os modelos assumiu-se como fator aleatório os atletas e como fatores fixos: condição (três níveis – sem o uso do analisador de gases, com o uso do analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases), duração (5 níveis – 1, 2, 3, 4 e 5 min), momento (2 níveis – pré e pós), tipo de sistema de transferência de energia (3 níveis – aeróbio, anaeróbio láctico e anaeróbio alático), segmento corporal (2 níveis – membros inferiores e membros superiores) e tipo de ação (2 níveis – esforço e pausa). De acordo com a variável dependente comparada, as possíveis combinações de fatores fixos, incluindo as interações entre os fatores foram: duração; condição e duração; duração e momento; tipo de sistema de transferência de energia e duração; tipo de sistema de transferência de energia e segmento corporal; condição, duração e momento.

Foram testadas quatro modelos diferentes de matriz de covariância (não estruturada, auto-regressiva, simétrica e toeplitz) para cada variável dependente e foi escolhida a que apresentou o melhor ajuste para o modelo segundo o critério de *Schwarz's Bayesian* (menor valor de BIC). Quando foi observado um valor de *F* significativo para o fator ou interação dos fatores, foi aplicado o teste de Bonferroni como *post hoc* para as comparações pareadas, sendo adotado o nível de significância ajustado.

Dentre as muitas interações possíveis, foram descritas as diferenças significantes apenas as que foram de interesse para os objetivos do estudo: interação condição e duração – mesma condição e diferentes durações ou diferentes condições e mesma duração; interação

condição e momento – mesma condição e diferentes momentos ou diferentes condições e mesmo momento; interação duração e momento – mesma duração e diferentes momentos ou diferentes durações e mesmo momento; interação tipo de sistema de transferência de energia e duração – mesmo sistema de transferência de energia e diferentes durações ou diferente sistema de transferência de energia e mesma duração; interação tipo de sistema de transferência de energia e segmento corporal – mesmo sistema de transferência de energia e diferentes segmentos corporais ou diferente sistema de transferência de energia e mesmo segmento corporal.

As relações entre nível de aptidão aeróbia e anaeróbia e as variáveis dependentes obtidas no combate de 5 min na condição sem o analisador de gases foram realizadas através do coeficiente de correlação de Pearson, as quais foram classificadas como: 0 a 0,09 – trivial; 0,10 a 0,29 – fraca; 0,30 a 0,49 – moderada; 0,50 a 0,69 – forte; 0,70 a 0,89 – muito forte; 0,90 a 1,0 – perfeita (HOPKINS, 2015).

Em todas as análises foi adotado $p < 0,05$ como nível de significância. Para todas as comparações pareadas que apresentaram um valor significativo, foi calculado o tamanho do efeito pelo teste *d de Cohen*, os quais foram classificados como: entre 0 e $< 0,2$ – trivial; $> 0,2$ e $< 0,6$ – pequeno; $> 0,6$ e $< 1,2$ – moderado; $> 1,2$ e $< 2,0$ – grande; $> 2,00$ e $< 4,0$ – muito grande; $> 4,0$ – quase perfeito (HOPKINS, 2015). A realização dos testes das correlações foi realizada no programa *Statistical Package for Social Sciences 15.0* e as análises de modelos mistos com medidas repetidas foram realizadas no programa *SAS for Windows 9.1*.

6 RESULTADOS

Para fins de organização, os resultados foram apresentados abaixo em subseções.

6.1 Características gerais, aptidão aeróbia e aptidão anaeróbia

Os dados obtidos nos testes progressivos para membros inferiores e superiores para caracterização da aptidão aeróbia dos atletas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Respostas fisiológicas e de desempenho nos testes progressivos para membros inferiores e superiores (n = 12) (valores em média $\pm$ desvio padrão).

	Membros inferiores	Membros superiores
Potência aeróbia máxima (PAM) (W)	237 $\pm$ 40	139 $\pm$ 28
Potência correspondente ao LAn (W)	164 $\pm$ 35	88 $\pm$ 22
Potência LAn (% da PAM)	69 $\pm$ 8	63 $\pm$ 9
$\dot{V}O_2$ pico (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	50,66 $\pm$ 7,17	37,94 $\pm$ 3,54
$\dot{V}O_2$ PLAn (ml.kg⁻¹.min⁻¹)	32,93 $\pm$ 4,90	25,57 $\pm$ 3,95
$\dot{V}O_2$ PLAn (% do $\dot{V}O_2$ pico)	66 $\pm$ 9	67 $\pm$ 6
FC máxima (bpm)	188 $\pm$ 7	182 $\pm$ 14
FC PLAn (bpm)	160 $\pm$ 6	148 $\pm$ 12
FC PLAn (bpm) (% da FC máxima)	85 $\pm$ 4	81 $\pm$ 5
Percepção subjetiva de esforço final (u.a)	20 $\pm$ 0	20 $\pm$ 0
[La] final (mmol.L⁻¹)	8,25 $\pm$ 1,85	8,25 $\pm$ 2,05

Notas: LAn: Limiar Anaeróbio correspondente ao OBLA (concentração de 3,5 mmol.L⁻¹); PLAn: potência associada ao limiar anaeróbio; $\dot{V}O_2$: consumo de oxigênio; FC: frequência cardíaca; [La] final: concentração de lactato final.

Na Tabela 4 são apresentados os dados obtidos a partir dos testes de Wingate para membros inferiores e superiores para caracterização da aptidão anaeróbia dos atletas.

Tabela 4 – Delta da concentração de lactato ([La]) e desempenho nos testes de Wingate para membros inferiores e superiores (valores em média $\pm$ desvio padrão) (n = 12).

	Wingate para membros inferiores	Wingate para membros superiores
Potência pico (W.kg⁻¹)	11,38 $\pm$ 1,04	10,32 $\pm$ 1,12
Potência média (W.kg⁻¹)	8,54 $\pm$ 0,79	6,90 $\pm$ 0,87
[La] delta (mmol.L⁻¹)	7,66 $\pm$ 0,98	7,78 $\pm$ 1,23

Notas: [La] delta: concentração de lactato pico subtraída da concentração de lactato de repouso.

Na Tabela 5 são apresentados os dados da contribuição absoluta e relativa dos sistemas de energia obtidos nos testes de Wingate para membros inferiores e superiores.

Tabela 5 – Contribuição absoluta (kJ) e relativa (%) dos sistemas de energia para os testes de Wingate para membros inferiores e superiores (valores em média $\pm$ desvio padrão) (n = 12).

	Membros inferiores	Membros superiores
Valores absolutos (kJ)*		
Aeróbio	19 $\pm$ 4	15 $\pm$ 6
Anaeróbio lático[‡]	36 $\pm$ 6	36 $\pm$ 8
Anaeróbio alático[‡]	47 $\pm$ 20	31 $\pm$ 10
Valores relativos (%)		
Aeróbio	20 $\pm$ 6	19 $\pm$ 5
Anaeróbio lático[‡]	36 $\pm$ 7 [‡]	44 $\pm$ 7 [‡]
Anaeróbio alático[‡]	44 $\pm$ 12	38 $\pm$ 7

Notas: [‡]: efeito de sistema, diferente do aeróbio (p < 0,05); *: efeito de segmento corporal, diferença entre membros superiores e inferiores (p < 0,05); [‡]: efeito de interação sistema e segmento corporal, diferente do aeróbio tanto para membros inferiores como superiores (p < 0,05).

Para a contribuição absoluta dos sistemas de transferência de energia nos testes de Wingate foi observado efeito do tipo de sistema ($F_{2,10} = 40,88$; p < 0,001), sendo observado valores inferiores do sistema aeróbio quando comparado com o sistema anaeróbio lático (p < 0,001; d = 2,9 – muito grande) e anaeróbio alático (p < 0,001; d = 1,7 – grande). Além disso, foi observado efeito do segmento corporal ($F_{2,10} = 8,58$; p = 0,015), sendo observados valores superiores nos membros inferiores quando comparado com os membros superiores (p = 0,015; d = 0,5 – pequeno). No entanto, não foi observado efeito de interação do segmento corporal com o tipo de sistema ($F_{2,9} = 2,29$, p = 0,157).

Para a contribuição relativa dos sistemas de transferência de energia nos testes de Wingate foi observado efeito do tipo de sistema ($F_{2,10} = 59,96$; $p < 0,001$), sendo os valores do sistema aeróbio inferiores aos valores do anaeróbio láctico ($p < 0,001$; $d = 3,1$ – muito grande) e anaeróbio alático ($p = 0,006$; $d = 2,8$ – muito grande). Além disso, foi observado efeito de interação dos fatores segmento corporal e tipo de sistema ($F_{2,9} = 4,33$; $p = 0,048$), sendo os valores do sistema aeróbio inferiores aos valores do sistema anaeróbio láctico tanto para membros inferiores ($p < 0,001$; $d = 2,5$ – muito grande) como para membros superiores ($p < 0,001$; $d = 4,1$ – quase perfeito). No entanto, não foi observado efeito do segmento corporal ($F_{2,11} = 0,14$; $p = 0,711$).

6.2 Respostas da percepção subjetiva de recuperação e esforço nas diferentes condições e durações de combate

Na Figura 3 são apresentados os dados das respostas da percepção subjetiva de recuperação obtidos antes do início dos combates realizados em três condições diferentes: sem o analisador de gases, utilizando o analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases; e em diferentes durações: 1, 2, 3, 4 e 5 min.

Figura 3 – Percepção subjetiva de recuperação (u.a.) pré-combate nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Para a percepção subjetiva de recuperação não foram observados efeitos da condição ($F_{2,140} = 1,85$; $p = 0,165$), duração ($F_{4,141} = 2,24$; $p = 0,067$) ou de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,140} = 0,97$; $p = 0,460$).

Na Figura 4 são apresentados os dados das respostas da PSE (Painel A) e da taxa de incremento da PSE por min de combate (Painel B) obtidos ao término dos combates realizados em diferentes condições e durações.

Figura 4 – Percepção subjetiva de esforço (u.a.) (Painel A) e taxa de incremento da percepção subjetiva de esforço (u.a.min⁻¹) (Painel B) pós-combate nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: Escala de Borg 6-20; *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$); #: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min ($p < 0,05$).

Para a PSE pós-combates foi observado efeito da duração ($F_{4,142} = 36,30$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min inferiores àqueles observados nos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado), 3 ($p < 0,001$; $d = 1,5$ – grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,9$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,9$ – grande); os valores do combate de 2 min foram inferiores àqueles obtidos nos combates de 3 ($p = 0,002$; $d = 0,8$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande). No entanto, não foi observado efeito da condição ($F_{2,142} = 0,48$; $p = 0,618$), tampouco efeito de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,142} = 0,74$; $p = 0,656$).

Para a taxa de incremento da PSE foi observado efeito da duração ($F_{4,77} = 12,76$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min superiores àqueles observados nos combates de 2 ($p = 0,005$; $d = 0,3$ – pequeno), 3 ($p < 0,001$; $d = 0,4$ – pequeno), 4 ($p < 0,001$; $d = 0,9$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande), assim como os valores do combate de 2 min foram superiores àqueles observados no combate de 5 min ($p = 0,016$; $d = 3,6$ – muito grande). No entanto, não foi observado efeito da condição ($F_{2,100} = 0,97$; $p < 0,381$), tampouco efeito de interação da condição com a duração ($F_{8,125} = 0,82$; $p = 0,590$).

6.3 Respostas fisiológicas nas diferentes condições, durações e momentos do combate

Na Figura 5 são apresentados os dados da FC obtidos ao término do combate em diferentes condições e durações.

Figura 5 – Frequência cardíaca final (bpm) nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$); #: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min ($p < 0,05$).

Para a FC foi observado efeito da duração ($F_{2,124} = 9,95$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min inferiores àqueles observados nos combates de 3 ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,0$ – moderado), assim como os valores do combate de 2 min foram inferiores àqueles observados no combate de 5 min ($p = 0,006$; $d = 0,7$ – moderado). No entanto, não foi observado efeito da condição ($F_{2,123} = 1,07$; $p = 0,346$), tampouco efeito de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,124} = 0,74$; $p = 0,656$).

Na Tabela 6 são apresentados os dados da [La] obtidos em diferentes condições, durações e momentos.

Tabela 6 – Concentração de lactato sanguíneo (mmol.L⁻¹) pré e pós-combate (pico) nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média ± desvio padrão) (n = 12).

			Duração (min)				
		Momento [†]	1 ^h	2 ^{*hi}	3 ^{*hi}	4 ^{*#§hij}	5 ^{*#§hij}
Concentração de lactato (mmol.L ⁻¹)	Sem analisador	Pré	0,79 ± 0,2	0,88 ± 0,34	0,93 ± 0,19	1,01 ± 0,62	0,83 ± 0,26
		Pós	5,53 ± 1,63	6,71 ± 1,69	7,04 ± 2,46	9,33 ± 2,07	9,33 ± 2,24
	Com o analisador	Pré	1,52 ± 0,56	1,68 ± 0,59	1,53 ± 0,74	1,73 ± 0,55	1,46 ± 0,49
		Pós [‡]	3,70 ± 1,15	5,56 ± 2,10	5,57 ± 1,58	6,80 ± 1,87	6,73 ± 1,66
	Simulando o analisador	Pré	1,69 ± 1,02	1,62 ± 0,52	1,45 ± 0,56	1,58 ± 0,76	1,66 ± 0,75
		Pós	5,03 ± 2,04	6,59 ± 1,98	7,05 ± 2,17	7,93 ± 2,03	7,68 ± 2,99

Notas: [†]: efeito de momento, diferença entre os valores pré e pós-combate (p < 0,05); ^{*}: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min (p < 0,05); [#]: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min (p < 0,05); [§]: efeito de duração, diferente do combate com duração de 3 min (p < 0,05); [‡]: efeito de interação entre condição e momento: diferente dos valores pós da condição A (p < 0,05); ^h: efeito de interação entre duração e momento: diferença entre o valor pré e pós na mesma duração de combate (p < 0,05); ⁱ: efeito de interação entre duração e momento: diferença entre os valores pós-combate (1 < 2, 3, 4 e 5) (p < 0,05); ^j: efeito de interação entre duração e momento: diferença entre os valores pós-combate (2 < 4 e 5) (p < 0,05); ^k: efeito de interação entre duração e momento: diferença entre os valores pós-combate (3 < 4 e 5) (p < 0,05).

Para os valores da [La] foi observado efeito da duração ($F_{4,244} = 20,35$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min inferiores aos valores dos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno), 3 ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno), 4 ($p < 0,001$; $d = 0,5$ – pequeno) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,5$ – pequeno); os valores do combate de 2 min foram inferiores aos valores dos combates de 4 ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno) e 5 min ($p = 0,003$; $d = 0,2$ – pequeno); os valores do combate de 3 min foram inferiores aos combates de 4 ($p < 0,001$; $d = 0,2$ – pequeno) e 5 min ($p = 0,026$; $d = 0,1$ – trivial). Foi observado efeito do momento ($F_{1,163} = 705,21$; $p < 0,001$), sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate ($p < 0,001$; $d = 3,0$ – muito grande). Também foi observado efeito de interação dos fatores condição e momento ($F_{2,101} = 11,47$; $p < 0,001$), sendo os valores pós-combate da condição sem o uso do analisador de gases superiores aos valores pós-combate da condição B ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado). Além disso, foi observado efeito de interação dos fatores duração e momento ($F_{4,263} = 10,17$; $p < 0,001$), sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate nas durações de 1 ($p < 0,001$; $d = 2,5$ – muito grande), 2 ($p < 0,001$; $d = 3,4$ – muito grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 3,3$ – muito grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 4,0$ – quase perfeito) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 3,6$ – muito grande). Os valores pós-combate de 1 min foram inferiores aos valores pós-combate de 2 ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado), 3 ($p < 0,001$; $d = 0,9$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,6$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,4$ – grande); os valores pós-combate de 2 min foram inferiores aos valores pós-combate de 4 ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado); os valores pós-combate de 3 min foram inferiores aos valores pós-combate de 4 ($p < 0,001$; $d = 0,6$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeito da condição ($F_{2,63} = 2,77$; $p = 0,070$), ou efeitos de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,265} = 0,61$; $p = 0,767$), duração e momento ($F_{4,28} = 1,34$; $p = 0,279$) e condição, duração e momento ($F_{8,272} = 0,64$; $p = 0,748$).

