UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE

Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a
potência aeróbia utilizando movimentos específicos do judô

Seihati Ari Shiroma

São Paulo

2018

SEIHATI ARI SHIROMA

Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a
potência aeróbia utilizando movimentos específicos do judô

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

Área de Concentração: Estudos
Biodinâmicos da Educação Física e
Esporte

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

São Paulo

2018

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

Shiroma, Seihati Ari

Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a potência aeróbia utilizando movimentos específicos do judô / Seihati Ari Shiroma. – São Paulo : [s.n.], 2018.

38p.

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

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

1. Esportes de combate 2. Desempenho esportivo 3. Judô
I. Título.

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Autor: SHIROMA, S.A.

Título: Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a potência aeróbia utilizando movimentos específicos do judô

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

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____ Julgamento: _____

Dedico este trabalho a minha esposa Daiane, e a minha filha Yumi, por todo amor que recebi de vocês ao longo dessa trajetória.

Agradecimentos

Agradeço, em primeiro lugar, a Deus por me dar proteção e saúde para completar essa árdua missão.

Agradeço minha esposa Daiane Kalyuka Victorino Shiroma, que esteve junto comigo nessa trajetória. Obrigado por estar sempre ao meu lado, amo você.

Agradeço ao meu sensei e meu pai, Masatoshi Shiroma, a minha família e a todos os atletas da Associação Shiroma de Judô que sempre se colocaram a disposição. Agradeço também o Sensei Marcos Barbosa e Eugênio Diniz, os quais incentivaram seus atletas a participarem do estudo.

Agradeço aos membros do LADESP e as pessoas que estiveram presente no Grupo de estudos em Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate da Universidade de São Paulo.

Agradeço a minha amiga Dr^a. Ursula Julio (minha Mestra) por ficar ao meu lado ao longo de todo o processo. Começamos como simples colegas de trabalho e então, companheiros de equipe em jogos regionais/abertos, e hoje posso dizer que tenho uma grande amiga. Você terá para sempre meu respeito e a minha admiração. Deixo aqui registrado a minha eterna gratidão! Sem você: essa dissertação... esse estudo... nada seria possível.

Por fim, agradeço ao meu ídolo, um dos maiores pesquisadores do mundo, meu sensei Dr. Emerson Franchini. Graças a sua orientação e o meu convívio com o senhor ultrapassei alguns limites pessoais que jamais imaginei ser capaz. *Arigatou Gozaimassu.*

Muito obrigado a todos vocês!

*Quando verificares com tristeza que nada sabes,
terás feito teu primeiro progresso no aprendizado.
(Jigoro Kano)*

RESUMO

SHIROMA, SA. **Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a potência aeróbia utilizando movimentos específicos do judô.** 2018; 38 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018.

O judô é um esporte de combate com características intermitentes, com alta demanda fisiológica. O desenvolvimento da potência aeróbia máxima em atletas de judô pode contribuir para a recuperação e a manutenção da intensidade dos esforços durante o combate, e para a recuperação entre os diferentes combates de uma competição. Em geral, a avaliação dessa capacidade física tem sido realizada por meio da aplicação de testes progressivos até a exaustão em esteira ou ciclo-ergômetro, os quais possuem baixa validade ecológica e não permitem a obtenção de parâmetros para a prescrição do treinamento específico da modalidade. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi elaborar e testar a validade, reprodutibilidade e sensibilidade de um teste progressivo até a exaustão utilizando-se do *uchi-komi* (entrada de golpes), para mensurar a potência aeróbia máxima de atletas de judô. Doze atletas de judô do sexo masculino participaram desse estudo e foram submetidos a quatro sessões de avaliação, em dias distintos e, separadas por um intervalo de, no mínimo, 48 horas, exceto para a última sessão, que foi conduzido sete dias após a realização da terceira sessão. Para determinar a validade de critério, foram conduzidos três testes progressivos até a exaustão: teste de membros superiores ($MMSS_{teste}$), membros inferiores ($MMII_{teste}$) e teste de *uchi-komi* (UK_{teste}), os quais foram aleatorizados e distribuídos entre a primeira e a segunda sessões. Na etapa seguinte os mesmos atletas foram avaliados na terceira e quarta sessões para determinar a reprodutibilidade do UK_{teste} . Além disso, também foi confirmado se os atletas alcançaram o verdadeiro consumo máximo de oxigênio, por meio de um teste de confirmação (UK_{conf}). Para essa finalidade, 12 atletas de judô, incluindo 6 atletas que participaram do estudo de validade e reprodutibilidade, realizaram dois testes (UK_{teste} e UK_{conf}), separados por um intervalo de 20 minutos. A análise descritiva de todas as variáveis dependentes foi apresentada como média e desvio padrão. A validade do UK_{teste} foi determinado por intermédio de uma análise de variância a um fator (tipo de teste) pela comparação do UK_{teste} , $MMSS_{teste}$ e $MMII_{teste}$ e pelo coeficiente de correlação de Pearson. Quando observada diferença significativa, foi conduzido o teste de *post-hoc* de Bonferroni. A reprodutibilidade do UK_{teste} foi determinada por meio do teste *t* de Student para dados pareados, coeficiente de correlação intraclasse (CCI), erro típico (ET) e ET como coeficiente de variação (CV). A sensibilidade do UK_{teste} foi calculada pela menor variação detectável (MVD) para diferentes tamanho de efeito (0,2; 0,6 e 1,2 multiplicado pelo desvio padrão entre sujeitos) e classificados como marginal, médio, e bom, respectivamente. Além disso, a mínima mudança detectável (MMD) em uma dada variável foi calculada por meio da equação: $ET \times 1,96 \times \sqrt{2}$. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$. A validade do UK_{teste} foi confirmado pelo coeficiente de correlação de Pearson com valores de consumo pico de oxigênio ($\dot{V}O_{2pico}$) classificados como quase perfeita. Não houve diferença nas variáveis mensuradas no UK_{teste} e UK_{conf} , além disso, os resultados mostraram que o UK_{teste} possui boa reprodutibilidade relativa com CCI classificado como muito alta para a percepção subjetiva de esforço e quase perfeita CCI para o $\dot{V}O_{2pico}$, frequência cardíaca máxima e intensidade aeróbia máxima. Adicionalmente, o teste apresentou boa reprodutibilidade absoluta, apresentando um ET como CV menor que 5%. Variações

médias no tamanho do efeito podem ser adequadamente detectadas para o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, intensidade aeróbia máxima e frequência cardíaca máxima. Em conclusão, o UK_{teste} mostrou ser um teste válido e reprodutível para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô.

Palavras-chave: esportes de combate; desempenho físico; consumo máximo de oxigênio; teste progressivo; *uchi-komi*; *hikidashi*.

ABSTRACT

SHIROMA, SA. **Protocol elaboration, validation and reliability for aerobic power measurement using specific judo movements.** 2018. 38 f. Dissertation (Master of Science) - School of Physical Education and Sport, University of São Paulo, São Paulo. 2018

Judo is a combat sport with intermittent characteristics and high physiological demand. The development of maximal aerobic power in judo athletes can contribute to the recovery and maintenance of efforts intensity during a combat, and to the recovery between different combats in a competition. In general, the evaluation of this physical capacity has been performed through the application of graded exercise tests in treadmill or cycle ergometer, which have low ecological validity, and do not enable the collection of parameters for specific training prescription to the modality. Thus, the objective of this study was to elaborate and test the validity, reliability and usefulness of a graded exercise tests using *uchi-komi* (repetition training), to measure the maximal aerobic power of judo athletes. Twelve male judo athletes participated in this study. They were submitted to 4 assessment sessions on different days separated by at least 48 hours, except in the last session which was performed 7 days after the 3rd session. In order to determine the criterion validity, 3 graded exercise tests were performed: upper-body (UB_{test}), lower-body cycle ergometer tests (LB_{test}) and *uchi-komi* (UK_{test}), which were randomized and distributed between 1st and 2nd sessions. In the next step, the same athletes were evaluated in the 3rd and 4th sessions to determine the reliability of the UK_{test} . Further, it was also confirmed whether athletes achieved true maximum oxygen uptake through a confirmation test (UK_{conf}). For this purpose, 12 judo athletes, including 6 athletes who participated in the validity and reliability studies, performed 2 tests (UK_{test} and UK_{conf}), separated by a 20-minute interval. The descriptive analysis of all dependent variables was presented by mean and standard deviations. The validity of the UK_{test} was determined through a one-way analysis of variance (test type), comparing the UK_{test} , UB_{test} and LB_{test} , and by the Pearson correlation coefficient. When a significant difference was observed, the Bonferroni post-hoc test was conducted. The UK_{test} reliability was determined by the test-retest comparison, using Student's t-test for paired data, intraclass correlation coefficient (ICC) and typical error (TE) as coefficient of variation (CV). The UK_{test} usefulness was calculated by the smallest worthwhile change (SWC) for different effect sizes (0.2, 0.6 and 1.2 multiplied by the standard deviation among subjects) and classified as marginal, average and good, respectively. In addition, the minimal detectable change (MDC) in each variable was calculated using the equation: $TE \times 1,96 \times \sqrt{2}$. The significance level was set at $p < 0.05$. The validity of the UK_{test} was confirmed by the Pearsom correlation coefficient with values of peak oxygen consumption ($\dot{V}O_{2peak}$) classified as nearly perfect. There were no differences between variables measured in the UK_{test} and in the UK_{conf} . Also, results showed that the UK_{test} had good relative reliability, with ICC classified as very large (rated perceived exertion) and almost perfect ($\dot{V}O_{2peak}$, maximal heart rate and maximum aerobic intensity). Moreover, the test presented good absolute reliability, with a TE as CV lower

than 5%. Mean variations in effect size could be adequately detected for $\dot{V}O_{2\text{peak}}$, maximal aerobic intensity and maximal heart rate. In conclusion, the UK_{test} proved to be a valid and reliable test to evaluate the maximal aerobic power of judo athletes.

Keywords: combat sports; physical performance; maximum oxygen consumption; graded exercise test; *uchi-komi*; *hikidashi*.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVOS	5
2.1 Objetivo geral	5
2.2 Objetivos específicos	5
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	6
3.1 Características gerais do judô	6
3.2 Contribuição dos sistemas energéticos no combate de judô.....	8
3.3 A importância da potência aeróbia máxima no combate de judô	9
3.4 Avaliação da potência aeróbia máxima	12
3.5 Avaliação específica para o judô	13
3.5.1 Teste de projeção	15
3.5.2 Santos Test	16
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
4.1 Participantes.....	19
4.2 Delineamento.....	19
4.3 Procedimentos.....	20
4.3.1 Medidas Antropométricas.....	20
4.3.2 Protocolos e métodos para determinação do pico do consumo de oxigênio para membros inferiores e membros superiores	21
4.3.3 Protocolo e método para determinação do pico do consumo de oxigênio para o teste específico.....	22
4.3.4 Teste de confirmação da potência aeróbia máxima de <i>uchi-komi</i>	24
4.3.5 Coletas de sangue e mensuração da concentração de lactato	24
4.3.6 Medidas fisiológicas, perceptuais e desempenho	25
4.4 Análise estatística	25
5 RESULTADOS	27
5.1 Validade do teste progressivo até a exaustão de <i>uchi-komi</i>	27
5.2 Reprodutibilidade do teste progressivo até a exaustão de <i>uchi-komi</i>	29
5.3 Confirmação do consumo de oxigênio pico do teste progressivo até a exaustão de <i>uchi-komi</i>	31
6 DISCUSSÃO	32
6.1 Validade do teste progressivo até a exaustão de <i>uchi-komi</i>	32
6.2 Teste de confirmação da potência aeróbia máxima de <i>uchi-komi</i>	34
6.3 Reprodutibilidade e sensibilidade do teste progressivo até a exaustão de <i>uchi-komi</i>	34
7 CONCLUSÃO.....	37
8 APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	38
REFERÊNCIAS.....	39
ANEXO A – Termo de consentimento livre e esclarecido	47
ANEXO B – Parecer do comitê de ética em pesquisa	50

1 INTRODUÇÃO

O judô é uma modalidade esportiva de combate em que a luta pode ser desenvolvida em pé, com o objetivo de arremessar o adversário, ou no solo, com o objetivo de imobilizar o oponente por 20 s ou induzir a sua desistência por intermédio das técnicas de estrangulamento e chave na articulação do cotovelo (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017). O tempo de duração da luta é de quatro minutos tanto para os atletas de sexo masculino quanto para as atletas do sexo feminino, porém, quando ocorre empate no tempo regulamentar, esse tempo pode se estender até que ocorra uma pontuação ou desqualificação (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017).

Com relação às características da estrutura temporal da luta, foi constatado que os períodos de atividade duram cerca de 30 ± 33 s, sendo a maior parte do tempo destinada ao ajuste da melhor pegada no *judogi* do adversário (14 ± 15 s), com o objetivo de proporcionar vantagens para, então, aplicar uma técnica de projeção (*nage-waza*) (MIARKA et al., 2012). Essas ações são executadas em um curto período de tempo ($1,0 \pm 0,4$ s) e apresentam alta demanda de potência muscular (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013). Por sua vez, os períodos de pausa, entre a interrupção (*mate*) e o reinício da luta (*hajime*), estabelecidos pelo árbitro, são em média 11 ± 10 s (MIARKA et al., 2012). Com base nessas características, o judô é considerado uma modalidade intermitente com elevado número de ações em alta intensidade de esforços, intercalados por breves períodos de recuperação (MIARKA et al., 2012; FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013; FRANCHINI et al., 2015). Além disso, para um atleta atingir o pódio em uma competição, o mesmo deve realizar entre cinco a sete lutas, as quais são intercaladas por um intervalo passivo de, no mínimo, 10 minutos (FRANCHINI et al., 2009; FRANCHINI et al., 2011).

Segundo Franchini, Artioli e Brito (2013), as ações decisivas que ocorrem durante a luta de judô, são dependentes, principalmente do metabolismo anaeróbio (ATP-CP e glicólise). Embora o metabolismo aeróbio não seja determinante para o bom desempenho competitivo, pois atletas de diferentes níveis não apresentam valores distintos dessa capacidade física (FRANCHINI et al., 2011), Julio et al. (2017a) demonstraram que o sistema oxidativo contribui com cerca de 70% para o fornecimento de energia, enquanto o sistema glicolítico e ATP-CP, apenas 8% e 21%, respectivamente. Além disso, também foi demonstrado que o combate de judô é predominantemente aeróbio desde o primeiro minuto (50%), até o final do combate

(81%) (JULIO et al., 2017a), demonstrando a relevância do sistema oxidativo para o fornecimento de energia durante o combate de judô.

O consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$) é a principal variável fisiológica indicativa da potência aeróbia máxima, representando a taxa máxima do sistema captar (sistema respiratório), transportar (sistema cardiovascular) e utilizar (sistema muscular) o oxigênio do ar ambiente, a fim de transferir energia em função do tempo (BASSET e HOWLEY, 2000; BERTUZZI e LIMA-SILVA, 2016). Além do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, as variáveis de intensidade (velocidade, potência ou frequência) relacionadas à sua ocorrência, também são bons indicativos de desempenho em modalidades em que o metabolismo aeróbio exerce um papel fundamental (NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990). No judô, foi demonstrado que atletas com maiores valores de $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ possuem ressíntese de creatina fosfato (PCr) mais rápida e menor diminuição no pH, em comparação com atletas de judô com menor $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ (GARIOD et al., 1995). Altas correlações entre o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e o desempenho em ações intermitente de alta intensidade específicas da modalidade (*Special Judo Fitness Test*) também foram relatadas em atletas de judô (FRANCHINI et al., 2007; DETANICO et al., 2012). Além disso, Bonato et al. (2015) demonstraram que após um período de treinamento aeróbio, os atletas apresentaram recuperação mais rápida do $\dot{V}O_2$ após um teste progressivo até a exaustão, e da frequência cardíaca (FC) após o *Special judô Fitness Test*. Portanto, o desenvolvimento da potência aeróbia máxima está associado à ressíntese mais rápida de PCr, maior desempenho em ações intermitentes de alta intensidade, afetando positivamente os processos de recuperação.

