

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FISIOLÓGICAS**

**PAULO HENRIQUE SILVA MARQUES DE AZEVEDO**

**PROPOSTA DE TESTE ESPECÍFICO PARA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR  
ANAERÓBIO, LIMIAR DE COMPENSAÇÃO RESPIRATÓRIA E MÁXIMA  
FASE ESTÁVEL DO LACTATO SANGUÍNEO EM JUDOCAS**

**SÃO CARLOS – SP**

**2010**

**PAULO HENRIQUE SILVA MARQUES DE AZEVEDO**

**PROPOSTA DE TESTE ESPECÍFICO PARA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR  
ANAERÓBIO, LIMIAR DE COMPENSAÇÃO RESPIRATÓRIA E MÁXIMA  
FASE ESTÁVEL DO LACTATO SANGUÍNEO EM JUDOCAS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Fisiológica do Campus de São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Fisiologia.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Andrade Perez

SÃO CARLOS – SP  
2010

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da  
Biblioteca Comunitária/UFSCar**

A994pt

Azevedo, Paulo Henrique Silva Marques de.

Proposta de teste específico para determinação do limiar anaeróbio, limiar de compensação respiratória e máxima fase estável do lactato sanguíneo em judocas / Paulo Henrique Silva Marques de Azevedo. -- São Carlos : UFSCar, 2010.

75 f.

Tese (Doutorado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Exercícios físicos - aspectos fisiológicos. 2. Lactato. 3. Limiar anaeróbio. I. Título.

CDD: 612.76 (20<sup>a</sup>)

Programa Interinstitucional de Pós-Graduação em Ciências  
Fisiológicas  
Associação Ampla UFSCar/UNESP

Defesa de Tese de Paulo Henrique Silva Marques de Azevedo

Prof. Dr. Sergio Eduardo de Andrade Perez.....  
Prof. Dr. Marcelo Papoti.....  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Audrey Borghi e Silva.....  
Prof. Dr. Vilmar Baldissera.....  
Prof. Dr. Adelino Sanchez Ramos da Silva.....

*Sergio Eduardo de Andrade Perez*  
*Marcelo Papoti*  
*Audrey Borghi e Silva*  
*Vilmar Baldissera*  
*Adelino Sanchez Ramos da Silva*

## **DEDICATÓRIA**

Este trabalho é dedicado especial e totalmente aos meus filhos Vitor e Henrique. Mesmo tão pequenos, são a grande motivação para a minha vida, por eles mesmos e os gestos de amor e carinho demonstrados diariamente. Desculpe pela ausência neste período do doutoramento, em que inúmeras vezes foi dado mais tempo às leituras e escritas do que a vocês. Amo vocês!

Aos meus pais Arquimedes e Maria Augusta, fontes de amor sem fim, compreensão, auxílio permanente e torcedores para que o melhor sempre fosse feito para a minha vida. São o pilar estrutural de toda minha educação e dignidade. Espero estar honrado a vocês sempre. Desculpem-me pelas falhas, não apenas neste período, mas em todos da minha vida. Amo vocês!

À minha irmã Ana Paula e meu cunhado/irmão Alexandre. Sempre procuraram me incentivar na busca pelos meus objetivos, auxiliaram nos momentos de fraqueza e buscavam um jeito de deixar tudo no mais alto astral para que a vida fosse mais leve em todos os sentidos. Vocês, junto com a Maria Julia e João Pedro, são um exemplo de família e amor para mim. Espero poder retribuir ao menos metade do que fizeram! Amo vocês!

Ao meu irmão Marco, cunhada Roama, sobrinhos Gabriel e Rebeca. Obrigado por todo incentivo neste período. Sempre em oração estavam tentando ajudar de alguma forma neste meu caminho. Amo vocês!

À Andressa, dedico este trabalho também a você, pois vibrou, torceu, brigou, chorou, sorriu desde minha entrada no mestrado até este momento. Peço desculpa pelas minhas falhas, as quais eu não queria te tivessem acontecido, principalmente pela minha ausência. Nunca imaginei que pudesse haver uma pessoa assim ao meu lado, que com todas as dificuldades e ausências continuasse andando ombro a ombro comigo. Peço perdão pelos meus mais variados erros. Tenha certeza que reaprendi que, a vida é muito mais do que trabalho e artigos, na verdade a vida é feita de alegria com as pessoas que estão ao nosso lado e nos amam. E eu amo você!

Obrigado a Deus Pai todo poderoso!

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu Orientador, Prof. Dr. Sérgio Eduardo de Andrade Perez. O Prof. Sérgio foi a pessoa que abriu as portas para que eu concretiza-se meu objetivo de ser Mestre e Doutor em Fisiologia. Mesmo implantando uma nova linha de pesquisa no laboratório de Fisiologia do Exercício permitiu que eu desenvolvesse minha pesquisa, tanto no mestrado como no doutorado. Tenho eterna gratidão por você. Tenha certeza que o aprendizado para a vida foi o ponto alto de todo este tempo, e as quais valorizo muito, pois neste momento estamos despidos de vaidades e mostramos quem realmente somos. Desculpe pelas falhas pessoais cometidas tanto no mestrado como no doutorado.

À Prof. Dr<sup>a</sup> Tânia Cristina Phiton-Curi. O que dizer da Tânia!? Abriu portas que eu não havia ousado nem chegar perto até o presente momento. Convidou-me para proferir uma aula/palestra no programa de mestrado em Ciências do Movimento da Universidade Cruzeiro do Sul – SP. No mesmo dia em que nos conhecemos colocou a minha disposição o analisador metabólico de gases (K4b<sup>2</sup>), um “sonho de consumo” que deu maior qualidade ao presente estudo. Não tenho palavras para externar minha gratidão à você. Tânia, que Deus lhe abençoe sempre!

Ao Prof. Dr. Alessandro Moura Zagatto. Grande TAM. Não titubeou um segundo para oferecer o empréstimo do lactímetro quando lhe contei que a falta de tal equipamento estava atrapalhando meu trabalho há muito tempo. Sua atitude é louvável e digna de agradecimento eterno. Permitiu que eu ficasse longo tempo com a “criança” e assim desenvolver a pesquisa com tranquilidade.

Ao Prof. Gustavo Barquilha, interlocutor do meu contato com a Prof<sup>a</sup> Tânia Curi, companheiro de pesquisa, grande pessoa! Mesmo nos momentos de trabalho é capaz de se emocionar com os acontecimentos. Garoto, seu futuro é brilhante! Obrigado por sua amizade e contribuição!

Aos professores Mauro Gurgel e Alexandre Drigo, que foram os grandes incentivadores no âmbito acadêmico para que este projeto tivesse prosseguimento. Obrigado pelos ensinamentos relacionados ao judô e pela amizade que cultivamos desde o primeiro instante que nos conhecemos. Sucesso meus amigos!

A todos os judocas que participaram da pesquisa. Estes voluntários do esporte brasileiro não mediram esforços para que eu pudesse realizar o trabalho aqui apresentado. Sempre com muita dedicação dispuseram boa parte do seu tempo para o desenvolvimento da pesquisa. Obrigado pela homenagem prestada a mim pela associação Bushido liderada pelo Sensei Dener Andrade!

Ao Prof. Dr. Julio Wilson dos Santos. Meu primeiro orientador, pois foi este excelente Professor que me orientou na monografia de conclusão do curso de Bacharel em Educação Física da UFSCar em 1997. Agora no meu trabalho referente à tese de doutorado novamente ele colabora comigo. Foi responsável por abrir as portas (literalmente) do laboratório de musculação da UNESP-Bauru para que eu desenvolvesse a parte prática do presente estudo. Bauru valeu mesmo meu camarada!



Ao Prof. M.Sc. Marco Machado. Esta é uma daquelas pessoas que não sabemos bem como entra na nossa vida, mas Deus sabe que ele deveria fazer parte. Pessoa importante neste processo. Excelente pesquisador, professor e editor, porém sua maior qualidade é o seu caráter. Marco, obrigado pelas nossas longas conversas, pela confiança depositada em mim e por ser um grande amigo! Nossos projetos serão iniciados em curto espaço de tempo, tenho certeza disto.

Ao ex-orientando Gustavo Mello Rissato. Sua ajuda em todas as coletas de dados foi de extrema importância. Sem teu auxílio o tempo de experimento teria sido, no mínimo, quatro vezes maior, e talvez a qualidade não tivesse sido a mesma. Além disto, as conversas no intervalo das coletas era uma terapia para que a pressão toda que este momento exerce fosse menor. Garoto continue batalhando que seu futuro será brilhante com certeza!

Ao ex-orientando João Marcos Duarte, sempre pronto para ajudar, mesmo que estivesse muito atarefado. Facilitou muito todo o processo de coleta com sua criatividade e dedicação. Valeu presidente!

Ao Prof. MSc. João Carlos de Oliveira, “amigo é o irmão escolhido”. Obrigado pela ajuda constante e com afinco na coleta de dados, análise e discussões acadêmicas. Não posso deixar de relatar as nossas cervejas tomadas, muitas risadas e a prontidão em ajudar. Meu irmão, vamos na fé, que tudo dará certo!

Ao Prof. Dr. Vilmar Baldissera, grande incentivador pelo estudo em fisiologia do exercício, que na época da especialização constituiu um grupo de estudo aos domingos pela manhã e nunca mediu esforços para que crescêssemos dentro desta arte. Gostaria muito que você estivesse ao meu lado durante as coletas com o K4b<sup>2</sup>. Todos os procedimentos adotados, cuidados com as coletas e análises das trocas gasosas foram feitas graças aos ensinamentos transmitidos por ti! Desculpa por qualquer inconveniente que eu tenha causado. Tenho profundo respeito e admiração por você.

Ao Prof. Aguinaldo, que sempre que procurado por mim não hesitou em nenhum momento em ajudar. Fundamental o empréstimo da célula de carga para quantificar o peso real das placas de carga do equipamento de musculação e assim ter maior precisão das medidas.

A todos que sempre me incentivaram pela busca dos meus sonhos, mesmo quando estes pareciam distantes e impossíveis de serem alcançados, dentre estas pessoas destaco o amigo e irmão Carlos Alberto Gomes Barbosa.

Ao pessoal do laboratório da Faculdade Anhanguera de Bauru: Roberto, Camila Gabriela e Giovana. Desde o primeiro momento não mediram esforços para que eu conseguisse desenvolver todo meu protocolo experimental. Vocês foram de fundamental importância neste processo. Muito obrigado!

Ao Técnico de Laboratório José Carlos Lopes. Cacao, obrigado pela prontidão em me atender sempre que alguma dúvida aparecia em meu caminho, pelos momentos de descontração.

À todos que de alguma forma tenham contribuído para a realização deste trabalho.  
Muito obrigado a todos!

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 Métodos de treinamento específicos do judô.....	8
1.2 Temporalidade da luta de judô.....	10
1.3 Exercício intermitente para avaliação de judocas e simulação de solicitação fisiológica.....	11
1.4 Testes específicos aplicados ao judô.....	13
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
<b>3. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>17</b>
<b>4. HIPÓTESES.....</b>	<b>19</b>
<b>5. MANUSCRITO I.....</b>	<b>20</b>
5.1 Resumo.....	22
5.2 Introdução.....	23
5.3 Métodos.....	25
5.4 Resultados.....	29
5.5 Discussão.....	33
5.6 Conclusão.....	39
5.7 Aplicação Prática.....	39
5.8 Referências Bibliográficas.....	40
<b>6. MANUSCRITO II.....</b>	<b>44</b>
6.1 Resumo.....	46
6.2 Introdução.....	47

6.3 Métodos.....	49
6.4 Resultados.....	52
6.5 Discussão.....	54
6.6 Conclusão.....	58
6.7 Referências Bibliográficas.....	59
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>62</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS (INTRODUÇÃO).....</b>	<b>64</b>
<b>Apêndice I</b> - Figura representativa da determinação do limiar ventilatório de um sujeito após teste específico de entrada de golpes no judô.....	<b>72</b>
<b>Apêndice II</b> - Figura representativa da determinação do limiar de compensação respiratória de um sujeito após teste específico de entrada de golpes no judô.....	<b>73</b>
<b>Apêndice III</b> - Figura representativa do ajuste da amplitude de movimento e execução do teste.....	<b>74</b>
<b>Apêndice IV</b> - Figura representativa da execução do movimento <i>ippon-seoi-nague</i> durante o teste.....	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A máxima fase estável de lactato (MFEL) corresponde a mais alta intensidade de esforço que pode ser mantida por longo período sem um contínuo acúmulo do lactato sanguíneo (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000) e tem sido considerada como o padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbia (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000). É um indicador individualizado de intensidade de esforço (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000), preditora de desempenho em esportes de *endurance*, e meio de avaliação da evolução física frente ao treinamento sistematizado (PHILP, MACDONALD *et al.*, 2008). Contudo, para identificar a MFEL deve ser realizado 30 minutos de exercício contínuo, e a concentração do lactato sanguíneo não deve aumentar mais de  $1 \text{ mmol.L}^{-1}$  entre o décimo e o trigésimo minuto (HECK, MADER *et al.*, 1985; BENEKE, 2003). A problemática do método proposto originalmente é o envolvimento de um grande número de dias de teste (2 a 6 dias). Tem sido demonstrado que o treinamento na intensidade associada à MFEL (iMFEL) promove adaptações aeróbias associadas a parâmetros submáximos (limiar anaeróbio e limiar de compensação respiratória) e máximo ( $\text{VO}_2\text{max}$ ) da aptidão aeróbia (BILLAT, SIRVENT *et al.*, 2004; PHILP, MACDONALD *et al.*, 2008). É sugerido que o treinamento na intensidade da MFEL aumenta a capacidade de remoção do lactato sanguíneo através do aumento do número de transportadores monocarboxilato (MCT) (JUEL e HALESTRAP, 1999), bem como uma menor produção de lactato muscular (PHILP, MACDONALD *et al.*, 2008).