Na Figura 6 são apresentados os dados do delta da [La] (Painel A) e da taxa de incremento do delta da [La] (Painel B) obtidos em diferentes condições e durações.

Figura 6 – Delta da concentração de lactato sanguíneo (mmol.L⁻¹) (Painel A) e taxa de incremento do delta da concentração de lactato sanguíneo (mmol.L⁻¹.min⁻¹) (Painel B) nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) (n = 12).

Notas: ^a: efeito de condição, condição sem analisador diferente das condições com analisador e simulando o analisador ($p < 0,05$); ^b: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição simulando o analisador ($p < 0,05$); ^{*}: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$); [#]: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min ($p < 0,05$); [§]: efeito de duração, diferente do combate com duração de 3 min ($p < 0,05$); ^c: efeito de interação entre condição e duração: diferente do combate da condição sem analisador com duração de 1 min ($p < 0,05$); ^d: efeito de interação entre condição e duração: diferente do combate da condição simulando o analisador com duração de 1 min ($p < 0,05$); ^e: efeito de interação entre condição e duração: diferente do combate da condição simulando o analisador com duração de 2 min ($p < 0,05$); ^f: efeito de interação entre condição e duração: diferente do combate de 1 min da condição sem analisador ($p < 0,05$); ^g: efeito de interação entre condição e duração: diferente do combate de 1 min da condição simulando o analisador ($p < 0,05$).

Para o delta da [La] foi observado efeito da condição ($F_{2,28} = 42,70$; $p < 0,001$), sendo os valores da condição sem o analisador de gases superiores aos valores observados nas condições com o analisador de gases ($p = 0,001$; $d = 1,1$ – moderado) e condição simulando o

uso do analisador de gases ($p = 0,012$; $d = 0,5$ – pequeno), assim como os valores da condição simulando o uso do analisador de gases foram superiores aos valores da condição com o uso do analisador de gases ($p = 0,002$; $d = 0,5$ – pequeno). Além disso, foi observado efeito da duração ($F_{4,39} = 34,10$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min inferiores àqueles observados nos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado), 3 ($p < 0,001$; $d = 0,9$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,5$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,4$ – grande); os valores do combate de 2 min foram inferiores àqueles observados no combate de 4 ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado); os valores do combate de 3 min foram inferiores aos valores do combate de 4 ($p = 0,006$; $d = 0,5$ – pequeno) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não foi observado efeito de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,48} = 1,24$; $p = 0,295$).

Para a taxa de incremento do delta da [La] foi observado efeito da condição ($F_{2,145} = 29,07$; $p < 0,001$), sendo os valores da condição sem o analisador de gases superiores aos valores observados nas condições com o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 1,0$ – moderado) e simulando o uso do analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 1,2$ – grande), assim como os valores da condição simulando o uso do analisador de gases foram superiores aos valores da condição com o analisador de gases ($p = 0,001$; $d = 2,2$ – muito grande). Além disso, foi observado efeito da duração do combate ($F_{4,145} = 37,75$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min superiores àqueles observados nos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado), 3 ($p < 0,001$; $d = 1,1$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,6$ – grande); os valores do combate de 2 min foram superiores àqueles observados no combate de 3 ($p = 0,007$; $d = 0,7$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,0$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,4$ – grande). Por fim, foi observado efeito de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,145} = 3,04$; $p = 0,004$). Na condição sem o analisador de gases, os valores do combate de 1 min foram superiores aos valores dos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 1,4$ – grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 2,1$ – muito grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 2,2$ – muito grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 2,6$ – muito grande). Além disso, na condição simulando o uso do analisador de gases, os valores do combate de 1 min foram superiores aos valores dos combates de 3 ($p < 0,001$; $d = 1,1$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 1,4$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,8$ – grande), assim como os valores do combate de 2 min foram superiores aos valores do combate de 5 min ($p = 0,002$; $d = 1,8$ – grande). No combate com duração de 1 min, os valores da condição sem o analisador de gases foram superiores aos valores das condições com o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 1,7$ – grande) e simulando o uso do analisador de gases ($p = 0,010$; $d = 0,8$ – moderado); assim como os valores da condição simulando o uso do analisador de gases foram

superiores aos valores da condição com o analisador de gases ($p = 0,049$; $d = 0,8$ – moderado).

Na Tabela 7 são apresentados os dados das concentrações de glicose, de triacilglicerol, de proteínas totais séricas e de ácidos graxos livres obtidos na condição sem o analisador de gases em diferentes durações e momentos.

Para os valores da concentração de glicose pré e pós-combate foi observado efeito da duração ($F_{4,78} = 5,40$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 5 min superiores aos valores do combate de 1 ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado), 2 ($p = 0,004$; $d = 0,8$ – moderado), 3 ($p = 0,005$; $d = 0,7$ – moderado) e 4 min ($p = 0,039$; $d = 0,5$ – pequeno). Também foi observado efeito do momento ($F_{1,37} = 31,70$; $p < 0,001$), sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate ($p < 0,001$; $d = 1,1$ – moderado). Além disso, foi observado efeito de interação dos fatores duração e momento ($F_{4,80} = 4,49$; $p = 0,003$), sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate nas durações de 4 ($p = 0,046$; $d = 2,9$ – muito grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 2,3$ – muito grande). Os valores pós-combate de 5 min foram superiores aos valores pós-combate de 1 ($p < 0,001$; $d = 1,9$ – grande), 2 ($p < 0,001$; $d = 1,9$ – grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande) e 4 min ($p = 0,011$; $d = 1,3$ – grande).

Para os valores da concentração de triacilglicerol foi observado efeito do momento ($F_{1,92} = 4,85$; $p = 0,030$), sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate ($p = 0,030$; $d = 0,3$ – pequeno). No entanto, não houve efeito da duração ($F_{4,92} = 1,38$; $p = 0,248$) e de interação duração e momento ($F_{4,92} = 1,82$; $p = 0,132$).

Para os valores da concentração de proteínas totais séricas pré e pós-combate foi observado efeito do momento ($F_{1,34} = 6,21$; $p = 0,018$), sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate ($p = 0,018$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não houve efeito da duração ($F_{4,75} = 0,72$; $p = 0,584$) e de interação dos fatores duração e momento ($F_{4,76} = 0,98$; $p = 0,426$).

Para os valores da concentração de ácidos graxos livres pré e pós-combate não foram observados efeitos da duração ($F_{4,34} = 0,62$; $p = 0,652$), do momento ($F_{1,29} = 0,12$; $p = 0,732$) ou de interação desses fatores ($F_{4,37} = 0,56$; $p = 0,690$).

Tabela 7 – Concentração de glicose (mg.dL⁻¹), de triacilglicerol (mg.dL⁻¹), de proteínas totais séricas (mg.dL⁻¹) e de ácidos graxos livres (mg.dL⁻¹) pré e pós-combate em simulações de combate sem o analisador de gases realizada com diferentes durações (min) (valores em média ± desvio padrão) (n = 12).

		Duração (min)				
	Momento	1	2	3	4	5
Glicose (mg.dL ⁻¹)* ^{hi}	Pré	94,43 ± 11,85	92,37 ± 8,35	92,03 ± 7,75	91,54 ± 6,77	94,35 ± 10,29
	Pós [†]	96,87 ± 12,22	101,74 ± 5,37	103,00 ± 17,79	109,71 ± 5,89	124,43 ± 15,56
Triacilglicerol (mg.dL ⁻¹)	Pré	148 ± 35	155 ± 42	152 ± 29	156 ± 32	173 ± 76
	Pós [†]	150 ± 41	174 ± 75	203 ± 120	175 ± 37	163 ± 32
Proteínas totais séricas (mg.dL ⁻¹)	Pré	6,24 ± 1,01	6,51 ± 1,18	5,97 ± 0,34	6,42 ± 1,02	5,82 ± 0,22
	Pós [†]	6,71 ± 0,95	6,66 ± 0,60	6,62 ± 0,70	6,69 ± 0,84	6,77 ± 0,99
Ácidos graxos livres (mg.dL ⁻¹)	Pré	796 ± 1005	684 ± 954	889 ± 1017	1054 ± 1180	1335 ± 1447
	Pós	1183 ± 1417	1052 ± 1294	582 ± 331	784 ± 1002	751 ± 999

Notas: [†]: efeito de momento, diferente dos valores pré -combate (p < 0,05); ^{*}: efeito de duração, valores superiores no combate de 5 min comparado com as durações de 1, 2, 3 e 4 min (p < 0,05); ^h: efeito de interação entre duração e momento: diferença entre o valor pré e pós nos combates com duração de 4 e 5 min (p < 0,05); ⁱ: efeito de interação entre duração e momento: diferença entre os valores pós-combate (5 > 1, 2, 3 e 4).

6.4 Desempenho nos testes físicos nas diferentes condições, durações e momentos do combate

Na Figura 7 são apresentados os dados obtidos para a força isométrica máxima de preensão das mãos dominante (FIMPMD) e não dominante (FIMPMND) em diferentes condições, durações e momentos.

Para a FIMPMD foi observado efeito da condição ($F_{2,299} = 14,22$; $p < 0,001$), sendo os valores na condição sem o analisador de gases superiores aos da condição com o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,1$) e simulando o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,299} = 0,75$; $p = 0,560$), momento ($F_{1,299} = 3,05$; $p = 0,082$) ou interação dos fatores condição e duração ($F_{8,299} = 1,94$; $p = 0,053$), condição e momento ($F_{2,299} = 0,37$; $p = 0,693$), duração e momento ($F_{4,299} = 0,33$; $p = 0,855$), e condição, tempo e momento ($F_{8,299} = 0,18$; $p = 0,993$).

Para FIMPMND foi observado efeito da condição ($F_{2,299} = 13,31$; $p < 0,001$), sendo os valores na condição sem o analisador de gases superiores aos da condição com o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,1$ – trivial) e simulando o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,2$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,299} = 0,78$; $p = 0,540$), momento ($F_{1,299} = 1,06$; $p = 0,303$) ou interação dos fatores condição e duração ($F_{8,299} = 1,25$; $p = 0,271$), condição e momento ($F_{2,299} = 1,32$; $p = 0,268$), duração e momento ($F_{4,299} = 1,55$; $p = 0,189$), e condição, duração e momento ($F_{8,299} = 0,41$; $p = 0,916$).

Figura 7 – Força isométrica máxima de preensão da mão dominante (kgf) (Painel A – pré; Painel B - seis min pós-combate) e não dominante (Painel C – pré; Painel D - seis min pós-combate) pré e seis min pós-combate nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) (n = 12).

Notas: ^a: efeito de condição, condição sem analisador diferente das condições com analisador e simulando o analisador ($p < 0,05$); [†]: efeito de interação entre condição e momento, valores pré-combate da condição sem o analisador diferente dos valores pré-combate das condições com analisador e simulando o analisador ($p < 0,05$).

Na Figura 8 são apresentados os resultados para o salto vertical (SV) em diferentes condições, durações e momentos.

Figura 8 – Desempenho no salto vertical pré (Painel A) e pós-combate (Painel B) nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: †: efeito do momento, diferente dos valores pré -combate ($p < 0,05$).

Para o SV foi observado efeito do momento ($F_{1,296} = 22,48$; $p < 0,001$) sendo os valores pré-combate inferiores àqueles obtidos no pós-combate ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da condição ($F_{2,296} = 0,86$; $p = 0,425$), duração ($F_{4,296} = 0,59$; $p = 0,672$) ou interação dos fatores condição e duração ($F_{8,296} = 1,66$; p

= 0,107), condição e momento ($F_{2,296} = 0,07$; $p = 0,931$), duração e momento ($F_{4,296} = 0,72$; $p = 0,577$), e condição, duração e momento ($F_{8,296} = 1,02$; $p = 0,424$).

Na Figura 9 são apresentados os dados obtidos para o número de repetições de repetições de barra no *judogi* em diferentes condições, durações e momentos.

Figura 9 – Número de repetições de barra no *judogi* pré (Painel A) e seis min pós-combate (Painel B) nas diferentes condições e durações de combate (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: ^a: efeito de condição, condição sem analisador diferente das condições com analisador e simulando o analisador ($p < 0,05$); [†]: efeito de momento, diferente dos valores pré -combate ($p < 0,05$); [&]: efeito de duração, diferente do combate com duração de 4 min ($p < 0,05$).

Para o número de repetições de barra no *judogi* foi observado efeito da condição ($F_{2,295} = 18,43$; $p < 0,001$), sendo os valores da condição sem o analisador de gases superiores aos

das condições com o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno) e condição simulando o uso do analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,4$ – pequeno). Foi observado efeito da duração ($F_{4,295} = 4,62$; $p = 0,001$), sendo os valores do combate de 4 min inferiores àqueles observados nos combates de 3 ($p = 0,002$; $d = 0,3$ – pequeno) e 5 min ($p = 0,008$; $d = 0,3$ – pequeno). Além disso, foi observado efeito do momento ($F_{1,295} = 43,07$; $p < 0,001$), sendo os valores pré-combate superiores àqueles observados no pós-combate ($p < 0,001$; $d = 0,4$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,295} = 0,81$; $p = 0,594$), condição e momento ($F_{2,295} = 0,74$; $p = 0,479$), duração e momento ($F_{4,295} = 0,61$; $p = 0,659$), e condição, duração e momento ($F_{8,295} = 0,16$; $p = 0,996$).

6.5 Estrutura temporal, ações técnicas e pontuações nas diferentes condições, durações e momentos do combate

Na Figura 10 são apresentadas a taxa do número de sequências em pé e no solo por min de combate (apenas para a condição sem o analisador de gases) (número.min⁻¹) em diferentes durações. Por sua vez, nas Figuras 11 e 12 são apresentados os dados da análise da estrutura temporal dos combates, considerando o tempo médio de cada variável (relativo para cada sequência de combate), em diferentes condições e durações.

Figura 10 – Taxa do número de seqüências em pé (Painel A) e no solo (Painel B) nas diferentes condições e durações de combate (min^{-1}) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Para a taxa do número de seqüências em pé por min de combate não foram observados efeitos de condição ($F_{2,144} = 1,23$; $p = 0,294$), da duração ($F_{4,145} = 1,08$; $p = 0,371$) ou de interação destes fatores ($F_{8,145} = 1,66$; $p = 0,114$). Para a taxa do número de seqüências no solo por min de combate foi observado efeito da duração ($F_{4,22} = 14,07$; $p < 0,001$), porém as diferenças não foram confirmadas no pós-teste de Bonferroni.