A avaliação da potência aeróbia máxima pode trazer informações relevantes aos técnicos/treinadores, possibilitando a comparação do estado de condicionamento aeróbio dos atletas (BAUDRY; ROUX, 2009; FRANCHINI et al., 2011), utilizar dos parâmetros para a prescrição das intensidades do treinamento contínuo (ALMANSBA et al., 2010; BONATO et al., 2015) e intermitente de alta intensidade (KIM et al., 2011; BONATO et al., 2015; LEE et al., 2015), além de ser utilizado para monitorar os efeitos de um programa de treinamento (ALMANSBA et al., 2010; KIM et al., 2011; BOROWIAK et al., 2012; LEE et al., 2015; FRANCHINI et al., 2016a; FRANCHINI et al., 2016b). A potência aeróbia máxima pode ser mensurada por meio de um teste progressivo até a exaustão, os quais são comumente realizados em ambientes laboratoriais: esteira ou ciclo-ergômetros de membros inferiores e superiores (BAUDRY; ROUX, 2009; FRANCHINI et al., 2011; FRANCHINI et al., 2016a; JULIO et al., 2017a), no entanto, esse tipo de teste apresenta baixa validade ecológica

na avaliação das adaptações específicas, assim como na utilização dos resultados para a prescrição do treinamento específico da modalidade (DAVIDS, 1988; FRANCHINI et al., 2016a; CHAABENE et al., 2018a).

Alguns testes foram elaborados para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô. Thomas et al. (1988), adaptaram o teste de *Léger – Mercier* (MERCIER; LÉGER; LABERT, 1984), encurtando a distância de corrida e incorporando técnica específica do judô (i.e., *o-goshi*) durante a realização do protocolo. No entanto, o fato dos atletas terem que correr limita a sua utilização para a avaliação das adaptações e prescrição do treinamento específico (DAVIDS, 1988; CHAABENE et al., 2018a). Santos et al. (2010) desenvolveram um teste progressivo intermitente com fases ativa e de recuperação. Os autores buscaram aumentar a validade ecológica do teste por intermédio das características temporais do combate de judô. No entanto, nesse protocolo os atletas podiam variar as técnicas durante a sua realização, e sabe-se que diferentes técnicas representam diferentes custos metabólicos (FRANCHINI et al., 2008; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013). Portanto, embora os protocolos citados sejam válidos para determinar a potência aeróbia máxima, eles não trazem informações para a prescrição das intensidades do treinamento específico, tanto contínuo como intermitente de alta intensidade, sendo que o último seria muito importante para o desenvolvimento da potência aeróbia máxima em atletas treinados (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

O *uchi-komi* (prática repetida de um determinado golpe) é um dos exercícios mais utilizado nas sessões de treinamento, tanto para o desenvolvimento de habilidades técnicas e táticas (BAUDRY; ROUX, 2009; BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI; TAKITO, 2014; FRANCHINI et al., 2014), quanto na preparação física dos atletas (BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013; FRANCHINI; TAKITO, 2014; FRANCHINI et al., 2014; FRANCHINI et al., 2016). Além disso, o *uchi-komi* também tem sido utilizado na avaliação específica (CHAABENE et al., 2018a), porém, vale destacar que até o momento, nenhum teste progressivo até a exaustão com *uchi-komi* foi desenvolvido para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô. Portanto, o desenvolvimento de métodos que visem não só o processo de avaliação física específica, mas, que também sirvam como ferramenta para o planejamento das intensidades utilizadas nas sessões de treinamento específico de judô se faz necessário (FRANCHINI; TAKITO; DEL VECCHIO, 2010). A hipótese do presente estudo foi que as respostas fisiológicas e mecânicas de um teste progressivo até

a exaustão, comumente realizado em ambientes laboratoriais (ciclo-ergômetro de membros superiores ou membros inferiores), poderiam diferir de um teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi* (UK_{teste}), devido a diferenças na quantidade de massa muscular envolvida durante o exercício. No entanto, seria esperado que atletas com maiores escores em testes laboratoriais também apresentassem escores mais altos no UK_{teste} , demonstrando a sua validade para avaliar a potência aeróbia máxima em atletas de judô. Além disso, a reprodutibilidade e a sensibilidade do UK_{teste} foram investigadas.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo foi elaborar, validar, testar a reprodutibilidade e a sensibilidade do UK_{teste} para mensurar a potência aeróbia máxima de atletas de judô.

2.2 Objetivos específicos

Foram objetivos específicos do presente estudo:

- 1- Avaliar a validade de critério (concorrente), verificando as diferenças e a correlação entre as variáveis fisiológica, de desempenho e perceptuais mensuradas no UK_{teste} com as mesmas variáveis mensuradas nos testes progressivos até a exaustão de membros superiores ($MMSS_{teste}$) e membros inferiores ($MMII_{teste}$).
- 2- Avaliar a reprodutibilidade e a sensibilidade do teste.

3 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura do presente estudo contemplará informações acerca das características gerais do judô para uma abordagem geral da modalidade, assim como a contribuição dos sistemas energéticos para o entendimento das interações metabólicas que ocorrem durante o combate.

Devido o judô ser uma modalidade intermitente de alta intensidade, maior ênfase foi dado no metabolismo oxidativo, cujo papel é fundamental no desempenho neste tipo de atividade. Portanto, em um segundo momento foi apresentado alguns dados sobre a relevância da potência aeróbia máxima no desempenho do combate de judô e os métodos utilizados para sua avaliação. Por fim, uma abordagem geral sobre a estrutura dos protocolos utilizados na avaliação dessa capacidade física, a importância para os atletas e as estratégias que devem ser levadas em consideração na elaboração de novos testes.

3.1 Características gerais do judô

O judô teve sua origem no Japão e foi criada pelo professor Jigoro Kano há mais de um século (1882) (KANO, 2008). Atualmente, o judô pode ser considerado uma modalidade esportiva de combate por possuir características semelhantes às demais modalidades esportivas (quantificação, superação, burocratização e institucionalização: federações e organizações, secularização, especialização e racionalização) (FRANCHINI; DEL VECCHIO, 2011).

A inclusão do judô nos Jogos Olímpicos ocorreu em Tóquio (1964), em caráter demonstrativo, e com a exceção dos Jogos Olímpicos no México em 1968, esteve presente em todas as edições até o momento (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE JUDÔ, 2016). No Brasil, o judô é o esporte que mais trouxe medalhas para o país e é a única modalidade a conquistar medalhas consecutivas, em todos os Jogos Olímpicos disputados (CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE JUDÔ, 2016).

O desenvolvimento do combate pode ser em pé ou no solo. Em pé, o objetivo do atleta é arremessar o adversário de costas no chão por intermédio das técnicas de perna (*ashi-waza*), braço (*te-waza*), quadril (*koshi-waza*), dependendo de qual parte do corpo está exercendo o papel central na execução da técnica (KANO, 2008; STERKOWICZ; SACRIPANTI; STERKOWICZ-PRZYBYCIEN, 2013), além dessas, também há técnicas de sacrifício (*sutemi-waza*), que são caracterizadas por ações em que o atleta sacrifica seu equilíbrio para tentar arremessar o adversário (KANO, 2008;

STERKOWICZ; SACRIPANTI; STERKOWICZ-PRZYBYCIEŃ, 2013). No solo o objetivo é imobilizar o adversário (*ossae-komi-waza*) ou fazê-lo desistir da luta por meio das técnicas de chave na articulação do cotovelo (*kansetsu-waza*) ou estrangulamento (*shime-waza*) (KANO, 2008)

Durante o combate, as pontuações são dadas de acordo com as observações do árbitro com relação à velocidade e a força do golpe em conjunto com a parte das costas que atingiu o solo, ou seja, se o golpe for rápido, forte e com controle e o atleta cair com as costas inteiras no chão, a pontuação é o *ippon*, e então, o combate é encerrado (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017). Caso um atleta seja derrubado e apenas parte das costas toque o solo, a pontuação é o *wazari* e a luta prossegue (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017). No solo, o atleta deve tentar imobilizar o seu adversário por 20 s para conseguir o *ippon*, porém, caso o adversário seja imobilizado por mais que 10 s e menos que 20 s a pontuação é o *wazari* e a luta continua (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017). Além disso, o atleta também pode induzir a desistência do adversário por meio das técnicas de *shime-waza* e *kansetsu-waza* (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017). O tempo de duração do combate é de quatro minutos tanto para os atletas de sexo masculino quanto para os atletas do sexo feminino, porém, quando ocorre empate no tempo regulamentar, esse tempo pode se estender até que ocorra uma pontuação ou desqualificação (FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ, 2017).

Com relação à estrutura temporal do combate de judô, Franchini, Artioli e Brito (2013) reportaram que os períodos de atividade duram cerca de 30 ± 33 s, sendo a maior parte do tempo destinada ao ajuste da melhor pegada no *judogi* do adversário com o objetivo de proporcionar vantagens para, então, aplicar uma técnica de projeção (*nage-waza*) (MIARKA et al., 2012; MIARKA et al., 2016). Por sua vez, os períodos de pausa, entre a interrupção (*mate*) e o reinício da luta (*hajime*), estabelecidos pelo árbitro, são em média de 11 ± 10 s (MIARKA et al., 2012) e são ações passivas ou ativas em baixa intensidade (MIARKA et al., 2012; FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013; MIARKA et al., 2016). Portanto, de modo geral, a relação esforço-pausa do combate de judô está entre 2:1 e 3:1, classificando-o como uma modalidade de combate, intermitente e de alta intensidade (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013).

Nas competições, a fim de conquistarem medalha, os atletas realizam de cinco a sete lutas em um único dia com intervalos entre elas de, no mínimo, dez minutos (FRANCHINI et al., 2009; FRANCHINI et al., 2011). A participação com sucesso nas

competições de judô depende do constante aperfeiçoamento das habilidades técnico-táticas e das capacidades físicas: potência e capacidade aeróbias e anaeróbias, força máxima, resistência de força e potência muscular (FRANCHINI et al., 1999; FRANCHINI et al., 2011; GARBOUJ et al., 2016). Sendo assim, é comum atletas serem submetidos a programas de treinamento, tanto específicos da modalidade quanto não específicos, para aprimorarem suas capacidades físicas (KIM et al., 2011; FRANCHINI et al., 2011; BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI; TAKITO et al., 2014). De acordo com Reilly, Morris e Whyte (2009), para aprimorar o desempenho físico dos atletas, devemos considerar alguns componentes da especificidade como, por exemplo, o sistema energético envolvido na modalidade. Portanto, no tópico seguinte, serão apresentadas informações sobre o sistema energético envolvido durante o combate de judô.

3.2 Contribuição dos sistemas energéticos no combate de judô

De acordo com Caputo et al. (2009), é importante que atletas, técnicos e treinadores que desejam maximizar o desempenho esportivo, tenham conhecimentos dos processos fisiológicos que ocorrem durante o exercício. A taxa de conversão de energia química para energia mecânica durante a contração muscular é fundamental para o sucesso nos esportes que requerem o desenvolvimento e a manutenção de altas potências musculares, um dos principais eventos fisiológicos determinantes do desempenho esportivo (GASTIN, 2001; BERTUZZI; LIMA-SILVA, 2016).

Em modalidades cíclicas, quando realizados esforços máximo e contínuo, conforme a duração do exercício vai se prorrogando, os sistemas energéticos respondem ao exercício sintetizando ATP predominantemente pelos sistemas ATP-CP, glicolítico e oxidativo, respectivamente (GASTIN, 2001). No entanto, em esforços intermitentes de alta intensidade, aqueles caracterizados por períodos de atividade intercalados com períodos de recuperação ativa, ou passiva, as vias de produção de energia respondem de maneira diferente. Por exemplo, Gaitanos et al. (1993) reportaram que 10 *sprints* de 6 s, na máxima intensidade possível (*all-out*), por 30 s de recuperação passiva em cicloergômetro reduziram a potência média e pico em 26,6% e 33,4% ($p < 0,01$ para ambas as comparações), respectivamente, e que essas reduções são decorrentes da queda do fornecimento de energia pelo sistema glicolítico, compensada pelo aumento no fornecimento de energia pelo sistema oxidativo. Segundo Gaitanos (2001) e Franchini et al. (2016b), conforme os esforços vão sendo somados nas tarefas intermitente de alta

intensidade, o consumo de O_2 ($\dot{V}O_2$) aumenta e esses aumentos são atribuídos a ressíntese de PCr, assim como a remoção de fosfato inorgânico e íons de hidrogênio gerados a partir da degradação do ATP, cujos processos são dependentes do oxigênio (GLAISTER, 2005; ALLEN; LAMB; WESTERBLAD, 2008).

O judô é uma modalidade intermitente acíclica em que ocorrem diferentes ações com diferentes grupos musculares ao longo do combate (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013). Foi especulado que as execuções das técnicas são sustentadas principalmente pelo sistema ATP-CP e a disputa de pegada pelo sistema glicolítico (FRANCHINI; ARTIOLI; BRITO, 2013). A combinação das ações em alta intensidade, em conjunto com os curtos períodos de recuperação, que não permitem uma recuperação completa, ocasionaram no aumento da solicitação do sistema oxidativo para manter a alta intensidade dos esforços (FRANCHINI et al., 1999; FRANCHINI et al., 2016a; FRANCHINI et al., 2016b; GARBOUJ et al., 2016). Essas suposições foram confirmadas pelo estudo de Julio et al. (2017a), que quantificou a contribuição de cada sistema durante um combate simulado de judô. Os resultados revelaram que a contribuição do sistema oxidativo é maior (70%) quando comparado com o sistema glicolítico (8%; $p < 0,001$) e ATP-CP (21%; $p < 0,001$). Além disso, também foi demonstrado que o fornecimento de energia pelo sistema oxidativo ao longo do combate aumenta de 50% para 81% ($p < 0,001$), com concomitante diminuição das vias de ATP-CP (de 40% para 12%, $p < 0,001$) e manutenção das vias glicolíticas (entre 6% e 10%). Esses resultados sugerem que a somatória dos esforços, em conjunto com a recuperação incompleta, o sistema oxidativo aumenta a sua contribuição, fornecendo energia para a recuperação e a manutenção dos esforços, mesmo que em potência/velocidade reduzidas (MATSUHIGUE; LIMA; KISS, 2003; GLAISTER, 2005; JULIO et al., 2017a).

Portanto, com base nas informações apresentadas, é possível afirmar que o desenvolvimento da aptidão aeróbia pode ser uma estratégia interessante para melhorar o desempenho de atletas de alto nível competitivo, em que as lutas, em geral, são equilibradas e seu término ocorre no tempo máximo do combate (GARIOD et al., 1995; CALMET et al., 2017).