Desta forma diversas metodologias têm sido propostas para estimar a MFEL, utilizando parâmetros metabólicos como o conceito do lactato mínimo (TEGTBUR, BUSSE *et al.*, 1993) e respiratórios (WASSERMAN e MCILROY, 1964; WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973) através dos mais diversos protocolos incrementais (MEYER, LUCIA *et al.*, 2005;

BENTLEY, NEWELL *et al.*, 2007). A grande variedade de protocolos (i.e. intensidade inicial, duração do estágio e magnitude do incremento) acabou gerando grande confusão de terminologias para indicar qual fenômeno fisiológico se está determinando, e também dificultando a comparação dos resultados entre estudos diversos (MEYER, LUCIA *et al.*, 2005; AZEVEDO, GARCIA *et al.*, 2009). Neste contexto, atualmente não há consenso sobre o método a ser usado para a medida dos parâmetros fisiológicos submáximos em testes incrementais (BENTLEY, NEWELL *et al.*, 2007). No presente estudo abordaremos o limiar ventilatório (LV) e o limiar de compensação respiratória (LCR). O limiar ventilatório pode ser definido como a intensidade de esforço a partir da qual há um primeiro aumento abrupto da ventilação frente ao esforço físico incremental, denotando a intensidade de esforço a partir da qual o metabolismo aeróbio é suplementado pelo anaeróbio para a ressíntese de ATP (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973). Já o limiar de compensação respiratória é determinado quando há um segundo aumento abrupto da ventilação frente ao esforço físico incremental, denotando a intensidade de esforço máxima em que o sistema respiratório ainda consegue tamponar a acidose metabólica através de uma alcalose respiratória (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973).

A determinação dos domínios de intensidade é de fundamental importância para a correta prescrição do exercício físico e para o entendimento das respostas fisiológicas e bioquímicas agudas e crônicas. Está bem documentado que a resposta do  $VO_2$  durante o exercício é dependente da intensidade de esforço, que tem sido dividida em 3 domínios de intensidade: moderado, pesado e severo (XU e RHODES, 1999; BILLAT, MORTON *et al.*, 2000; HILL, POOLE *et al.*, 2002; JONES e POOLE, 2005). Foi então proposto por estes autores que o domínio moderado compreende as intensidades de esforço realizadas sem

modificação significativa na lactatemia em relação aos valores de repouso, e tem como limite superior o limiar de lactato (anaeróbio). O domínio pesado começa a partir da intensidade do limiar de lactato, e apresenta a máxima fase estável de lactato (MFEL) como o limite superior. E o domínio severo apresenta como limite inferior de intensidade a MFEL. Portanto, não há fase estável de lactato. Como limite superior para este domínio, é proposto que se adote a intensidade de exercício em que a duração de esforço seja tão curta, que o  $VO_2\text{max}$  não seja atingido (HILL, POOLE *et al.*, 2002).

Atualmente muitas pesquisas em Ciência dos Esportes têm objetivado a validação de protocolos de avaliação da capacidade física que sejam o mais próximo possível da realidade dos esportes (validade ecológica) (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004; GIRARD, CHEVALIER *et al.*, 2006; ALMANSBA, FRANCHINI *et al.*, 2007; BLAIS, TRILLES *et al.*, 2007; MICKLEWRIGHT e PAPAPDOPOULOU, 2008; ZAGATTO, BECK *et al.*, 2009). Nesta perspectiva há poucos testes específicos para a modalidade judô, e muitos testes propostos não apresentam os valores de validade, fidedignidade e objetividade, além de carecerem de maior divulgação (CARVALHO, 2000). O fato de o judô ser uma modalidade complexa (variados movimentos e interações metabólicas) dificulta a proposição de um teste específico, porém a avaliação e desenvolvimento específico da aptidão aeróbia deveriam ser realizados em conjunto com o desenvolvimento técnico, na medida do possível. É sugerido que a avaliação e o treinamento específico da capacidade de endurance poderia promover melhora do desempenho no judô (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996), assim como já é demonstrado para o treinamento de força (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004; BLAIS e TRILLES, 2006). Os testes clássicos de laboratório realizados em esteira rolante ou cicloergômetro para a determinação de parâmetros fisiológicos submáximos (i.e.: LV e LCR)



e máximo ( $VO_2\max$ ) parece não serem capazes de discriminar os atletas de judô de alto nível dos medianos (TAYLOR e BRASSARD, 1981).

Uma destas metodologias propõe a determinação da capacidade aeróbia em atletas de judô através da adaptação do conceito de lactato mínimo (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). Na proposta original o atleta deve executar o maior número possível de golpes em um companheiro, mas sem finalizar com a queda (*uchi-komi*), durante 40 segundos, com o objetivo de induzir a hiperlactatemia. Após recuperação passiva de 8 minutos é iniciado um exercício de intensidade incremental. Novamente deve ser realizado o exercício de *uchi-komi* através da aplicação do golpe *ippon-seoi-nague* com frequência de um golpe a cada 8 segundos, com cada estágio tendo a duração de 1 minuto. O incremento na intensidade é feito após cada série de 1 minuto através do aumento da frequência de entrada. As frequências subsequentes para cada estágio deve ser de um golpe a cada 7 segundos, depois a cada 6 segundos e assim por diante até o sujeito entrar em fadiga ou não conseguir manter a intensidade pré-determinada (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). Contudo esta metodologia adaptada ao judô ainda não foi validada, apesar de já ter sido utilizada para a avaliação de um judoca de nível internacional (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004). Foi encontrado que na média a frequência de entrada de golpes associada ao lactato mínimo foi de 1 golpe completo a cada 2,5 segundos.

Uma das perguntas que deve vir à cabeça do leitor é: “por que eu deveria avaliar e prescrever o treinamento com objetivo de melhorar a capacidade aeróbia de atletas de judô?”. A princípio somos levados a acreditar que o metabolismo anaeróbio láctico é o predominante do desempenho nesta modalidade esportiva (CAVAZANI, 1991; GARIOD, FAVRE-JUVIN *et al.*, 1995; DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996; ARTIOLI, COELHO *et al.*, 2006), e fator

determinante em conjunto com o metabolismo anaeróbio alático, solicitado em momentos de elevada potência, sendo imprescindíveis para obter o *ippon* (pontuação máxima que decreta a vitória no judô). Este pensamento não está errado, porém, é incompleto. Não podemos pensar única e exclusivamente na concentração sanguínea de um único produto metabólico (lactato) para julgar a importância dos 3 metabolismos energéticos na ressíntese da ATP, tampouco na execução com a máxima potência para conseguir o *ippon* (golpe perfeito). Ou seja, o pensamento linear de um sistema complexo como o biológico pode levar a erros de interpretação (GARCÍA-MANSO, MARTÍN-GONZÁLEZ *et al.*, 2010), ainda mais em um esporte técnico e tático como o judô (FRANCHINI e STERKOWICZ, 2003; BOGUSZEWSKI, 2006), de característica acíclica (ROSA, VECCHIO *et al.*, 2008), com diferentes ações sendo executadas durante a luta (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996; GARCÍA e LUQUE, 2007; FRANCHINI, STERKOWICZ *et al.*, 2008; ROSA, VECCHIO *et al.*, 2008), com diferentes tempos de duração (de poucos segundos até 8 minutos de duração) (FRANCHINI, YURI TAKITO *et al.*, 2003; GARCÍA e LUQUE, 2007; ROSA, VECCHIO *et al.*, 2008) e dependente de diferentes capacidades físicas (ROSA, VECCHIO *et al.*, 2008). Confirmando esta integração metabólica foi demonstrado que após uma luta de judô, além da elevada lactatemia, há também aumento do nível sanguíneo de marcadores do catabolismo muscular de adenina nucleotídeo, aumento dos níveis de triglicerídeos, glicerol e ácido graxo livre, três minutos após o final da luta (DEGOUTTE, JOUANEL *et al.*, 2006). Ainda, uma boa aptidão aeróbia é importante para suportar os 5 minutos de luta, com a possibilidade de mais 3 minutos de prorrogação, e um total de até nove lutas por dia (TAYLOR e BRASSARD, 1981; THOMAS, COX *et al.*, 1989), por acelerar a ressíntese de ATP

(SAHLIN, HARRIS *et al.*, 1979) e a remoção do lactato sanguíneo (FRANCHINI, YURI TAKITO *et al.*, 2003).

Mesmo sendo prescrito de maneira intuitiva e baseado na experiência dos técnicos e praticantes (THOMAS, COX *et al.*, 1989) o treinamento em longo prazo da modalidade esportiva judô leva a adaptações estruturais do miocárdio que são muito mais próximas de esportes de endurance do que de esportes de força e velocidade (LASKOWSKI, WYSOCKI *et al.*, 2008), contudo há discrepância entre estudos sobre os valores de VO<sub>2</sub>max (TAYLOR e BRASSARD, 1981; TUMILTY, HAHN *et al.*, 1986; EBINE, YONEDA *et al.*, 1991; FRANCHINI, NUNES *et al.*, 2007; LASKOWSKI, WYSOCKI *et al.*, 2008). Após sete semanas (curto prazo) de treinamento de judô foi verificado aumento da aptidão cardiorrespiratória em estudantes universitários não treinados (DE MEERSMAN e RUHLING, 1977) Adicionalmente, o treinamento aeróbio promove a menor produção e rápida remoção do lactato sanguíneo (GAESSER e POOLE, 1988; WELTMAN, SEIP *et al.*, 1992; CARTER, JONES *et al.*, 1999; JUEL e HALESTRAP, 1999) o que pode ser de fundamental importância para o desempenho esportivo, pois um estudo indicou que sujeitos que apresentam maiores concentrações de lactato sanguíneo ao final do combate apresentam maiores chances de serem derrotados (CAVAZANI, 1991), e sujeitos com maior concentração de lactato sanguíneo apresentam maior percepção subjetiva de esforço (SERRANO, SALVADOR *et al.*, 2001), além da relação existente entre lactato sanguíneo, pH e fadiga muscular (MESSONNIER, KRISTENSEN *et al.*, 2007). De outro lado, os sujeitos que apresentam menor lactatemia são aqueles de melhor nível técnico (FRANCHINI, TAKITO *et al.*, 2004). Ainda neste contexto, cada atleta realiza várias lutas, com sequências de 10 a 25 segundos de ação com intervalos médios de 10 segundos (GARCÍA e LUQUE,

2007; ROSA, VECCHIO *et al.*, 2008), que levam a elevada demanda anaeróbia láctica para ressíntese da ATP, em um único dia de competição (FRANCHINI, TAKITO *et al.*, 2004). Entre as lutas há pouco tempo de recuperação (15 minutos aproximadamente), o que pode configurar desvantagem para o atleta que chegar para a próxima luta com elevada lactatemia (CAVAZANI, 1991; SERRANO, SALVADOR *et al.*, 2001), acontecimento que não é raro (MORAES, 2000). Uma boa capacidade aeróbia é necessária para que o sujeito se exercite em elevada intensidade e consumo de oxigênio (CARTER, JONES *et al.*, 1999).

A ressíntese da creatina fosfato (ATP-CP) é dependente da via aeróbia (MESSONNIER, FREUND *et al.*, 2002). Portanto, uma boa capacidade aeróbia pode ser importante para a rápida recuperação desta via metabólica, que é decisiva para o momento de execução potente dos golpes e esquivas durante o combate e mais rápida remoção do lactato sanguíneo (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996). Estimar adequadamente o LV e LCR é de suma importância para a correta prescrição da intensidade de treinamento (BISHOP, 2004), principalmente em grupos homogêneos como o de atletas.

Uma possível crítica inicial ao presente estudo talvez seja a metodologia de determinação do LV e LCR. Foi optada aqui a abordagem tradicional para determinação dos limiares, ou seja, a plotagem dos parâmetros ventilatórios *vs* carga de trabalho. Desta forma foram observados os pontos de quebra denotando assim os limiares. Esta abordagem é tida como sendo subjetiva (BENTLEY, NEWELL *et al.*, 2007). Alguns autores sugerem uma abordagem matemática (i.e. *V-slope*). Contudo, apesar da maior objetividade da determinação matemática, estes métodos não garantem maior precisão na determinação da intensidade associada aos limiares (MORTON, 1989; BENTLEY, NEWELL *et al.*, 2007). Desta forma foi preferido considerar apenas os “pontos” fisiológicos realmente mensurados

durante o teste (MORTON, 1989) para a determinação dos limiares, ao invés de considerar “pontos matemáticos” informados posteriormente por um programa de computador. Adicionalmente acreditamos que a abordagem aqui utilizada reforça os conhecimentos de fisiologia do exercício dos pesquisadores envolvidos no presente estudo e estes assumem a responsabilidade de possíveis erros de determinação dos limiares.

### 1.1 Métodos de treinamento específicos do judô

Muitos métodos de treinamento são empregados na modalidade judô (Tabela 1). Cada sessão de treinamento tem duração aproximada de 2 horas, com baixo tempo de pausa durante as atividades (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996). Alguns autores classificam o treinamento de judô, bem como a luta nos moldes competitivos, como predominantemente anaeróbio láctico (AMORIM, DRIGO *et al.*, 1994; DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996), pois foi verificadas concentrações de lactato sanguíneo ao final da sessão de treino de  $7,4 \pm 3 \text{ mmol.L}^{-1}$  e de  $11,5 \pm 5,5 \text{ mmol.L}^{-1}$  após lutas de judô (CAVAZANI, 1991). Contudo, esforços que apresentem duração superior a 60 segundos já são predominantemente aeróbios (SPENCER e GASTIN, 2001).

TABELA 1: Métodos específicos de treinamento de Judô

Tipo de treino	Tipo de Estímulo
Shiai	Administração da luta pela pontuação e o tempo
Randori	Impor sua forma de luta e defender-se da do outro
Yaku-soku-gueiko	Preparação e timing em movimento
Nague-komi	Puxada, entrada e projeção parado, em movimento ou alternadamente com o parceiro
Uchi-komi*	Puxada e entrada parado, em movimento ou alternadamente com o parceiro
Renraku-renka-waza-renshu	Combinação de ataques
Kakari-gueiko	Antecipação do ataque e esquiva
Kaeshi-waza-renshu	Contragolpe
Tendoku-renshu	Percepção e velocidade de movimento

\*método utilizado no teste incremental do presente

estudo.