Figura 11 – Tempo médio (segundos) de cada sequência de combate para as variáveis da estrutura temporal (subdivisões do combate) obtidos nas diferentes condições e durações (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: Painel A: tempo médio de combate em pé; Painel B: tempo médio de transição; Painel C: tempo médio de combate no solo; Painel D: tempo médio de pausa; *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$); ^a: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição sem o analisador de gases ($p < 0,05$); ^b: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição simulando o analisador ($p < 0,05$).

Figura 12 – Tempo médio (segundos) de cada sequência de combate para as variáveis da estrutura temporal (subdivisões do combate em pé) obtidos nas diferentes condições e durações (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: Painel A: tempo médio de movimentação sem contato; Painel B: tempo médio de pegada; Painel C: tempo médio de técnica; Painel D: tempo médio de defesa; #: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min ($p < 0,05$); ^a: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição sem o analisador de gases ($p < 0,05$); ^b: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição simulando o analisador ($p < 0,05$).

Para o tempo médio por sequência de combate em pé foi observado efeito da condição ($F_{2,143} = 5,37$; $p = 0,006$), sendo os valores da condição sem o analisador de gases inferiores aos valores observados na condição com o analisador de gases ($p = 0,004$; $d = 0,6$ – moderado). Todavia, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,144} = 1,08$; $p = 0,369$) ou de interação dos fatores duração e momento ($F_{8,144} = 0,74$; $p = 0,656$ – moderado).

Para o tempo médio por sequência de combate no solo não foi observado efeito da duração ($F_{4,43} = 1,08$; $p = 0,380$). Para o tempo médio por sequência de transição foi observado efeito da duração ($F_{4,7} = 7,00$; $p = 0,015$), sendo os valores do combate de 1 min inferiores aos valores do combate de 5 min ($p = 0,032$; $d = 1,0$ – moderado).

Para o tempo médio por sequência de pausa foi observado efeito da condição ($F_{2,66} = 12,02$; $p < 0,001$), sendo os valores das condições com o analisador de gases superiores aos valores observados nas condições sem o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado) e simulando o uso do analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,1$ – trivial). Também foi observado efeito de duração, sendo os valores do combate de 1 min inferiores aos valores do combate de 2 ($p = 0,044$; $d = 0,5$ – pequeno), 3 ($p = 0,011$; $d = 0,8$ – moderado), 4 ($p = 0,008$; $d = 1,1$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno), assim como os valores do combate de 2 min foram inferiores àqueles observados no combate de 5 min ($p = 0,028$; $d = 0,2$ – pequeno). Contudo, não foi observado efeito de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,128} = 1,44$; $p = 0,186$).

Para o tempo médio por sequência de movimentação sem contato foi observado efeito da duração ($F_{4,144} = 2,45$; $p = 0,049$), sendo os valores do combate de 2 min superiores aos valores do combate de 4 min ($p = 0,026$; $d = 0,5$ – pequeno). Entretanto, não foram observados efeitos da condição ($F_{2,144} = 1,15$; $p = 0,321$) ou de interação destes fatores ($F_{8,144} = 1,82$; $p = 0,077$).

Para o tempo médio por sequência de pegada foi observado efeito da condição ($F_{2,144} = 8,24$; $p < 0,001$), sendo os valores da condição sem o analisador de gases inferiores aos valores da condição com o analisador de gases ($p < 0,001$; $d = 0,8$ – moderado). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,145} = 0,86$; $p = 0,490$) ou de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,144} = 0,79$; $p = 0,614$).

Para o tempo médio por sequência de técnica não foram observados efeitos da condição ($F_{2,22} = 3,27$; $p = 0,057$), da duração ($F_{4,33} = 0,37$; $p = 0,826$) ou de interação destes fatores ($F_{8,17} = 1,25$; $p = 0,309$).

Para o tempo médio por sequência de defesa foi observado efeito da condição ($F_{2,144} = 7,22$; $p = 0,001$), sendo os valores da condição com o analisador de gases inferiores aos

valores observados nas condições sem o analisador de gases ($p = 0,002$; $d = 0,7$ – moderado) e condição simulando o uso do analisador de gases ($p = 0,007$; $d = 0,6$ – moderado). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,145} = 0,24$; $p = 0,913$) ou de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,145} = 1,11$; $p = 0,359$).

Nas Figuras 13 e 14 são apresentados os dados das taxas de golpes, da variação de golpes e do tipo de golpe aplicados por min de combate em diferentes condições e durações.

Figura 13 – Taxa da quantidade (Painel A) e da variação (Painel B) de golpes aplicados por min de combate (número.min⁻¹) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$).

Para a taxa de golpes aplicados por min de combate não foram observados efeitos da condição ($F_{2,29} = 2,23$; $p = 0,125$), da duração ($F_{4,32} = 0,37$; $p = 0,829$) ou de interação destes fatores ($F_{8,42} = 1,28$; $p = 0,281$).

Para a taxa da variação de golpes aplicados por min de combate foi observado efeito da duração ($F_{4,32} = 0,37$; $p = 0,829$), sendo os valores do combate de 1 min superiores aos valores do combate de 4 ($p = 0,008$; $d = 0,6$ – moderado) e 5 min ($p = 0,023$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da condição ($F_{2,144} = 2,23$; $p = 0,125$) ou de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,42} = 1,28$; $p = 0,281$).

Para a taxa de golpes de perna aplicados por min de combate foi observado efeito da condição ($F_{2,144} = 5,25$; $p = 0,006$), sendo os valores da condição com analisador de gases superiores aos da condição sem analisador ($p = 0,005$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,145} = 0,60$; $p = 0,662$) ou de interação destes fatores ($F_{8,144} = 1,17$; $p = 0,324$).

Para a taxa de golpes de braço aplicados por min de combate foi observado efeito da condição ($F_{2,143} = 4,90$; $p = 0,009$), sendo os valores da condição com analisador de gases inferiores aos da condição sem analisador ($p = 0,061$; $d = 0,5$ – pequeno) e simulando o analisador de gases ($p = 0,010$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,144} = 1,31$; $p = 0,271$) ou de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,143} = 0,29$; $p = 0,968$).

Para a taxa de golpes de quadril aplicados por min de combate não foram observados efeitos da condição ($F_{2,144} = 2,84$; $p = 0,062$), da duração ($F_{4,145} = 1,79$; $p = 0,135$) ou de interação destes fatores ($F_{8,145} = 0,48$; $p = 0,869$).

Para a taxa de golpes de sacrifício aplicados por min de combate foi observado efeito da condição ($F_{2,144} = 4,34$; $p = 0,015$), sendo os valores da condição com analisador de gases inferiores aos da condição sem analisador ($p = 0,014$; $d = 0,5$ – pequeno). No entanto, não foram observados efeitos da duração ($F_{4,144} = 0,68$; $p = 0,604$) ou de interação dos fatores condição e duração ($F_{8,144} = 0,72$; $p = 0,672$).

Devido ao número reduzido de ocorrências de ações no combate no solo (imobilizações, chaves-articulares e estrangulamentos), pontuações (*yuko*, *wazari* e *ippon*) e punições (*shidô* e *shidô* do adversário) não foi possível calcular as taxas por min de combate, impossibilitando a comparações dessas variáveis para as diferentes durações e condições.

Figura 14 – Taxa de golpes de perna (Painel A), braço (Painel B), quadril (Painel C) e sacrifício (Painel D) aplicados por min de combate (número.min⁻¹) (valores em média $\pm$ desvio padrão) (n = 12).

Notas: ^a: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição sem o analisador de gases ($p < 0,05$); ^b: efeito de condição, condição com analisador diferente da condição simulando o analisador ($p < 0,05$).

6.6 Respostas da contribuição dos sistemas de energia em combates simulados

Na Figura 15 são apresentados os dados da contribuição absoluta dos sistemas de energia durante os combates em que os atletas lutaram com o uso do analisador de gases em diferentes durações.

Figura 15 – Contribuição absoluta (kJ) dos sistemas de energia em combates de diferentes durações (valores em média $\pm$ desvio padrão) (min) (n = 12).

Notas: ¹: efeito do sistema de energia, sistema aeróbico diferente do sistema anaeróbico láctico e alático ($p < 0,05$); *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$); #: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min ($p < 0,05$); \$: efeito de duração, diferente do combate com duração de 3 min ($p < 0,05$); m: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, diferente da contribuição do sistema aeróbico no combate de 1 min ($p < 0,05$); n: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, diferente da contribuição do sistema aeróbico no combate de 2 min ($p < 0,05$); °: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, diferente da contribuição do sistema aeróbico no combate de 3 min ($p < 0,05$); p: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, diferente da contribuição dos sistemas anaeróbicos láctico e alático nos combates com duração de 2, 3, 4 e 5 min ($p < 0,05$).

Para a contribuição absoluta dos diferentes sistemas de transferência de energia foi observado efeito do tipo de sistema ($F_{2,60} = 162,16$; $p < 0,001$), sendo a contribuição do sistema aeróbico superior àquelas do anaeróbico láctico ($p < 0,001$; $d = 2,0$ – muito grande) e alático ($p < 0,001$; $d = 1,7$ – grande). Também foi observado efeito da duração ($F_{4,117} = 32,03$; $p < 0,001$), sendo o gasto energético do combate de 1 min inferior àqueles observados nos combates com duração de 3 ($p = 0,001$; $d = 0,7$ – moderado), 4 ($p < 0,001$; $d = 0,9$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,9$ – moderado); os valores do combate de 2 min foram inferiores àqueles observados nos combates com duração de 3 ($p = 0,014$; $d = 0,3$ – pequeno), 4 ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,7$ – moderado); os valores do

combate de 3 min foram inferiores àqueles observados nos combates com duração de 4 ($p < 0,001$; $d = 0,3$ – pequeno) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 0,4$ – pequeno). Além disso, houve interação dos fatores tipo de sistema e duração ($F_{8,125} = 19,11$; $p < 0,001$), sendo a contribuição do sistema aeróbio no combate de 1 min inferior aos valores observados no combates de 2 ($p = 0,034$; $d = 2,0$ – muito grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 3,2$ – muito grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 4,7$ – quase perfeito) e 5 ($p < 0,001$; $d = 2,8$ – muito grande); a contribuição do sistema aeróbio no combate de 2 min foi inferior aos combates de 3 ($p < 0,001$; $d = 1,8$ – grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 3,3$ – muito grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 2,2$ – muito grande); a contribuição dos sistema aeróbio no combate de 3 min foi inferior aos combates de 4 ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,1$ – moderado). Os valores do sistema aeróbio foram superiores aos valores do sistema anaeróbio láctico nos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 3,9$ – muito grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 4,2$ – quase perfeito), 4 ($p < 0,001$; $d = 5,5$ – quase perfeito) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 3,2$ – muito grande); assim como os valores do sistema aeróbio foram superiores aos valores do sistema anaeróbio alático nos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 2,3$ – muito grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 3,9$ – muito grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 4,8$ – quase perfeito) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 2,9$ – muito grande).

Na Figura 16 são apresentados os dados da contribuição relativa dos sistemas de energia durante os combates em que os atletas lutaram com o uso do analisador de gases em diferentes durações.

Para a contribuição relativa dos sistemas de energia foi observado efeito do tipo de sistema ($F_{2,46} = 1000,69$; $p < 0,001$), sendo observada maior contribuição relativa do sistema aeróbio comparada com o anaeróbio láctico ($p < 0,001$; $d = 6,2$ – quase perfeito) e alático ($p < 0,001$; $d = 4,0$ – muito grande); maior contribuição relativa do anaeróbio alático comparada com o anaeróbio láctico ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande). Foi observado um efeito de interação dos fatores tipo de sistema e duração do combate ($F_{8,105} = 25,82$; $p < 0,001$) sendo a contribuição do sistema aeróbio no combate de 1 min inferior aos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 3,0$ – muito grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 3,2$ – muito grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 3,0$ – muito grande); a contribuição do sistema aeróbio no combate de 2 min foi inferior aos combates de 3 ($p = 0,015$; $d = 1,1$ – moderado) e 4 min ($p = 0,026$; $d = 1,1$ – moderado); a contribuição dos sistema anaeróbio alático no combate de 1 min foi superior aos combates de 2 ($p < 0,001$; $d = 1,6$ – grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 3,0$ – muito grande), 4 ($p < 0,001$; $d = 3,1$ – muito grande) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 2,8$ – muito grande). Além disso, a contribuição relativa do sistema aeróbio foi superior à contribuição do sistema anaeróbio láctico nos combates com duração 1 ($p < 0,001$; $d = 5,3$ – quase perfeito), 2 ($p < 0,001$; $d = 6,0$

– quase perfeito), 3 ($p < 0,001$; $d = 6,5$ – quase perfeito), 4 ($p < 0,001$; $d = 21,7$ – quase perfeito) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 15,5$ – quase perfeito); a contribuição relativa do sistema aeróbio foi superior a contribuição do sistema anaeróbio alático nos combates com duração 1 ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande), 2 ($p < 0,001$; $d = 4,0$ – muito grande), 3 ($p < 0,001$; $d = 5,7$ – quase perfeito), 4 ($p < 0,001$; $d = 16,0$ – quase perfeito) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 11,1$ – quase perfeito); a contribuição do sistema anaeróbio alático foi superior a contribuição do sistema anaeróbio láctico nos combates com duração de 1 ($p < 0,001$; $d = 3,6$ – muito grande) e 2 min ($p < 0,001$; $d = 1,3$ – grande). No entanto, não foi observado efeito da duração do combate ($F_{4,97} = 0,00$; $p = 1,000$).

Figura 16 – Contribuição relativa (%) dos sistemas de energia em combates de diferentes durações (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: ^l: efeito do sistema de energia, sistema aeróbio diferente do sistema anaeróbio láctico e alático ($p < 0,05$); ^q: efeito do sistema de energia, anaeróbio alático diferente do sistema anaeróbio láctico ($p < 0,05$); ^m: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, diferente da contribuição do sistema aeróbio no combate de 1 min ($p < 0,05$); ⁿ: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, diferente da contribuição do sistema aeróbio no combate de 2 min ($p < 0,05$); ^p: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, sistema aeróbio superior aos sistemas anaeróbios láctico e alático nos combates com duração de 1, 2, 3, 4 e 5 min ($p < 0,05$); ^r: efeito de interação entre tipo de sistema e duração, sistema anaeróbio alático superior ao anaeróbio láctico nos combates com duração de 1 e 2 min ($p < 0,05$); ^s: efeito de interação entre tipo de sistema e duração: diferente da contribuição do sistema anaeróbio alático no combate de 1 min ($p < 0,05$).

Na Figura 17 são apresentados os dados do custo energético relativo a duração do combate na condição com o uso do analisador de gases em diferentes durações.

Figura 17 – Potência gerada por min de combate (kW) em combates de diferentes durações (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$).

Para a potência gerada por min de combate foi observado efeito da duração do combate ($F_{4,37} = 5,40$; $p = 0,002$) sendo os valores do combate de 1 min superiores aos valores do combate de 2 ($p < 0,001$; $d = 1,0$ – moderado), 3 ($p = 0,004$; $d = 1,1$ – moderado), 4 ($p = 0,013$; $d = 0,9$ – moderado) e 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,1$ – moderado).