3.3 A importância da potência aeróbia máxima no combate de judô

Segundo Franchini e Matsuhigue (2010), a aptidão aeróbia baseia-se em dois componentes principais: capacidade aeróbia e potência aeróbia máxima. A capacidade

aeróbia está relacionada à maior intensidade de esforço mantida por períodos prolongado de tempo (MATSUHIGUE; LIMA; KISS, 2003; FRANCHINI; MATSUHIGUE, 2010) e é geralmente representada pelos limiares metabólicos/ventilatórios (dependendo do método utilizado) (BURNLEY; JONES, 2007). Por sua vez, a potência aeróbia máxima representa a taxa máxima de ATP ressintetizado aerobiamente por unidade de tempo (BASSET; HOWLEY, 2000; MATSUHIGUE; LIMA; KISS, 2003), tendo como principal parâmetro indicativo o $\dot{V}O_{2máx}$, representando o limite superior dos sistemas respiratório (de captar O_2), cardiovascular (de transportar O_2) e muscular (de utilizar O_2) durante o exercício físico severo (BASSET e HOWLEY, 2000; DENADAI; GRECCO, 2005; CAPUTO et al., 2009; BERTUZZI; LIMA-SILVA, 2016).

No judô, altas correlações entre a potência aeróbia máxima e o desempenho em ações intermitente de alta intensidade específicas da modalidade (*Special Judo Fitness Test*) foram relatadas (FRANCHINI et al., 2007; DETANICO et al., 2012). Sendo assim, o desenvolvimento da potência aeróbia máxima pode ser importante para o desempenho de atletas de judô. Gariod et al. (1995) compararam 2 grupos de atletas com características de combate específicas: grupo 1, atletas que, em geral, venciam no final do combate e grupo 2, atletas que, em geral, venciam no início do combate. Os resultados desse estudo demonstraram que os atletas do grupo 1 possuíam valores mais elevados de potência aeróbia máxima ($\dot{V}O_{2máx}$; $63,2 \pm 7,9$ ml/kg/min) em comparação aos atletas do grupo 2 ($\dot{V}O_{2máx}$; $54,6 \pm 3,0$ ml/kg/min). Além disso, os autores também analisaram o tempo de ressíntese da creatina fosfato e reportaram que atletas com a potência aeróbia máxima mais desenvolvida apresentavam sua ressíntese mais rápida ($p < 0,05$).

Além do estudo de Gariod et al. (1995), Franchini et al. (1999), também demonstraram a importância da potência aeróbia máxima em tarefas intermitente, por meio de 4 séries de Wingate para membros superiores, com intervalos de 3 minutos entre as séries. Nesse estudo, atletas de judô com maior potência aeróbia máxima ($\dot{V}O_{2máx}$; $72,0 \pm 2,2$ ml/kg/min) foram comparados com os de menor nível de potência aeróbia máxima ($\dot{V}O_{2máx}$; $57,3 \pm 4,4$ ml/kg/min) e os resultados revelaram maiores valores no trabalho relativo total para o grupo de maior potência aeróbia máxima ($551,7 \pm 25,4$ J/kg) comparados com o de menor potência aeróbia máxima ($489,3 \pm 55,3$ J/kg), assim como melhor recuperação da frequência cardíaca entre as séries. Portanto, os

autores concluíram que a maior potência aeróbia máxima pode auxiliar no desempenho de exercícios intermitentes anaeróbios.

Com relação ao treinamento, é muito comum os atletas estarem engajados em rotinas de treinamento aeróbio para melhorarem o desempenho dessa capacidade física (KIM et al., 2011; BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI; TAKITO et al., 2014; LEE et al., 2015). KIM et al. (2011) demonstraram que oito semanas de treinamento intermitente de alta intensidade (30 s a 80-90% da intensidade aeróbia máxima, identificada por meio de um teste progressivo até a exaustão, intercalado com 4 minutos de recuperação) foram o suficiente para aumentar significativamente ($p < 0,05$) a potência pico e média, mensurada no teste de wingate, em 17% e 22%, respectivamente. Além disso, as concentrações de lactato sanguíneo após 10 e 15 minutos de recuperação foram significativamente menores ($p < 0,05$), sugerindo que esse tipo de treinamento é eficaz tanto para o desenvolvimento de índices relacionados à aptidão anaeróbia, quanto para a capacidade de recuperação após os esforços. Além disso, Bonato et al. (2015) investigaram os efeitos de 12 semanas de 30 minutos de corrida contínua (60% da velocidade aeróbia máxima, identificada por meio de um teste progressivo até a exaustão) e intermitente (15 x 1 min a 90% com 1 min de recuperação ativa a 60% da velocidade aeróbia máxima) sobre a potência aeróbia máxima e o desempenho específico de atletas de judô. Os resultados revelaram melhorias tanto na velocidade aeróbia máxima (4,6%; $p < 0,05$) atingida em um teste progressivo até a exaustão, quanto na recuperação do $\dot{V}O_2$ após o teste. Os autores também reportaram melhorias de 12% nos valores do índice do *Special Judo Fitness Test*. Portanto, com base nesses resultados, é possível afirmar que o desenvolvimento da potência aeróbia máxima pode afetar positivamente a capacidade de recuperação e que ela está associada ao maior desempenho em ações intermitente de alta intensidade (FRANCHINI et al., 1999; FRANCHINI et al., 2007; KIM et al., 2011; DETANICO et al., 2012; BONATO et al., 2015).

Embora o judô tenha grande solicitação do sistema oxidativo (JULIO et al., 2017a) e o desenvolvimento da potência aeróbia máxima possa ser importante para a manutenção do desempenho ao longo do combate, assim como para a recuperação entre eles (FRANCHINI et al., 2007; FRANCHINI et al., 2011; KIM et al., 2011; DETANICO et al., 2012; BONATO et al., 2015), é importante destacar que nos estudos citados, os parâmetros obtidos para a prescrição do treinamento aeróbio foram obtidos por meio de variáveis mensuradas em testes progressivos até a exaustão de corrida. No

entanto, de acordo com Currell e Jeukendrup (2008), a utilização de métodos que visem os processos de avaliação e prescrição deve conter características específicas da modalidade, para aumentar a validade ecológica tanto nas avaliações das adaptações quanto na prescrição do treinamento específico (DAVIDS, 1988; TABBEN et al., 2014; CHAABENE et al., 2018a; CHAABENE et al., 2018b). Sendo assim, é importante o desenvolvimento de novos protocolos de avaliação, para que técnicos/treinadores possam utilizá-los na avaliação das adaptações e prescrição do treinamento físico específico (THOMAS et al., 1988; AZEVEDO et al., 2007; SANTOS et al., 2010; AZEVEDO et al., 2014; TABBEN et al., 2014; CHAABENE et al., 2018b).

3.4 Avaliação da potência aeróbia máxima

Diversos protocolos com exercícios que envolvem grandes grupos musculares conseguem mensurar o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ desde que a intensidade e a duração do exercício sejam capazes de maximizar a transferência de energia aeróbia (BELTZ et al., 2016). Segundo Bentley, Newell e Bishop, (2007) e Caputo et al. (2009), os principais testes utilizados na avaliação da potência aeróbia máxima, são os testes progressivos até a exaustão, pois é por meio deles que acessamos as variáveis fisiológicas submáximas e máximas, tais como os limiares metabólicos/ventilatório (dependendo do método utilizado), e o $\dot{V}O_{2\text{max}}$, respectivamente.

A estrutura de um teste progressivo até a exaustão depende da: intensidade inicial, duração dos estágios, magnitude dos incrementos e o ritmo de cadência (quando realizados em ciclo-ergômetros) e são encerrados quando os indivíduos são incapazes de manter ou tolerar a intensidade do esforço, caracterizando então, a exaustão voluntária máxima. (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; JULIO et al., 2017b). De acordo com Bentley, Newell e Bishop (2007) e Julio et al. (2017b), os protocolos devem ter estágios entre 60 s e 5 min para não afetarem o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, e estágios mais curtos (60 s), podem proporcionar maiores valores na intensidade associado ao $\dot{V}O_{2\text{máx}}$.

Além do $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, a intensidade do exercício associada a essa variável, assim como o tempo de permanência nessa intensidade são bons indicativos de desempenho em modalidades em que o metabolismo aeróbio exerce um papel fundamental (NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990; BOSQUET; LÉGER; LEGROS, 2002), uma vez que a intensidade do exercício associado ao $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ e o tempo de permanência nessa intensidade pode ser diferente entre atletas que possuem valores similares dessas

variáveis (NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990; BILLAT et al., 1996; CAPUTO et al., 2009). Sendo assim, o $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$, a intensidade do exercício associada ao $\dot{V}O_{2m\acute{a}x}$ e o tempo de permanência nessa intensidade, podem ser utilizadas para uma variedade de propósitos, como avaliação diagnóstica (NOAKES; MYBURGH; SCHALL, 1990; BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI et al., 2011), prescrição do treinamento contínuo (BONATO et al., 2015) e intermitente de alta intensidade (BILLAT; KORALSZTEIN, 1996; BILLAT et al., 1996; MILLET et al., 2003; BONATO et al., 2015).

A avaliação da potência aeróbia máxima para atletas de judô durante o teste progressivo até a exaustão permite identificar o estado de condicionamento aeróbio dos atletas (FRANCHINI et al., 2007; FRANCHINI et al., 2011; BOROWIAK et al., 2012; DENATICO et al., 2012), prescrever intensidades do treinamento contínuo (BONATO et al., 2015) e intermitentes de alta intensidade (KIM et al., 2011; BONATO et al., 2015; LEE et al., 2015) e também pode ser usada para monitorar os efeitos de um programa de treinamento (KIM et al., 2011; BONATO et al., 2015; LEE et al., 2015; FRANCHINI et al., 2016a; FRANCHINI et al., 2016b), é importante ressaltar que os testes progressivos até a exaustão frequentemente utilizados para avaliar os atletas de judô foram conduzidos em laboratórios (ex. esteira ergométrica, cicloergômetro inferior ou superior) (BAUDRY; ROUX, 2009; FRANCHINI et al., 2011; JULIO et al., 2017a). Portanto, esses testes apresentam baixa validade ecológica para avaliar adaptações específicas induzidas pelo treinamento de judô (CHAABENE et al., 2018a). Para contornar essa limitação e atender às demandas específicas da modalidade, seria necessário desenvolver testes com ações motoras específicas (CHAABENE et al., 2018a).

Dada à relevância da potência aeróbia máxima para o desempenho de atletas de judô, e com o objetivo de desenvolver novos testes para avaliar de forma específica essa capacidade física, alguns testes foram desenvolvidos (THOMAS et al., 1988; SANTOS et al., 2010). A seguir, serão apresentados alguns critérios que deve ser levado em consideração (validade e reprodutibilidade) na escolha dos instrumentos de medidas.

3.5 Avaliação específica para o judô

Para analisar os índices de desempenho de um atleta, a avaliação deve abranger medidas que estão relacionadas com o desempenho específico a ser analisado

(MCMASTER et al., 2014), sendo elas pertinentes à modalidade esportiva praticada, para que atendam ao princípio da especificidade do movimento (CURREL E JEUKENDRUP, 2008; MCMASTER et al., 2014). Dada a natureza do judô com relação à particularidade dos seus gestos técnicos, alguns protocolos foram desenvolvidos a fim de atenderem o princípio da especificidade, para que fossem utilizados na avaliação física específica da modalidade (THOMAS et al., 1988; AZEVEDO et al., 2007; SANTOS et al., 2010; AZEVEDO et al., 2014; HELM et al., 2018).

De acordo com Lima e Kiss (2003), existem dois critérios que são fundamentais e devem ser levados em consideração nas escolhas dos protocolos de medida, com relação à qualidade de um teste: reprodutibilidade e validade. A reprodutibilidade, também conhecida como fidedignidade ou confiabilidade, é uma importante característica que um teste deve apresentar, pois ela está relacionada ao erro estatístico da medida, o qual é dependente do grau de variação dos resultados de um mesmo teste aplicado diversas vezes em condições semelhantes, dias, ocasiões e/ou por avaliadores diferentes (ATKINSON; NEVILL, 1988; LIMA; KISS, 2003). Portanto, quanto menor for a dispersão dos valores das medidas adquiridas em um teste, aplicado diversas vezes, maior será a sua reprodutibilidade (LIMA; KISS, 2003).

No que diz respeito à validade, segundo Lima e Kiss (2003), trata-se de verificar se a medida proporcionada pelo teste é válida, ou seja, o valor medido deve ser uma representação precisa, que indica o grau em que os escores obtidos medem o que se propõe a medir. Existem diferentes formas de demonstrar a validade de um teste (lógica, constructo e critério [concorrente e preditiva]) (LIMA; KISS, 2003; CHAABENE et al., 2018a). De acordo com Chaabene et al. (2018a), o tipo de validade mais utilizada na criação de testes específicos nas modalidades esportiva de combate, inclusive o judô, foram por meio da validade de critério (concorrente). A validade de critério, concorrente, é a validação realizada por intermédio de um coeficiente de correlação entre as medidas obtidas em um teste que se pretende validar (teste proposto) com as medidas adquiridas em um teste-critério (teste de validade previamente demonstrada; padrão ouro) (LIMA; KISS, 2003). Após a aplicação dos dois testes (teste proposto vs. teste critério) calcula-se o coeficiente de correlação, e, quanto mais os resultados se relacionarem, maior é a validade do teste, levando a conclusão que o teste proposto oferece uma medida válida do que se pretende quantificar (LIMA; KISS, 2003). O $\dot{V}O_{2\text{máx}}$, por exemplo, é considerado a medida mais válida para determinar a potência

aeróbia máxima (LIMA; KISS, 2003; TABBEN et al., 2014; BELTZ et al., 2016). Portanto, para se comprovar a validade dessa medida em um determinado teste, seria necessário conduzir um teste (teste critério) que determine o limite superior do $\dot{V}O_2$ (teste progressivo até a exaustão), e então, correlacionar os resultados com o teste proposto (CHAABENE et al., 2018a). Caso exista uma relação satisfatória, então temos um bom indicativo de que o teste critério oferece medidas válidas para medir o que se está propondo (CHAABENE et al., 2018a).

Portanto, ao escolher um teste para compor uma avaliação, devemos sempre levar em consideração a sua validade e a sua reprodutibilidade, devido à necessidade das medidas oferecerem valores precisos e consistentes, assim como para fornecerem resultados confiáveis em sucessivas aplicações sobre um mesmo sujeito (ATKINSON; NEVILL, 1988; LIMA; KISS, 2003). De acordo com Lima e Kiss (2003), a reprodutibilidade é a parte integral da validade por se referir à estabilidade da medida em sucessivas aplicações. Contudo, dada a relevância da potência aeróbia máxima para o desempenho de atletas de judô, e com o objetivo de desenvolver novos testes para avaliar de forma específica essa capacidade física, alguns testes já foram desenvolvidos, atendendo os pressupostos de validade e reprodutibilidade. A seguir, serão apresentados os testes específicos elaborados para a avaliação dos atletas de judô.

3.5.1 Teste de projeção

O teste de projeção foi desenvolvido com o objetivo de estimar o $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ através da combinação de ações específicas da modalidade e corrida (THOMAS et al., 1988). O protocolo foi baseado no teste de *Léger – Mercier* (MERCIER; LÉGER; LAMBERT, 1983; LÉGER, et al., 1984), que consiste em uma corrida de 20 m de ida e volta, sendo que o atleta deve correr até uma linha, pisar e voltar de acordo com um ritmo estabelecido. A velocidade inicial é de 8,5 km/h com incrementos de 0,5 km/h a cada minuto. O teste é encerrado quando o sujeito atinge a exaustão voluntária máxima ou por não conseguir manter o ritmo da corrida. Na adaptação deste protocolo ao judô, as seguintes modificações foram realizadas: redução na distância do percurso (15 m) e foram adicionados *ukes* (atleta que recebe o golpe) nas extremidades. O teste se inicia com uma projeção, utilizando a técnica *o-goshi*, em seguida, o atleta percorre os 15 m e realiza outra projeção. Esta sequência deve ser repetida até a exaustão voluntária ou até o momento em que ele não consiga manter o ritmo estabelecido.