Uma problemática do treinamento aplicado ao judô é a determinação correta do volume e da intensidade durante a periodização, e a conseqüente interdependência entre estes dois componentes do treinamento. Nas duas horas de treinamento de judô vários métodos são empregados, porém sempre de maneira subjetiva quanto ao volume e intensidades propostos.

Já tem sido bem descrito na literatura a importância da realização de testes de capacidade funcional para que seja determinado os diferentes domínios de intensidade (BALDWIN, SNOW *et al.*, 2000). Porém, o judô ainda carece de testes específicos para a determinação destes domínios de intensidade, o que garantiria um treinamento individualizado e melhores respostas frente ao treinamento, levando os sujeitos à obtenção real dos objetivos propostos.

## 1.2 Temporalidade da luta de judô

A luta de judô tem caráter intermitente, com períodos de alta intensidade intercalados com curtos períodos de recuperação, e o tempo máximo possível de uma luta (cronometrado) correspondendo à 5 minutos para o sexo masculino e 4 minutos para o feminino (GARCÍA e LUQUE, 2007). Caso haja empate no tempo normal de luta é realizada uma prorrogação (*golden score*) que tem a duração de 3 minutos cronometrados ou até que algum dos atletas faça uma pontuação (GARCÍA e LUQUE, 2007). Estudos realizados sobre a temporalidade na luta de judô demonstram que as seqüências de combate apresentam duração de quinze a 30 segundos de atividade com intervalos próximos a dez segundos (tabela 2) (SIKORSKI, MICKIEWICZ *et al.*, 1987; MONTEIRO, 1995; CASTARLENAS e PLANAS, 1997; GARCÍA e LUQUE, 2007).

Estas características de temporalidade da luta de judô nos trazem importantes implicações fisiológicas, visto que curtos períodos de atividade intensa com intervalos pequenos de recuperação são insuficientes para a ressintese completa de CP, e estão associados à ativação/predominância do metabolismo anaeróbio láctico nos estágios iniciais e do metabolismo aeróbio nos estágios finais da luta para a manutenção da intensidade de

esforço (MURAMATSU, HORIYASU *et al.*, 1994; DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996; TABATA, IRISAWA *et al.*, 1997).

TABELA 2- Temporalidade da luta de judô (média  $\pm$  desvio padrão).

Autor (es)	Atividade (s)	Pausa (s)
(CASTARLENAS e PLANAS, 1997)	18 $\pm$ 8,5	12,4 $\pm$ 4,1
(MONTEIRO, 1995)		
1º minuto de luta	25,8 $\pm$ 7,8	9,5 $\pm$ 3,2
2º minuto de luta	27 $\pm$ 9	10,4 $\pm$ 4,5
3º minuto de luta	27 $\pm$ 9,7	13,4 $\pm$ 7,6
4º minuto de luta	22,4 $\pm$ 9,3	13,2 $\pm$ 7,3
5º minuto de luta	18,9 $\pm$ 10,4	13,9 $\pm$ 9
(SIKORSKI, MICKIEWICZ <i>et al.</i> , 1987)	30	13
(FRANCHINI, 2001)		

### 1.3 Exercício intermitente para avaliação de judocas e simulação de solicitação fisiológica

Devido à característica intermitente da luta, com intensidades de esforço supramáxima, de aproximadamente 30 segundos, vários estudos tem-se prestado a avaliar



judocas em exercícios intermitentes, mesmo que de forma genérica, para melhor entender as solicitações fisiológicas dos atletas durante as lutas, e para melhor adequação do treinamento. Alguns estudos utilizaram testes em cicloergômetro para judocas (SANCHIS, SUAY *et al.*, 1991; MURAMATSU, HORIYASU *et al.*, 1994) mas esses estudos encontram algumas limitações como: a) utilizaram apenas os membros inferiores durante a realização do teste, já durante as lutas utiliza-se vários grupos musculares simultaneamente e membro inferior e superior; b) dificuldade em quantificar a intensidade das pausas e dos esforços no teste de acordo com o que acontece nas pausas e esforços durante a luta (durante a luta vários esforços aleatórios e com intensidades diferentes são realizados e com pausas variadas, já durante o teste tem-se que definir um padrão de relação entre esforço – pausa); c) durante a luta são realizadas contrações isométricas e dinâmicas e durante o teste apenas contrações dinâmicas. Mesmo com todas essas problemáticas apresentadas, esses estudos contribuíram para o entendimento das solicitações fisiológicas do atleta durante uma luta de judô.

Outro estudo comparou a demanda fisiológica durante a luta em seu desenvolvimento em pé e no solo (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996). Foi verificado que não há diferença na concentração de lactato sanguíneo após 3 séries de 2 minutos, e pausa de 1 minuto e 30 segundos entre as séries, denotando a mesma solicitação metabólica para ambas as situações. Os autores encontraram valores médios de  $8,1 \pm 3,2$  mmol.L<sup>-1</sup> e  $8,4 \pm 2,9$  mmol.L<sup>-1</sup> após a terceira série de simulação de luta em pé e de solo, respectivamente. Contudo, a pausa realizada entre as séries para a coleta sanguínea foi extremamente longa. Portanto devemos ter cautela com as afirmações dos autores.

O Uchi-Komi (entrada de golpes) é um dos meios de treinamento mais importantes no judô, servindo tanto para a preparação física como técnica. Em um estudo realizado com

judocas da seleção polonesa da categoria júnior, estes foram submetidos à entrada de golpes de forma intermitente, com dez segundos de atividade por vinte segundos de intervalo, durante cinco minutos, observando ao final valores bastante elevados de lactato sanguíneo ( $14,4 \pm 2,3 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) quando comparados a execução em ritmo estável ( $4,6 \pm 2,2 \text{ mmol.L}^{-1}$ ) (SIKORSKI, 1985).

AMORIM et al. (1994), submeteram nove sujeitos a treinamento intermitente de entrada de golpes, sendo estes golpes necessariamente de técnica de quadril (koshi-waza). As razões de esforço-pausa foram as seguintes: doze estímulos de trinta segundos com trinta segundos de intervalo, doze estímulos de 30 segundos com um minuto de intervalo, seis estímulos de um minuto com um minuto de intervalo e três estímulos de 2 minutos com 2 minutos de intervalo, onde eram realizados os maiores números possíveis de repetições. A sessão que apresentou menor concentração de lactato sanguíneo foi a de trinta segundos de atividade por um minuto de pausa ( $5,78 \pm 1,27 \text{ mmol.L}^{-1}$ ), e a que apresentou maior concentração de lactato sanguíneo foi a de um minuto de atividade por um minuto de pausa ( $11,6 \pm 2,6 \text{ mmol.L}^{-1}$ ), semelhante à concentração de lactato sanguíneo encontrado em treinamento de luta e em lutas de competição (AMORIM, DRIGO *et al.*, 1994). Contudo, nenhuma metodologia de treinamento ou conclusões mais consistentes foi realizada a partir destes dados pelos referidos autores.

#### 1.4 Testes específicos aplicados ao judô

Carvalho (2000) afirma haver poucos testes específicos para a modalidade judô, e esses carecem de maior divulgação, e os testes encontrados na literatura precisam estabelecer os critérios de cientificidade (validade, fidedignidade e objetividade) para que possam ser

utilizados com segurança. Além disto, os testes deveriam ser utilizados não apenas para informar um número relacionado a uma dada capacidade física, mas também ser sensível ao nível de aptidão física e de desempenho do atleta, além de fornecer informações para a prescrição adequada da intensidade de treinamento.

Dentre estes há um teste utilizando aparelho semelhante a um sistema de cabos, roldanas e sensores, chamado pelos autores de roda de inércia, mensurando a força muscular, velocidade de movimento, potência e gasto energético durante a execução de projeções de judô (HAGA, UEYA *et al.*, 1984). Este sistema parece ser de grande utilidade para a prescrição do treinamento de força e potência para judocas, sendo semelhante ao proposto por outro estudo (BLAIS, TRILLES *et al.*, 2007). Através deste mesmo sistema foi demonstrado que o treinamento específico de força através da aplicação das técnicas *morote seoi nague* e *osoto gari* levou a melhoras de força específica e também da qualidade técnica dos judocas (BLAIS e TRILLES, 2006).

Outro teste proposto por STERKOWICZ (1995), de caráter intermitente, utilizando a técnica de *ippon-seoi-nague*, o *Special Judô Fitness Test* (STERKOWICZ, 1995). O teste consiste de três períodos de 15, 30 e 30 segundos respectivamente, com projeções através do golpe *ippon-seoi-nague*, com 10 segundos de intervalo entre as séries. A distância entre os dois judocas que serão derrubados deve ser de 6 metros, e o executante deverá posicionar-se à meia distância entre os dois no início de cada série a ser realizada. Os três judocas devem corresponder à mesma categoria de peso. Conta-se o número de projeções feitas em cada série. Imediatamente ao final do teste (3ª série) e um minuto após é verificada a frequência cardíaca do atleta. A capacidade de realizar grande número de projeções num curto período de tempo está relacionada à solicitação do metabolismo anaeróbio. Em contrapartida, a

freqüência cardíaca de recuperação está relacionada ao metabolismo aeróbio. O total de arremessos realizados é somado e o índice é calculado pela seguinte fórmula:

$$\text{Índice} = \frac{\text{FC final (bpm)} + \text{FC 1 minuto após (bpm)}}{\text{Número total de arremessos}}$$

Quanto menor o índice, melhor o resultado.

Os principais problemas para esse teste são: (1) o número de arremessos não pode ser fracionado, não distinguindo um atleta que terminou o teste logo após a execução de um arremesso e outro que terminou o teste quando iniciava uma projeção; (2) a freqüência cardíaca sofre influência do clima e de outros fatores como estresse e *overtraining*, demonstrando que as condições em que o teste é executado devem ser bem controladas; (3) apesar de utilizar uma técnica específica do judô, o deslocamento em forma de corrida não é característico do judô; (4) o teste utiliza apenas um golpe, enquanto na luta o atleta executa vários (FRANCHINI, 2001). Ainda, não se têm divulgado os critérios de cientificidade deste teste, e não há indicação de como estas variáveis podem ser utilizadas para o controle e intensidade de treinamento.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

O objetivo deste trabalho é propor um teste específico para a modalidade esportiva judô capaz de determinar o limiar ventilatório e o limiar de compensação respiratória de forma específica baseado no *uchi-komi* (treinamento de entrada de golpes) utilizando o golpe *ippon-seoi-nague*.

### 2.2 Objetivos específicos

Realizar a validação concorrente do limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória para o judô através da correlação com o limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória obtido após corrida na esteira rolante (*Gold Standard* ou padrão de referência);

Comparar o percentual da carga pico em que se encontra o limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória no teste específico com os valores do teste convencional;

Determinar se há ou não ocorrência da estabilização da concentração de lactato em esforço do tipo retangular, em intensidades sub, supra e na intensidade do limiar de compensação respiratória para o judô.

### 3. JUSTIFICATIVA

O judô carece de mais publicações científicas a seu respeito, essa é uma das justificativas desse trabalho, onde se pretende contribuir, através do conhecimento da fisiologia do exercício com esta modalidade esportiva.

Poucos testes motores específicos de judô foram propostos, então aqui é proposta uma adaptação de um teste geral para as características específicas de movimento do judô, fazendo uma análise das trocas gasosas e metabólica do judoca, para sua adequação ao treinamento.

Esta tentativa vem de encontro ao princípio da especificidade, adequando o treinamento do gesto esportivo ao do metabolismo energético da modalidade em questão.

*“O princípio da especificidade é aquele que impõe, como ponto essencial, que o treinamento deve ser montado sobre os requisitos da performance desportiva em termos de qualidade física interveniente, sistema energético preponderante, segmento corporal e coordenações psicomotoras utilizados” (DANTAS, 1995).*

A análise da ventilação e das trocas gasosas em situação específica das modalidades tem sido sugerida como um meio de obter informações sobre a demarcação dos domínios de intensidade, possibilitando conhecimento para melhor adequação da prescrição do treinamento físico (JACOBS, 1986).

Tem sido sugerido em pesquisa prévia que bons níveis de aptidão aeróbia são importantes para que o sujeito se recupere mais rapidamente entre esforços de alta intensidade bem como entre sessões de treinamento (CAVAZANI, 1991). Uma menor produção de lactato durante a luta é relacionada com melhor desempenho esportivo (CAVAZANI, 1991). Esta menor concentração de lactato pode ser devido à melhor aptidão aeróbia dos judocas, que produziram menos lactato durante a luta e/ou removeriam mais rapidamente o lactato sanguíneo e os íons hidrogênio. Adicionalmente, a boa aptidão aeróbia promove uma ressíntese mais rápida da creatina fosfato (SAHLIN, HARRIS *et al.*, 1979; RICO-SANZ e MENDEZ MARCO, 2000; TOMLIN e WENGER, 2001; BILLAT, 2002), o que ajudaria a manter o desempenho atlético por períodos mais longos e recuperação mais rápida da potência muscular.

A escolha da técnica *ippon-seoi-nague* se deve ao fato de este golpe ser um dos mais utilizados por atletas de todas as categorias de peso e nível de desempenho, bem como por homens e mulheres (STERKOWICZ, 1999).

Esse teste incremental adaptado ao judô, através de análise da ventilação e das trocas, gasosas visa preencher essa lacuna na avaliação de judocas para prever o seu desempenho, nível de aptidão física e nortear o treinamento. Portanto é importante determinar a intensidade em que o sujeito irá se exercitar para prever as respostas fisiológicas e bioquímicas agudas e crônicas frente ao exercício físico. Este conhecimento ajudará no processo geral de controle do treinamento.