Na Figura 18 são apresentados os dados do consumo de oxigênio nos períodos de esforço e pausa na condição com o uso do analisador de gases em diferentes durações, tendo como referências diversos marcadores metabólicos dos testes progressivos.

Figura 18 – Consumo de oxigênio nos períodos de esforço e pausa em combates de diferentes durações (min) (valores em média $\pm$ desvio padrão) ($n = 12$).

Notas: $\dot{V}O_2$ pico mmii: consumo de oxigênio pico obtido em teste progressivo para membros inferiores; $\dot{V}O_2$ pico mmss: consumo de oxigênio pico obtido em teste progressivo para membros superiores; $\dot{V}O_2$ LAn mmii: consumo de oxigênio correspondente a potência do limiar anaeróbio obtido em teste progressivo para membros inferiores; $\dot{V}O_2$ LAn mmss: consumo de oxigênio correspondente a potência do limiar anaeróbio obtido em teste progressivo para membros superiores; †: efeito do tipo de ação, diferente dos valores de esforço ($p < 0,05$); *: efeito de duração, diferente do combate com duração de 1 min ($p < 0,05$); #: efeito de duração, diferente do combate com duração de 2 min ($p < 0,05$); §: efeito de duração, diferente do combate com duração de 3 min ($p < 0,05$); &: efeito de duração, diferente do combate com duração de 4 min ($p < 0,05$).

Para os valores do $\dot{V}O_2$ mensurado durante os combates foi observado efeito da duração ($F_{4,34} = 7,50$; $p < 0,001$), sendo os valores do combate de 1 min inferiores àqueles observados nos combates de 3 ($p = 0,012$; $d = 0,8$ – moderado) e 4 ($p < 0,001$; $d = 1,4$ – grande); os valores do combate de 2 min foram inferiores àqueles observados no combate de 4 min ($p = 0,004$; $d = 0,9$ – moderado); os valores do combate de 3 min foram superiores àqueles observados no combate de 5 min ($p = 0,002$; $d = 1,1$ – moderado); os valores do combate de 4 min foram superiores àqueles observados no combate de 5 min ($p < 0,001$; $d = 1,8$ – grande). Além disso, foi observado efeito do tipo de ação ($F_{1,11} = 16,19$; $p = 0,002$), sendo observado valores inferiores nos períodos de esforço comparados com os períodos de pausa ($p = 0,002$; $d = 0,2$ – pequeno). No entanto, não foi observado efeito de interação dos fatores duração e tipo de ação ($F_{4,41} = 0,24$; $p = 0,915$).

6.7 Correlações entre o nível de aptidão aeróbia e anaeróbia e variáveis do combate de 5 min sem o uso do analisador de gases

Foram observadas as seguintes correlações significantes entre os índices de potência aeróbia e as variáveis do combate de 5 min sem o uso o analisador de gases: (1) $\dot{V}O_2$ pico dos membros inferiores ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$) foi correlacionado negativamente com a porcentagem de queda do número de repetições de barra no *judogi* (%) ($r = -0,62$; $p = 0,033$; forte); (2) potência aeróbia máxima dos membros inferiores (W) foi correlacionada positivamente com a taxa de golpes de perna (número.min^{-1}) ($r = 0,69$; $p = 0,013$; forte), o tempo médio de combate em pé (s) ($r = 0,70$; $p = 0,012$; muito forte), o tempo médio de movimentação sem contato (s) ($r = 0,68$; $p = 0,016$; forte), o tempo médio de pegada (s) ($r = 0,70$; $p = 0,011$; muito forte), e negativamente com a porcentagem de queda do número de repetições de barra no *judogi* (%) ($r = -0,70$; $p = 0,011$; muito forte) e a taxa de sequência de combate em pé (número.min^{-1}) ($r = -0,83$; $p = 0,001$; muito forte); (3) potência aeróbia máxima dos membros superiores (W) foi correlacionada positivamente com a taxa de golpes de perna (número.min^{-1}) ($r = 0,74$; $p = 0,006$; muito forte), o tempo médio de combate em pé (s) ($r = 0,72$; $p = 0,009$; muito forte), o tempo médio de movimentação sem contato (s) ($r = 0,74$; $p = 0,006$; muito forte), o tempo médio de pegada (s) ($r = 0,70$; $p = 0,012$; muito forte), o tempo médio de combate no solo ($r = 0,58$; $p = 0,048$; forte) e negativamente com a porcentagem de queda do número de repetições de barra no *judogi* (%) ($r = -0,65$; $p = 0,022$; forte) e a taxa de sequência de combate em pé (número.min^{-1}) ($r = -0,83$; $p = 0,001$; muito forte).

Foram observadas as seguintes correlações significantes entre os índices de capacidade aeróbia e as variáveis do combate de 5 min sem o uso o analisador de gases: (1) potência associada ao limiar anaeróbio dos membros inferiores (W) foi correlacionada positivamente com a taxa de golpes de perna (número.min^{-1}) ($r = 0,70$; $p = 0,011$; muito forte), o tempo médio de combate em pé (s) ($r = 0,80$; $p = 0,002$; muito forte), o tempo médio de movimentação sem contato (s) ($r = 0,72$; $p = 0,008$; muito forte), o tempo médio de pegada (s) ($r = 0,82$; $p = 0,011$; muito forte), e negativamente com a taxa de sequência de combate em pé (número.min^{-1}) ($r = -0,76$; $p = 0,004$; muito forte); (2) a potência associada ao limiar anaeróbio dos membros superiores (W) foi correlacionada positivamente com a taxa de golpes de perna (número.min^{-1}) ($r = 0,66$; $p = 0,021$; forte), o tempo médio de combate em pé (s) ($r = 0,81$; $p = 0,001$; muito forte), o tempo médio de movimentação sem contato (s) ($r = 0,85$; $p = 0,001$; muito forte), o tempo médio de pegada (s) ($r = 0,76$; $p = 0,005$; muito forte), o tempo médio de combate no solo ($r = 0,67$; $p = 0,018$; forte) e negativamente com a taxa de sequência de combate em pé (número.min^{-1}) ($r = -0,83$; $p = 0,001$; muito forte).

Foram observadas as seguintes correlações entre os índices de potência anaeróbia e variáveis do combate de 5 min sem o uso o analisador de gases: (1) potência pico dos membros superiores (W.kg^{-1}) foi correlacionado positivamente com a taxa de golpes de perna (número.min^{-1}) ($r = 0,70$; $p = 0,012$; muito forte), tempo médio de combate no solo (s) ($r = 0,59$; $p = 0,046$; forte), e negativamente com a porcentagem de queda do número de repetições de barra no *judogi* ($r = -0,77$; $p = 0,004$; muito forte).

Foram observadas as seguintes correlações entre os índices de capacidade anaeróbia e variáveis do combate de 5 min sem o uso o analisador de gases: (1) potência média dos membros inferiores (W.kg^{-1}) foi correlacionada negativamente com a porcentagem de queda do número de repetições de barra no *judogi* ($r = -0,58$; $p = 0,047$; forte); (2) potência média dos membros superiores (W.kg^{-1}) foi correlacionada negativamente com a porcentagem de queda do salto vertical (%) ($r = -0,62$; $p = 0,031$; forte), porcentagem de queda do número de repetições de barra no *judogi* ($r = -0,76$; $p = 0,004$; muito forte) e taxa de golpes de quadril (número.min^{-1}) ($r = -0,60$; $p = 0,041$; forte).

7 DISCUSSÃO

Para fins de organização e compreensão, na seção de discussão foram apresentados inicialmente os achados entre as diferentes condições de combate, seguido dos achados entre as diferentes durações e momentos de combate. As interações observadas foram discutidas em conjunto com os efeitos principais. Por fim, foram discutidos os achados para o custo energético do combate, considerando os diferentes sistemas de transferência de energia.

Antes de iniciar a discussão dos resultados obtidos com a condução dos combates é importante discutir o estado inicial dos atletas. O delineamento do presente estudo envolveu a realização de 15 combates que foram realizados em oito dias diferentes. Entre os diferentes combates realizados no mesmo dia, foi dado um intervalo de 60 min para que os atletas pudessem se recuperar e, principalmente, para que os valores da [LA] retornassem aos valores de repouso, próximos aos valores observados previamente ao primeiro combate. Efetivamente esse objetivo foi alcançado, uma vez que não foi observada diferenças entre os valores pré-combate entre as diferentes condições e durações.

No que concerne à recuperação (acessada através da escala de percepção de recuperação), não foi observado efeito de condição, duração e interação desses fatores, indicando que os atletas iniciaram os combates em condições similares de recuperação. Adicionalmente, os atletas relataram, em média, escores entre 7 (entre moderadamente e bem recuperado) e 9 (entre bem recuperado e muito bem recuperado). A escala da PSR (LAURENT et al., 2011) é uma ferramenta de fácil aplicação e esse foi o motivo pelo qual optou-se por sua utilização. A partir da constatação que todos os atletas apresentaram um bom estado de recuperação e que os valores da [La] foram semelhantes antes de iniciar os combates, é possível discutir os resultados obtidos a partir da realização dos combates considerando apenas as diferentes condições e durações e excluindo possíveis influências do estado inicial de recuperação.

7.1 Diferentes condições de combate

Ao término dos combates foi solicitado aos atletas que relatassem a PSE do combate. Esses dados foram apresentados como valores absolutos e como taxas de aumento por min de combate. Ao comparar as três condições de combate não foram observadas diferenças. Os valores da PSE (absoluto e taxa) dos combates na condição sem o analisador de gases poderiam ser superiores aos valores das outras condições, uma vez que nas condições com o analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases, o atleta que estava sendo avaliado poderia arremessar o seu adversário, porém não poderia ser arremessado, sendo

permitido apenas encaixar o golpe. Essa imposição poderia proporcionar ao atleta avaliado uma economia de esforço para defender as ações do oponente, ocasionando redução da PSE final quando comparada à situação em que ele precisou se esforçar também para defender os golpes do adversário. De fato, o tempo médio de defesa nessa condição foi inferior aos valores observados nas demais condições, porém, essa diferença não influenciou os valores de PSE final nessa condição.

Contrapondo uma possível economia de esforço, percebido pela redução do tempo médio de defesa, outra possível diferença que também não foi confirmada estaria relacionada com a superioridade dos valores da PSE da condição com o analisador de gases comparada com as demais condições, dado que, o desconforto causado pela máscara poderia ocasionar valores elevados da PSE. Essa suposição foi estabelecida dado que pessoas executando o mesmo tipo de exercício antecipam a percepção de cansaço quando usam máscara para captação dos gases *versus* uma situação em que não a usam; além disso, essas pessoas relatam o desconforto da máscara como a causa do término do exercício (RECH; MIYAHIRA; NAVARRO, 2007). Todavia, é possível que o atleta, conhecendo a demanda fisiológica do combate em sua duração total, e percebendo um esforço maior do que aquele que ele poderia suportar para completar essa tarefa, tenha reduzido a intensidade dos esforços ao longo do combate. Essas possíveis modificações podem não ter sido refletidas na PSE final do combate, a qual representa o conjunto das modificações fisiológicas e psicológicas (BORG, 1982). Considerando provas de corrida de média e longa distância, há informação de que os atletas ajustam o ritmo da velocidade (do termo *pacing strategy*) no decorrer da prova, considerando a distância percorrida e a PSE equivalente ao momento, que é baseada em suas experiências anteriores (TUCKER, 2009; TUCKER; NOAKES, 2009) de forma a atingir os valores máximos de PSE próximo ao término da prova (TUCKER, 2009). Se os atletas do presente estudo perceberam um esforço maior ao que eles sentiriam normalmente para o mesmo momento do combate, eles podem ter criado alguma estratégia para completar a tarefa.

Assim, considerando a análise da estrutura temporal dos combates, na condição em que os atletas lutaram usando o analisador de gases, o tempo médio de pegada e, conseqüentemente, o tempo médio de combate em pé foi maior quando comparado com a condição sem o analisador de gases. Ou seja, em uma sequência de combate em pé, os atletas permaneceram mais tempo realizando a pegada e, essa ocorrência prolongou o tempo médio de combate em pé. O tempo médio de aplicação de golpe e a taxa do número e variação de golpes aplicados por min de combate também poderiam ter sido reduzidos como estratégia

para economia de esforço, porém, contrapondo os achados quanto à redução no tempo médio de defesa, isso não foi observado. Aparentemente, a estratégia utilizada pelos atletas para reduzir a intensidade dos esforços foi modificar suas ações, mais especificamente, o tipo de golpe aplicado: aplicaram número maior de golpes de perna (comparado com as condições sem o analisador de gases) e número menor de golpes de braço (comparado com as condições sem o analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases) e sacrifício (comparado com a condição sem o analisador de gases), sem modificação no número de golpes de quadril. A redução no número de golpes de sacrifício na condição com o analisador de gases, provavelmente, foi ocasionada pela limitação do uso da máscara, pois os atletas precisariam aproximar o rosto do tronco do adversário durante a aplicação do golpe e isso poderia machucá-los ou até mesmo danificar o equipamento, embora nenhuma restrição para aplicação desse tipo de golpe tenha sido imposta pelos avaliadores.

Observou-se concomitantemente ao aumento do número de golpes de perna, redução do número de golpes de braço. Esses resultados foram semelhantes aos resultados demonstrados por Franchini et al. (2008) ao compararem técnicas de braço (*seoi-nage*), quadril (*harai-goshi*) e perna (*o-uchi-gari*), porém fixando o tempo de atividade (5 min) e número de entradas (1 entrada com projeção a cada 15s) durante o *nage-komi*. O custo energético, o $\dot{V}O_2$ e a contribuição relativa dos sistemas anaeróbio alático e aeróbio foram superiores na técnica de braço comparado com a técnica de perna. Franchini, Panissa e Julio (2013) compararam o gasto energético de atletas de judô ao executarem 9 protocolos de exercício *all-out* utilizando três diferentes estruturas temporais de esforço e pausa e em três técnicas diferentes. As três técnicas utilizadas foram as mesmas do estudo de Franchini et al. (2008). Em seus resultados, os autores observaram que a aplicação dos golpes de perna tem um custo energético menor que os golpes de braço, sem qualquer diferença para os golpes de quadril. Dessa forma, é possível que os atletas tenham aplicado um número maior de golpes de perna para economizarem energia e conseguir suportar a demanda física do combate em sua totalidade.

Uma bateria de testes para avaliar as modificações nas capacidades físicas utilizadas durante o combate foi aplicada cinco min antes e seis min após o término do combate. Não foram observadas diferenças entre as condições para os valores do salto vertical. Entretanto, os valores da força isométrica máxima de preensão manual da mão dominante e não dominante, e o número de repetições de barra no *judogi* foram diferentes entre as condições, sendo os valores das condições com o analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases inferiores aos valores da condição sem o analisador de gases. A superioridade dos

valores na condição sem o analisador de gases pode ser atribuída ao menor tempo médio de pegada observado nessa condição comparado com a condição com o analisador de gases. O estabelecimento da pegada no *judogi* do adversário requer tanto a força isométrica máxima das mãos para segurar no oponente como a resistência de força isométrica e dinâmica dos membros superiores (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013). Como os atletas permaneceram um período menor de tempo realizando a pegada na condição sem o analisador de gases, o desgaste da força isométrica máxima das mãos e a resistência de força dos membros superiores pode não ter sido alcançado com igual magnitude.