Os autores utilizaram como teste critério, um teste progressivo até exaustão de corrida na esteira e o teste original de *Léger – Mercier* (MERCIER; LÉGER; LAMBERT, 1983; LÉGER, et al., 1984) e os correlacionaram entre si e com o teste específico. Os resultados do estudo revelaram que o teste de *Léger – Mercier* foi fortemente correlacionado com o teste de projeção ($r = 0,69$; $p < 0,01$) e moderadamente correlacionado com o teste progressivo até a exaustão de corrida na esteira ($r = 0,54$; $p < 0,01$). Esses resultados sugerem que o teste específico é válido para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô. No entanto, é importante destacar que o fato dos atletas terem que correr limita a sua utilização para a avaliação das adaptações e prescrição do treinamento específico (DAVIDS, 1988; CHAABENE et al., 2018a).

3.5.2 Santos Test

A fim de determinar o limiar anaeróbio, Santos et al. (2010) desenvolveram um teste com habilidades motoras específicas do judô, que foi denominado como *Santos Test*. Para a sua realização, são necessários dois atletas, o *tori* (atleta que realiza a técnica) e o *uke* (ambos de mesma categoria de peso). O teste é constituído por duas fases (ativa e recuperação). A fase ativa é constituída por três séries, durante as quais o atleta utiliza sua técnica preferida. Na primeira, o atleta levanta seu oponente do solo, na segunda desequilibra o oponente completamente e na terceira escolhe se prefere levantar o oponente do solo ou desequilibrá-lo totalmente. Cada série é realizada em 40 s, sendo que a primeira começa com sete repetições e vai aumentando uma repetição a cada série até a exaustão. Se o atleta não conseguir levantar seu oponente do solo, colocá-lo em desequilíbrio e/ou completar cada série em 40 s terá seu teste finalizado. Na fase de recuperação, os dois atletas realizam uma movimentação no tatame com a pegada no *judogi* durante 15 s, representando os movimentos que ocorrem durante o combate. O teste foi dividido em fase ativa e de recuperação em função da intermitência dos combates de judô. Neste teste, a relação de esforço:pausa é dada em 40:15 s, respectivamente.

Para a validação do teste os autores aplicaram um teste progressivo até a exaustão (teste critério), realizado na esteira rolante com inclinação constante de 5% e velocidade inicial de 5 km/h. Os estágios foram de 3 minutos com 30 segundos de pausa entre os estágios. Os incrementos na velocidade foram de 2 km/h. Para determinar o

esforço máximo os autores utilizaram como critério o quociente respiratório ≥ 1 e percentual da frequência cardíaca máxima $\geq 85\%$.

Para avaliar a sua reprodutibilidade o mesmo foi aplicado sete dias após a realização do teste. O $\dot{V}O_2$ e a FC foram mensuradas durante todo o teste e amostras de lactato sanguíneo, antes do teste, nas intensidades relativas ao limiar anaeróbio (identificados pelo limiar ventilatório) e 5 minutos após o final, para mensurar as concentrações pico de lactato sanguíneo. Não foram encontradas diferenças significantes ($p > 0,05$) nas variáveis entre o *Santos Test* e o teste critério. Com relação à reprodutibilidade, com excessão das concentrações pico de lactato, não foram encontradas diferenças significantes ($p > 0,05$) nas demais variáveis analisadas entre o teste critério e o teste específico (SANTOS, et al., 2010). Na Tabela 1, são demonstrados os resultados reportados por Santos et al. (2010).

Tabela 1 – Respostas fisiológicas do teste critério e do teste específico (*Santos Test*) (SANTOS et al., 2010).

	FC _{máx} (bpm)	FC LAn (bpm)	[Lac] (mmol/L)	[Lac] LAn (mmol/L)	$\dot{V}O_{2máx}$ (ml/kg/min)
Teste Critério	198 ± 4	170 ± 6	14,6 ± 1,4*	4,0 ± 0,3	58,3 ± 4,4
Teste Específico	200 ± 2	170 ± 3	17,3 ± 2,0*	4,0 ± 0,3	59,8 ± 3,6
Reprodutibilidade	200 ± 1	170 ± 1	16,8 ± 1,8	3,9 ± 0,5	58,9 ± 2,2

FC_{máx} – Frequência cardíaca máxima; FC LAn – frequência cardíaca no limiar anaeróbio; [La] – concentração de lactato final; [La] LAn – concentração de lactato no limiar anaeróbio; $\dot{V}O_{2máx}$ – consumo máximo de oxigênio. * Variável com diferença estatística ($p < 0,05$) entre o teste critério e o teste específico.

É importante destacar que no *Santos test*, os atletas podiam variar as técnicas durante a sua realização, e sabe-se que diferentes técnicas representam diferentes custos metabólicos (FRANCHINI et al., 2008; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013). Portanto, a escolha da técnica também é um fator importante a ser considerado para elaborar um protocolo devido à necessidade de estabelecer critérios de padronização para a execução do movimento correto, para que seja apropriadamente reproduzida pelos treinadores (LIMA; KISS, 2003).

Embora os protocolos citados sejam válidos e reprodutíveis para determinar a potência aeróbia máxima, é importante destacar que eles não trazem parâmetros que possam ser utilizados na prescrição das intensidades do treinamento, tanto contínuo, como intermitente de alta intensidade, sendo que o último seria muito importante para o desenvolvimento da potência aeróbia máxima em atletas treinados (BILLAT, 2001; MILLET et al., 2003; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013).

O *uchi-komi* é um dos exercícios mais utilizado nas sessões de treinamento, tanto para o desenvolvimento de habilidades técnicas e táticas (BAUDRY; ROUX, 2009; BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI; TAKITO, 2014; FRANCHINI et al., 2014), quanto na preparação física dos atletas (BOROWIAK et al., 2012; FRANCHINI; PANISSA; JULIO, 2013; FRANCHINI; TAKITO, 2014; FRANCHINI et al., 2014; FRANCHINI et al., 2016a). Além disso, o *uchi-komi* também tem sido utilizado na avaliação específica da modalidade (CHAABENE et al., 2018a), porém, vale destacar que até o momento, nenhum teste progressivo até a exaustão com *uchi-komi* foi desenvolvido para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô.

Dada a relevância do sistema oxidativo durante o combate e com base na importância de um teste progressivo até a exaustão tanto para a avaliação quanto para a prescrição do treinamento aeróbio, foi objetivo deste estudo elaborar um teste para avaliar a potência aeróbia máxima por meio do *uchi-komi*. Além disso, foram objetivos do presente estudo testar a validade de critério (concorrente), a reprodutibilidade e a sensibilidade desse teste. A hipótese do estudo foi que as respostas fisiológicas e mecânicas de testes progressivos até a exaustão, realizados em ciclo-ergômetros de membros inferiores e superiores, poderiam diferir de um teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi* (UK_{teste}), devido a diferenças na quantidade de massa muscular envolvida durante o exercício. No entanto, seria esperado que atletas com maiores escores em testes laboratoriais também apresentariam escores mais altos no UK_{teste} , demonstrando a sua validade para avaliar a potência aeróbia máxima em atletas de judô.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Participantes

Doze atletas de judô (30 ± 5 anos, $175,7 \pm 6,4$ cm, $83,8 \pm 11,2$ kg, $15,4\% \pm 4,9\%$ gordura corporal, e 20 ± 8 anos de prática), de nível estadual, participaram do estudo para avaliar a validade, reprodutibilidade e sensibilidade do UK_{teste} . Além disso, também foi realizado um teste de confirmação do $\dot{V}O_{2máx}$ (UK_{conf}), e para isso, participaram do estudo, 12 atletas de judô (28 ± 7 anos, $177,3 \pm 5,4$ cm, $81,4 \pm 10,6$ kg, $13\% \pm 7,9\%$ gordura corporal, e 17 ± 8 anos de prática), incluindo seis atletas que participaram na validação, reprodutibilidade e sensibilidade do UK_{teste} .

Os participantes selecionados reportaram estarem em uma rotina regular de treinamento de judô, de três a cinco vezes por semana e mais dois de treinamento de força. Também reportaram estarem participando regularmente de competições oficiais no ano do estudo. Os atletas pertenciam às categorias de peso abaixo de 100 kg. É importante destacar que nenhum deles estava envolvido em programas de perda rápida de peso e não faziam uso de drogas e/ou medicamentos que pudessem interferir no desempenho. Todos os voluntários foram informados sobre todos os procedimentos e então, tiveram que assinalar o termo de consentimento livre e esclarecido para participarem do estudo (Anexo I). Todos os procedimentos foram aprovados pelo comitê de ética local (CAAE 60045816.6.0000.5391) (Anexo II).

4.2 Delineamento

A Figura 1 apresenta o desenho experimental do estudo. Os participantes foram submetidos a quatro sessões de avaliações, as quais foram coletados dados antropométricos e realizados 5 testes progressivos até a exaustão ($MMSS_{teste}$, $MMII_{teste}$, familiarização com o UK_{teste} [UK_{fam}], UK_{teste} e o reteste do UK_{teste} [$UK_{reteste}$]). Para o estudo da confirmação, os atletas realizaram o UK_{conf} 20 minutos após o término do UK_{teste} (Figura 2).

As sessões 1 e 2 foram separadas por intervalo mínimo de 48 horas e os atletas realizaram os seguintes teste: $MMSS_{teste}$, $MMII_{teste}$ e UK_{fam} , distribuídos aleatoriamente (na sessão em que dois testes progressivos até a exaustão foram realizados, houve intervalo de 30 minutos de recuperação passiva). O UK_{teste} e $UK_{reteste}$ foram realizados nas sessões 3 e 4, separados por um intervalo de sete dias. A validade de critério foi determinada pela comparação dos resultados obtidos no $MMSS_{teste}$, $MMII_{teste}$ e UK_{teste} e

a reprodutibilidade foi determinada por meio da comparação dos resultados do UK_{teste} e $UK_{reteste}$.

Figura 1 – Representação esquemática do desenho experimental do estudo.

TPE: teste progressivo até a exaustão; UK_{teste} : teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*; $UK_{reteste}$: reteste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*

Figura 2 – Representação esquemática do desenho experimental do teste de confirmação.

UK_{teste} : teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*; UK_{conf} : teste de confirmação.

4.3 Procedimentos

4.3.1 Medidas Antropométricas

Na primeira sessão, para a caracterização da amostra foram mensuradas a massa corporal em balança eletrônica (TOLEDO, 2098, Brasil), com precisão de 0,1 kg. A estatura foi mensurada em estadiômetro de madeira, com escala métrica fixa, com aproximação de 0,1 cm. Também foram coletadas as medidas das sete dobras cutâneas, do lado direito do corpo (peitoral, axilar média, tricipital, subescapular, abdominal, supra ilíaca e medial da coxa), três vezes, em sistema de rodízio, utilizando um

compasso *Harpenden* com precisão de 0,2 mm (*John Bull Instruments*, Reino Unido). A partir da somatória das sete dobras cutâneas e a idade, foram calculadas a densidade corporal utilizando a equação de Jackson e Pollock (1978) e posteriormente a porcentagem de gordura pela equação de Siri (1961) (Equação 1 e 2, respectivamente).

$$\text{Densidade corporal (g.cm}^3\text{)} = 1,112 - 0,00043499 * (\sum 7 \text{ dobras cutâneas}) + 0,00000055 * (\sum 7 \text{ dobras cutâneas})^2 - 0,00028826 * (\text{idade})$$

Equação 1.

$$\text{Gordura corporal (\%)} = \frac{4,95}{\text{Densidade corporal}} - 4,5 * 100$$

Equação 2.

4.3.2 Protocolos e métodos para determinação do pico do consumo de oxigênio para membros inferiores e membros superiores

Para determinar a potência aeróbia máxima, os atletas realizaram dois testes progressivos até a exaustão, em um ciclo-ergômetro, sempre no mesmo horário do dia, para evitar interferências no desempenho pelo ritmo circadiano (ATKINSON; REILLY, 1996). A escolha do ciclo-ergômetro para a determinação da potência aeróbia máxima de membros superiores e de membros inferiores leva em consideração o fato da aplicação do *hikidashi* envolver movimentos para esses dois segmentos, sendo assim, optou-se por verificar a validade critério comparando as respostas fisiológicas obtidas em testes isolados para cada segmento.

Para o MMII_{teste}, os atletas se exercitaram em um ciclo-ergômetro para membros inferiores (Excalibur Lode®, Holanda), com carga inicial de 70 W, incrementos de 35 W a cada minuto (adaptado de JULIO et al., 2017a). No MMSS_{teste}, o atleta se exercitou em um ciclo-ergômetro para membros superiores, (M4100 Cefise®, Brasil) com uma carga inicial de 26,5 W e com incrementos de 26,5 W a cada minuto (adaptado de JULIO et al., 2017a). Os atletas foram encorajados a se exercitarem até o limite de tolerância para ambos os testes, e a exaustão voluntária foi caracterizada pela incapacidade de continuar o teste ou manter uma cadência pré-determinada (70 rpm para membros inferiores e 90 rpm para membros superiores) por mais que 5 s. A

intensidade aeróbia máxima (IAM) foi determinada pela máxima potência atingida durante o teste, e caso o atleta fosse incapaz de completar o estágio, a potência foi relativizada pelo tempo de permanência nesse estágio: $IAM (W) = \text{potência do penúltimo estágio} + (\text{incremento (W)} \times \text{tempo de permanência do último estágio} \div 60 \text{ s})$ (JULIO et al., 2017a).

4.3.3 Protocolo e método para determinação do pico do consumo de oxigênio para o teste específico

Por meio das sugestões feitas por Franchini e Del Vecchio (2008), sobre a necessidade de um UK_{teste} , para obter variáveis como o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e IAM para a prescrição do treinamento específico, é que teve-se a idéia da realização de um estudo piloto para verificar a possibilidade de tal criação. Inicialmente foram coletados dados de três sujeitos (27 ± 5 anos; 184 ± 4 cm; $87,0 \pm 5,6$ kg; $16,4\% \pm 1,3\%$ gordura corporal; 19 ± 9 anos de prática) e a partir desse estudo, foi definido a estrutura do protocolo do UK_{teste} : 1) frequência inicial: 32 entradas/min 2) incrementos: 3 entradas/min.

Para verificar os erros sistemáticos da medida, tais como efeitos de aprendizagem (HOPKINS, 2000; TABBEN et al., 2014; CHAABENE et al., 2018a; CHAABENE et al., 2018b), o UK_{teste} foi aplicado em três sessões distintas (UK_{fam} , UK_{teste} e UK_{reteste}), sempre no mesmo horário do dia para evitar influências sobre o desempenho devido ao ritmo circadiano (ATKINSON; REILLY, 1996). Os testes foram realizados em um dojô (local de treinamento) e o atleta avaliado fez *uchi-komi* de *hikidashi* (Fig. 3). A escolha do *uchi-komi* foi por ser um exercício muito utilizado nas sessões de treinamento (FRANCHINI; TAKITO, 2014). Já o *hikidashi* foi escolhido pelos seguintes motivos: 1) preparação de várias técnicas, 2) utilizado na prescrição do treinamento específico (BAUDRY; ROUX, 2009), especialmente quando o objetivo é realizar movimentos em alta velocidade (DEL VECCHIO et al., 2014). Além disso, esse tipo de movimento não envolve o giro do tronco e flexão das articulações dos joelhos, como observado na maioria das entradas de golpes com dominância de braço ou quadril (STERKOWICZ; SACRIPANTI; STERKOWICZ-PRZYBYCIEN, 2013), o que permite imprimir elevada velocidade durante sua execução.