#### 4 Hipóteses

As hipóteses do presente estudo são:

O limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória para ao Judô não alcançará o nível mínimo de correlação com o limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória para corrida;

Os valores percentuais do limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória com relação à carga pico não serão estatisticamente diferentes quando comparados ao teste convencional;

É possível determinar a máxima fase estável de lactato através de entrada de golpes no judô, e esta não será significativamente diferente quando comparada à intensidade do limiar de compensação respiratória determinada através do *uchi-komi*;



**MANUSCRITO I**

**PROPOSTA DE TESTE INCREMENTAL ESPECÍFICO PARA DETERMINAÇÃO  
DO LIMIAR VENTILATÓRIO E LIMIAR DE COMPENSAÇÃO RESPIRATÓRIA  
EM JUDOCAS**

## Resumo

O objetivo do presente estudo foi propor um teste incremental específico para judô (TIEJ) para a determinação do limiar ventilatório (LV) e limiar de compensação respiratória (LCR) e comparar com o padrão ouro, a máxima fase estável do lactato sanguíneo (MFEL). Oito judocas do sexo masculino ( $24,3 \pm 7,9$  anos;  $169,3 \pm 6,7$ -cm de estatura;  $66,4 \pm 13,7$ -kg de massa corporal) realizaram um teste incremental em equipamento de musculação (crossover) para determinar o LV e LCR, aplicando o golpe ippon-seoi-nague. Posteriormente foi realizado entre 2 - 4 testes de carga constante, com duração máxima de 30 minutos, também aplicando o golpe ippon-seoi-nague, para determinação da MFEL. A intensidade associada ao LV ( $7,1 \pm 1,9$ -kg) foi estatisticamente diferente do LCR ( $10,3 \pm 2,1$ -kg;  $P=0,0001$ ) e da MFEL ( $10 \pm 2,3$ -kg;  $P=0,003$ ), porém não foi observada diferença significativa entre LCR e MFEL ( $P=1$ ). Foi observada boa correlação (produto momento de Pearson) entre MFEL e LV ( $r=0,86$ ;  $R^2=0,74$ ;  $P=0,006$ ) e com LCR ( $r=0,90$ ;  $R^2=0,80$ ;  $P=0,002$ ). Elevada concordância foi observada entre LCR e MFEL (análise de Bland e Altman), porém não entre MFEL e LV. Conclui-se que o TIEJ é um método válido para prever a intensidade da MFEL quando determinado o LCR e ambos apresentam elevada concordância.

Palavras-chaves: teste específico, ergômetros, limiar anaeróbio, judô.

## Introdução

Atualmente muitas pesquisas em ciência dos esportes objetivam validar testes de avaliação da capacidade física que sejam específicas para a realidade dos esportes (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004; GIRARD, CHEVALIER *et al.*, 2006; BLAIS, TRILLES *et al.*, 2007; MICKLEWRIGHT e PAPAPDOPOULOU, 2008; ZAGATTO, BECK *et al.*, 2009), proporcionando desta forma um efetivo estímulo e monitoramento do treinamento (BISHOP, 2004). Nesta perspectiva há poucos testes específicos para a modalidade judô (CARVALHO, 2000).

O fato de o judô ser uma modalidade complexa (variados movimentos e interações metabólicas) dificulta a avaliação específica da capacidade aeróbia, e os testes em esteira ou cicloergômetro não refletem a solicitação muscular específica e padrões de movimento do esporte. A avaliação e treinamento específicos da capacidade de endurance poderiam favorecer o desempenho no judô (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996) assim como já é demonstrado para o treinamento de força (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004; BLAIS e TRILLES, 2006). Esta suposição é fortalecida pelos relatos de que atividades que tem duração superior a 3 minutos são fortemente influenciadas pelo metabolismo aeróbio (GREEN, 1995; SPENCER e GASTIN, 2001). Adicionalmente, os testes clássicos de laboratório realizados em esteira rolante ou cicloergômetro para a determinação do limiar ventilatório (LV), limiar de compensação respiratória (LCR) e consumo máximo de oxigênio (VO<sub>2</sub>max) parece não serem capazes de discriminar os atletas de alto nível dos medianos para a modalidade judô (TAYLOR e BRASSARD, 1981).

Neste contexto, têm sido propostos testes específicos para determinar a endurance em atletas de judô por meio da metodologia baseada no lactato mínimo (AZEVEDO, DRIGO *et*

*al.*, 2004; AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). Segundo Tegtbur *et al.* (TEGTBUR, BUSSE *et al.*, 1993), a intensidade associada ao lactato mínimo é representativa da máxima fase estável do lactato sanguíneo. Contudo, esta metodologia aplicada em testes específicos para o judô ainda não foi validada, e parece carecer de maiores ajustes como controle da intensidade de aplicação do golpe. O índice fisiológico representado pela máxima fase estável de lactato (MFEL) corresponde a mais alta intensidade de esforço que pode ser mantida por longo período sem um contínuo acúmulo do lactato sanguíneo (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000), sendo considerada padrão ouro para avaliação da capacidade aeróbia (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000). É considerado um indicador individualizado de intensidade de esforço (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000).

Desse modo o objetivo do presente estudo foi o de propor um teste incremental específico para o judô incluindo alguns elementos específicos da modalidade, determinando o LV e LCR, e comparar estes limiares com a máxima fase estável de lactato (MFEL). Nossa hipótese é a de que: (a) não haverá diferença significativa entre a intensidade associada ao LCR e a MFEL; (b) haverá elevada concordância entre os métodos para o teste de judô; (c) o LV ficará em intensidade significativamente menor do que a da MFEL. Estas hipóteses foram formuladas baseadas no estudo de Dekerle *et al.* (DEKERLE, BARON *et al.*, 2003) que demonstraram que a MFEL fica mais próxima do LCR do que do LV, apesar de ambos não representarem o mesmo fenômeno da MFEL; pelo fato dos estágios do protocolo aqui utilizado ser mais longo, o que pode induzir o LCR a ser encontrado em menores intensidades (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973); e ainda, sujeitos que treinam de maneira intervalada estão mais sujeitos a terem os limiares ventilatórios deslocados para a direita

quando comparados aos limiares determinados pelo lactato sanguíneo (POOLE e GAESSER, 1985).

## Métodos

### Sujeitos

Oito judocas bem treinados do sexo masculino (média±DP) idade 24,3±7,9 anos; estatura de 169,3±6,7 cm; massa corporal 66,4±13,7 kg) participaram voluntariamente deste estudo. Todos os judocas estavam no período competitivo de treinamento, e eram de diferentes categorias de peso. Quatro judocas são competidores de nível nacional, e os outros de nível estadual. O tempo médio gasto com treinamento foi de 10,5±0,4 horas semanais. Todos os participantes desta investigação foram informados textualmente e verbalmente dos possíveis riscos e benefícios intrínsecos aos testes realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, Brasil (257/2006).

### Protocolo do Estudo

Todos os sujeitos realizaram um teste incremental específico de entrada de golpes (*uchi-komi*), aplicando o golpe *ippon-seoi-nague*, utilizando equipamento de musculação com sistema de cabos, roldanas e placas de pesos com deslocamento vertical (*crossover*) da marca Righetto® (modelo ProR), com adaptação de mangas do quimono (judogui) no sistema de cabos do equipamento para simular o ato da pegada no judô. O teste era finalizado quando houvesse a exaustão do sujeito; quando não mantivesse o ritmo por três golpes consecutivos; ou ainda pela perda de padrão de movimento, verificada por um técnico

especialista em judô. Posteriormente foi realizado de 2 a 5 testes de carga constante em intensidades próximas ao LCR para determinação da MFEL neste mesmo equipamento. Os testes foram realizados na mesma hora do dia, com variação de  $2\pm 2$  horas.

Antes de cada teste os sujeitos realizaram aquecimento composto de movimentações específicas do judô durante 5 minutos. Para minimizar o efeito de aprendizagem, os judocas realizaram durante 4 dias uma sessão de 5 minutos de entrada de golpes no equipamento crossover (PAPOTI, VITÓRIO *et al.*, 2009). O ritmo de entrada de golpes foi controlado através de sinais sonoros advindos de metrônomo (*D'Accord Metronome*). A altura da polia do equipamento crossover foi ajustada para que ficasse na altura do ombro do sujeito durante o teste. A amplitude do movimento foi individualizada através da medida do deslocamento da placa de peso durante a execução do golpe. Durante a fase de familiarização com o teste foi anotada e estabelecida a amplitude do movimento individualmente. Através de um sistema *reed-switch* (chave magnética) e programa desenvolvido em linguagem HTML eram fornecidos estímulos visuais aos sujeitos (cor vermelha acesa quando a placa de peso chegasse ao limite superior e azul no limite inferior) para controle da amplitude de movimento individualizada.

## Procedimentos Experimentais

### Limiar Ventilatório e Limiar de Compensação Respiratória no Judô

O teste incremental específico para judô (TIEJ) foi desenvolvido de maneira que fosse realizada entrada de golpes (*uchi-komi*) aplicando o golpe *ippon-seoi-nague* em equipamento de musculação (*crossover*), com adaptação de mangas do quimono (judogui) no sistema de cabos do equipamento. A carga inicial foi de 1.9-kg e aumento na carga de 1.2-kg a cada 3

minutos (BENTLEY, NEWELL *et al.*, 2007). A frequência de entrada de golpes foi de uma entrada a cada três segundos (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). O teste foi finalizado quando houve exaustão voluntária dos sujeitos, quando não conseguisse manter a frequência pré-determinada durante 3 entradas consecutivas, ou ainda quando ocorresse mudança no padrão técnico de execução do golpe. A mudança do padrão técnico do golpe era verificada por um técnico de judô. Ao final de cada estágio era feita pausa de 30-s para reajuste da carga. O teste incremental durou entre 30 e 40 minutos.

Medidas do  $VO_2$ ,  $VCO_2$  e ventilação foram realizadas em todos os testes utilizando um analisador metabólico de gases com sistema de telemetria (K4 b<sup>2</sup>, Cosmed, Roma, Itália). O analisador foi previamente validado nas mais variadas intensidades de exercício físico (MCLAUGHLIN, KING *et al.*, 2001). Os gases expirados foram medidos respiração-a-respiração (*breath-by-breath*) e os resultados foram alisados com médias de 15 segundos. Antes de cada teste o sistema para análise de  $O_2$  foi calibrado com ar ambiente e com concentração conhecida de  $O_2$  e  $CO_2$  de acordo com as instruções do fabricante (K4 b<sup>2</sup> manual de instrução). A medida do fluxo da turbina do K4 b<sup>2</sup> foi calibrada utilizando uma seringa de 3-litros.

O LV foi determinado por meio de três parâmetros ventilatórios: (1) primeira perda na linearidade da ventilação; (2) aumento da curva representativa do equivalente ventilatório de oxigênio ( $VE/VO_2$ ), sem concomitante aumento do equivalente ventilatório de  $CO_2$ ; (3) aumento da fração expirada de oxigênio ( $\%FeO_2$ ) (BHAMBHANI e SINGH, 1985). O LCR foi determinado por meio de três parâmetros ventilatórios: (1) segunda perda na linearidade da ventilação; (2) aumento da curva representativa do equivalente ventilatório de  $CO_2$  ( $VE/VCO_2$ ); (3) diminuição da fração expirada de  $CO_2$  ( $\%FeCO_2$ ) (BHAMBHANI e SINGH,



1985). Um mínimo de dois cientistas experientes avaliou cada gráfico, e no caso de discrepância entre os valores determinados para o LV e LCR a média dos dados foi utilizada.

#### Máxima Fase Estável de Lactato

Foi realizado teste de carga constante, com 30 minutos de duração (BENEKE, 2003). Era dado intervalo mínimo de 2 dias e máximo de 4 dias após o TIEJ, e entre os testes de determinação da MFEL. Este teste foi realizado na intensidade de 1,2-kg abaixo da intensidade do LCR, na intensidade correspondente ao LCR, e 1,2-kg acima da intensidade do LCR. Foi considerada a MFEL a maior intensidade na qual a concentração de lactato sanguíneo não aumentou mais de  $1\text{-mmol.L}^{-1}$  entre o 10<sup>o</sup> e 30<sup>o</sup> minuto (BENEKE, 2003).

#### COLETA E ANÁLISE SANGUÍNEA

As coletas das amostras sanguíneas foram realizadas por punção com lanceta descartável, no lobo da orelha, que sofria assepsia local prévia com álcool, usando-se luvas descartáveis. Foram utilizados capilares heparinizados, calibrados para conter  $25\mu\text{-L}$  de sangue arterializado, que foram acondicionados em tubos Eppendorf contendo  $50\mu\text{-L}$  de fluoreto de sódio a 1%. Para cada amostra coletada foi feita uma limpeza no local a fim de se evitar contaminação pelo suor, ou outro material que inutilizasse as amostras sanguíneas. Todas as amostras foram armazenadas em freezer para conservação adequada e posterior análise. As concentrações de lactato sanguíneo foram mensuradas por um analisador de lactato eletro-enzimático modelo YSI 1500 Sports – Yellow Springs Instruments – Ohio – USA. Os valores da lactatemia foram expressos em  $\text{mmol.L}^{-1}$ .

## Análise Estatística

Primeiramente foi realizada uma análise descritiva dos dados (média  $\pm$  DP). Para verificar possíveis diferenças na intensidade associada ao LV, LCR e MFEL foi usado o teste de análise de variância para medidas repetidas (ANOVA). Foi aplicado o teste de esfericidade de Mauchly W. Quando o teste F foi significativo, complementou-se a análise por meio do teste de comparações múltiplas de Bonferroni. As relações entre LV, LCR e MFEL foram determinadas através do coeficiente de correlação de Pearson. Foi aceito nível de significância de  $P < 0.05$ . Adicionalmente foi calculado o erro e limites de concordância entre os métodos (BLAND e ALTMAN, 1986) considerando a MFEL como o padrão ouro. Para a análise dos dados foi usado o programa *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versão 13.0 para Windows.