Ainda no que concerne a análise da estrutura temporal, o tempo médio de pausa nos combates da condição com o analisador de gases foi superior aos valores observados nas demais condições. Essa constatação ocorreu porque nos períodos de pausa foi necessário fazer alguns ajustes na máscara no rosto do atleta quando houve alguma intercorrência, ocasionado pelo contato entre os atletas. Essa interferência precisou ser realizada para garantir a aquisição dos dados de maneira correta e não pôde ser evitada.

Por fim, as modificações nos valores do tempo médio de pegada, pausa e defesa, no número de golpes de perna e braço, em conjunto, ocasionaram modificações fisiológicas entre as condições, demonstradas, especificamente, pelos valores da taxa de incremento do delta da [La]: os valores da condição com o analisador de gases foram inferiores aos valores das condições sem o analisador de gases e simulando o uso do analisador de gases, e os valores da condição simulando o uso do analisador de gases foram inferiores aos valores da condição sem o analisador de gases. Efetivamente, a interação dos fatores condição e duração demonstrou que as diferenças entre as condições foram observadas apenas no combate de 1 min. A [La] tem sido utilizada como indicador de utilização do sistema anaeróbio láctico (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b; DI PRAMPERO; FERRETTI, 1999).

Quando são comparados os valores da [La] entre combates oficiais e simulados, os valores de combates oficiais são superiores aos valores de combates simulados, em aproximadamente, 3 mmol.L⁻¹, e há a sugestão que essa diferença seja ocasionado pela redução do número de ações intensas que são realizadas durante o combate simulado (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013). Embora seja difícil estabelecer quais dessas modificações na estrutura temporal e ações ocasionaram a redução do delta da [La], é possível assumir que a sugestão de Franchini, Artioli e Brito (2013) seja plausível para as comparações entre as condições do presente estudo. Assim, nos combates da condição com o analisador de gases, o número de ações de alta intensidade poderia ser inferior aos valores observados nas condições sem o analisador de gases e simulando o uso do analisador de

gases. Efetivamente, nos combates da condição sem o analisador de gases, o número de golpes de braço apresentou tendência de superioridade quando comparado com a condição com o analisador de gases, sem diferença para a condição simulando o analisador de gases. Além disso, o tempo médio de defesa da condição com analisador foi inferior aos valores das demais condições.

Embora não seja possível afirmar que somente a aplicação de golpes e defesa sejam classificadas como ações de alta intensidade, pois não há como medir diretamente a intensidade das ações, mas assumindo essa limitação, os maiores valores da [LA] poderiam estar associados ao maior número de golpes de braço aplicados na condição simulando o analisador de gases e sem o uso do analisador de gases (tendência) quando comparados à condição com o uso do analisador de gases, uma vez que Franchini, Takito e Bertuzzi (2005) demonstraram uma correlação positiva entre número de golpes de braço aplicados e os valores da [LA] em um combate simulado ($r = 0,85$).

7.2 Diferentes durações de combate

Para cada uma das condições testadas no presente estudo foram realizados cinco combates com durações distintas de 1, 2, 3, 4 e 5 min, com o objetivo de descrever o comportamento das mudanças fisiológicas e perceptivas em decorrência das ações executadas durante o combate. A descrição dessas modificações fisiológicas e perceptivas em combates fragmentados *versus* a duração total é uma abordagem interessante para a compreensão dos momentos em que as modificações acontecem durante o combate e não apenas após seu término. Essa inferência pode apresentar conclusões errôneas da demanda do combate visto que as ações são somadas e não refletem as ações de cada período de combate fragmentado.

Essa abordagem tem sido utilizada nos esportes de combate tanto em modalidades que envolvem múltiplos *rounds* (taekwondo – CAMPOS et al., 2012) como em combates desenvolvidos em único *round* (jiu-jitsu – ANDREATO, 2014). Quando esse tipo de delineamento é utilizado, um cuidado que deve ser considerado é a blindagem do tempo de combate para os avaliados. A duração do combate não pode ser conhecida pelos atletas pois os mesmos poderiam dosar seus esforços: em durações menores poderiam realizar um combate mais intenso e em durações maiores um combate menos intenso.

Algumas variáveis analisadas no presente estudo, principalmente as variáveis da estrutura temporal e ações realizadas apresentaram, de antemão, diferenças considerando a duração dos combates, dado que as durações são distintas e os valores são somados. Por exemplo, o tempo total de combate em pé do combate de 1 min sempre é menor que o valor

observado em 2, 3, 4 e 5 min; por sua vez, os valores da mesma variável são superiores aos valores dos combates com duração inferior (1, 2, 3 e 4 min). Assim, a comparação de algumas variáveis para as diferentes durações só se faz relevante quando são relativizadas de modo a desconsiderar as diferenças já existentes entre as durações, ou seja, $1 < 2 < 3 < 4 < 5$. Sendo assim, as variáveis da estrutura temporal considerando o tempo total de combate e os números absolutos de golpes aplicados não foram apresentados na seção de Resultados e não foram discutidos. Dessa forma, a discussão foi conduzida considerando apenas o tempo médio por sequência de combate (tempo entre o início do combate e alguma interrupção). Para algumas variáveis foram discutidos em conjunto os valores absolutos e as taxas de incremento por min.

A PSE obtida ao término do combate apresentou aumento progressivo de acordo com o aumento da duração do combate, sendo, em média, entre os escores 10 (entre fácil e relativamente fácil) e 16 (entre cansativo e muito cansativo). Os valores reportados nos combates de 1 (entre fácil e relativamente fácil) e 2 min (ligeiramente cansativo) diferiram dos valores reportados nas demais durações (entre acima de ligeiramente cansativo e abaixo de muito cansativo). Resultado semelhante foi observado para as diferenças entre as taxas de incremento da PSE por min, porém, com direção contrária no comportamento: os valores reportados reduziram com o desenvolver do combate. Vale ressaltar que esses resultados referentes ao efeito da duração foram semelhantes entre as diferentes condições.

Inicialmente, os valores da PSE foram sugeridos por serem modificados pela intensidade do esforço de uma dada tarefa (BORG, 1982). Porém, nos últimos anos também tem sido sugerido que as modificações nos valores da PSE são sensíveis à duração do esforço (PINHEIRO; VIANNA; PIRES, 2014). Essa suposição surgiu a partir da constatação que pessoas se exercitando em cargas constantes e, portanto, na mesma intensidade de esforço, apresentavam um aumento nos valores da PSE ao longo do tempo (PIRES et al., 2011b). Essa constatação sugere que a comparação dos valores da PSE em atividades executadas em diferentes durações, pode resultar em viés. Deste modo, uma forma de compreender a real magnitude da modificação da percepção e não apenas o acúmulo dos valores da duração anterior é relativizar esses valores pelo tempo de combate, através da taxa de incremento da PSE por min.

Logo, observa-se que a intensidade do esforço percebido pelos atletas é reduzida com o desenvolver do combate, sendo as maiores modificações percebidas nos momentos iniciais do combate. Essa observação pode indicar que há uma redução da intensidade dos esforços aplicados com o desenvolvimento do combate, pois o atleta, percebendo o seu cansaço, não mantém a mesma intensidade de esforço, de forma a suportar a demanda física total do

combate. Outra possível explicação para a ocorrência de respostas mais pronunciadas nos momentos iniciais do combate, poderia ser decorrente às adaptações fisiológicas que são necessárias para a transição do estado de repouso e esforço, no início do exercício.

De maneira semelhante, temos o delta da [LA] apresentado de forma absoluta e relativa. Quando observado apenas os valores absolutos, poderia inferir-se que há um aumento dos valores do delta da [LA] e, portanto, aumento da solicitação do metabolismo anaeróbio láctico para gerar energia. Contudo, os valores absolutos representam a somatória do que foi acumulado ao longo do combate. No presente estudo, as taxas de incremento do delta da [LA] dos combates com duração de 1 min foram maiores que os valores observados nas demais durações, demonstrando que com o desenvolver do combate a contribuição do sistema anaeróbio láctico é reduzida, sendo esse comportamento semelhante nas três condições.

Assim, inferências sobre a alta solicitação anaeróbia láctica baseada nos elevados valores apresentados ao término do combate devem ser apresentadas com cautela, pois deve ser considerado que essa contribuição é maior nos dois primeiros min de combate. Essa assertiva pode ser fortalecida com os achados de Lima et al. (2004) para combates simulados e Obmiński et al. (2010) para combates competitivos, uma vez que ambos os estudos verificaram que a [La] do um combate de duração curta (um min e meio) (LIMA et al. (2004) e média (entre dois e três min e meio) (OBMIŃSKI et al., 2010) não diferiu dos combates com duração longa, não sendo observada diferença também entre os combates curtos e médios (LIMA et al., 2004).

Outra resposta fisiológica mensurada nos combates foi a FC imediatamente após o final do combate. Há uma limitação na utilização da FC como marcador da demanda do metabolismo aeróbio em atividades intermitentes de alta intensidade (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a), pois a resposta da FC apresenta um atraso em relação a resposta do $\dot{V}O_2$ (SEILER; HETLELID, 2005; SEILER; SJURSEN, 2004) e representa apenas um dos componentes do metabolismo aeróbio (débito cardíaco e, consequentemente, $\dot{V}O_2$). Todavia, na impossibilidade de ter acesso ao $\dot{V}O_2$, a FC tem sido utilizada como marcadora de intensidade de combates de judô simulados com vista ao sistema aeróbio (KIM et al., 2011; SBRICCOLI et al., 2007). Como os valores da FC de repouso não foram registrados, não houve a possibilidade de calcular taxas de incremento da FC por min de combate. Assim, as modificações dessa variável durante o combate foram apresentadas considerando apenas os valores absolutos. Dessa forma, observou-se que, indiferentemente da condição de combate, os valores dos combates com duração de 1 e 2 min foram inferiores aos valores observados nas demais durações, ou seja, a partir do segundo min parece existir um aumento da

solicitação do metabolismo aeróbio. Esses resultados foram semelhantes aos achados de Ahmaidi et al. (1999) em um combate simulado de três min, sendo os valores do primeiro min de combate inferior aos do segundo e terceiro min e de Sbriccoli et al. (2007) em um combate simulado de cinco min, sendo observado um aumento acentuado dos valores nos primeiros 90 s de combate e discreto até o seu término.

A discussão mais detalhada sobre a possível redução da contribuição do sistema anaeróbio láctico a partir do combate de 2 min concomitantemente ao aumento da FC no mesmo período é apresentada na subseção da Discussão que trata da contribuição dos sistemas de energia em conjunto.

Considerando o efeito da duração dos combates na análise da estrutura temporal dos combates, verificou-se apenas diferenças no tempo médio de movimentação sem contato ($2 >$ que 4 min), transição (apenas para a condição sem o uso do analisador de gases) ($1 >$ que 5 min) e pausa ($1 <$ 2, 3, 4 e 5 min; $2 <$ 5 min). Vale ressaltar que o efeito da duração do combate para o tempo médio de pausa e movimentação sem contato foi semelhante entre as diferentes condições. Essa observação deve compor a estratégia do atleta para finalizar o combate considerando sua demanda fisiológica. Com a instalação do cansaço, o atleta deve aproveitar os momentos de pausa para se recuperar, retardando o tempo para retornar à posição que possibilite ao árbitro reiniciar o combate. Esses resultados são semelhantes aos de Monteiro (1995) que observaram aumento do tempo médio de pausa a partir do primeiro min em um combate de 5 min.

As taxas por min de combate do número de golpes (total e segmentado em perna, braço, quadril e sacrifício), do número de sequências em pé e do número de sequências no solo não foram modificadas com a duração do combate, demonstrando que os atletas tendem a manter um padrão de manutenção de aplicação de golpes por min de combate (em média dois golpes) e há um padrão para a quantidade de sequências. Em contrapartida, a taxa do número de golpes diferentes aplicados por min de combate foi modificada pela duração do combate. No combate de 1 min, indiferente da condição observada, os atletas aplicaram mais golpes diferentes comparado aos valores dos combates de 4 e 5 min. Essa observação deve ser decorrente do fato de que no primeiro min de combate os atletas estão mais descansados e, portanto, optam por tentar surpreender seus adversários utilizando maior variedade de técnicas.

A respeito do efeito da duração do combate e as capacidades físicas mensuradas, foram observadas apenas efeito para o número de repetições de barra no *judo*gi, sendo os valores do combate de 4 min inferiores aos valores obtidos nos combates de 3 e 5 min, em

todas as condições. Essa observação indica que as ações que dependem da resistência muscular dinâmica dos membros superiores foram mais requisitadas no combate de 4 min. Como essa diferença foi observada para o combate de 3 e 5 min, poderia sugerir que houve redução da intensidade das ações que dependem dessa capacidade física no terceiro min, aumento dessa intensidade no quarto min e redução no último min de combate. Essa suposição da redução da intensidade no último min pode ser apoiada pela redução dos valores do $\dot{V}O_2$ no mesmo período. Todavia, não foi observado comportamento similar em qualquer variável da estrutura temporal ou ações executadas. Porém, a real intensidade das ações não pode ser quantificada durante o combate, impossibilitando compreender qual modificação da intensidade do combate ocasionou esse comportamento distinto da queda da resistência muscular dinâmica dos membros superiores.

7.3 Diferentes momentos do combate

Considerando que a exigência do tipo de ação muscular poderia ser distinta entre os diferentes segmentos corporais durante o combate, e que isso provocaria respostas distintas no desempenho de potência muscular dos membros inferiores, força isométrica máxima de preensão manual e resistência muscular dinâmica de membros superiores, essas capacidades físicas foram avaliadas antes e após os combates.

De fato, as modificações de cada umas dessas capacidades físicas foram distintas: houve manutenção do desempenho da força isométrica máxima de preensão manual da mão dominante e não dominante, redução da resistência muscular dinâmica dos membros superiores e aumento da potência muscular de membros inferiores. Vale ressaltar que a aplicação dos testes de desempenho ocorreu após 6 min do término do combate, sendo o teste de repetições de barra no *judogi* aplicado 9 min após o término do combate. Esse intervalo é uma limitação do desenho experimental e foi estabelecido para que essas variáveis pudessem ser comparadas entre as distintas condições de combate, uma vez que após o término dos combates na condição com o uso do analisador de gases, o atleta deveria ficar em repouso durante esse período para condução das medidas fisiológicas. Essa limitação pode ter afetado a magnitude das alterações do desempenho, porém, a mesma foi reproduzida para todos os combates, não sendo observado efeito de interação do momento e duração, ou seja, todas as modificações resultantes do efeito do momento da aplicação dos testes foram semelhantes para todas as durações.

Para a potência muscular dos membros inferiores, foi levantada a hipótese de que a realização de um combate não promoveria redução dessa capacidade física corroborando

assim, com os achados de Bonitch-Domínguez et al. (2010), haja vista que a frequência das ações que exigem essa capacidade física é pequena, possibilitando que o atleta se recupere durante o combate. Adicionalmente, Detanico et al. (2015) demonstraram que a redução dessa capacidade física ocorre apenas no segundo e terceiro combates em uma sequência de três combates sucessivos de 5 min, intercalados por 15 min de pausa passiva. Efetivamente, no presente estudo não foi observada a redução, porém, após o término do combate foi observado um aumento dos índices dessa capacidade física, ou seja, os atletas melhoraram o desempenho após o combate. É possível sugerir uma explicação para tal achado: as ações musculares dos membros inferiores realizadas durante o combate atuaram como uma atividade condicionante e geraram um efeito de potencialização pós-ativação. Na literatura, diferentes atividades condicionantes têm sido testadas para melhorar o desenvolvimento da potência muscular em uma atividade subsequente (GOUVÊA et al., 2013; WILSON et al., 2013). Essa melhora é conhecida como potencialização pós-ativação – PAP, e o principal mecanismo explicativo para a ocorrência de tal fenômeno é o aumento da fosforilação da cadeia leve da miosina, a qual sensibilizaria a interação da actina com a miosina para a contração muscular (SALE, 2002). As atividades condicionantes que promovem PAP são aquelas realizadas em cargas moderadas (entre 60 e 84% de 1 RM), séries múltiplas e com um intervalo moderado entre a ação condicionante e principal (7 e 10 min) (WILSON et al., 2013), características que se assemelham àquelas presentes no combate de judô (carga elevada para aplicação do golpe; realizado em séries múltiplas) e utilizadas no desenho experimental do presente estudo (duração do intervalo).