Para que o atleta avaliado realizasse o teste, foi necessária a presença de um *uke*, que permaneceu em posição ortostática, com os pés afastados e realizando a pegada no *judogi* do *tori*. O *tori* realizou a pegada no *judogi* do adversário, mantendo os cotovelos

ligeiramente flexionados (aproximadamente 50°). Quando o atleta era destro, a mão direita segurou na gola esquerda e a mão esquerda segurou na manga do braço direito do *uke* (Painel A da Figura 3). Se o atleta era canhoto, a pegada na gola e manga no *judogi* foi invertida. Com a pegada estabelecida o atleta executou o *hikidashi* que consistiu basicamente das seguintes etapas, o exemplo a seguir é referente a um atleta destro: (a) iniciar a execução a partir da posição inicial (Painel A da Figura 3); (b) realizar a puxada da manga direita do oponente na altura dos ombros, tendo como referência o posicionamento do dedo mínimo para cima, com um movimento concomitante de uma passada do pé direito posicionado a frente da linha do pé direito do oponente (Painel B da Figura 3; para mais detalhes painel E); (c) giro de aproximadamente 90° do quadril com um movimento concomitante de uma passada do pé esquerdo posicionado entre os pés do oponente (Painel C da Figura 3; para mais detalhes painel E); (d) retorno a posição inicial (Painel D da Figura 3)

A frequência de entradas do *hikidashi* foi controlada por um metrônomo (Korg MA-30, USA) e durante todo o teste um avaliador monitorou a frequência e a execução correta da técnica, que consistiu em 3 partes: 1) posição inicial (Figura 3, Painel A), 2) puxada da manga na altura do ombro com concomitante giro de quadril (Figura 3, Painel B) e 3) volta para posição inicial após a entrada da técnica (Figura 3, Painel C). Também foram observados os detalhes de braços/mãos e pernas os quais são apresentados na Figura 3, Painel D. Caso os atletas não atingissem o padrão estabelecido e/ou perdessem o ritmo da frequência de entrada, os mesmos foram solicitados a se corrigirem. Todos os atletas foram encorajados a se exercitarem até limite de tolerância e o término do teste foi dado pela exaustão voluntária, incapacidade de manter a frequência de entradas ou por não conseguirem manter o padrão da técnica por três entradas consecutivas.

A IAM foi determinada por meio da máxima frequência de golpes atingida durante o teste. Caso o atleta fosse incapaz de completar o estágio, a frequência de entrada de golpes foi relativizada pelo tempo de permanência nesse estágio: $IAM \text{ (ent/min)} = \text{frequência de entradas do penúltimo estágio} + (\text{incremento [3 ent/min]} \times \text{tempo de permanência do último estágio} \div 60 \text{ s})$.

Figura 3 – Representação das fases do *hikidashi*. A – posição inicial; B – primeira puxada; C – encaixe da posição; D – retorno na posição inicial; E – detalhe da mão na puxada e o posicionamento dos pés no encaixe da técnica.

4.3.4 Teste de confirmação da potência aeróbia máxima de *uchi-komi*

Para verificar se os atletas atingiram um verdadeiro $\dot{V}O_{2\text{máx}}$ no UK_{teste} , 12 atletas realizaram o UK_{conf} . Esse protocolo foi elaborado com base no estudo de Nolan, Beaven e Dalleck (2014), composto por 3 estágios: I- 2 min a 50% da IAM do UK_{teste} , II- 1 min a 70% da IAM do UK_{teste} e III- tempo limite a 105% da IAM do UK_{teste} . O teste foi realizado 20 minutos após o UK_{teste} , e assim como nos demais testes progressivos até a exaustão, os atletas foram encorajados a se exercitarem até o limite de tolerância, e foi encerrado de acordo com os critérios descritos no UK_{teste} .

4.3.5 Coletas de sangue e mensuração da concentração de lactato

Para as coletas de sangue e para dosagem do lactato sanguíneo foram retiradas 25 μl de sangue do lóbulo da orelha de cada atleta, nos momentos: pré-teste, 1, 3 e 5 minutos após o término de todos os testes, e o maior valor encontrado foi utilizado como concentração pico de lactato ($[\text{Lac}]$ pico). O sangue foi armazenado em tubos do tipo eppendorf contendo 50 μl de fluoreto de sódio a 1%, e analisados posteriormente no lactímetro Yellow Springs 1500 Sport (Yellow Springs, Estados Unidos). Em cada sessão também 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/L. Essas duas amostras padrão foram analisadas e a média dos valores obtidos foi utilizada para correção dos valores medidos. A cada 15 análise

realizada foi feito a calibração do equipamento seguindo as recomendações do fabricante.

4.3.6 Medidas fisiológicas, perceptuais e desempenho

Para todos os testes, as seguintes variáveis foram analisadas: $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (ml/kg/min), IAM (W/min ou ent/min), frequência cardíaca máxima ($FC_{\text{máx}}$; bpm), concentração pico de lactato ([Lac] pico; mmol/L), percepção subjetiva de esforço final (PSE final; u.a.).

O $\dot{V}O_2$ foi mensurado por meio de um analisador de gases portátil (MetaMax3B, Cortex®, Germany) o qual tem demonstrado medidas válidas e reprodutíveis (VOGLER; RICE; GORE, 2010; MCFARLANE; WONG, 2012). O analisador de gases foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante, no ambiente em que o teste foi realizado. O $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ foi determinado pela maior média móvel de 15 s (valores médios a cada 1 s) ao final do teste. A FC foi registrada por um monitor cardíaco (T31 Electro Oy, Polar, Finlândia), e o maior valor registrado nos momentos finais de cada teste foi definido como a $FC_{\text{máx}}$. Além disso, no término de cada teste, a escala de PSE 6 - 20 de Borg (1982) foi apresentado aos atletas, e então, anotados os valores reportados por eles.

4.4 Análise estatística

A análise descritiva dos dados é apresentada como média e desvio padrão. A esfericidade foi verificada pelo teste de *Mauchly*, sendo necessário a correção de *Greenhouse-Geisser* para as variáveis [Lac] pico e duração do teste.

Para verificar o relacionamento da potência aeróbia máxima ($\dot{V}O_{2\text{pico}}$) entre os testes laboratoriais e o UK_{teste} foi utilizado o cálculo de coeficiente de correlação produto momento de Pearson (r) e classificado de acordo com Hopkins (2018): $\leq 0,1$ (trivial); $> 0,1$ e $\leq 0,3$ (baixa); $> 0,3$ e $\leq 0,5$ (moderada); $> 0,5$ e $\leq 0,7$ (muito alta); $> 0,7$ e $\leq 0,9$ (quase perfeita); $> 0,9$ e $\leq 1,0$ (perfeita). Para detectar as diferenças nas médias dos testes ($MMSS_{\text{teste}}$, $MMII_{\text{teste}}$ e UK_{teste}), foi utilizado uma análise de variância (ANOVA) a um fator (tipo de teste) com medidas repetidas, sendo apresentado o tamanho do efeito segundo o eta parcial ao quadrado (η^2) e classificado de acordo com Cohen (1988): $< 0,0588$ (pequeno), $> 0,0588$ e $< 0,1379$ (médio), $> 0,1379$ (grande).

Para confirmar se o verdadeiro $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ foi alcançado (UK_{teste} com UK_{conf}) e verificar os efeitos de aprendizagem ou viés sistemático (UK_{teste} com UK_{reteste}) (ATKINSON; NEVILL, 1988; TABBEN et al., 2014; CHAABENE et al., 2018b) foi aplicado um test *t* de *Student* para dados pareados, e apresentado o intervalo de confiança 95% (IC 95%) da diferença. Quando observada diferença significativa, foi utilizado um *post-hoc* de Bonferroni. Além disso, também foi calculado o tamanho do efeito pelo *d* de *Cohen* (1988), e os resultados foram classificados de acordo com os critérios de Hopkins (2018): $\leq 0,2$ (trivial); $> 0,2$ e $< 0,6$ (pequeno); $> 0,6$ e $< 1,2$ (médio); $> 1,2$ e $< 2,0$ (grande); $> 2,0$ (muito grande). Os dados foram analisados utilizando os programas *Statistical Package for Social Sciences* 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Estados Unidos da América).

Para avaliar a reprodutibilidade relativa e absoluta das medidas, foi calculado o coeficiente de correlação intraclass (CCI), erro típico da medida (ET) e ET como coeficiente de variação (CV) (ATKINSON; NEVILL, 1988; HOPKINS, 2000; HELM et al., 2018). Os valores de CCI foram classificados como: $\leq 0,1$ (trivial); $> 0,1$ e $\leq 0,3$ (baixa); $> 0,3$ e $\leq 0,5$ (moderada); $> 0,5$ e $\leq 0,7$ (muito alta); $> 0,7$ e $\leq 0,9$ (quase perfeita); $> 0,9$ e $\leq 1,0$ (perfeita) (HOPKINS, 2018) e o ET como CV foi calculado utilizando a fórmula: $CV = (ET \div \text{Média}) \times 100$ (HACHANA et al., 2014). A sensibilidade de cada variável no UK_{teste} foi calculada pela menor variação detectável (MVD) para diferentes tamanho de efeito (0,2, 0,6 e 1,2 multiplicado pelo desvio padrão entre sujeitos) (HOPKINS, 2000; HOPKINS, 2001), classificados com base no princípio do tamanho do efeito de Cohen: pequeno, médio e grande, respectivamente (COHEN, 1988). Os valores da MVD foram comparados com o ET (HOPKINS et al., 2001; HACHANA et al., 2014). Se o ET era maior do que o MVD, a variável foi classificada como “marginal”, se o ET foi semelhante ao MVD ele foi considerado como “médio” e caso o ET era menor do que o MVD ele foi classificado como “bom”, essas comparações foram feitas para ambos os tamanhos do efeito, pequeno (0,2), médio (0,6) e grande (1,2) respectivamente (IMPELLIZZERI; MARCORA, 2009; HACHANA et al., 2014). Além disso, a mínima mudança detectável (MMD) em uma dada variável foi calculada de acordo com a seguinte equação: $ET \times 1,96 \times \sqrt{2}$ (HOPKINS, 2000; HOPKINS, 2001; HACHANA et al., 2014). Para o teste de significância, o alfa foi estabelecido em $p < 0,05$.

5 RESULTADOS

5.1 Validade do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*

Os valores de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, $FC_{\text{máx}}$, [Lac] pico, PSE e duração do teste mensuradas no $MMSS_{\text{teste}}$, $MMII_{\text{teste}}$ e UK_{teste} são apresentadas na Tabela 2. A Figura 4 ilustra os valores individuais do $\dot{V}O_2$ em cada estágio do UK_{teste} . A IAM alcançada no $MMSS_{\text{teste}}$, $MMII_{\text{teste}}$ e UK_{teste} foi, respectivamente, 193 ± 25 W; 305 ± 38 W; UK_{teste} : 57 ± 3 ent/min. Além disso, os resultados encontrados no UK_{fam} foram: IAM: 56 ± 4 ent/min; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: $47,15 \pm 4,94$ mL/kg/min; $FC_{\text{máx}}$: 183 ± 4 bpm; PSE: 19 ± 1 u.a.; [Lac] pico: $7,9 \pm 1,7$ mmol/L.

Tabela 2. Medidas fisiológicas, perceptuais e de desempenho dos testes progressivos até a exaustão para mensurar a potência aeróbia máxima.

	$MMSS_{\text{teste}}$	$MMII_{\text{teste}}$	UK_{teste}
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/kg/min)	$37,03 \pm 7,16$	$44,78 \pm 5,98^*$	$46,04 \pm 5,34^*$
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)	178 ± 5	180 ± 8	183 ± 6
[Lac] pico (mmol/L)	$9,9 \pm 2,14$	$10,3 \pm 2,22$	$7,1 \pm 1,75^{*\dagger}$
Duração do teste (s)	416 ± 47	433 ± 54	$551 \pm 60^{*\dagger}$
PSE (u.a.)	19 ± 1	19 ± 1	19 ± 1

$MMSS_{\text{teste}}$: teste de membros superiores; $MMII_{\text{teste}}$: teste de membros inferiores; UK_{teste} : teste de *uchi-komi*; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: consumo pico de oxigênio; $FC_{\text{máx}}$: frequência cardíaca máxima; [Lac] pico: concentração pico de lactato sanguíneo; PSE: percepção subjetiva de esforço; u.a.: unidade arbitrária; * diferente do $MMSS_{\text{teste}}$ ($p < 0,05$); $\dagger$ diferente do $MMII_{\text{teste}}$ ($p < 0,05$).

Figura 4 – Representação do consumo de oxigênio de cada atleta durante o teste progressivo de *uchi-komi*.

A ANOVA de uma via com medidas repetidas mostrou que não houve efeito do tipo de teste para a $FC_{\text{máx}}$ ($F_{2,20} = 2,80$; $P = 0,08$; $\eta^2_{\text{parcial}} = 0,2186$, grande) e PSE ($F_{2,22} = 2,40$; $p = 0,11$; $\eta^2_{\text{parcial}} = 0,1791$, grande). No entanto, foi observado efeito do tipo de teste para $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ($F_{2,22} = 34,27$; $p < 0,001$; $\eta^2_{\text{parcial}} = 0,7570$, grande), $[Lac]$ pico ($F_{1,37,15,05} = 18,80$; $p < 0,001$; $\eta^2_{\text{parcial}} = 0,6308$, grande) e duração do teste ($F_{1,2,13,5} = 36,27$, $p < 0,001$; $\eta^2_{\text{parcial}} = 0,7672$, grande). Para o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, valores mais baixos foram observados no $MMSS_{\text{teste}}$ comparado com o $MMII_{\text{teste}}$ ($p < 0,001$; $d = 1,2$, grande; IC 95% da diferença = -10,91 a -4,60) e UK_{teste} ($p < 0,001$, $d = 1,4$, grande; IC 95% da diferença = -12,55 a -6,25). Para $[Lac]$ pico, valores mais baixos foram observados no UK_{teste} em comparação com $MMSS_{\text{teste}}$ ($p < 0,001$; $d = 1,4$, grande; IC 95% da diferença = 1,36 a 4,31) e $MMII_{\text{teste}}$ ($p < 0,001$; $d = 1,6$, grande; IC 95% da diferença = 1,71 a 4,67). Para a duração do teste, maiores valores foram observados no UK_{teste} comparado ao $MMSS_{\text{teste}}$ ($p < 0,001$; $d = 2,5$, muito grande; IC 95% da diferença = -178,91 a -89,76) e $MMII_{\text{teste}}$ ($p < 0,001$; $d = 2,1$, muito grande; IC 95% da diferença = -162,41 a -73,26).

Os valores de r são apresentados na Tabela 3. Testando o r entre as variáveis mensuradas no UK_{teste} com o $MMSS_{\text{teste}}$ e $MMII_{\text{teste}}$, foi observado uma correlação “quase perfeita” entre os valores de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ($r = 0,78$, $p = 0,03$ e $r = 0,86$, $p < 0,01$). Os

valores da $FC_{\text{máx}}$ correlacionaram-se apenas entre o UK_{teste} com o $MMSS_{\text{teste}}$ ($r = 0,64$, $p = 0,035$). Não houve correlação significativa entre as demais variáveis mensuradas ($p > 0,05$).

Tabela 3. Relação entre as respostas fisiológicas, perceptivas e de desempenho nos testes progressivos até a exaustão de membros superiores, membros inferiores e *uchi-komi*.