## Resultados

Foi possível determinar o LV, LCR e MFEL para todos os sujeitos. A carga pico ao final do teste incremental foi de  $12,5 \pm 2,5$ -kg, tendo valor mínimo de 7,6-kg e máximo de 17-kg. A intensidade associada ao LV ( $7,1 \pm 1,9$ -kg) foi estatisticamente diferente quando comparado ao LCR ( $10,3 \pm 2,1$ -kg;  $P=0,0001$ ) e MFEL ( $10 \pm 2,3$ -kg;  $P=0,003$ ). Porém, não foi observada diferença estatística significativa entre LCR e MFEL ( $P=1$ ). As intensidades associadas ao LV, LCR e MFEL ocorreram respectivamente em  $56,3 \pm 5,7$ ,  $82,6 \pm 2,8$  e  $79,9 \pm 8,5$  % da carga pico.

Uma das limitações durante as lutas é a fadiga da musculatura da mão e antebraço. Esta musculatura foi o fator limitante em todos os testes realizados, segundo relato dos voluntários desta pesquisa.

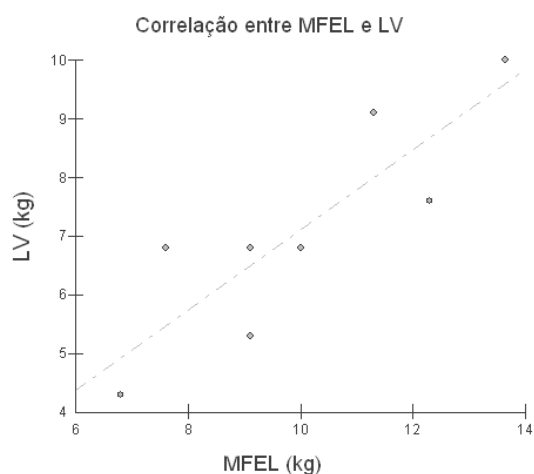
Tabela 1: Carga na intensidade do LV, LCR e MFEL para todos os sujeitos (n = 8)

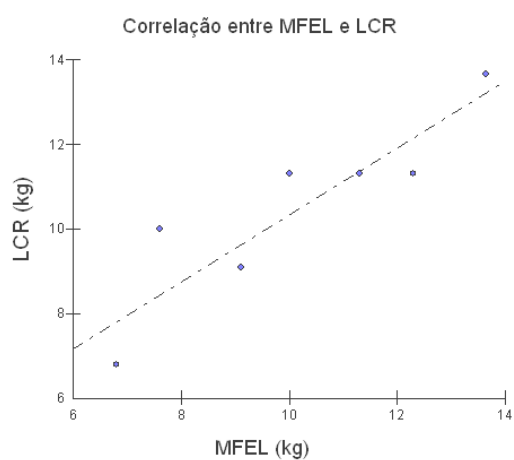
Sujeitos	LV (kg)	LCR (kg)	MFEL (kg)	[Lactato] na MFEL mmol.L <sup>-1</sup>	Carga Pico (kg)
1	7,6	11,3	12,3	2,2	13,6
2	4,3	6,8	6,8	4,2	7,6
3	6,8	10	7,6	2,2	12,3
4	9,1	11,3	11,3	4,3	13,6
5	5,3	9,1	9,1	2	11,3
6	6,8	11,3	10	3,1	13,6
7	6,8	9,1	9,1	3,4	11,3
8	10	13,65	13,65	3,8	17
Média	7,09	10,32	9,98	3,1	12,5
DP	1,73	1,92	2,18	0,9	2,5

LV: limiar ventilatório; LCR: limiar de compensação respiratória; MFEL: máxima fase estável do lactato sanguíneo; [Lactato]: concentração de lactato.

Foi observada boa correlação da MFEL com o LV ( $r=0,86$ ;  $R^2=0,74$ ;  $P=0,006$ ) e LCR ( $r=0,90$ ;  $R^2=0,80$ ;  $P=0,002$ ).

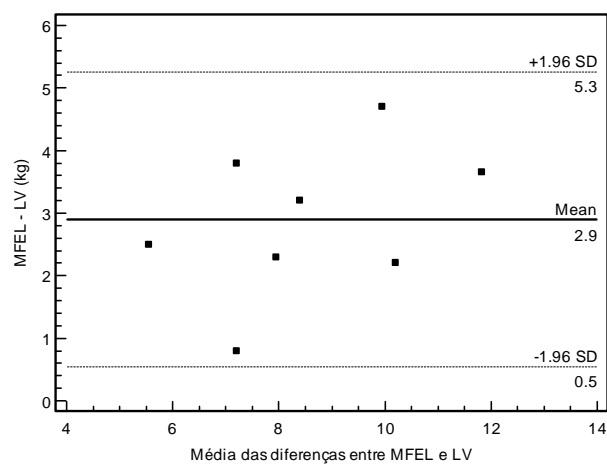
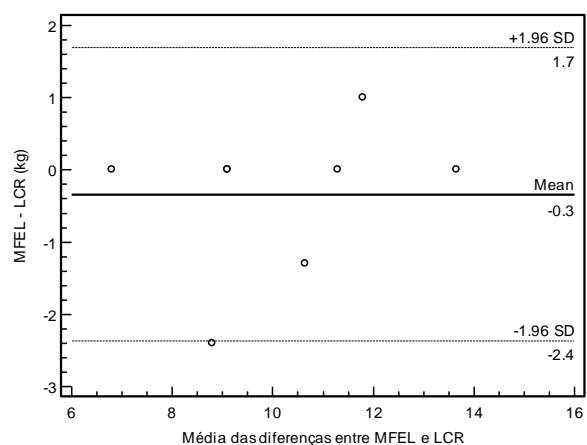
Figura 1A e B: Correlação entre a máxima fase estável de lactato com o limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória.





Adicionalmente à boa correlação, elevada concordância foi observada entre LCR e MFEL (Fig. 2) baseado no baixo erro e limite de concordância relativamente próximo [Erro ( $\pm 95\%$  de intervalo de confiança)] para a MFEL e LCR [-0,3 (1,04) kg], porém fraca concordância entre MFEL e LV (Fig. 1) baseado no elevado erro [2,9 (1,2) kg] (BLAND e ALTMAN, 1986).

Figura 2A e B: Plotagem de Bland-Altman demonstrando o erro e limites de concordância da máxima fase estável de lactato com o limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória. A linha sólida horizontal representa o erro entre as medidas. A linha horizontal pontilhada representa 95% do limite de concordância entre as variáveis.



## Discussão

Os principais achados do estudo foram que foi possível determinar a LV (figura 3), LCR (figura 4) e MFEL (figura5) em todos os sujeitos. Uma abordagem estatística convencional demonstrou que a MFEL não diferiu do LCR, porém foi significativamente superior ao LV. Estes dados sugerem que é possível determinar os diferentes domínios de intensidade de maneira específica para o judô através de metodologia não-invasiva. O LCR e MFEL são equivalentes, dado este fortalecido pela elevada correlação e concordância observada entre os métodos. A elevada variação na carga pico é explicada pelo fato do judô ser dividido em categoria de pesos, e judocas mais pesados exibem maior força muscular quando comparado aos mais leves. No presente estudo os judocas eram de diferentes categorias de peso.

Figura 3: Exemplo de determinação do limiar ventilatório para um sujeito em testes incremental específico para o judô.

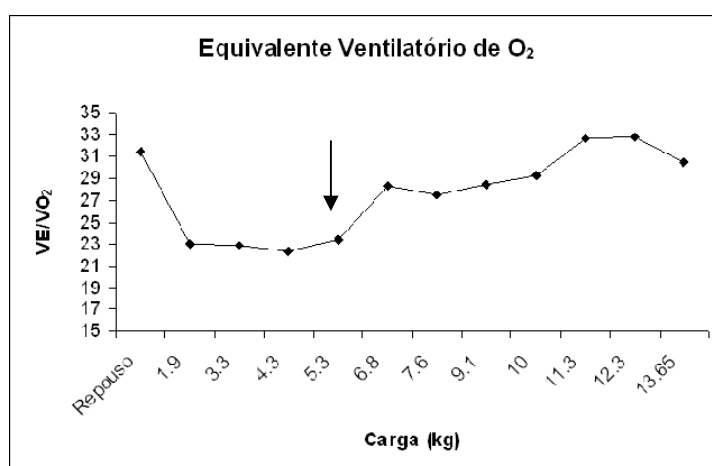


Figura 4: Exemplo de determinação do limiar de compensação respiratória para um sujeito em teste incremental específico para o judô.

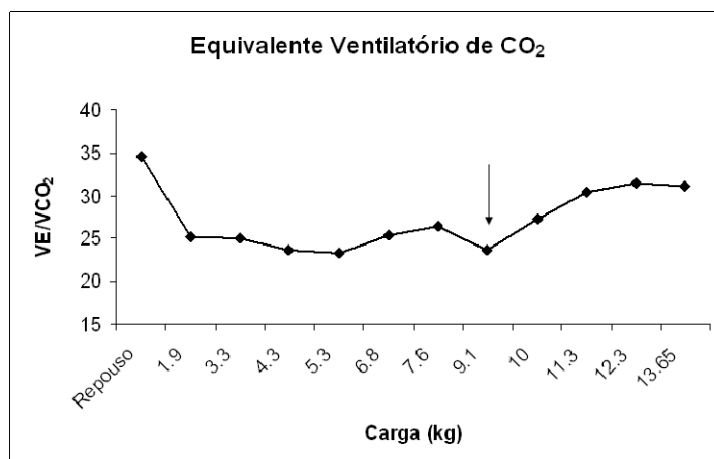
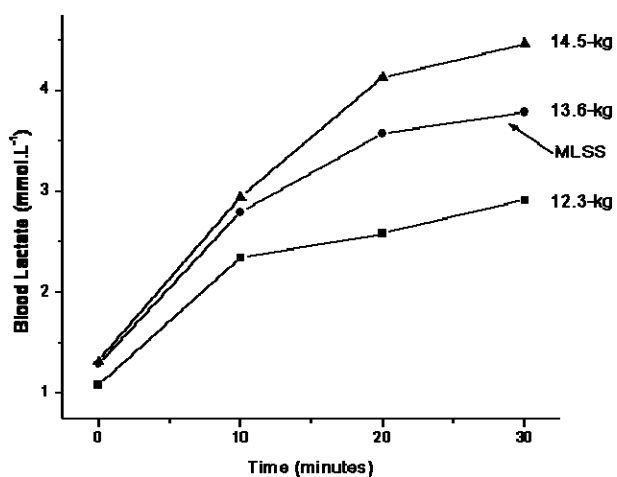


Figura 5: Exemplo de determinação da máxima fase estável de lactato para um sujeito em teste específico de carga constante para o judô.



É evidente a necessidade da determinação dos domínios de intensidade para a prescrição adequada do treinamento aeróbio na modalidade judô e o desenvolvimento desta capacidade, pois durante a luta de judô o consumo de oxigênio fica entre 55% e 60% do  $VO_2\text{max}$ , e a frequência cardíaca chega a 80-90% da máxima (THOMAS, COX *et al.*, 1989). Há a recomendação para que os exercícios físicos durante treinamento de judô utilizem conjuntamente membros inferiores e superiores, com duração de 30 minutos e na intensidade associada ao limiar de lactato para melhora da capacidade aeróbia (TUMILTY, HAHN *et al.*, 1986; THOMAS, COX *et al.*, 1989). Portanto, a determinação dos domínios de intensidade de maneira específica para o judô pode contribuir para que a cadeia cinética de movimento seja mais próxima da realidade do esporte. Esta maior especificidade da avaliação e treinamento poderia induzir a melhores transferências de desempenho e adaptação do judoca em sustentar esforços pesados de exercício sem entrar em exaustão (TUMILTY, HAHN *et al.*, 1986; THOMAS, COX *et al.*, 1989), gerando menores concentrações de lactato e mais rápida ressíntese de creatina fosfato (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996). Tem sido sugerido ainda que uma melhor aptidão aeróbia, ou anaeróbia, pode influenciar na estratégia de combate (THOMAS, COX *et al.*, 1989). Atletas com elevada capacidade anaeróbia lutariam mais ofensivamente, enquanto aqueles com elevada capacidade aeróbia adotariam um estilo mais defensivo (THOMAS, COX *et al.*, 1989).

Os testes clássicos de laboratório realizados em esteira rolante ou cicloergômetro para a determinação de parâmetros submáximos (LV e LCR) e máximo ( $VO_2\text{max}$ ) parece não serem capazes de discriminar os atletas de alto nível dos medianos (TAYLOR e BRASSARD, 1981). Na tentativa de completar esta lacuna o teste aqui proposto abre uma boa perspectiva de avaliação específica da aptidão aeróbia do atleta de judô. Este teste servirá como



parâmetro de intensidade de esforço para o treinamento e evolução frente ao treinamento. Espera-se que esta metodologia seja sensível para discriminar os atletas de alto nível daqueles medianos na modalidade judô, tanto em termos de desempenho atlético como de aptidão aeróbia.

Os valores percentuais do LV, LCR e MFEL com relação à carga pico foram semelhantes ao reportado na literatura para testes em esteira rolante e cicloergômetro (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000; HARNISH, SWENSEN *et al.*, 2001; DEKERLE, BARON *et al.*, 2003). Contrastando com o estudo de Dekerle *et al.* (DEKERLE, BARON *et al.*, 2003), no presente estudo não houve diferença estatística significativa entre MFEL e LCR. Foi observada boa correlação e concordância entre a MFEL e o LCR, concordando nesta análise com os dados de Dekerle *et al.* (DEKERLE, BARON *et al.*, 2003). A diferença encontrada entre os estudos talvez seja explicada pelo gesto motor empregado nos dois trabalhos. Adicionalmente, as diferenças nos tempos de estágio dos protocolos utilizado nos dois estudos podem ter contribuído para a diferença observada. Já foi demonstrado em outro estudo (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973) que o tempo de estágio pode influenciar na magnitude do aumento da concentração do lactato sanguíneo durante o teste. Estágios mais longos levam a maior concentração de lactato ao final de cada estágio e contribuem para a ocorrência do LCR em menores intensidades (SIMON, YOUNG *et al.*, 1983). Com relação ao LV os valores são similares, apesar da correlação aqui encontrada ser maior, sendo o mesmo observado para o LCR.