A realização de um combate pode ser considerada como uma atividade condicionante, para o desenvolvimento da PAP como demonstrado por Chiodo et al. (2011) para o taekwondo e Silva et al. (2014) para o jiu-jitsu. Chiodo et al. (2011) avaliaram a potência muscular dos membros inferiores de atletas da equipe italiana de taekwondo durante o campeonato nacional e observaram que após o combate, os atletas apresentaram melhora de aproximadamente 8% quando comparado aos valores pré-combate. Por sua vez, Silva et al. (2014) avaliaram a potência muscular de atletas de jiu-jitsu em três combates sucessivos, intercalados por um período de 15 min de intervalo, e também observaram que após o combate os atletas melhoraram o desempenho em aproximadamente 3% quando comparado aos valores pré-combate.

De maneira oposta, devido à alta solicitação da resistência de força dos membros superiores para estabelecer e manter a pegada no adversário, acreditava-se que seria observada uma redução dessas capacidades físicas. Essa hipótese foi parcialmente aceita, uma

vez que foi observada redução da resistência muscular dinâmica dos membros superiores, porém sem modificação na força isométrica máxima de preensão manual dominante e não dominante. Especula-se que o intervalo entre o término do combate e aplicação dos testes possibilitou ao atleta recuperar-se quanto à força isométrica máxima de preensão manual, refutando os achados existentes na literatura demonstrando queda dessa capacidade física ao término do combate de judô (BONITCH-GÓNGORA et al., 2012). Por sua vez, ainda que avaliada com um intervalo aproximado de 9 min, a resistência muscular dinâmica dos membros superiores, inferida pelo número máximo de repetições de barra no *judogi*, foi reduzida após a realização do combate. A solicitação dessa capacidade física durante um combate de judô não foi mensurada até o presente momento. Porém, é possível inferir que esses resultados corroboram os achados com outras modalidades de combate de domínio (jiu-jitsu e luta olímpica) (NILSSON et al., 2002; ANDREATO, 2014). Nesses estudos os atletas reportaram a musculatura do antebraço como principal ponto de fadiga após a realização do combate.

Por fim, Degoutte, Jouanel e Filaire (2003) indicaram que os metabolismos lipídico e proteico proviam a energia necessária para a realização do combate de judô, especialmente pela dieta com baixa ingestão de carboidratos, e devido às adaptações provenientes do treinamento e estresse metabólico. Dessa forma, na tentativa de confirmar esses achados e observar em que momentos essa contribuição do metabolismo lipídico e proteico ocorria, foram mensuradas as concentrações de glicose, triacilglicerol, proteínas totais séricas e ácidos graxos livres antes e após os diferentes combates.

Para as respostas metabólicas de glicose, ácidos graxos livres, proteínas totais e triacilglicerol, não foram observadas modificações para os ácidos graxos livres, enquanto verificou-se modificações do momento para as proteínas totais e para o triacilglicerol, sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate. Para a glicose observou-se interação entre duração e momento, sendo os valores pré-combate inferiores aos valores pós-combate nas durações de 4 e 5 min, e os valores pós-combate na duração de 5 min foi superior ao valor das demais durações. Portanto, durante a luta houve maior disponibilidade de proteínas totais e triacilglicerol ao passo que para a glicose o aumento ocorreu especificamente no quarto e quinto min. Extrapolando os dados metabólicos para o desempenho na luta, podemos observar que nesse mesmo momento houve queda da resistência muscular dinâmica dos membros superiores, o que demonstra instalação da fadiga nesse momento do combate. Portanto, esse aumento da glicose sanguínea após 4 min de luta pode ter ocorrido na tentativa do organismo aumentar a disponibilidade sanguínea desse

substrato e, assim, manter a intensidade do combate. Essas suposições são bastantes limitadas, pois esses metabólitos apontam somente a disponibilidade do substrato e não sua utilização e também em função de representarem apenas uma pequena parte do metabolismo. Assim, ainda permanece incipiente a contribuição dos metabolismos de lipídeos e proteínas para ressintetizar a energia necessária para suprir o custo do combate de judô.

7.4 Contribuição dos sistemas de energia em combates simulados

Até o momento, o presente estudo foi o único a quantificar o gasto energético e a contribuição absoluta e relativa dos três sistemas de transferência de energia durante o combate de judô, tanto em sua duração total, como em durações fragmentadas. Na literatura há apenas informação sobre os valores do $\dot{V}O_2$ em combates simulados (KANEKO; IWATA; TOMIOKA, 1978; SZMATLAN-GABRYS et al., 2004), em *randori* realizado de forma contínua ou intermitente, e o custo energético em atividades que envolveram ações específicas da modalidade, calculado a partir da contribuição dos três sistemas de transferência de energia (FRANCHINI et al., 2008; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013).

O gasto energético total do combate de judô de 5 min foi de 374 kJ (~75 kW), e também foi observado um aumento progressivo dos valores absolutos de acordo com a duração do combate, ao passo que para os valores relativos por min de combate foi observada uma redução. Outros estudos utilizaram metodologia similar à do presente estudo para quantificar o gasto energético e a contribuição relativa dos sistemas de transferência de energia em outros esportes de combate (BENEKE et al., 2004; CAMPOS et al., 2012; DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014; DORIA et al., 2009). Os valores absolutos observados para o combate de judô são ligeiramente superiores aos valores observados no karate (~334 kJ, BENEKE et al., 2004; ~305 kJ, DORIA et al., 2009), porém inferiores aos valores observados no taekwondo (~544 kJ, CAMPOS et al., 2012) e no boxe (680 kJ, DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014).

A comparação direta dos valores absolutos é limitada pois, embora esses esportes sejam modalidades de combate, eles apresentam diferença quanto à característica da estrutura temporal (número de *rounds* e tempo total de combate). Ao comparar os valores relativos por min de combate (apenas o tempo de esforço), verifica-se que o combate de judô apresenta valores inferiores ao observado nas demais modalidades (karate: 112 kW, BENEKE et al., 2004; 76 kW, DORIA et al., 2009; taekwondo: 91 kW, CAMPOS et al., 2012; e boxe: 112 kW, DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014). Essa ocorrência poderia ser explicada pela diferença na estrutura temporal entre as modalidades dos combates. Os combates de

taekwondo e boxe são compostos por 3 *rounds* intercalados por 1 min de recuperação. Nesse período de recuperação de 1 min há recuperação parcial dos sistemas anaeróbios que podem contribuir em maior proporção nos momentos iniciais do *round* posterior. Como os sistemas anaeróbios podem liberar uma taxa maior de energia por período de tempo comparado com o sistema aeróbio, esse aumento – ainda que pequeno - explicaria o porquê dos valores relativos de potência gerada superiores nos combates de taekwondo e boxe comparados com o judô. Por sua vez, a inferioridade de valores comparado com o combate de karate poderiam ser explicados pela duração total do combate. Como a duração regulamentar do combate de karate (3 min) é inferior a duração do combate de judô (5 min) é possível afirmar que a intensidade do combate de karate seja superior, resultando em maior potência gerada.

Além disso, a potência gerada por min do combate de judô (~75kW) comparado com os valores gerados nos testes de Wingate para membros inferiores e superiores representaram, aproximadamente, 37% e 45%, respectivamente. A inferioridade dos valores do combate de judô comparados aos valores dos testes de Wingate são decorrentes da intensidade superior dos esforços empregada nos testes, os quais são executadas na maior intensidade possível. Adicionalmente, foi observado que a contribuição dos sistemas anaeróbios foi superior à contribuição aeróbia nos testes de Wingate, porém um comportamento contrário foi observado no combate de judô. Considerando que os sistemas anaeróbios conseguem liberar maior taxa de energia do que o sistema aeróbio (GAITANOS et al., 1993), isso explicaria porque a potência gerada nesses testes é o dobro da potência gerada no combate de judô.

Franchini, Panissa e Julio (2013) submeteram 10 atletas de judô a 9 protocolos experimentais de exercício envolvendo a entrada de três golpes distintos, em três estruturas de esforço e pausa e quantificaram o gasto energético. Esses protocolos foram equalizados pelo tempo total de atividade (3 min) e executados na máxima intensidade possível (*all-out*). O gasto energético médio desses protocolos variou entre 314 e 348 kJ. Os valores observados nesses protocolos foram próximos aos valores observados no combate de judô do presente estudo. Porém, ainda que envolvam ações realizadas no combate, essa comparação é limitada pela intensidade do esforço variada do combate *versus* a intensidade máxima dos protocolos, e também pela duração total do combate ser de 5 min e a dos protocolos experimentais ser de 3 min. Efetivamente, na mesma duração de esforço os protocolos *all-out* resultaram em valores superiores de gasto energético comparado com os valores do combate de 3 min (em média, 239 kJ).

Por fim, considerando que no combate oficial os atletas possivelmente executam mais ações de alta intensidade comparado com protocolos simulados (FRANCHINI; ARTIOLI;

BRITO, 2013), o gasto energético do combate real deve ser superior aos valores observados aos do presente estudo. Efetivamente, Davis, Leithäuser e Beneke (2014) constataram que os valores da [LA], FC e o número de ações realizadas em combates de boxe realizados com o uso do analisador de gases foram inferiores aos valores observados em combates oficiais. Os autores consideraram que essas diferenças oriundas da limitação do método para calcular a contribuição relativa dos sistemas de energia promoveram uma subestimação dos valores. Assim, eles promoveram um ajuste nos valores relativos da contribuição do sistema aeróbio (de 86% para 85%), do sistema anaeróbio láctico (de 4% para 6%) e do sistema anaeróbio alático (de 10% para 9%). Ainda que o esforço dos autores seja louvável, os ajustes reportados precisam ser esclarecidos e testados, pois não há como estabelecer diretamente as relações que os autores assumiram. Vale ressaltar que, ainda assim, foi observado contribuição superior do sistema aeróbio em relação aos sistemas anaeróbios.

É necessário considerar que as limitações impostas e necessárias para a realização dos combates com o uso do analisador de gases resultaram em algumas modificações nas respostas fisiológicas, na estrutura temporal e nas ações executadas. A partir da discussão apresentada anteriormente, a intensidade do combate realizado com o uso do analisador de gases foi menor quando comparado com o combate sem o uso do analisador de gases (que simulou o combate real), que por sua vez é menor que o combate competitivo. Isso demonstra que tanto os valores do gasto energético como a contribuição absoluta dos sistemas de transferência de energia, especialmente a contribuição do metabolismo anaeróbio foi subestimada no presente estudo. Todavia, essas limitações impostas foram necessárias para que essa descrição fisiológica do combate fosse realizada, assim como foi realizado em outros esportes de combate que tiveram o mesmo objetivo do presente estudo (BENEKE et al., 2004; CAMPOS et al., 2012; DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014; DORIA et al., 2009). Contudo, vale destacar que nenhum desses estudos executou condição que simulava o combate oficial com os mesmos atletas para verificar as possíveis diferenças que poderiam afetar os resultados observados. Por fim, é possível que o comportamento da contribuição relativa dos três sistemas não seja modificado em um combate de judô realizado em maior intensidade, uma vez que todos os sistemas seriam mais recrutados do ponto de vista absoluto.

Assim, a interpretação dos dados da contribuição dos sistemas de transferência de energia no combate de judô deve considerar as limitações que foram apresentadas acima. Além disso, considerando que as modificações dos valores absolutos da contribuição dos sistemas são influenciadas pela diferença na duração dos combates e que os valores absolutos

sofrem grande influência da massa corporal dos atletas, a discussão será centrada nos dados da contribuição relativa dos sistemas de energia.

Foi observada superioridade da contribuição relativa do sistema aeróbio quando comparado aos sistemas anaeróbios em todas as durações de combate. Além disso, também foi observada diferença entre a contribuição dos sistemas anaeróbios, sendo a contribuição do sistema anaeróbio alático superior ao sistema anaeróbio lático, especialmente nos combates com durações de 1 e 2 min. A predominância da contribuição do sistema aeróbio para suprir o custo energético do combate de judô foi observada desde o primeiro min de combate. Quando comparado o mesmo sistema de transferência de energia entre as diferentes durações, verificou-se aumento progressivo da contribuição relativa do sistema aeróbio com o desenvolver do combate (de 53% para 80%) com concomitante redução da contribuição do sistema anaeróbio alático (de 38% para 15%) e estabilidade da contribuição relativa do sistema anaeróbio lático (entre 7 e 10%).

A maior contribuição do sistema aeróbio para fornecer energia para modalidades de combate, também caracterizadas pela intermitência, foi descrita para o karate (BENEKE et al. 2004; DORIA et al., 2009), taekwondo (CAMPOS et al., 2012) e boxe (DAVIS; LEITHÄUSER; BENEKE, 2014). No combate de taekwondo, a superioridade da contribuição relativa do sistema aeróbio foi observada no primeiro de três *rounds* realizados e se manteve superior nos demais *rounds*, com concomitante redução da contribuição relativa do sistema anaeróbio lático entre o primeiro e terceiro *rounds*. Davis, Leithäuser e Beneke (2014) também observaram a superioridade da contribuição do sistema aeróbio no primeiro *round* de um combate de boxe composto por três *rounds*. Essa superioridade de contribuição do sistema aeróbio aumentou nos demais *rounds* com concomitante redução da contribuição do sistema anaeróbio lático ao longo dos *rounds*.

O desenvolvimento da aptidão aeróbia de atletas de judô tem sido apontado como importante para atender a demanda fisiológica imposta pelo combate, uma vez que valores elevados permitem que o atleta consiga manter a alta intensidade dos esforços, pois retardariam o processo de fadiga, além de facilitar a recuperação entre os períodos de esforço e entre os combates (CASTARLENAS; SOLÉ, 1997). De fato, foram observados valores elevados do $\dot{V}O_2$ nos períodos de pausa, sendo esses valores superiores aos valores dos períodos de esforço, possivelmente, para promover a ressíntese dos estoques de CP utilizados durante o período de esforço. Adicionalmente, no presente estudo verificou-se que os valores mais elevados de aptidão aeróbia e anaeróbia proporcionam benefícios aos atletas para o atender a demanda fisiológica do combate: associação negativa com a queda de desempenho

da resistência muscular dinâmica dos membros superiores; associação positiva com o tempo médio dos períodos de esforço e taxa do número de golpes de perna.