	UK_{teste} vs $MMSS_{\text{teste}}$		UK_{teste} vs $MMSS_{\text{teste}}$	
	r	Valor de p	r	Valor de p
Duração do Teste (s)	0,04 (-0,55 a 0,60) trivial	0,904	0,38 (-0,23 a 0,79) moderada	0,228
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/kg/min)	0,78 (0,40 a 0,94) quase perfeita	0,003	0,87 (0,60 a 0,96) quase perfeita	<0,001
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)	0,50 (-0,14 a 0,85) moderada	0,139	0,68 (0,17 a 0,90) muito alta	0,035
[Lac] pico (mmol/L)	0,54 (-0,05 a 0,85) muito alta	0,084	0,24 (-0,39 a 0,72) baixa	0,477
PSE (u.a.)	0,58 (0,00 a 0,87) muito alta	0,058	0,58 (0,00 a 0,87) muito alta	0,056

$MMSS_{\text{teste}}$: teste de membros superiores; $MMII_{\text{teste}}$: teste de membros inferiores; UK_{teste} : teste de *uchi-komi*; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: consumo pico de oxigênio; $FC_{\text{máx}}$: frequência cardíaca máxima; [Lac] pico: concentração pico de lactato sanguíneo; PSE: percepção subjetiva de esforço; u.a.: unidade arbitrária; (Intervalo de confiança 95%) e a classificação do coeficiente de correlação de Pearson (r).

5.2 Reprodutibilidade do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*

Para as comparações entre o UK_{teste} e UK_{reteste} (Tabela 4), não houve diferença significativa entre as comparações teste e reteste: $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ($t = -0,58$; $gl = 11$; $p = 0,57$; IC 95% da diferença = -2,43 a 1,42; $d = 0,1$, trivial), IAM ($t = -1,66$; $gl = 11$; $p = 0,12$; IC

95% da diferença = -2,50 a 0,35; $d = 0,3$, pequeno), $FC_{\text{máx}}$ ($t = -1,41$; $gl = 11$; $p = 0,19$; IC 95% da diferença = -3,21 a 0,71; $d = 0,2$, trivial), $[Lac]$ pico ($t = 0,65$; $gl = 11$; $p = 0,53$; IC 95% da diferença = -0,92 a 1,71; $d = 0,2$, trivial) e PSE ($t = 0,00$; $gl = 11$; $p = 1,00$; IC 95% da diferença = -0,71 a 0,71 $d = 0,0$, trivial).

Tabela 4. Medidas fisiológicas, perceptuais e de desempenho em duas aplicações do teste de *uchi-komi* (teste e reteste).

	IAM (ent/min)	$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/kg/min)	$FC_{\text{máx}}$ (bpm)	[Lac] pico (mmol/L)	PSE (u.a.)
UK _{teste}	57 ± 3	46,43 ± 5,42	183 ± 5	7,10 ± 1,76	19 ± 1
UK _{reteste}	58 ± 4	46,55 ± 4,91	184 ± 7	6,71 ± 1,94	19 ± 1

UK_{teste}: teste progressivo de *uchi-komi*; UK_{reteste}: reteste de *uchi-komi*; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: consumo pico de oxigênio; RER: razão de troca respiratória; $FC_{\text{máx}}$: frequência cardíaca máxima; [Lac]: concentração de lactato sanguíneo; PSE: percepção subjetiva de esforço; u.a.: unidade arbitrária.

Os resultados associados à reprodutibilidade e sensibilidade do UK_{teste} são apresentados nas Tabelas 5 e 6, respectivamente. Os valores de CCI para a [Lac] pico não foram significantes ($p > 0,05$). Um CCI “muito alta” foi encontrado para a PSE, enquanto um CCI “quase perfeita” foram encontrados para $FC_{\text{máx}}$, IAM e $\dot{V}O_{2\text{pico}}$. ET foi maior que MVD para todas as variáveis quando o tamanho de efeito de 0,2 foi utilizado. Variações médias (tamanho do efeito = 0,6) poderiam ser adequadamente detectadas para $\dot{V}O_{2\text{pico}}$, $FC_{\text{máx}}$ e IAM, e apenas grandes variações (tamanho do efeito = 1,2) poderiam ser detectadas para PSE. Os valores de ET do [Lac] pico eram grandes demais para serem detectados adequadamente.

Tabela 5. Medidas de reprodutibilidade das respostas fisiológicas, perceptuais e de desempenho do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*.

	CCI (IC 95%)	ET (IC 95%)	ET como CV (%)
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/kg/min)	0,86 (0,64; 0,95)*	2,14 (1,60; 3,32)	4,62
$FC_{\text{máx}}$ (bpm)	0,90 (0,68; 0,97)*	2,18 (1,54; 3,70)	1,19
IAM (ent/min)	0,81 (0,46; 0,94)*	1,58 (1,12; 2,69)	2,77
[Lac] pico (mmol/L)	0,41 (-0,19; 0,78)	1,47 (1,04; 2,49)	21,26
PSE (u.a.)	0,57 (0,03; 0,86)*	0,80 (0,57; 1,35)	4,22

CCI: coeficiente de correlação intraclassa (* em $p < 0,05$); IC95%: intervalo de confiança 95%; ET: erro típico; ET como CV: erro típico como coeficiente de variação; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: consumo pico de oxigênio; $FC_{\text{máx}}$: frequência cardíaca máxima; IAM: intensidade aeróbia máxima; [Lac]: concentração de lactato sanguíneo; PSE: percepção subjetiva de esforço; u.a.: unidade arbitrária.

Tabela 6. Sensibilidade das respostas fisiológicas, perceptuais e de desempenho do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*.

	MVD (0,2, 0,6 e 1,2)	MMD
$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/kg/min)	1,03, 2,80, 5,59	5,93
FC _{máx} (bpm)	1,15, 3,44, 6,87	6,04
IAM (ent/min)	0,59, 1,76, 3,53	4,38
[Lac] pico (mmol/L)	0,22, 0,67, 1,35	4,08
PSE (u.a.)	0,17, 0,51, 1,02	2,22

MVD: menor variação detectável; MMD: mínima mudança detectável; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: consumo pico de oxigênio; FC_{máx}: frequência cardíaca máxima; IAM: intensidade aeróbia máxima; [Lac]: concentração de lactato sanguíneo; PSE: percepção subjetiva de esforço; u.a.: unidade arbitrária.

5.3 Confirmação do consumo de oxigênio pico do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*

Os resultados do UK_{teste} e UK_{conf} são apresentados na Tabela 7. A IAM do UK_{teste} foi de 61 ± 4 ent/min, gerando intensidade de 105% do UK_{conf} de 64 ± 4 ent/min. A duração do UK_{teste} foi de 633 ± 76 s e o tempo até a exaustão em 105% da IAM foi de 179 ± 56 s. Para as comparações feitas no UK_{teste} e UK_{conf}, não foram encontradas diferenças no $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ ($t = 0,75$; $gl = 11$; $p = 0,46$; IC 95% da diferença = -1,15 a 2,35; $d = 0,1$, trivial), FC_{máx} ($t = -0,15$; $gl = 10$; $p = 0,88$; IC 95% da diferença = -2,95 a 2,59; $d = 0,03$, trivial), [Lac] pico ($t = 0,70$; $gl = 11$; $p = 0,50$; IC 95% da diferença = -0,54 a 1,03; $d = 0,1$, trivial) e PSE ($t = -1,00$; $gl = 11$; $p = 0,34$; IC 95% da diferença = -1,33 a 0,50; $d = 0,3$, pequeno).

Tabela 7. Medidas fisiológicas, perceptuais e de desempenho do teste de *uchi-komi* e do teste de confirmação.

	$\dot{V}O_{2\text{pico}}$ (mL/kg/min)	FC _{máx} (bpm)	[Lac] pico (mmol/L)	PSE (u.a.)
UK _{teste}	$45,76 \pm 6,26$	186 ± 6	$6,60 \pm 2,19$	18 ± 2
UK _{conf}	$45,16 \pm 5,68$	185 ± 7	$6,35 \pm 1,31$	18 ± 1

UK_{teste}: teste de *uchi-komi*; UK_{conf}: teste de confirmação; $\dot{V}O_{2\text{pico}}$: consumo pico de oxigênio; FC_{máx} – frequência cardíaca máxima; [Lac] – concentração de lactato sanguíneo; PSE – percepção subjetiva de esforço; u.a. – unidades arbitrária.

6 DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo a elaborar e investigar a validade, reprodutibilidade e sensibilidade de um teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*. Os principais resultados do estudo confirmaram a hipótese de que as respostas fisiológicas dos testes progressivos laboratoriais poderiam diferir do UK_{teste} . Entretanto, os valores de $\dot{V}O_{2pico}$ alcançados no UK_{teste} , que representa a potência aeróbia máxima, foram fortemente correlacionados com os valores dos testes laboratoriais. Estes resultados confirmam a validade do UK_{teste} para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô. Além disso, os valores alcançados no UK_{teste} foram confirmados para valores máximos e as respostas de $\dot{V}O_{2pico}$, IAM e $FC_{máx}$ apresentaram, pelo menos, reprodutibilidade nas medidas classificadas como “quase perfeita”.

6.1 Validade do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*

Para testar a validade de critério de testes específicos nos esportes de combate, as respostas fisiológicas ($\dot{V}O_{2pico}$, $FC_{máx}$ e $[Lac]$ pico), perceptuais (PSE) e de desempenho (duração do teste ou IAM) mensuradas em testes laboratoriais são frequentemente comparadas com testes específicos (TABBEN et al., 2014; CHAABENE et al., 2018b).

A medida *gold standard* que melhor representa a potência aeróbia máxima é o $\dot{V}O_{2pico}$ (TABBEN et al., 2014; BELTZ et al., 2016). Essa variável é facilmente mensurada por meio de um analisador de gases portátil (BELTZ et al., 2016), o qual oferece medidas de trocas gasosa em situação real (MCFARLANE; WONG, 2012; TABBEN et al., 2014). No presente estudo, o $\dot{V}O_2$ foi mensurado por intermédio de um analisador portátil (Córtex, MetaMax 3B), que teve suas medidas validadas e com boa reprodutibilidade (MCFARLANE; WONG, 2012). Além disso, esse tipo de dispositivo apresenta um ET de apenas 2% para essa variável (VOGLER; RICE; GORE, 2010).

Os valores de $\dot{V}O_{2pico}$ mensurados no UK_{teste} foram comparados com os valores do $MMII_{teste}$ e $MMSS_{teste}$. Os resultados revelados são similares a outros reportados na literatura (CUNNINGHAM; GOODE; CRITZ, 1975; BERGH; KANSTRUP; EKBLUM, 1976), por exemplo, o estudo de Bergh, Kanstrup e Ekblom (1976) demonstrou que o $\dot{V}O_{2pico}$ é dependente da quantidade de massa muscular envolvida durante a realização do exercício. Esse grupo de pesquisadores comparou o $\dot{V}O_{2pico}$ alcançado em diferentes modalidades de exercício (corrida, ciclo-ergômetro de

membros inferiores e membros superiores) e constatou que o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ mensurado em ciclo-ergômetro de perna e braço alcançaram apenas 93% e 68% do valor da corrida, respectivamente. Portanto, os autores concluíram que o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ é influenciado pela quantidade de massa muscular envolvida durante o exercício. Como no UK_{teste} há envolvimento do corpo todo (MMSS e MMII) isso explicaria as diferenças observadas entre o UK_{teste} e $MMSS_{\text{teste}}$. No entanto, as similaridades encontradas entre os valores do UK_{teste} e $MMII_{\text{teste}}$, talvez se devam ao baixo envolvimento de membros inferiores para realizar esse tipo de tarefa. Além disso, Lindenthaler et al. (2018) não encontraram diferenças significantes entre os valores de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ mensurados em um $MMII_{\text{teste}}$ e um teste conduzido em remo-ergômetro (Concept II), o que corrobora com os resultados aqui encontrados.

No judô, é comum a avaliação da potência aeróbia máxima (FRANCHINI et al., 2011), sendo reportados valores de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ entre 40,0 a 63,2 ml/kg/min para os atletas de sexo masculino, avaliados em ciclo-ergômetro. Portanto, os valores de $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ alcançado tanto no UK_{teste} ($46,04 \pm 5,34$ ml/kg/min) quanto no $MMII_{\text{teste}}$ ($44,78 \pm 5,98$ ml/kg/min) são similares aos valores reportados por Franchini et al. (2011). É importante destacar que embora tenham sido observadas diferenças no $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ para os diferentes testes, as respostas fisiológicas do UK_{teste} apresentaram correlações “quase perfeita” com o $MMSS_{\text{teste}}$ ($r = 0,78$) e o $MMII_{\text{teste}}$ ($r = 0,86$). Esses resultados são mais expressivos que os relatados por Thomas et al. (1988), que observaram correlação “muito alta” entre um teste específico de judô e um teste progressivo até a exaustão de laboratório ($r = 0,54$).

A duração do UK_{teste} foi mais longo do que o $MMSS_{\text{teste}}$ e o $MMII_{\text{teste}}$, e o [Lac] pico do UK_{teste} foi mais baixo que o $MMSS_{\text{teste}}$ e o $MMII_{\text{teste}}$. Além disso, tanto a duração do teste quanto o [Lac] pico do UK_{teste} não foram relacionados com os valores dos testes ($MMSS_{\text{teste}}$ e $MMII_{\text{teste}}$). Embora a execução da técnica tenha sido controlada no UK_{teste} , é importante destacar que a intensidade dessas ações não pode ser totalmente determinada (por exemplo, a força de preensão manual no judogi do *uke* e as forças de puxada durante a fase de desequilíbrio). Neste sentido, os atletas podem ter adotado diferentes estratégias durante a execução da técnica de hikidashi e isso pode explicar a falta de relação significante entre a duração do UK_{teste} com o $MMSS_{\text{teste}}$ e $MMII_{\text{teste}}$. Além disso, outros fatores também podem ter influenciado nas diferenças entre a duração do UK_{teste} com os demais testes, como a intensidade inicial e a magnitude dos incrementos, as quais foram indicadas como aspectos que afetam a duração de um teste

progressivo até a exaustão (BENTLEY; NEWELL; BISHOP, 2007; JULIO et al., 2017b).

É importante notar que não houve diferenças na $FC_{\text{máx}}$ e PSE entre os diferentes testes e esses resultados corroboram com outros estudos que também validaram testes específicos no judô e não encontraram diferenças entre esse tipo de variável medidas em testes laboratoriais e específico (AZEVEDO et al., 2007; AZEVEDO et al., 2014; SANTOS et al., 2010; SANTOS et al., 2011; SANTOS et al., 2012).

6.2 Teste de confirmação da potência aeróbia máxima de *uchi-komi*

Segundo Beltz et al. (2016), muitos dos critérios utilizados para determinar o $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ foram estabelecidos com tecnologias antigas (bolsa de *Douglas* e gasômetro *Tissot*), diferentes modalidades de exercício (esteira versus ciclo-ergômetro), amostras pequenas e devido a muitos dos sujeitos avaliados não evidenciarem um platô no $\dot{V}O_2$ (POOLE; WILKERSON; JONES, 2008; BELTZ et al., 2016). Sendo assim, critérios baseados na RER, $FC_{\text{máx}}$ ou [Lac] pico foram adotados. No entanto, existe uma grande crítica sobre a utilização destes critérios para confirmar se um verdadeiro $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ foi alcançado. Poole, Wilkerson e Jones (2008) revelaram que os critérios utilizados para a aceitação de um verdadeiro $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ podem subestimar os valores dessa variável em até 27%, resultando na subestimação dos valores "máximos", o que causaria uma grande rejeição dos participantes que realmente conseguiram alcançar o limite de esforço no final do teste.

No presente estudo, a comparação dos valores máximos no UK_{teste} foi semelhante aos valores obtidos no UK_{conf} . Esses resultados são suportados por outros reportados na literatura (POOLE; WILKERSON; JONES, 2008; MIER; ALEXANDER; MAGEEAN, 2012; NOLAN; BEAVEN; DALLECK, 2014) o que torna possível afirmar que os valores fisiológicos obtidos com o UK_{teste} são máximos.