A média das diferenças entre os métodos nas cargas do LV e LCR com a MFEL podem ser observadas nas figuras 2A e B, respectivamente. De acordo com nossos resultados isto indica que o LV subestima a intensidade da MFEL. Esta primeira perda na linearidade da

ventilação pode ser parcialmente explicada pelo primeiro aumento da concentração do lactato sanguíneo e conseqüente aumento também da concentração de íons hidrogênio. Este aumento do lactato ocorre quando o  $\text{NADH}+\text{H}^+$  do citosol não pode ser reoxidado em uma taxa suficientemente rápida através da lançadeira de hidrogênio da membrana mitocondrial, induzindo a um aumento relativo da razão lactato-piruvato (CARTER, JONES *et al.*, 2000) e perda na linearidade da ventilação. Por outro lado, quatro sujeitos tiveram a mesma intensidade para o LCR e MFEL e baixo erro de estimativa, indicando que para o protocolo empregado no presente estudo tais parâmetros são similares. O fato de o judô ser um esporte de característica intermitente e sofrer forte influência do metabolismo anaeróbio pode ter deslocado a MFEL para intensidades mais próximas do LCR, devido à necessidade constante da compensação respiratória para corrigir a acidose metabólica, como visto para atletas de outras modalidades predominantemente anaeróbias (GREEN, CREWS *et al.*, 2003). Ainda, nesta intensidade é observado um segundo aumento da concentração de lactato, pois a taxa de fluxo glicolítico e conseqüente formação de piruvato é maior do que a capacidade do ciclo do ácido tricarboxílico para aceitar este piruvato, levando ao aumento da concentração de lactato por lei de ação das massas (WASSERMAN, BEAVER *et al.*, 1985; CARTER, JONES *et al.*, 2000). Geralmente estas observações não são possíveis quando os dados são expressos apenas através da média e desvio padrão, levando a erros de interpretação (BISHOP, 2004).

O LV representa a intensidade mínima de esforço para melhora da capacidade aeróbia (BISHOP, 2004; AMANN, SUBUDHI *et al.*, 2006; STRIEGEL, SIMON *et al.*, 2008), denotando o limite superior do domínio moderado (XU e RHODES, 1999). Especificamente para o judô, apenas um trabalho objetivou determinar a intensidade associada à MFEL,

através do conceito de lactato mínimo (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007) visto que este método tem mostrado ser boa ferramenta na predição da intensidade referente à MFEL (JONES e DOUST, 1998). A MFEL e o LCR representam o limite superior para o domínio pesado, compreendido entre o LV e LCR ou MFEL (XU e RHODES, 1999), sendo a máxima intensidade de esforço em que o aparecimento do lactato no sangue está em equilíbrio dinâmico com a sua remoção (BENEKE, HUTLER *et al.*, 2000; BENEKE, 2003). Tem sido sugerido que o treinamento na intensidade da MFEL é a mais adequada para melhoras na intensidade associada ao LV, MFEL e nos valores de VO<sub>2</sub>max (PHILP, MACDONALD *et al.*, 2008).

O desenvolvimento de um protocolo de avaliação específico para o judô é complexo, pois muitas variáveis são necessárias para um bom desempenho durante a luta (BLAIS e TRILLES, 2006). Nesse estudo, utilizamos apenas o golpe ippon-seoi-nague, mas é preciso se atentar ao fato de que nesse esporte também existem outros tipos de golpes (i.e. *uchi-mata*, *o-soto-gari*, dentre outros) que são muito utilizados e importantes para o rendimento esportivo, mas de difícil inclusão em um procedimento de avaliação. Uma das limitações durante as lutas é a fadiga da musculatura da mão e antebraço. Esta musculatura foi o fator limitante em todos os testes realizados, segundo relato dos voluntários desta pesquisa. Portanto, houve boa simulação durante a execução do teste quanto a um dos fatores limitantes que ocorre durante uma luta real. Melhorar a endurance muscular local de maneira específica poderá contribuir para um desempenho otimizado, tanto físico como técnico, e o teste aqui proposto pode auxiliar no ajuste da intensidade e volume de treinamento nesta modalidade específica.

## CONCLUSÃO

Concluimos que o teste incremental específico para o judô foi sensível para demarcar os diferentes domínios de intensidade de maneira específica no judô. A MFEL foi associada com o LCR. Nossos resultados sugerem que a MFEL pode ser um importante método de avaliação e na prescrição da intensidade de treinamento aeróbio específico para o judô.

## APLICAÇÃO PRÁTICA

A determinação dos domínios de intensidade de maneira específica no judô poderá contribuir para a prescrição do treinamento aeróbio específico, levando a melhor transferência para a situação de luta. Uma possível limitação é o fato de o judoca treinar apenas um golpe, sendo que durante as lutas são realizados muitas outras técnicas tanto de ataque como de defesa. Portanto, se faz necessário avaliar a aplicabilidade deste protocolo de avaliação também em outras técnicas específicas para o judô, inclusive para as técnicas de preferência do judoca.

## Referências

- AMANN, M.; SUBUDHI, A. W.; FOSTER, C. Predictive validity of ventilatory and lactate thresholds for cycling time trial performance. **Scand J Med Sci Sports**, v. 16, n. 1, p. 27-34, 2006.
- AZEVEDO, P. H. S. M. et al. Determination of judo endurance performance using the Uchi - Komi technique and an adapted lactate minimum test. **J Sports Sci & Med**, v. 6, n. (CSSI-2), p. 10-14, 2007.
- \_\_\_\_\_. A systematization of the training period of the judo athlete Mario Sabino: a case study on the year 2003. **Rev Bras Cienc Esporte**, v. 26, n. 1, p. 73-86, 2004.
- BENEKE, R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. **Eur J Appl Physiol**, v. 88, n. 4-5, p. 361-9, 2003.
- BENEKE, R.; HUTLER, M.; LEITHAUSER, R. M. Maximal lactate-steady-state independent of performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 6, p. 1135-9, 2000.
- BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. **Sports Med**, v. 37, n. 7, p. 575-86, 2007.
- BHAMBHANI, Y.; SINGH, M. Ventilatory thresholds during a graded exercise test. **Respiration**, v. 47, n. 2, p. 120-8, 1985.
- BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. **Int J Sports Med**, v. 25, n. 1, p. 68-72, 2004.
- BLAIS, L.; TRILLES, F. The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. **J Sports Sci & Med**, v. 5, n. CSSI, p. 132-135, 2006.

BLAIS, L.; TRILLES, F.; LACOUTURE, P. Validation of a specific machine to the strength training of judokas. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 2, p. 409-12, 2007.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. **Lancet**, v. 1, n. 8476, p. 307-10, 1986.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H. Changes in blood lactate and pyruvate concentrations and the lactate-to-pyruvate ratio during the lactate minimum speed test. **J Sports Sci**, v. 18, n. 3, p. 213-25, 2000.

CARVALHO, M. C. G. A. Testes motores específicos para o judô, necessidade frente à uma limitada quantidade. **Kinesis**, v. 23, p. 1-19, 2000.

DEKERLE, J. et al. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 3-4, p. 281-8, 2003.

DRIGO, A. J. et al. Demanda metabólica em lutas de projeção e de solo no judô: estudo pela lactato sanguíneo. **Motriz**, v. 2, n. 2, p. 80-86, 1996.

GIRARD, O. et al. Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. **Br J Sports Med**, v. 40, n. 9, p. 791-6, 2006.

GREEN, J. M. et al. A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. **Eur J Appl Physiol**, v. 90, n. 5-6, p. 608-13, 2003.

GREEN, S. Measurement of anaerobic work capacities in humans. **Sports Med**, v. 19, n. 1, p. 32-42, 1995.

HARNISH, C. R.; SWENSEN, T. C.; PATE, R. R. Methods for estimating the maximal lactate steady state in trained cyclists. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 6, p. 1052-5, 2001.

- JONES, A. M.; DOUST, J. H. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state. **Med Sci Sports Exerc**, v. 30, n. 8, p. 1304-13, 1998.
- MCLAUGHLIN, J. E. et al. Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. **Int J Sports Med**, v. 22, n. 4, p. 280-4, 2001.
- MICKLEWRIGHT, D.; PAPAPDOPOULOU, E. A new squash specific incremental field test. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 9, p. 758-63, 2008.
- PAPOTI, M. et al. Determination of force corresponding to maximal lactate steady state in tethered swimming. **Int J Exerc Sci**, v. 2, n. 4, p. 269-279, 2009.
- PHILP, A. et al. Maximal lactate steady state as a training stimulus. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 6, p. 475-9, 2008.
- POOLE, D. C.; GAESSER, G. A. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. **J Appl Physiol**, v. 58, n. 4, p. 1115-21, 1985.
- SIMON, J. et al. Lactate accumulation relative to the anaerobic and respiratory compensation thresholds. **J Appl Physiol**, v. 54, n. 1, p. 13-7, 1983.
- SPENCER, M. R.; GASTIN, P. B. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 1, p. 157-62, 2001.
- STRIEGEL, H. et al. Determining aerobic endurance in middle distance runners during a 12-month period. **The Open Sports Medicine Journal**, v. 2, p. 1-5, 2008.
- TAYLOR, A. W.; BRASSARD, L. A physiological profile of the Canadian Judo Team. **J Sports Med**, v. 21, p. 160-164, 1981.
- TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K. M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 25, n. 5, p. 620-7, 1993.

THOMAS, S. G. et al. Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. **Can J Sport Sci**, v. 14, n. 3, p. 142-7, 1989.

TUMILTY, D.; HAHN, A.; TELFORD, R. D. A physiological profile of well-trained male judo players, with proposals for training. **Excel**, v. 2, n. 4, p. 12-14, 1986.

WASSERMAN, K. et al. Lactate, pyruvate, and lactate-to-pyruvate ratio during exercise and recovery. **J Appl Physiol**, v. 59, n. 3, p. 935-40, 1985.

\_\_\_\_\_. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**, v. 35, n. 2, p. 236-43, 1973.

XU, F.; RHODES, E. C. Oxygen uptake kinetics during exercise. **Sports Med**, v. 27, n. 5, p. 313-27, 1999.

ZAGATTO, A. M.; BECK, W. R.; GOBATTO, C. A. Validity of the Running Anaerobic Sprint Test for Assessing Anaerobic Power and Predicting Short-Distance Performances. **J Strength Cond Res**, 2009.



**MANUSCRITO II**

**COMPARAÇÃO ENTRE TESTE INCREMENTAL ESPECÍFICO E EM ESTEIRA  
NA DETERMINAÇÃO DO LIMIAR VENTILATÓRIO E LIMIAR DE  
COMPENSAÇÃO RESPIRATÓRIA EM ATLETAS DE JUDÔ**

## RESUMO

O objetivo do presente estudo é o de propor um teste incremental específico para o judô que estime o limiar ventilatório (LV) e o limiar de compensação respiratória (LCR) em atletas de judô. Foi realizada a comparação do teste aplicado em esteira rolante com teste específico para judô (ergômetro específico). Oito judocas do sexo masculino ( $24,3 \pm 7,9$  anos;  $169,3 \pm 6,7$ -cm de estatura;  $66,4 \pm 13,7$ -kg de massa corporal) participaram do presente estudo. Os participantes realizaram um teste incremental em esteira rolante e um teste específico utilizando equipamento de musculação (crossover) para determinação do LV e LCR. Foi realizada comparação do LV e LCR normalizados percentualmente em relação à carga pico, e diferença estatística significativa foi observada apenas para o LV ( $P = 0,0006$ ). Foi observada fraca correlação para o LV ( $r=0,32$ ;  $R^2=0,1$ ;  $P=0,2$ ) e LCR ( $r=-0,31$ ;  $R^2=0,1$ ;  $P=0,12$ ) determinados através de teste específico e teste em esteira. Porém, quando a correlação foi analisada com os dados percentuais do LV em relação à carga pico, pode-se observar boa correlação ( $r=0,76$ ;  $R^2=0,58$ ;  $P=0,027$ ), o mesmo não acontecendo para o LCR. Conclui-se que a medida do LV e LCR sejam realizadas através de protocolo específico no judô.

Palavras-chave: teste específico, ergômetros, limiar anaeróbio, judô.

## Introdução

A avaliação da aptidão aeróbia do atleta de judô é importante como meio diagnóstico, prescrição do treinamento físico e acompanhamento da evolução frente ao treinamento sistematizado, pela possibilidade da luta durar até oito minutos e a necessidade de períodos de recuperação entre esforços, os quais são de grande intensidade e curta duração, bem como a execução de várias lutas ocorrerem em um mesmo dia (TAYLOR e BRASSARD, 1981; CASTARLENAS e SOLÉ, 1997; AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). Segundo Cavazani (CAVAZANI, 1991), atletas com elevada lactatemia ao final de seus combates apresentam maiores chances de derrota. Desta forma uma correta prescrição do treinamento aeróbio pode contribuir para menor produção de lactato e aumento da remoção do lactato sanguíneo (BONEN, TONOUCI *et al.*, 2000), contribuindo para um melhor desempenho esportivo, diminuindo as mudanças do pH intracelular e retardando a fadiga (POOLE e HALESTRAP, 1993).

O limiar ventilatório (LV) e o limiar de compensação respiratória (LCR) são parâmetros submáximos frequentemente utilizados para avaliação da aptidão aeróbia de atletas e portadores de doenças crônicas. A metodologia para determinação destes índices fisiológicos foi inicialmente difundida na década de 60 por meio de análise das respostas ventilatórias e das trocas gasosas ao nível pulmonar, durante teste incremental. É proposto que o primeiro aumento brusco do CO<sub>2</sub> reflete uma suplementação do metabolismo anaeróbio para a ressíntese de ATP, sendo possível determinar o LV (WASSERMAN e MCILROY, 1964). Já o LCR representa a máxima intensidade de esforço na qual o sistema respiratório consegue tamponar a acidose metabólica através da alcalose respiratória (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973). A determinação do primeiro limiar tem sido realizada

em atletas de judô, principalmente através da análise da cinética do lactato sanguíneo frente ao teste incremental (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1994; AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004; AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). Contudo, os testes clássicos realizados em esteira rolante, pista de atletismo ou cicloergômetro para a determinação do limiar anaeróbio e consumo máximo de oxigênio parece não serem sensíveis o suficiente para discriminar os atletas de alto nível dos medianos para a modalidade judô (TAYLOR e BRASSARD, 1981). Além disto, os testes tradicionais não simulam as atividades características do judô, como por exemplo, a entrada de golpes (*uchi-komi*) e a pegada no quimono (*judogui*) do adversário (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007).