A redução dos valores da contribuição dos sistemas anaeróbios poderia ser explicada pela quantidade reduzida de energia que pode ser ressintetizada quando comparados aos estoques de energia do sistema aeróbio, embora a taxa de liberação de energia pelos sistemas anaeróbios seja maior (GAITANOS et al., 1993; GIRARD; MENDEZ-VILLANUEVA; BISHOP, 2011). Dessa forma, considerando a característica intermitente do combate de judô, os estoques limitados de energia do sistema anaeróbio alático, o acúmulo de metabólitos pela utilização do metabolismo anaeróbio láctico e a impossibilidade de restauração desses sistemas nos períodos curtos de pausa explicariam o aumento da contribuição do sistema aeróbio. Um dado interessante é que a contribuição aeróbia se mostrou superior desde o primeiro min de combate. Em consonância com esses resultados, Gastin (2001) afirmou que em exercícios máximos, os três sistemas de transferência de energia são solicitados ao mesmo tempo e não de maneira sequencial. Além disso, o autor afirmou que o metabolismo aeróbio consegue contribuir com a mesma proporção que os sistemas anaeróbios em 75 segundos, duração inferior ao que vinha sendo reportado na literatura. Embora o combate de judô não seja realizado em intensidade máxima, em um combate com duração de 1 min (~70 s considerando o tempo de combate e pausa) o sistema aeróbio supriu a maior proporção de energia necessária para o combate quando comparada com os sistemas anaeróbios.

Diferentemente do comportamento de redução observado para a contribuição relativa do sistema anaeróbio alático ($1 > 2, 3, 4$ e 5 min), a contribuição relativa do sistema anaeróbio láctico permaneceu estável nas diferentes durações de combate. Durante a realização do exercício intermitente de alta intensidade e observada apenas a contribuição relativa dos sistemas anaeróbios, verifica-se que, concomitantemente à redução do desempenho, há um aumento da contribuição anaeróbia alática e uma redução da contribuição do metabolismo anaeróbio láctico (GAITANOS et al., 1993; TRUMP et al., 1996). Embora o esforço do combate de judô seja caracterizado como intermitente de alta intensidade, nesses estudos, os esforços foram realizados na máxima intensidade possível. Como no combate de judô os valores da $[La]$ estão associados com a aplicação dos golpes (FRANCHINI; TAKITO; BERTUZZI, 2005), e as ações de alta intensidade são intercaladas por períodos de atividade de intensidade inferior e períodos de pausa passiva, é possível que a solicitação do metabolismo anaeróbio láctico não tenha sido tão elevada e, por esse motivo, o sistema anaeróbio láctico conseguiu manter a taxa de ressíntese de energia ao longo do combate.

Durante o combate de judô os grupos musculares que requerem alta utilização do metabolismo anaeróbio láctico são os membros superiores, os quais podem não exercer um grande impacto na produção total de lactato. No presente estudo, a solicitação do metabolismo anaeróbio láctico foi inferida pelo valor absoluto da [La] total e não apenas da musculatura envolvida. Se fosse possível estimar a contribuição dos sistemas de transferência de energia nos membros superiores, especialmente na musculatura do antebraço, que é um grupo muscular pequeno, é possível que a contribuição do sistema anaeróbio láctico fosse maior do que foi observada. Um indicativo de que atletas de judô conseguem transferir elevada quantidade de energia via sistema anaeróbio láctico nos membros superiores pode ser demonstrada pelos resultados obtidos nos testes de Wingate do presente estudo. Ainda que os índices mecânicos sejam superiores no teste para membros inferiores, o delta da [La] é similar entre os segmentos corporais.

8 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do presente estudo e considerando as limitações descritas é possível concluir que:

- (a) Os três sistemas de transferência de energia contribuem em conjunto para a suprir a demanda energética do combate de judô. A contribuição relativa dos três sistemas acontece de forma distinta, sendo a contribuição do sistema aeróbio superior à contribuição dos sistemas anaeróbios, desde o primeiro min de combate;
- (b) As principais mudanças fisiológicas ([La] e FC) e perceptivas ocorrem nos momentos iniciais do combate e, posteriormente, há manutenção dessas variáveis;
- (c) Com o transcorrer do combate o atleta mantém manutenção da estrutura temporal e ações executadas durante os períodos de esforço, porém, há aumento do tempo médio dos períodos de pausa;
- (d) Com o transcorrer do combate verifica-se redução da resistência muscular dinâmica dos membros superiores, manutenção da força isométrica máxima de preensão manual e melhora da potência muscular dos membros inferiores;
- (e) Maiores níveis de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas de judô, de maneira geral, estão associados a aplicação de mais golpes de perna por min de combate, prolongação do tempo médio dos períodos de esforço e menor queda no desempenho da resistência da muscular dinâmica dos membros superiores.

REFERÊNCIAS¹

- AHMAIDI, S. et al. Oxygen uptake and cardiorespiratory responses during selected fighting techniques in judo and kendo. **Sports Medicine, Training and Rehabilitation**, v.9, n.2, p.129-139, 1999.
- ALMANSBA, R.; FRANCHINI, E.; STERKOWICZ, S. An *Uchi-komi* with load, a physiological approach of a new special judo test proposal. **Science & Sports**, v.22, n.5, p.216-223, 2007.
- ALMANSBA, R. et al. Maximal oxygen uptake changes during judoist's periodization training. **Archives of Budo**, v.6, n.3, p.117-22, 2010.
- ANDREATO, L. V. **Respostas fisiológicas e análise técnico-tática em atletas de brasilian jiu-jitsu submetidos à luta fragmentada e simulação de competição**. 2014. Dissertação (Mestrado em Estudos do Esporte) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- ARTIOLI, G. G. et al. Does sodium bicarbonate ingestion improve simulated judo performance? **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, v.17, n.2, p.207-219, 2007.
- ARTIOLI, G. G. et al. Determining the contribution of the energy systems during exercise. **Journal of Visualized Experiments**, v.61, p.3413, 2012.
- BAKER, J. S. et al. High-intensity intermittent cycle ergometer exercise: effect of recovery duration and resistive force selection on performance. **Research in Sports Medicine**, v.15, n.2, p.77-92, 2007.
- BENEKE, R. et al. Energetics of karate kumite. **European Journal of Applied Physiology**, v.92, n.4-5, p.518-523, 2004.
- BILLAUT, F.; BASSET, F. A. Effect of different recovery patterns on repeated-sprint ability and neuromuscular responses. **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.8, p.905-913, 2007.
- BONITCH, J. et al. Validating the relation between heart rate and perceived exertion in a judo competition. **Medicina dello Sport**, v.58, n.1, p.23-28, 2005.
- 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**, v.28, n.14, p.1527-1534, 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**, v.26, n.7, p.1863-1871, 2012.
- BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and science in sports and exercise**, v.14, n.5, p.377-381, 1982.

¹ De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023.

BRANCO, B. H. M. et al. Association between the rating of perceived exertion, heart rate and blood lactate in successive judo fights (Randori). **Asian Journal Sports Medicine**, v.4, n.2, p.125-130, 2013.

BROUSSE, M.; MATSUMOTO, D. **Judo: a sport and a way of life**. Seoul: International Judo Federation, 1999.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, v.43, n.5, p.313-338, 2013a.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P. B. High-Intensity Interval Training, Solutions to the Programming Puzzle: Part II: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications. **Sports Medicine**, v.43, n.10, p.927-954, 2013b.

CASTARLENAS, J. L.; PLANAS, A. Estudio de la estructura temporal del combate de judo. **Apunts: Educación Física y Deportes**, v.47, p.81-86, 1997.

CASTARLENAS, J. L.; SOLÉ, J. El entrenamiento de la resistência em los deportes de lucha com agarre: uma proposta integradora. **Apunts: Educación Física y Deportes**, v.47, p.32-39, 1997.

CALMET, M. Developing ecological research in judo. **Perceptual and Motor Skills**, v.105, n.2, p.646-648, 2007.

CALMET, C.; MIARKA, B.; FRANCHINI, E. Modeling of grasps in judo contests. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v.10, n.3, p.229-240, 2010.

CAMPOS, F. A. et al. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. **European Journal of Applied Physiology**, v.112, n.4, p.1221-1228, 2012.

CAMPOS MELLO, F. et al. Energy systems contributions in 2,000 m race simulation: a comparison among rowing ergometers and water. **European Journal of Applied Physiology**, v.107, N. 5, p.615-619, 2009.

CHIODO, S. et al. Effects of official taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, p.334-339, 2011.

CHRISTMASS, M. A.; DAWSON, B.; ARTHUR, P. G. Effect of work and recovery duration on skeletal muscle oxygenation and fuel use during sustained intermittent exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.80, n.5, p.436-447, 1999.

CHTOUROU, H. et al. The effect of time-of-day and judo match on short-term maximal performances in judocas. **Biological Rhythm Research**, v.44, n.5, p.797-806, 2013.

COTTIN, F.; DURBIN, F.; PAPELIER, Y. Heart rate variability during cycloergometric exercise or judo wrestling eliciting the same heart rate level. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, n.2-3, p.177-184, 2004.

- DAVIS, P.; LEITHÄUSER, R. M.; BENEKE, R. The energetics of semicontact 3 and 2-min amateur boxing. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.9, n.2, p. 233-239, 2014.
- DEGOUTTE, F.; JOUANEL, P.; FILAIRE, E. Energy demands during a judo match and recovery. **British Journal of Sports Medicine**, v.37, n.3, p.245-249, 2003.
- DE MEERSMAN, R. E.; RUHLING, R. O. Effects of judo instruction on cardiorespiratory parameters. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.17, n.2, p.169-172, 1977.
- DENADAI, B. S. et al. Effect of the aerobic capacity on the validity of the anaerobic threshold for determination of the maximal lactate steady state in cycling. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v.37, n.10, p.1551-1556, 2004.
- DETANICO, D. et al. Relationship of aerobic and neuromuscular indexes with specific actions in judo. **Science & Sports**, v.27, n.1, p.16-22, 2012.
- DETANICO, D. et al. Effects of Successive Judo Matches on Fatigue and Muscle Damage Markers. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.4, p.1010-1016, 2015.
- DI PRAMPERO, P. E.; FERRETTI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration Physiology**, v.118, n.2-3, p.103-115, 1999.
- DORADO, C.; SANCHIS-MOYSI, J.; CALBET, J. A. L. Effects of recovery mode on performance, O₂ uptake, and O₂ deficit during high-intensity intermittent exercise. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v.29, n.3, p.227-244, 2004.
- DORIA, C. et al. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.107, p.603-610, 2009.
- DRAPER, N. et al. The influence of sampling site and assay method on lactate concentration in response to rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, v.98, n.4, p.363-372, 2006.
- DUPONT, G. et al. Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. **The American Journal of Sports Medicine**, v.38, n. 9, p.1752-1758, 2010.
- DURANDT, J. et al. Physical fitness components associated with performance in a multiple-sprint test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.1, n.2, p.150-160, 2006.
- DRINKWATER D.T.; ROSS W.D. Anthropometric fractionation of body mass. In: Ostyn M., BEUNEN G.; SIMON J. (eds.) **Kinanthropometry II**, Baltimore: University Park Press, 1980. p.177-189.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ. **Refereeing & Organization Rules Changes – Explanations**. Disponível em: <<http://www.intjudo.eu/News/cikk2389>>. Acesso em 20 nov. 2013

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ. **Sports and Organization Rules of the International Judo Federation**. Disponível em: <http://www.intjudo.eu/pictures/news/570_1_1.pdf>. Acesso em: 17 set. 2010.

FEDERAÇÃO PAULISTA DE JUDÔ. **Regras de arbitragem de judô**. Disponível em: <<http://www.fpj.com.br/novo/wp-content/uploads/2012/04/regra-arbitragem.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

FORSYTH, J. J.; FARRALLY, M. R. A comparison of lactate concentration in plasma collected from the toe, ear, and fingertip after a simulated rowing exercise. **British Journal of Sports Medicine**, v.34, n.1, p.35-38, 2000.

FRANCHINI, E. et al. Características fisiológicas em testes laboratoriais e resposta da concentração de lactato sanguíneo em 3 lutas em judocas das classes Juvenil-A, Júnior e Sênior. **Revista Paulista de Educação Física**, v.12, n.1, p.5-16, 1998.

FRANCHINI, E. et al. A preliminary report of performance and blood lactate concentration after the Wingate test and a specific judo test. **Journal of Human Kinetics**, v.5, p.109-119, 2001a.

FRANCHINI, E. et al. Tipo de recuperação após uma luta de judô e o desempenho anaeróbio intermitente subsequente. **Motriz**, v.7, n.1, p.49-52, 2001b.

FRANCHINI, E. et al. Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.43, n.4, p.424-431, 2003.

FRANCHINI, E. et al. Comparação dos analisadores de lactato accusport e yellow springs. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v.6, n.1, p.7-16, 2004a.

FRANCHINI, E. et al. Nível competitivo, tipo de recuperação e remoção do lactato após uma luta de judô. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.12, n.1, p.39-44, 2004b.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M. Y.; BERTUZZI, R. C. M. Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. **Archives of Budo**, v.1, n.1, p.1-7, 2005.

FRANCHINI, E. et al. Energy expenditure in different judo throwing techniques. In: **Proceedings of First Joint International Pre-Olympic Conference of Sports Science and Sports Engineering**. 2008, p.55-60.

FRANCHINI, E. et al. Energy system contributions to the special judo fitness test. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.6, n.3, p.334-343, 2011a.

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

- FRANCHINI, E.; ARTIOLI, G. G.; BRITO, C. J. Judo combat: time-motion analysis and physiology. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v.13, n.3, p.626-643, 2013.
- FRANCHINI, E.; PANISSA, V. L. G.; JULIO, U. F. Physiological and performance responses to intermittent uchi-komi in judo. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.4, p.1147-1155, 2013.
- GAITANOS, G. C. et al. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of applied physiology**, v.75, n.2, p.712-719, 1993.
- GARIOD, L. et al. Evaluation du profit energetique des judokas par spectroscopie RMN duP31. **Science & Sports**, v.10, n.4, p.201-207, 1995.
- GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, v.31, n.10, p.725-741, 2001.
- GIRARD, O.; MENDEZ-VILLANUEVA, A.; BISHOP, D. Repeated-sprint ability - part I: factors contributing to fatigue. **Sports Medicine**, v.41, n.8, p.673-694, 2011.
- GLAISTER, M. Multiple sprint work – physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v.35, n.9, p.757-777, 2005.
- GLAISTER, M. et al. The influence of recovery duration on multiple sprint cycling performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.19, n.4, p.831-837, 2005.
- GOUVÊA, A. L. et al. The effects of rest intervals on jumping performance: A meta-analysis on post-activation potentiation studies. **Journal of Sports Sciences**, v.31, n.5, p.459-467, 2013.
- GUTIÉRREZ-SANTIAGO, A. et al. The temporal structure of judo bouts in visually impaired men and women. **Journal of Sports Sciences**, v.29, n.13, p.1443-1451, 2011.
- HAJSALEM, M. et al. Effects of partial sleep deprivation at the end of the night on anaerobic performances in judocas. **Biological Rhythm Research**, v.44, n.5, p.815-821, 2013.
- HECK, H. et al. Justification of 4 mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, n.3, p.117-30, 1985.
- HEINISCH, H. D. L'Analisi dell'allenamento e della gara nel judo. **Sds/Rivista di Cultura Sportiva**, v.16, n.37, p.53-62, 1997.
- HOPKINS, W. **A Scale of Magnitudes for Effect Statistics**. Disponível em: < www.sportsci.org/resource/stats/index.html >. Acesso em: 10 jan. 2015.
- HOUVENAEGHEL, M. et al. Mesure continue de la fréquence cardiaque en entraînement spécifique de judo. **Science & Sports**, v.20, n.1, p.27-32, 2005.
- INBAR, O.; BAR-OR, O.; SKINNER, J. S. **The Wingate anaerobic test**. Champaign: Human Kinetics, 1996.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE, 2012. **Official Olympic Games Results**. Disponível em: < <http://www.olympic.org/olympic-results>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

JOHNSON, B. L.; NELSON, J. K. **Practical Measurements for Evaluation in Physical Education**. Minnesota: Burgess Publishing Company, 1969.