6.3 Reprodutibilidade e sensibilidade do teste progressivo até a exaustão de *uchi-komi*

Segundo Chaabene et al. (2018a), é necessário que os atletas sejam familiarizados com os testes, a fim de evitar os efeitos de aprendizagem. No presente estudo, houve familiarização com o protocolo e, além disso, os valores alcançados no UK_{teste} e no UK_{reteste} não diferiram significativamente entre eles (Tabela 4). Portanto, é possível afirmar que para os atletas com muitos anos de prática de treinamento, uma

única aplicação do UK_{teste} é o suficiente para que os atletas se familiarizem com o protocolo, o que viabiliza ainda mais o seu uso.

Segundo Impellizzeri e Marcora (2009), a reprodutibilidade de um teste é um aspecto essencial para decidir sobre a sua utilização. Atkinson e Nevill (1998) e Hopkins, Schaborth e Hawley (2001) afirmam que a reprodutibilidade deve ser expressa de duas maneiras: relativa (grau em que os indivíduos mantêm sua posição em uma amostra com medidas repetidas) e absoluta (grau em que as medidas repetidas variam para os indivíduos). A reprodutibilidade relativa neste estudo foi calculada pelo CCI, que é o procedimento estatístico mais apropriado para o estudo de uma mesma variável medida várias vezes (IMPELLIZZERI; MARCORA, 2009). A classificação do CCI das variáveis do UK_{teste} foi “muito alta” para PSE e “quase perfeita” para $FC_{máx}$, IAM, e $\dot{V}O_{2pico}$, indicando que essas variáveis apresentaram níveis aceitáveis de reprodutibilidade. Além disso, segundo Tabben et al. (2014), uma boa reprodutibilidade da $FC_{máx}$, IAM e PSE tem grande importância prática para monitorar e prescrever a intensidade do treinamento, por serem facilmente mensuradas.

Segundo Hopkins (2000), a reprodutibilidade também deve ser apresentada de forma absoluta para apresentar a quantidade de erro estimado nos escores mensurados em uma determinada variável de um teste. As medidas utilizadas no presente estudo foram ET, ET como CV e MVD. O ET como CV para as variáveis $\dot{V}O_{2pico}$ (4,62%), $FC_{máx}$ (1,19%), IAM (2,76%) e PSE (4,23%) apresentaram valores abaixo de 5%. Esses valores estão de acordo com o recomendado na literatura ($CV < 5\%$) para indicar baixa variação nos escores dos testes para as variáveis analisadas (HOPKINS; SCHABORTH; HAWLEY, 2001). Além de um baixo ET esperado para o $\dot{V}O_{2pico}$ no UK_{teste} , podemos concluir que a fonte desse erro por fatores biológicos é baixa (HOPKINS, 2000; MCFARLANE; WONG, 2012) levando em consideração que o ET esperado para o $\dot{V}O_2$, quando utilizado o equipamento CórTEX (MetaMax®3B) é de 2% (VOGLER; RICE; GORE, 2010; MCFARLANE; WONG, 2012).

O ET também pode ser utilizado em conjunto com o MVD para classificar a sensibilidade de um teste. A sensibilidade do teste identificado pelo MVD, é capaz de identificar mudanças de magnitude média para as variáveis $\dot{V}O_{2pico}$, $FC_{máx}$, IAM e duração do teste, e apenas mudanças de magnitude grande para a PSE e [Lac] pico. Portanto, esses resultados indicam que talvez o UK_{teste} não seja um teste adequado para detectar pequenas alterações, uma vez que o ET ultrapassou os valores de MVD quando

calculado um tamanho do efeito de pequena magnitude (0,2). Além disso, a MMD foi calculada para indicar as variações necessárias em uma dada variável para detectar mudanças maiores do que o ET (IMPELLIZZERI; MARCORA, 2009; TABBEN et al., 2014; CHAABENE et al., 2018b). No presente estudo, os valores de MMD para $\dot{V}O_{2\text{pico}}$ e IAM foram de 5,93 mL/kg/min e 4 ent/min, respectivamente. Portanto, para serem observadas melhoras reais detectáveis nessas variáveis, os atletas devem apresentar aumento superior a esses valores.

7 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo confirmaram que o UK_{teste} é válido, possuindo boa reprodutibilidade absoluta e relativa para avaliar a potência aeróbia máxima de atletas de judô. Além disso, a comparação dos valores obtidos no UK_{teste} com o UK_{conf} confirmaram que os atletas atingiram as respostas fisiológicas máximas, indicando que o verdadeiro $\dot{V}O_{2pico}$ foi alcançado no teste. Portanto, é possível que técnicos e treinadores, utilizem o UK_{teste} para avaliarem a potência aeróbia máxima dos atletas.

8 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Uma vez que o que o sistema oxidativo tem grande participação no fornecimento de energia durante o combate de judô (JULIO et al., 2017a), a avaliação da potência aeróbia máxima passa a ser um componente importante para determinar o nível de condicionamento físico do atleta, monitorar os efeitos de um programa de treinamento e também utilizar dos parâmetros para a prescrição do treinamento aeróbio.

É importante ressaltar que, no esporte, a avaliação e a prescrição do treinamento devem ser as mais específicas possíveis (CHAABENE et al., 2018a). Embora o *uchi-komi* seja apenas uma das modalidades de exercício utilizadas nas sessões de treinamento, seu uso é muito comum tanto para o desenvolvimento técnico quanto físico (FRANCHINI; TAKITO, 2014; FRANCHINI et al., 2014; FRANCHINI et al., 2016a) e também é muito utilizado na avaliação física específica dos atletas (DEL VECCHIO et al., 2014; CHAABENE et al., 2018a). Alguns testes específicos foram desenvolvidos para atletas de judô, no entanto, o UK_{teste} é o primeiro teste progressivo até a exaustão no qual a técnica foi padronizada e os parâmetros obtidos ($\dot{V}O_{2pico}$ ou IAM) podem ser utilizados tanto para avaliação quanto para a prescrição do treinamento contínuo e intermitente de alta intensidade. Além disso, a utilização de um teste de carga constante (UK_{conf}), com intensidade correspondente ou superior ao $\dot{V}O_{2pico}$, para determinar o tempo até a exaustão nessas intensidades, de acordo com Millet et al. (2003), são variáveis muito importantes à serem avaliadas, para definir a estrutura do treinamento intermitente de alta intensidade.

Sendo assim, treinadores, preparadores físicos e cientistas do esporte podem utilizar o UK_{teste} para avaliar a potência aeróbia máxima de uma maneira específica e contribuir para o desenvolvimento de programas de treinamento específicos para o judô.

REFERÊNCIAS

ALLEN, D. G.; LAMB, G. D.; WESTERBLAD, H. Skeletal muscle fatigue: cellular mechanisms. **Physiological Reviews**, v. 88, n. 1, p. 287-332, 2008.

ALMANSBA, R. et al. Maximal oxygen uptake changes during judoist's periodization training. **Achieves Budo**, v. 6, n. 3, p. 117-122, 2010.

ATKINSON, G.; REILLY, T. Circadian variation in sports performance. **Sports Medicine**, v. 21, n. 4, p. 292-312, 1996.

ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports Medicine**, v. 26, n. 4, p. 217-238, 1998.

AZEVEDO, P. H. S. M. et al. Determination of judo endurance performance using the Uchi - Komi technique and an adapted lactate minimum test. **Journal Sports Science and Medicine**, v. 6, n. 2, p. 10-14, 2007.

AZEVEDO, P. H. S. M. A. et al. Maximal lactate steady state in Judo. **Muscles, Ligaments and Tendons Journal**, v. 4, n. 2, p. 132-136, 2014.

BALIKIAN, P. et al. Consumo máximo de oxigênio e limiar anaeróbio de jogadores de futebol: comparação entre as diferentes posições. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 8, n. 2, p. 32-36, 2002.

BALSOM, P. D. et al. Reduced oxygen availability during high intensity intermittent exercise impairs performance. **Acta Physiologica Scandinavia**, v. 152, p. 279-285, 1994.

BASSETT JUNIOR, D. R.; HOWLEY, E. T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 1, p. 70-84, 2000.

BAUDRY, S.; ROUX, P. Specific circuit training in young judokas: effects of rest Duration. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 80, n. 2, p. 146-152, 2009.

BENTLEY, J. D.; NEWELL, J.; BISHOP D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. **Sports Medicine**, v. 37, n. 7, p. 575-586, 2007.

BELTZ, N. M. et al. Graded exercise testing protocols for the determination of vo2max: historical perspectives, progress, and future considerations. **Journal of Sports Medicine**, v. 2016, p. 1-13, 2016.

BERGH, U.; KANSTRUP, I. L.; EKBLOM, B. Maximal oxygen uptake during exercise with various combinations of arm and leg work. **Journal of Applied Physiology**, v. 41, n. 2, p. 191-196, 1976.

BERTUZZI, R. C. M. et al. Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 2, p. 226-234, 2009.

BERTUZZI, R.; LIMA-SILVA, A. E. Avaliação da aptidão aeróbica. In: LANCHÁ JUNIOR, A., H.; LANCHÁ, L. O. P. **Avaliação e Prescrição de exercícios físicos: Normas e diretrizes**. 1ª Edição. São Paulo: Manole Ltda, 2016. p. 3-24.

BILLAT, L.V.; KORALSZTEIN, J. P. Significance of the velocity at VO₂max and time to exhaustion at this velocity. **Sports Medicine**, v. 22, n. 2, p. 90-108, 1996.

BILLAT, V. et al. A comparison of time to exhaustion at VO₂max in elite cyclists, kayak paddlers, swimmers and runners. **Ergonomics**, v. 39, n. 2, p. 267-277, 1996.

BILLAT, L.V. Interval training for performance: a scientific and empirical practice. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 8, n. 1, p. 307-310, 1986.

BONATO, M. et al. Aerobic training program for the enhancements of HR and VO₂ off-kinetics in elite judo athletes. **Journal Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 55, n. 11, p. 1277-1284, 2015.

BORG, G. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BOSQUET, L.; LÉGER, L.; LEGROS, P. Methods to determine aerobic endurance. **Sports Medicine**, v. 32, n. 11, p. 675-700, 2002.

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, p. 313-338, 2013.

BURNLEY, M.; JONES, A. M. Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. **European Journal of Sport Science**, v. 7, n. 2, p. 63-79, 2007.

CALMET, M. et al. Judo rules: searching for a wind of changes. **Journal International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 17, n. 6, p. 863-871, 2017.

CAPUTO, A. et al. Exercício aeróbio: aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 11, n. 1, p. 94-102. 2009.

CASTARLENAS, J.L.; PLANAS, A. Estudi de l' estructura temporal del combat de judo. **Apunts: Educació Física i esports**, v. 47, p. 81-86, 1997.

CHAABENE, H. et al. Tests for the assessment of sport-specific performance in Olympic combat sports: a systematic review with practical recommendations. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 386, 2018a.

CHAABENE, H. et al. Validity and reliability of a new test of planned agility in elite taekwondo athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 32, n. 9, p. 2542-2547, 2018b.

CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE JUDÔ, Olímpico. Disponível em: <<http://www.cbj.com.br/olimpico/>>. Acesso em 02 mai. 2016.

COHEN, J. The concepts of power analysis. In: **Statistical Power Analysis for Behavioural Sciences**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum, 1988, p. 1-17.

CUNNINGHAM, D. A.; GOODE, P. B.; CRITZ, J. B. Cardiorespiratory response to exercise on a rowing and bicycle ergometer. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 7, n. 1, p. 37-43, 1975.

CURREL, K.; JEUKENDRUP, A. E. Validity, reliability and sensitivity of measures of sporting performance. **Sports Medicine**, v. 38, n. 4, p. 297-316, 2008.

DAVIDS, K. Ecological Validity in Understanding Sport Performance: Some Problems of Definition. **Quest**, v. 40, n. 2, p. 126-136, 1988.

DEL VECCHIO, F. B. et al. Physical fitness and maximum number of all-out hikidashi uchi-komi in judo practitioners. **Medicina dello Sport**, v. 67, n. 3, 383-396, 2014.

DENADAI, B. S.; GRECO, C. C. **Educação Física no Ensino Superior: Prescrição do Treinamento Aeróbio**. Editora Guanabara, 2005.

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.

DEGOUTTE, F.; JOUANEL, P.; FILAIRE, E. Energy demands during a judo match and recovery. **British Journal Sports Medicine**, v. 37, n. 2, p. 245-249, 2003.

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.

FEDERAÇÃO INTERNACIONAL DE JUDÔ. Detailed Explanation of the IJF Judo Refereeing Rules effective from 01 January 2018. Disponível em: <https://www.ijf.org/news/show/detailed-explanation-of-the-ijf-judo-refereeing-rules>. Acesso em: 01 de ago. 2018.

FIELD, A. **Descobrendo a Estatística usando o SPSS**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FRANCHINI, E. et al. Influência da aptidão aeróbia sobre o desempenho em uma tarefa anaeróbia láctica intermitente. **Motriz Revista de Educação Física**, v. 5, n. 1, p. 58-66, 1999.

FRANCHINI, E. et al. Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. **Biology of Sport**, v. 22, n. 4, p. 315-328, 2005.

FRANCHINI, E. et al. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. **Journal of physiological anthropology**, v. 26, n. 2, p. 59-67, 2007.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F. B. **Preparação física para atletas de judô**. Phorte, 2008.

FRANCHINI, E. et al. Energy expenditure in different judo throwing techniques. **Bio-mechanics and sports engineering**, v. 2, p. 55-60, 2008.

FRANCHINI, E. et al. Effects of recovery type after a judo match on blood lactate and performance in specific and non-specific judo tasks. **European Journal Applied Physiology**, v. 107, n. 4, p. 377-383, 2009.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M. Y.; Del VECCHIO, F. B. Proposição de avaliação física para atletas de judô. In: FRANCHINI, E. **Judô: desempenho competitivo**. 2 ed. Barueri: Manole, 2010, v. 1, p. 369-381.

FRANCHINI, E. et al. Physiological profiles of elite judo athletes. **Sports Medicine**, v. 41, n. 2, p. 147-166, 2011.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F. B. Estudos em modalidades esportivas de combate: estado da arte. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. spe, p. 67-81, 2011.

FRANCHINI, E.; ARTIOLI, G. G.; BRITO, C. J. Judo combat: time-motion analysis and physiology. **International Journal Performance Analysis in Sport**, v. 13, n. 3, p. 624-641, 2013.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M. Y. Olympic preparation in Brazilian judo athletes: description and perceived relevance of training practices. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 6, p. 1606-1612, 2014.

FRANCHINI, E. et al. The physiology of judo-specific training modalities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 28, n. 5, p. 1474-1481, 2014.

FRANCHINI, E. et al. Specificity of performance adaptations to a periodized judo training program. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 8, n. 2, p. 67-72, 2015.

FRANCHINI, E. et al. Short-term low-volume high-intensity intermittent training improves judo-specific performance. **Archives of Budo**, v. 12, n. 1, p. 219-229, 2016a.

FRANCHINI, E. et al. High-intensity intermittent training positively affects aerobic and anaerobic performance in judo athletes independently of exercise mode. **Frontiers in physiology**, v. 7, n. 1, p. 1-12, 2016b.

GAITANOS, G.C. et al. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 75, n. 2, p. 712-719, 1985.

GARBOUJ, H. et al. Do maximal aerobic power and blood lactate concentration affect Specific Judo Fitness Test performance in female judo athletes?. **Biology of Sport**, v. 33, n. 4, p. 367-372, 2016.