A determinação do LV e do LCR em teste específico pode se configurar em uma ferramenta interessante para os profissionais envolvidos com a avaliação e treinamento de atletas de judô. A prescrição do treinamento físico de acordo com a especificidade do esporte, a possibilidade de discriminar os diferentes níveis de desempenho entre os atletas, assim como entre gêneros e diferentes categorias de peso é importante para a evolução do atleta e detecção de talentos.

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi identificar e comparar o LV e LCR de lutadores de judô determinados em teste específico (entrada de golpes em equipamento de musculação do tipo crossover) e em esteira rolante, bem como comparar os valores percentuais destes limiares com relação à carga pico nos diferentes ergômetros. Nossa hipótese é de que não existe relação entre o teste em ergômetro específico e esteira rolante, e que não há diferença estatística significativa quando comparados os limiares em relação ao percentual da carga pico, denotando a necessidade da aplicação de procedimento específico para avaliar os judocas.

## Métodos

### Sujeitos

Oito judocas bem treinados do sexo masculino (média±DP) idade 24,3±7,9 anos; estatura de 169,3±6,7 cm; massa corporal 66,4±13,7 kg) participaram voluntariamente deste estudo. Todos estavam no período competitivo de sua periodização e eram de diferentes categorias de peso. Quatro judocas são competidores de nível nacional, e os outros de nível estadual. O tempo médio gasto com treinamento foi de 10,5±0,4 horas semanais. Todos os participantes desta investigação foram informados textualmente e verbalmente dos possíveis riscos e benefícios intrínsecos aos testes realizados e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. A pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética e pesquisa da Universidade Federal de São Carlos, Brasil (257/2006).

### Protocolo do Estudo

Todos os sujeitos realizaram dois testes incrementais até a exaustão em ordem randomizada: um teste em esteira rolante (não específico) e um teste incremental de entrada de golpes utilizando equipamento de musculação do tipo crossover (específico do esporte). Os testes foram realizados em dias diferentes e na mesma hora do dia, com variação de 2 horas.

### Procedimentos Experimentais

#### Teste em esteira rolante

O teste em esteira rolante até a exaustão (TT) foi realizado em esteira motorizada (Movement LX-150, Brazil). O teste consistiu de um estágio inicial de 3 minutos a 6-km.h<sup>-1</sup>

seguido por aumentos de 1-km.h<sup>-1</sup> a cada três minutos, e 1% de inclinação (JONES e DOUST, 1996). O teste teve duração entre 30 e 40 minutos.

Medidas do VO<sub>2</sub>, VCO<sub>2</sub> e ventilação foram realizadas em todos os testes utilizando um analisador metabólico de gases com sistema de telemetria (K4 b<sup>2</sup>, Cosmed, Roma, Itália). O analisador foi previamente validado nas mais variadas intensidades de exercício físico (MCLAUGHLIN, KING *et al.*, 2001). Os gases expirados foram medidos respiração-a-respiração (*breath-by-breath*) e os resultados foram alisados com médias de 15 segundos. Antes de cada teste o sistema para análise de O<sub>2</sub> foi calibrado com ar ambiente e com concentração conhecida de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> de acordo com as instruções do fabricante (K4 b<sup>2</sup> manual de instrução). A medida do fluxo da turbina do K4 b<sup>2</sup> foi calibrada utilizando uma seringa de 3-litros.

O LV do teste em esteira (LV<sub>est</sub>) foi determinado por meio de três parâmetros ventilatórios: (1) primeira perda na linearidade da ventilação; (2) aumento da curva representativa do equivalente ventilatório de oxigênio (VE/VO<sub>2</sub>), sem concomitante aumento do equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub>; (3) aumento da fração expirada de oxigênio (%FeO<sub>2</sub>) (BHAMBHANI e SINGH, 1985). O LCR do teste em esteira (LCR<sub>est</sub>) foi determinado por meio de três parâmetros ventilatórios: (1) segunda perda na linearidade da ventilação; (2) aumento da curva representativa do equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> (VE/VCO<sub>2</sub>); (3) diminuição da fração expirada de CO<sub>2</sub> (%FeCO<sub>2</sub>) (BHAMBHANI e SINGH, 1985). Um mínimo de dois cientistas experientes avaliou cada gráfico, e no caso de discrepância entre os valores determinados para o LV e LCR a média dos dados foi utilizada.

### Limiar Ventilatório e Limiar de Compensação Respiratória Específico para o Judô

O teste incremental específico para judô (TIEJ) foi desenvolvido de maneira que fosse realizada entrada de golpes (*uchi-komi*) aplicando o golpe *ippon-seoi-nagae* em equipamento de musculação com sistema de cabos, roldanas e placas de pesos com deslocamento vertical (*crossover*) da marca Righetto® (modelo ProR), com adaptação de mangas do quimono (judogui) no sistema de cabos do equipamento para simular o ato da pegada no judô. A carga inicial foi de 1.9-kg e aumento na carga de 1.2-kg a cada 3 minutos (BENTLEY, NEWELL *et al.*, 2007). A frequência de entrada de golpes foi de uma entrada a cada três segundos (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007). O teste foi finalizado quando houve exaustão voluntária dos sujeitos, quando não conseguisse manter a frequência pré-determinada durante 3 entradas consecutivas, ou ainda quando ocorresse mudança no padrão técnico de execução do golpe. Ao final de cada estágio era feita pausa de 30-s para reajuste da carga. Os testes tiveram duração entre 30 e 40 minutos.

Para a medida das trocas gasosas e determinação do limiar ventilatório específico ( $LV_{\text{espec}}$ ) e limiar de compensação respiratória específico ( $LCR_{\text{espec}}$ ) foi seguido os mesmos procedimentos descritos acima para o teste convencional, utilizando o mesmo equipamento de análise metabólica de gases.

### Análise Estatística

Para analisar a validação concorrente do  $LV_{\text{espec}}$  e  $LCR_{\text{espec}}$  para o judô foi inicialmente foi verificada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk. Quando os testes apresentaram normalidade ( $P > 0,05$ ) foi aplicada a correlação de Pearson e teste t para amostras dependentes, para verificar a associação dos dados e possíveis



diferenças, respectivamente. Quando os dados não foram aceitos como paramétricos foi aplicada correlação de Spearman e as possíveis diferenças detectadas pelo teste de Wilcoxon. (THOMAS e NELSON, 2002). Foi aceito como estatisticamente significativo os casos em que o valor de  $P < 0,05$ .

### Resultados

Foi possível determinar o LV e LCR de maneira específica para todos os sujeitos. A carga pico ao final do teste incremental específico foi de  $12,5 \pm 2,5$ -kg, tendo valor mínimo de 7,6-kg e máximo de 17-kg. A intensidade associada ao LV foi de  $7,1 \pm 1,9$ -kg, o LCR de  $10,3 \pm 2,1$ -kg, e na intensidade associada ao  $VO_2\max$  de  $12,5 \pm 2,5$ -kg. Para o teste incremental em esteira as intensidades associadas ao LV, LCR e  $VO_2\max$  foram de  $7,7 \pm 1,2$ -km.h<sup>-1</sup>,  $10,0 \pm 1,2$ -km.h<sup>-1</sup> e  $11,7 \pm 1,0$ -km.h<sup>-1</sup>, respectivamente.

Tabela 1: Intensidade do LV e LCR para todos os sujeitos (n = 8) em ergômetro específico e convencional.

Sujeitos	LV <sub>espec</sub> (kg)	LCR <sub>espec</sub> (kg)	VO <sub>2</sub> max <sub>espec</sub> (kg)	LV <sub>est</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	LCR <sub>est</sub> (km.h <sup>-1</sup> )	VO <sub>2</sub> max <sub>est</sub> (km.h <sup>-1</sup> )
1	7,6	11,3	13,6	8,0	9,0	11,0
2	4,3	6,8	7,6	7,0	10,0	12,0
3	6,8	10,0	12,3	7,0	8,0	10,0
4	9,1	11,3	13,6	10,0	12,0	13,0
5	5,3	9,1	11,3	7,0	10,0	12,0
6	6,8	11,3	13,6	6,0	9,0	11,0
7	6,8	9,1	11,3	8,0	11,0	12,0
8	10,0	13,6	17,0	9,0	11,0	13,0
Média	7,1	10,3	12,5	7,7	10,0	11,7
DP	1,7	1,9	2,5	1,2	1,2	1,0

LV: limiar ventilatório; LCR: limiar de compensação respiratória; VO<sub>2</sub>max: consumo máximo de oxigênio

Tabela 2: Variáveis fisiológicas em lutadores de judô correspondente ao limiar de ventilatório para o teste incremental em esteira rolante e teste específico para o judô (n = 8).

<b>Variável</b>	<b>Teste Específico</b>	<b>Teste em Esteira</b>	<b>P-valor</b>
VO <sub>2</sub> (mL/kg/min)	32,6±5,1	37,9±8,5	0,08
VCO <sub>2</sub> (mL/kg/min)	32,6±6,9	37,8±8,8	0,09
RER	1±0,1	1±0,0	0,4
VE (L/min)	58±8,3	61,2±14,1	0,5
FR (respiração/min)	36,1±3,5	32±6,2	0,04
%VO <sub>2</sub> max	56,3±5,7	65,8±7,4	0,0006

VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de dióxido de carbono; RER: razão das trocas respiratórias; VE: ventilação; FR: frequências respiratória; %VO<sub>2</sub>max: porcentagem do limiar ventilatório em relação ao consumo máximo de oxigênio.

Tabela 3: Variáveis fisiológicas em lutadores de judô correspondente ao limiar de compensação respiratória para o teste incremental em esteira rolante e teste específico para o judô (n = 8).

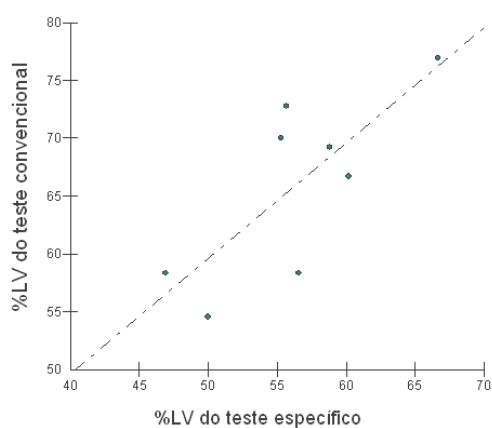
<b>Variável</b>	<b>Teste Específico</b>	<b>Teste em Esteira</b>	<b>P-valor</b>
VO <sub>2</sub> (mL/kg/min)	38,4±4,9	48,6±7,3	0,004
VCO <sub>2</sub> (mL/kg/min)	42,2±7,3	52,1±9,1	0,008
RER	1,1±0,1	1,1±0,1	0,9
VE (L/min)	75,3±13,5	91±19,5	0,07
FR (respiração/min)	43,2±8,4	42,6±11,3	0,9
%VO <sub>2</sub> max	82,6±2,8	84,9±4,3	0,2

VO<sub>2</sub>: consumo de oxigênio; VCO<sub>2</sub>: produção de dióxido de carbono; RER: razão das trocas respiratórias; VE: ventilação; FR: frequências respiratória; %VO<sub>2</sub>max: porcentagem do limiar ventilatório em relação ao consumo máximo de oxigênio.

Para os dados percentuais a comparação do LV entre teste específico e convencional foi feita pelo teste-*t* de *Student* para amostras dependentes, e foi apontada diferença estatística significativa entre os testes ( $P=0,0006$ ). Já os dados referentes ao percentual do

LCR foram comparados pelo teste de Wilcoxon, e não foi observada diferença estatística significativa ( $P=0,2$ )

A correlação produto momento de Pearson demonstrou haver fraca correlação entre LV determinado no teste específico ( $LV_{\text{espec}}$ ) e convencional ( $LV_{\text{est}}$ ) ( $r=0,32$ ;  $R^2=0,1$ ;  $P=0,2$ ). O mesmo foi observado com relação ao LCR ( $r=-0,31$ ;  $R^2=0,1$ ;  $P=0,12$ ). Para valores percentuais em relação à carga pico a correlação do LV específico e convencional foi moderada ( $r=0,76$ ;  $R^2=0,58$ ;  $P=0,027$ ). Já para o LCR foi aplicada a correlação de Spearman, pois os dados foram considerados não-paramétricos, e uma fraca correlação foi observada ( $r_s=-0,29$ ;  $P=0,48$ ).



## Discussão

Os principais achados do estudo foram a fraca correlação entre  $LV_{\text{espec}}$  e  $LV_{\text{est}}$  ( $r=0,32$ ;  $R^2=0,1$ ), e  $LCR_{\text{espec}}$  e  $LCR_{\text{est}}$  ( $r=-0,31$ ;  $R^2=0,1$ ), denotando a necessidade do uso do ergômetro específico para avaliação do LV e LCR no judô. O  $LV_{\text{espec}}$  e o  $LCR_{\text{espec}}$  quando analisados percentualmente em relação à carga pico foram semelhantes aos valores encontrados para testes convencionais descritos na literatura.