KANEKO, M.; IWATA, M.; TOMIOKA, S. Studies on the oxygen uptake and heart rate during judo practice. **Bulletin of the Association for the Scientific Studies on Judo Kodokan**, report V, p.19-30, 1978.

KIM, K.C. et al. Effects of sprint interval training on elite judoists. **International Journal of Sports Medicine**, v.32, n. 12, p.929-934, 2011.

KOMI, P. V.; BOSCO, C. Utilization of stored elastic energy in leg extensor muscles by men and women. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.10, n.4, p.261-265, 1978.

KROGULSKI, A.; LUKASZEWSKA, J. Post-exercise changes in plasma levels of androgens and cortisol in judokas and kayakers. **Biology of Sport**, v.6, n.2, p.93-101, 1989.

KROGULSKI, A. et al. A comparison of growth hormone and cortisol responses to high intensity intermittent exercise between two different training periods. **Biology of Sport**, v.3, n.2, p.90-101, 1986.

LAURENT, C. M. et al. A practical approach to monitoring recovery: development of a perceived recovery status scale. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.3, p.620-628, 2011.

LECH, G. et al. Effect of physical endurance on fighting and the level of sports performance in junior judokas. **Archives of Budo**, v.6, n.1, p.1-6, 2010.

LITTLE, T.; WILLIAMS, A. G. Effects of sprint duration and exercise: rest ratio on repeated sprint performance and physiological responses in professional soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.2, p.646-648, 2007.

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**, v.10, n.5, p.339-343, 2004.

MARCON, G. Et al. Structural analysis of action and time in sports: judo. **Journal of Quantitative Analysis in Sport**, v.6, n.4, p.1-13, 2010.

MARKOWSKA, L. et al. Activity of sympatho-adrenal system in athletes during an year's training cycle. **Biology of Sport**, v.4, n.3/4, p.104-119, 1987.

MIARKA, B. et al. Objectivity of FRAMI-Software for Judo Match Analysis. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v.11, n.2, p.254-266, 2011.

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

MICKIEWITZ, G.; STARCZENSKA, J.; BORKOWSKI, L. Judo, ovvero sforzo breve di grande intensità. **Athlon**, v.4, p.42-46, 1991.

MONTEIRO, L. F. Estrutura e custo energético do combate de judô. In: **Anais Congresso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa**. 1995. p.MD - 3.

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 Sciences**, v.20, n.11, p.939-945, 2002.

OBMÍŃSKI, Z. et al. Studies on lactate peak in blood following judô match. **Journal of Combat Sports and Martial Arts**, v.2, n.2, p.95-99, 2010.

OLIVER, J. L.; ARMSTRONG, N.; WILLIAMS, C. A. Relationship between brief and prolonged repeated sprint ability. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.12, n.1, p.238-243, 2009.

PINHEIRO, F. A.; VIANA, B.; PIRES, F. O. Percepção subjetiva de esforço como marcadora da duração tolerável de exercício. **Motricidade**, v.10, n.2, p.100-106, 2014.

PIRES, F. O. et al. Aerobic Profile of Climbers During Maximal Arm Test. **International Journal of Sports Medicine**, v.32, n.2, p.122-125, 2011a.

PIRES, F. O. et al. The influence of peripheral afferent signals on the rating of perceived exertion and time to exhaustion during exercise at different intensities. **Psychophysiology**, v.48, n.9, p.1284-1290, 2011b.

PRICE, M.; HALABI, K. The effects of work-rest duration on intermittent exercise and subsequent performance. **Journal of Sports Sciences**, v.23, n.8, p.835-842, 2005.

PRICE, M.; MOSS, P. The effects of work-rest duration on physiological and perceptual responses during intermittent exercise and performance. **Journal of Sports Sciences**, v.25, n.14, p.1613-1621, 2007.

RECH, F. L.; MIYAHIRA, M. T.; NAVARRO, F. A. interferência da utilização da máscara para captação de gases no desempenho e subjetividade de esforço do teste ergoespirométrico. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v.1, n.6, p.86-94, 2011.

SALE, D. G. Postactivation potentiation: role in human performance. **Exercise and Sport Science Review**, v.30, n.3, p.138-143, 2002.

SANCHIS, C. et al. Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición de judo. **Apunts: Educación Física y Deportes**, v.18, p.51-58, 1991.

SANTOS, L. et al. A new individual and specific test to determine the aerobic-anaerobic transition zone (Santos test) in competitive judokas, **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.24, n.9, p.2419-2428, 2010.

SILVA, B. V. C. et al. Neuromuscular Responses to Simulated Brazilian Jiu-Jitsu Fights. **Journal of Human Kinetics**, v.44, n.1, p.249-257, 2014.

SBRICCOLI, P. et al. Assessment of maximal cardiorespiratory performance and muscle power in the Italian Olympic judoka. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.3, p.738-744, 2007.

SEILER, S.; HETLELID, K. J. The impact of rest duration on work intensity and rpe during interval training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.37, n.9, p.1601-1607, 2005.

SEILER, S.; SJURSEN, J. E. Effect of work duration on physiological and rating scale of perceived exertion responses during self-paced interval training. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.14, n.5, p.318-325, 2004.

SERRANO, M. A. et al. Relationships between recall of perceived exertion and blood lactate concentration in a judo competition. **Perceptual and Motor Skills**, v. 92, n.3(pt2), p.1139-1148, 2001.

SIKORSKI, W. et al. Structure of the contest and work capacity of the judoist. In: **Proceedings of the International Congress on Judo “contemporary problems of training and judo contest**. 1987. p.9-11.

SPENCER, M. et al. Time-motion analysis of elite field hockey during several games in succession: a tournament scenario. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.8, n.4, p.382-391, 2005.

STERKOWICZ, S. Test specjalnej sprawności ruchowej w judo. **Antropomotoryka**, n.12-13, p.29-44, 1995.

STERKOWICZ, S.; MASLEJ, P. An evaluation of modern tendencies in solving judo fight. **Sport Wyczynowy**, n.7, p.12-15, 1995.

SUAY, F. et al. Effects of competition and its outcome on serum testosterone, cortisol and prolactin. **Psychoneuroendocrinology**, v.24, n.5, p.551-566, 1999.

SUGIYAMA, M. Energy expenditure of throwing techniques in judo. In: **Annals of the 1st International Judo Federation World Research Symposium. International Judo Federation**, 1999.

SZMATLAN-GABRYS, U. et al. Characteristic of dynamic oxygen consumption (VO₂), heart rate (HR) and lactate concentration (LA) in 5-minute fighting for a hold in judo. In: **Book of Abstracts Annual Congress of The European College of Sport Science**. 2004. p. 330.

INTERNATIONAL OLYMPIC COMMITTEE, 2012. **Official Olympic Games Results**. Disponível em: < <http://www.olympic.org/olympic-results>>. Acesso em: 25 nov. 2013.

TOUBEKIS, A. G.; DOUDA, H. T.; TOKMAKIDIS, S. P. Influence of different rest intervals during active or passive recovery on repeated sprint swimming performance. **European Journal of Applied Physiology**, v.93, n.5-6, p.694-700, 2005.

TRUMP, M. E. et al. Importance of muscle phosphocreatine during intermittent maximal cycling. **Journal of Applied Physiology**, v.80, n.5, p.1574-1580, 1996.

TUCKER, R. The anticipatory regulation of performance: the physiological basis for pacing strategies and the development of a perception-based model for exercise performance. **British Journal of Sports Medicine**, v.43, n.6, p.392-400, 2009.

TUCKER, R.; NOAKES, T. D. The physiological regulation of pacing strategy during exercise: a critical review. **British Journal of Sports Medicine**, v.43, n.6, p.e1, 2009.

VAN MALDEREN, K. et al. Time and technique analysis of a judo fight: a comparison between males and females. **Annals of the 11th Annual Congress of The European College Of Sport Science**. 2006. p. 101.

WILSON, J. M. et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v.27, n.3, p.854-859, 2013.

WITTEKIND, A. L.; MICKLEWRIGHT, D.; BENEKE, R. Teleoanticipation in all-out short-duration cycling. **British Journal of Sports Medicine**, v.45, n.2, p.114-119, 2011.

ANEXOS

ANEXO 1 – 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

Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô.

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

48 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:

A caracterização das respostas fisiológicas da luta de judô associada ao nível de aptidão física e ações aplicadas pelos lutadores podem contribuir para o aperfeiçoamento dos métodos de treinamento para essa modalidade. A fragmentação da luta é relevante para compreender como as respostas fisiológicas do atleta são modificadas no decorrer da luta, especialmente porque nem sempre a duração da luta é de 5 minutos, a mesma pode ser finalizada quando um dos atletas obtém a pontuação máxima da luta, o *ippon*.

O objetivo deste estudo intitulado “Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô” é caracterizar e comparar as respostas fisiológicas em lutas de judô com diferentes durações e verificar a modificação nas respostas fisiológicas em decorrência da(s) ações técnicas realizadas durante o combate e do nível de aptidão aeróbia e anaeróbia dos atletas, bem como verificar as associações entre as respostas fisiológicas, ações técnicas e nível de aptidão de atletas durante a luta de judô.

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

Você participará de 10 dias de avaliação sendo que nos dois primeiros dias você fará 4 testes no laboratório, além de algumas medidas corporais para estimar a sua composição corporal. Dois desses testes, chamados testes progressivos máximos, irão avaliar o seu desempenho aeróbio em bicicleta tanto para os braços como para as pernas. Para esses testes, você irá pedalar em uma velocidade fixa e a cada três minutos nós iremos aumentar a carga até que você não consiga manter a velocidade que foi estabelecida. Os dois outros testes, chamados testes de Wingate, irão avaliar a potência que você consegue gerar com os seus braços e pernas. Nesses testes, você irá pedalar/manivelar contra uma carga relativa ao seu peso corporal durante 30 segundos.

Você fará um teste progressivo máximo e um teste de Wingate em cada um dos dois dias de avaliação. Entre os testes que você fizer no mesmo dia, um será para os braços e outro para as pernas. Após terminar o primeiro teste você irá descansar por 30 minutos antes de começar o segundo. No segundo dia de avaliação no laboratório, dez minutos após o término dos testes, você fará uma familiarização com dois testes que serão aplicados nos demais dias de avaliação.

Em cada um dos seguintes dias de avaliação (três a dez), você realizará duas lutas de judô com o mesmo oponente e com duração diferente (entre um e cinco minutos), totalizando 15 combates. Entre os combates realizados no mesmo dia você terá um intervalo de 60 minutos e, entre os dias de avaliação será de no mínimo 48 horas. Ao término de cada luta, nós iremos retirar sangue do lóbulo de sua orelha e da veia antecubital para algumas análises sanguíneas. Além disso, você será submetido a três testes para avaliar a força muscular de preensão manual, o tempo que você consegue se sustentar em uma barra segurando no quimono e a potência de suas pernas. Todas as lutas serão filmadas para quantificação das ações técnicas.

3. Desconfortos e riscos esperados:

Os riscos envolvidos na participação deste estudo são baixos. Nos testes progressivos e nos testes de Wingate os possíveis desconfortos que você pode sentir são: náuseas e vômitos. Nas sessões de luta, você sentirá o mesmo tipo de desconforto que ocorre durante a competição, a qual você está habituado a fazer. Esse desconforto é mínimo e passageiro (recuperação em cinco a 10 minutos). Durante todas as sessões de luta, o lóbulo de sua orelha e a veia antecubital serão perfurados para coleta de sangue. Essas perfurações são pequenas e todos os cuidados de higiene serão tomados para evitar qualquer tipo de problema. Vale ressaltar que o material invasivo (lanceta e scalp) utilizado para perfurar o lóbulo da orelha e a veia antecubital, será descartável e neste sentido terá a embalagem aberta em sua presença. A perfuração e coleta do sangue da veia antecubital será realizado por um médico. Todos os procedimentos serão executados por pessoas com experiência nesse tipo de tarefa.

4. Benefícios que poderão ser obtidos:

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.

5. Procedimentos alternativos que possam ser vantajosos para o indivíduo:

Não será possível realizar qualquer procedimento alternativo em substituição ao protocolo do estudo.

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

1. Acesso, a qualquer tempo, às informações sobre procedimentos, riscos e benefícios relacionados à pesquisa, inclusive para dirimir eventuais dúvidas;

O pesquisador responsável pelo estudo se coloca a disposição para esclarecer, a qualquer momento, as possíveis dúvidas sobre os procedimentos, riscos e benefícios proporcionados pelos procedimentos utilizados no estudo.

2. Liberdade de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, sem que isto traga prejuízo à continuidade da assistência;

Você tem o direito de se retirar a qualquer momento do estudo sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou transtorno.

3. Salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade;

Sigilo, confidencialidade e privacidade dos dados e informações obtidos no estudo são assegurados pelo pesquisador responsável.

4. Disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

Em caso de qualquer emergência médica durante os procedimentos do estudo, o responsável pelo estudo o acompanhará ao Hospital Universitário (HU), localizado na Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 – Cidade Universitária (telefone: 3039-9468).

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 Ursula Ferreira Julio pelo telefone: 99316-7023.

VI - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

Nenhuma.

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 2 – Aprovação dos procedimentos do estudo pelo comitê de ética local

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Of.CEP/0412/EEFE/010312

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 1º de março de 2012, **aprovou** o Protocolo de Pesquisa nº 2011/58 - Aptidão física, ações técnicas e respostas fisiológicas durante a luta de judô, sob sua responsabilidade.

Solicitamos a observância da apresentação dos relatórios parcial e final da pesquisa, em junho de 2013 e novembro de 2015, respectivamente.

Atenciosamente,

Profa. Dra. Maria Augusta Peduti Dal'Molin Kiss
Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa

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

Av. Professor Mello Moraes, 65
CEP 05508-030 - São Paulo - SP - Brasil
Fone/fax: 55 11 3091-3097

ANEXO 3 – Escala de percepção subjetiva de esforço

6	
7	MUITO FÁCIL
8	
9	FÁCIL
10	
11	RELATIVAMENTE FÁCIL
12	
13	LIGEIRAMENTE CANSATIVO
14	
15	CANSATIVO
16	
17	MUITO CANSATIVO
18	
19	EXAUSTIVO
20	

(BORG, 1982)

ANEXO 4 – Escala de percepção subjetiva de recuperação

10	MUITO BEM RECUPERADO / ALTAMENTE DISPOSTO
9	
8	BEM RECUPERADO / UM POUCO DISPOSTO
7	
6	MODERADAMENTE RECUPERADO
5	ADEQUADAMENTE RECUPERADO
4	UM POUCO RECUPERADO
3	
2	NÃO MUITO BEM RECUPERADO / UM POUCO CANSADO
1	
0	MUITO MAL RECUPERADO / EXTREMAMENTE CANSADO

(LAURENT et al., 2011)