GARIOD, L. et al. Evaluation du profit energetique des judokas par spectroscopie RMN du P31. **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, p. 725-741, 2001.

GLAISTER, M. Multiple sprint work. **Sports Medicine**, v. 35, n. 9, p. 757-777, 2005.

HACHANA, Y. et al. Validity and Reliability of New Agility Test among Elite and Subelite under 14-Soccer Players. **PlosOne**, v.9, n.4, p. e95773, 2014.

HASELER, L. J.; HOGAN, M. C.; RICHARDSON, R. S. Skeletal phosphocreatine recovery in exercise-trained humans is dependent on O₂ availability. **Journal of applied physiology**, v. 86, n. 6, p. 2013-2018, 1999.

HOPKINS, W. G. Measures of reliability in sports medicine and science. **Sports medicine**, v.30,n.1,p.1-15, 2000.

HOPKINS, W. G.; SCHABORT, E. J; HAWLEY, J. A. Reliability of power in physical performance tests. **Sports medicine**, v. 31, n. 3, p. 211-234, 2001.

HOPKINS, W. G. Estimating Sample Size for Magnitude-Based Inferences. **Sportscience**, v. 10, p. 63-70, 2006.

HOPKINS, W. G. A New View of Statistics. Disponível em:
<<http://sportscience.sportsci.org/>>. Acesso em 01 Julho. 2017.

IMPELLIZZERI, F. M.; MARCORA, S. M. Test validation in sport physiology: lessons learned from clinimetrics. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v. 4, n. 2, p. 269-277, 2009.

JACKSON, A. S.; POLLOCK, M. L. Prediction accuracy of body density, lean body weight, and total body volume equations. **Medicine Science Sports**, v. 9, n. 4, p. 197-201, 1977.

JULIO, U. F. et al. Energy System Contributions to Simulated Judo Matches. **International journal of sports physiology and performance**, v. 13, p. 1-24, 2017a.

- JULIO, U. F. et al. Effect of Protocol Manipulation for Determining Maximal Aerobic Power on a Treadmill and Cycle Ergometer: A Brief Review. **Strength and Conditioning Journal**, v. 39, n. 5, p. 58-71, 2017b.
- KANO, J. Judô Kodokan. 11.ed. São Paulo: Cultrix, 2008.
- KIM, J. et al. Effects os Sprint Interval Training on Elite Judoists. **International Journal Sports Medicine**, v. 32, n. 12, p. 929-934, 2011.
- LEE, N. et al. Training effects on immune function in judoists. **Asian journal of sports medicine**, v.6 , n. 3, p. 1-8, 2015.
- LÉGER, L. et al. Capacité aérobie des Québécois de 6 à 17 ans. Test navette de 20 m avec palier de 1 minute. **Canadian journal of applied sport sciences**, v. 9, n. 2, p. 64–69, 1984.
- LÉGER, L. A. et al. The multistage 20 metre shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of sports sciences**, v. 6, n. 2, p. 93-101, 1988.
- LIMA, J. R. P.; KISS, M. A. P. D. M. Critérios de Seleção de Testes. In: KISS, M. A. P. D. M. **Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição**. 1ª Edição. São Paulo: ROCA LTDA, 2003. p. 21-41.
- LINDENTHALER, J. R. et al. Differences in Physiological Responses During Rowing and Cycle Ergometry in Elite Male Rowers. **Frontiers in physiology**, v. 9, p. 1-10, 2018.
- MARCON, G. et al. Structural analysis of action and time in sports: judo. **Journal of Quantitative Analysis in Sports**, v. 6, p. 1-15, 2010.
- MATSUHIGUE, K. A.; LIMA, J. R. P.; KISS, M. A. P. D. M. Bases biológicas de testes funcionais. In: KISS, M.A.P.D.M. **Esporte e Exercício: Avaliação e Prescrição**. 1ª Edição. São Paulo: ROCA LTDA, 2003. p. 63-90.
- MARZZOCO A.; TORRES B.B. Bioquímica Básica. 3 ed. Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, 2013.
- MCMMASTER, D. T. et al. A brief review of strength and ballistic assessment methodologies in sport. **Sports Medicine**, v. 44, n. 5, p. 603-623, 2014.
- MERCIER, D.; LÉGER, L.; LAMBER T. Relative efficiency and predicted V02 max in children. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 15, n. 2, p. 143, 1983.
- MIARKA, B. et al. A comparison of time-motion and technical–tactical variables between age groups of female judo matches. **Journal of Sports Sciences**, v. 30, n. 9, p. 899-905, 2012.
- MIARKA, B. et al. Time-motion and tactical analysis of Olympic judo fighters. **International Journal of Performance Analysis in Sport**, v. 16, n. 1, p. 133-142, 2016.

- MIDGLEY, A. W. et al. Criteria for determination of maximal oxygen uptake. *Sports Medicine*, v. 37, n. 12, p. 1019-1028, 2007.
- MIDGLEY, A.W. et al. Challenging a dogma of exercise physiology. ***Sports Medicine***, v. 38, n. 6, p. 441-447, 2008.
- MIER, C. M.; ALEXANDER, R. P.; MAGEEAN, A. L. Achievement of VO₂max Criteria During a Continuous Graded Exercise Test and a Verification Stage Performed by College Athletes. ***The Journal of Strength and Conditioning Research***, v. 26, n. 10, p. 2648-2654, 2012.
- MILLET, G.; P. et al. Responses to different intermittent runs at velocity associated with. ***Canadian journal of applied physiology***, v. 28, n. 3, p. 410-423, 2003.
- NOAKES, T. D.; MYBURGH, K. H.; SCHALL R. Peak treadmill running velocity during the VO₂max test predicts running performance. ***Journal Sports Science***, v. 8, n. 1, p. 35-45, 1990.
- NOLAN, P. B.; BEAVEN, M. L.; DALLECK, L. Comparison of intensities and rest periods for VO₂max verification testing procedures. ***International journal of sports medicine***, v. 35, n. 12, p. 1024-1029, 2014.
- POOLE, D. C.; WILKERSON, D. P.; JONES, A. M. Validity of criteria for establishing maximal O₂ uptake during ramp exercise tests. ***European journal of applied physiology***, v. 102, n. 4, p. 403-410, 2008.
- REILLY, T.; MORRIS, T.; WHYTE, G. The specificity of training prescription and physiological assessment: A review. ***Journal of Sports Sciences***, n. 27, v. 6, p. 575–589, 2009.
- ROFFEY, D. M.; BYRNE, N. M; HILLS, A. P.; Effect of stage duration on physiological variables commonly used to determine maximum aerobic performance during cycle ergometry. ***Journal of Sports Sciences***, v. 25, n. 12, p. 1325-1335, 2007.
- 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.
- SANTOS, L. et al. Retesting the validity of a specific field test for judo training. ***Journal of Human Kinetics***, v. 29, p. 141-150, 2011.
- SILVA, A.C.; TORRES, F.C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. ***Revista Brasileira de Medicina do Esporte***, v. 8, n. 3, p. 107-116, 2002.
- SIRI, W. E. Body composition from fluid spaces and density: analyses of methods. In: BROZEK, J.; HENSCHER, A. ***Techniques for measuring body composition***. Washington: National Academy of Science, 1961.

STERKOWICZ, S.; SACRIPANTI, A.; STERKOWICZ-PRZYBYCIEN, K. Techniques frequently used during London Olympic judo tournaments: a biomechanical approach. **Archives of Budo**, v. 9, n. 1, p. 51-58, 2013.

TABBEN, M. et al. Validity and reliability of a new karate-specific aerobic field test for karatekas. **International Journal of sports physiology and performance**, v. 9, n. 6, p. 953-958, 2014.

THOMAS, P.H. et al. Test d'évaluation au judo, dérivé du test de Léger-Mercier. **Médecine du Sport**, v. 6, p. 286-288, 1988.

TOMLIM, D. L.; WENGER, H. A. The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 5, n. 3, p. 194-203, 2002.

VOGLER, A. J.; RICE, A. J.; GORE, C. J. Validity and reliability of the Cortex MetaMax3B portable metabolic system. **Journal of Sports Sciences**, v. 28, n. 7, p. 733-742, 2010.

ANEXO A – 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

Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a potência aeróbia utilizando movimentos específicos do 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

2 semanas

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 potência aeróbia é importante para os atletas de judô por contribuir com a manutenção da intensidade dos esforços durante a luta, e para a recuperação do atleta entre os combates. Para avaliar a potência aeróbia alguns testes são utilizados, porém, a aplicação desses, em geral, é realizada na esteira ou em um ciclo-ergômetro, os quais não são específicos para a avaliação de judocas. Sendo assim, o objetivo do estudo será elaborar um teste para avaliar a potência aeróbia utilizando movimento específico do judô (*hikidashi*).

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

A sua participação no estudo envolverá 4 visitas à Escola de Educação Física e Esporte da USP, e você será submetido a quatro sessões de avaliação em dias distintos e, separadas por um intervalo de, no mínimo, 48 horas, exceto para a última avaliação, que será conduzida sete dias após a realização da terceira avaliação.

Na primeira avaliação serão realizadas as medidas antropométricas (peso, altura, e dobras cutâneas) e um teste para determinar a potência aeróbia de membros superiores (ciclo-ergômetro de braço). Você começará o teste pedalando contra uma resistência leve, que será aumentada a cada minuto. Você deverá manter uma velocidade, que será determinada pelo avaliador, pelo máximo de tempo que conseguir. O teste será encerrado quando você não conseguir manter o ritmo estabelecido ou quando alcançar a exaustão máxima.

Na segunda avaliação você realizará um teste para determinar a potência aeróbia de membros inferiores (ciclo-ergômetro de perna) e após 30 minutos, você irá se familiarizar com o teste específico para o judô, no qual você aprenderá os procedimentos para a execução do teste (Início com 12 entradas de golpe por minuto com acréscimos de três entradas a cada minuto que você completar, a forma correta da técnica *hikidashi*). Nesse teste, assim como os demais, você terá que realizá-lo até atingir seu esforço máximo, ou seja, até quando você não aguentar mais continuar o exercício, ou quando não conseguir manter o ritmo proposto pelo avaliador.

Na terceira e quarta avaliações, você realizará novamente o teste específico para o judô. Para esses dias de avaliações, você terá que realizar os mesmos procedimentos da semana da familiarização, ou seja, teste específico para o judô.

3. desconfortos e riscos esperados;

Como os testes para determinar a potência aeróbia são “máximos”, você terminará o teste em exaustão, então, o cansaço será intenso e algumas vezes desconfortável. Esse desconforto pode ser acompanhado por náuseas, dores de cabeça, sensação de “queimação” nas pernas e/ou nos braços. No entanto, esses desconfortos são semelhantes aos que ocorre durante a competição, a qual você está habituado. Em caso de emergência você poderá ser encaminhado para o HU-USP (Hospital Universitário da USP) ou HC-FMUSP (Hospital das Clínicas).

Antes de iniciarmos e ao término dos testes, serão retiradas amostras de sangue para posterior análise. Para retirar as amostras de sangue utilizaremos uma lanceta (dispositivo esterilizado, não tóxico, de uso único) para fazermos um pequeno furo em sua orelha, e então, algumas gotas de sangue serão armazenadas para análise.

4. benefícios que poderão ser obtidos;

Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo. Porém, ao término da pesquisa, você receberá um relatório contendo todas as informações adquiridas nos testes, 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;

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;
3. salvaguarda da confidencialidade, sigilo e privacidade; e
4. disponibilidade de assistência no HU ou HCFMUSP, por eventuais danos à saúde, decorrentes da pesquisa.

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

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

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

São Paulo, ____/____/____

assinatura do sujeito da pesquisa
ou responsável legal

assinatura do pesquisador
(carimbo ou nome legível)

ANEXO B – Parecer do comitê de ética em pesquisa

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Elaboração, validação e reprodutibilidade de um protocolo para mensurar a potência aeróbia utilizando movimentos específicos do judô.

Pesquisador: Emerson Franchini

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 60045816.6.0000.5391

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SAO PAULO

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.805.443

Apresentação do Projeto:

O judô é um esporte de combate caracterizado como intermitente, com alta demanda fisiológica. Tem sido sugerido que o desenvolvimento da potência aeróbia em atletas de judô pode contribuir para a recuperação e a manutenção da intensidade dos esforços durante o combate, e para a recuperação entre os diferentes combates de uma competição. Em geral, a avaliação dessa capacidade física tem sido realizada em testes progressivos realizados em esteira ou cicloergômetro, os quais não atendem a especificidade de movimentos da modalidade. Assim, é relevante

avaliar a potência aeróbia de atletas de judô em um protocolo que envolva movimentos específicos, possibilitando não apenas avaliar o nível de aptidão do atleta, mas também obter parâmetros que possam ser utilizados para a prescrição do treinamento desses atletas. Na literatura há alguns testes específicos para avaliação da aptidão aeróbia, porém apenas um deles teve o objetivo de avaliar a potência aeróbia, embora o movimento utilizado no protocolo envolvesse habilidades de corrida.

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo do presente estudo será elaborar um teste progressivo para avaliar a potência aeróbia, utilizando movimento específico do judô que é frequentemente utilizado nas sessões de

Endereço: Av. Profª Mello Moraes, 85
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** cep39@usp.br

**ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

Continuação do Parecer: 1.605.443

treinamento, o hikidashi. Além disso, serão objetivos do presente estudo testar a validade de critério e a reprodutibilidade desse teste.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Como os testes para determinar a potência aeróbia são "máximos", o cansaço será intenso e algumas vezes desconfortável. Esse desconforto pode ser acompanhado por náuseas, dores de cabeça, sensação de "queimação" nas pernas e/ou nos braços. No entanto, esses desconfortos são semelhantes aos que ocorre durante a competição, a qual você está habituado. Em caso de emergência você poderá ser encaminhado para o HU-USP (Hospital Universitário da USP) ou HC-FMUSP (Hospital das Clínicas).

Antes de iniciarmos e ao término dos testes, serão retiradas amostras de sangue para posterior análise. Para retirar as amostras de sangue utilizaremos uma lanceta (dispositivo esterilizado, não tóxico, de uso único) para fazermos um pequeno furo em sua orelha, e então, algumas gotas de sangue serão armazenadas para análise.

Não haverá compensação financeira pela sua participação neste estudo. Porém, ao término da pesquisa, você receberá um relatório contendo todas as informações adquiridas nos testes, assim como o resultado final do estudo.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Projeto claro, detalhado e coeso.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

TCLE adequado com linguagem peculiar a população estudada. Explica detalhadamente os riscos e benefícios aos sujeitos.

Recomendações:

Ajustar o cronograma.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Única pendência é ajuste de cronograma.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_690505.pdf	06/09/2016 15:06:53		Aceito

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 85
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 05.508-030
 UF: SP Município: SÃO PAULO
 Telefone: (11)3091-3097 Fax: (11)3812-4141 E-mail: cep39@usp.br

ESCOLA DE EDUCAÇÃO
FÍSICA E ESPORTE DA
UNIVERSIDADE DE SÃO

Continuação do Parecer: 1.805.443

Folha de Rosto	Folha_de_Rosto1.pdf	06/09/2016 15:01:39	Seihati Ari Shiroma	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_Mestrado_Seihati_shiroma.doc	01/09/2016 14:33:18	Seihati Ari Shiroma	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Seihati_Shiroma.doc	22/08/2016 16:24:21	Seihati Ari Shiroma	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

SAO PAULO, 04 de Novembro de 2016

Assinado por:
Edilamar Menezes de Oliveira
(Coordenador)

Endereço: Av. Profº Mello Moraes, 85
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 05.508-030
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)3091-3097 **Fax:** (11)3812-4141 **E-mail:** oep39@usp.br