Os testes clássicos de laboratório realizados em esteira rolante ou cicloergômetro para a determinação do limiar anaeróbio e  $VO_2\text{max}$  parece não serem capazes de discriminar os atletas de alto nível dos medianos (TAYLOR e BRASSARD, 1981; FRANCHINI, TAKITO *et al.*, 1998). Portanto, no atual estado da arte da Ciência do Esporte, se torna imperativo a utilização de testes específicos para a avaliação física de atletas nos mais diversos esportes (GIRARD, CHEVALIER *et al.*, 2006; AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007; BLAIS, TRILLES *et al.*, 2007). Para o judô poucas propostas de testes específicos para avaliação da aptidão física foram realizadas até o momento (STERKOWICZ, ZUCHOWICZ *et al.*, 1999; AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007; BLAIS, TRILLES *et al.*, 2007). No estudo de Azevedo *et al.* (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007) foi encontrada similaridade ( $P>0,05$ ) para a concentração de lactato sanguíneo e frequência cardíaca associados ao teste de corrida em pista de atletismo e entrada de golpes (*uchi-komi*) durante a aplicação do teste de lactato mínimo, contudo não foi verificada a correlação entre os testes, que limita a comparação com o presente estudo. Outras pesquisas relacionadas ao tema, porém com tênis de mesa (ZAGATTO, PAPOTI *et al.*, 2009) e squash (GIRARD, SCIBERRAS *et al.*, 2005) concordam com os dados aqui demonstrados, uma vez que os mesmos observaram baixa correlação entre teste convencional e específico com relação aos limiares. Em conjunto, os dados disponibilizados na literatura atual e os do presente estudo reforçam a necessidade de utilização de um ergômetro específico para avaliar a aptidão física de atletas de judô. A baixa correlação entre o teste específico e convencional talvez se deva à diferença no gesto motor entre os testes, demonstrando assim que o teste convencional não foi sensível às adaptações específicas advindas do treinamento de judô, e não induz à ativação dos principais grupos musculares utilizados durante a luta ou o treinamento de entrada de golpes.

É evidente a necessidade da determinação dos domínios de intensidade para a prescrição adequada do treinamento aeróbio na modalidade judô e o desenvolvimento desta capacidade (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2004). A resposta da ventilação e análise das trocas gasosas frente ao esforço incremental específico para o judô não era ainda conhecida, contudo, baseado em teste incremental específico para o judô em que a cinética do lactato foi analisada (AZEVEDO, DRIGO *et al.*, 2007), nossa expectativa era a de que estes parâmetros respiratórios tivessem o mesmo padrão de resposta quando comparado ao teste convencional. Foi possível determinar o limite superior para o domínio moderado (LV) e o limite superior para o domínio pesado (LCR) para todos os sujeitos engajados na execução do teste específico para o judô. Durante a luta de judô a frequência cardíaca atinge 80-90% da máxima (THOMAS, COX *et al.*, 1989), sendo recomendado que durante a execução de exercícios físicos seja utilizado conjuntamente membros inferiores e superiores, com volume de 30 minutos e na intensidade associada ao limiar de lactato (TUMILTY, HAHN *et al.*, 1986; THOMAS, COX *et al.*, 1989). Portanto, a determinação dos domínios de intensidade de maneira específica para o judô poderá contribuir para que a cadeia cinética de movimento seja mais próxima da realidade do esporte, sendo esta a proposta do presente estudo. A especificidade da avaliação e treinamento pode induzir a maiores transferências de desempenho e adaptação do judoca em sustentar esforços pesados de exercício sem entrar em exaustão (TUMILTY, HAHN *et al.*, 1986; THOMAS, COX *et al.*, 1989), gerando menores concentrações de lactato e mais rápida ressíntese de creatina fosfato (DRIGO, AMORIM *et al.*, 1996), conseqüentemente aumento o desempenho esportivo específico da modalidade, e maior sensibilidade para detectar as adaptações advindas do treinamento.

Segundo Wilmore e Costill (WILMORE e COSTILL, 2009) as principais adaptações aeróbias advindas do treinamento ocorrem em nível periférico, com aumento da atividade enzimática, aumento do número e volume das mitocôndrias, angiogênese, dentre outras. Pelo fato do grande volume de treinamento de judô se dar de maneira específica, seja através de simulação de luta ou pelo treinamento de entrada de golpes, a metodologia de avaliação deveria ser similar às situações de treinamento para que seja sensível suficiente para detectar tais adaptações, e também para a prescrição adequada do volume e intensidade de treinamento. Esta afirmação é reforçada pelos resultados do presente estudo. O  $LV_{\text{espec}}$  e o  $LCR_{\text{espec}}$  quando analisados percentualmente em relação à carga pico foram similares aos valores reportados na literatura para testes convencionais (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973; DEKERLE, BARON *et al.*, 2003; GREEN, CREWS *et al.*, 2003). Quando os percentuais do LV e LCR são comparados nos diferentes ergômetros foi observado que o  $LV_{\text{espec}}$  foi superior ao  $LV_{\text{conv}}$  ( $65,84 \pm 7,42$  vs  $56,3 \pm 5,7\%$ ;  $P=0,0006$ ), demonstrando que as adaptações frente ao esforço físico são específicas e há necessidade de avaliar o atleta de maneira específica ao esporte. A mesma diferença não foi observada com relação ao LCR. A explicação para isto é a de que estes dados não foram considerados paramétricos após a aplicação do teste de Shapiro-Wilk, e desta forma o número de sujeitos não foi adequado, e o teste não teve força suficiente para encontrar diferença estatística significativa entre os testes.

Tem sido sugerido que uma maior aptidão aeróbia ou anaeróbia pode influenciar na estratégia de combate. Atletas com elevada capacidade anaeróbia lutariam mais ofensivamente, enquanto aqueles com elevada capacidade aeróbia adotariam um estilo mais defensivo (THOMAS, COX *et al.*, 1989). Assim sendo, atletas de característica mais defensiva, que realizam a ressíntese de ATP predominantemente pela via oxidativa durante o

combate, poderiam treinar em intensidades mais próximas do LV, pois seus combates têm maior duração, além do acúmulo de lutas em um mesmo dia. Já atletas mais ofensivos poderiam se beneficiar mais do treinamento em intensidade próxima o LCR, pois estes atletas necessitam mais do metabolismo anaeróbio para a ressíntese de ATP durante o combate, o que pode levar a maior produção de íons hidrogênio ( $H^+$ ) e consequente queda do pH muscular e sanguíneo. Os íons  $H^+$  do sangue são tamponados principalmente pelo bicarbonato ( $HCO_3^-$ ), gerando dióxido de carbono ( $CO_2$ ), que estimula o centro respiratório a aumentar a ventilação (hiperventilação) na tentativa de corrigir a acidose metabólica através de uma alcalose respiratória, ajustando o pH sanguíneo (WASSERMAN, WHIPP *et al.*, 1973) e mantendo o desempenho esportivo.

## CONCLUSÃO

Com base nos resultados do presente estudo concluímos que não há correlação entre o  $LV_{est}$  e o  $LV_{espec}$ , assim como observado entre o  $LCR_{est}$  e o  $LCR_{espec}$ , denotando a real necessidade de utilização de teste específico para a determinação do LV e LCR para judocas. Adicionalmente, a resposta ventilatória e de trocas gasosas analisadas durante o teste incremental específico para o judô segue o mesmo padrão reportado para testes incrementais convencionais, com a ocorrência clara do LV e do LCR. Contudo, há diferenças nos valores de algumas variáveis ventilatórias, provavelmente devido à diferença de movimentos e massas musculares envolvidas.

## Referências

- AZEVEDO, P. H. S. M. et al. Determination of judo endurance performance using the Uchi - Komi technique and an adapted lactate minimum test. **J Sports Sci & Med**, v. 6, n. (CSSI-2), p. 10-14, 2007.
- \_\_\_\_\_. A systematization of the training period of the judo athlete Mario Sabino: a case study on the year 2003. **Rev Bras Cienc Esporte**, v. 26, n. 1, p. 73-86, 2004.
- BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. **Sports Med**, v. 37, n. 7, p. 575-86, 2007.
- BHAMBHANI, Y.; SINGH, M. Ventilatory thresholds during a graded exercise test. **Respiration**, v. 47, n. 2, p. 120-8, 1985.
- BLAIS, L.; TRILLES, F.; LACOUTURE, P. Validation of a specific machine to the strength training of judokas. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 2, p. 409-12, 2007.
- BONEN, A. et al. Isoform-specific regulation of the lactate transporters MCT1 and MCT4 by contractile activity. **Am J Physiol Endocrinol Metab**, v. 279, n. 5, p. E1131-8, 2000.
- CASTARLENAS, J. L.; SOLÉ, J. El entrenamiento de la resistencia en los deportes de lucha con agarre: Una propuesta integradora. **Apunts: Educación Física y Deportes**, v. 47, p. 81-86, 1997.
- CAVAZANI, R. N. **Lactato antes e após sucessivos combates de judô**. 1991. (Monografia de Bacharelado). Educação Física; Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.
- DEKERLE, J. et al. Maximal lactate steady state, respiratory compensation threshold and critical power. **Eur J Appl Physiol**, v. 89, n. 3-4, p. 281-8, 2003.
- DRIGO, A. J.; AMORIM, A. R.; KOKUBUN, E. Avaliação do condicionamento físico em judocas através do lactato sanguíneo. **Rev Bras Cienc Mov**, v. Simpósio Internacional de Ciências do Esporte. São Paulo, Brazil: CELAFISCS, Brazil, p. 156, 1994.
- DRIGO, A. J. et al. Demanda metabólica em lutas de projeção e de solo no judô: estudo pela lactato sanguíneo. **Motriz**, v. 2, n. 2, p. 80-86, 1996.
- FRANCHINI, E. et al. Características fisiológicas em testes laboratoriais e resposta da concentração de lactato sanguíneo em três lutas em judocas das classes juvenil-A, junior e sênior. **Rev Paul Educ Física**, v. 12, n. 1, p. 5-16, 1998.



GIRARD, O. et al. Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. **Br J Sports Med**, v. 40, n. 9, p. 791-6, 2006.

\_\_\_\_\_. Specific incremental test in elite squash players. **Br J Sports Med**, v. 39, n. 12, p. 921-6, 2005.

GREEN, J. M. et al. A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. **Eur J Appl Physiol**, v. 90, n. 5-6, p. 608-13, 2003.

JONES, A. M.; DOUST, J. H. A 1% treadmill grade most accurately reflects the energetic cost of outdoor running. **J Sports Sci**, v. 14, n. 4, p. 321-7, 1996.

MCLAUGHLIN, J. E. et al. Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. **Int J Sports Med**, v. 22, n. 4, p. 280-4, 2001.

POOLE, R. C.; HALESTRAP, A. P. Transport of lactate and other monocarboxylates across mammalian plasma membranes. **Am J Physiol**, v. 264, n. 4 Pt 1, p. C761-82, 1993.

STERKOWICZ, S.; ZUCHOWICZ, A.; KUBICA, R. Levels of anaerobic and aerobic capacity indices and results for the special judo fitness test in judo competitors. **Journal of Human Kinetics**, v. 2, p. 115-135, 1999.

TAYLOR, A. W.; BRASSARD, L. A physiological profile of the Canadian Judo Team. **J Sports Med**, v. 21, p. 160-164, 1981.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Porto Alegre - RS: Artmed, 2002. 419 ISBN 85-7307-944-4.

THOMAS, S. G. et al. Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. **Can J Sport Sci**, v. 14, n. 3, p. 142-7, 1989.

TUMILTY, D.; HAHN, A.; TELFORD, R. D. A physiological profile of well-trained male judo players, with proposals for training. **Excel**, v. 2, n. 4, p. 12-14, 1986.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients during Exercise. **Am J Cardiol**, v. 14, p. 844-52, 1964.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**, v. 35, n. 2, p. 236-43, 1973.

WILMORE, J.H.; COSTILL, D.L. Physiology of sport and exercise. Human Kinetics, 1999.

ZAGATTO, A. M.; PAPOTI, M.; GOBATTO, C. A. Comparison between Specific and Conventional Ergometers in the Aerobic Capacity Determination in Table Tennis Players. **Rev Bras Med Esporte**, v. 15, n. 3, p. 204 - 208, 2009.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O presente estudo teve como objetivo principal propor um teste incremental que fosse adequado para se determinar o limiar ventilatório e o limiar de compensação respiratória de maneira específica para o judô, de maneira rápida e prática. Esta necessidade foi percebida após leituras específicas de artigos e livros relacionados ao judô, bem como uma inquietação particular do autor do presente estudo quando trabalhou com atletas de judô de alto nível. Uma grande dificuldade em se estruturar exercícios específicos com controle adequado da intensidade de esforço era a tônica de todas as periodizações montadas. O que era realizado até o momento dentro de um esporte olímpico como o judô não refletiam todo o avanço da Ciência aplicada ao esporte. Deste modo a intenção principal foi a de utilizar os conhecimentos da fisiologia do exercício para ajudar o esporte, e não o que é feito na maioria dos estudos publicados, ou seja, se utilizar do esporte para simplesmente aumentar os conhecimentos da fisiologia e o número de publicações pessoais em revistas indexadas.

Para atingir os objetivos da presente tese procuramos controlar o maior número de variável interveniente possível para que pudéssemos confiar plenamente nos nossos resultados. Dentro das limitações de uma pesquisa aplicada, creio que conseguimos atingir os objetivos propostos. Um destes objetivos era o de comparar o teste específico proposto com outro já consagrado na literatura, e por isto da utilização do teste incremental em esteira rolante. Como não foi observada correlação positiva para o limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória entre os testes, acredita-se que tal resultado denota a real necessidade de se avaliar o judoca em situações que sejam o mais próximo possível da realidade do esporte e do treinamento diário. O fato do percentual do limiar ventilatório do teste específico, com relação à carga pico, ser superior ao teste em esteira reforça a teoria de

que as adaptações são específicas para as demandas metabólicas e motoras realizadas durante o exercício físico sistematizado. Ambos os testes foram semelhantes ao reportado pela literatura para os mais diversos estudos que determinaram os mesmos limiares do presente trabalho, aumentando a confiabilidade dos nossos achados.

Para aumentar a confiabilidade dos resultados do teste incremental comparamos seus valores com o determinado em teste de carga retangular através da determinação da máxima intensidade em que houve estabilização do lactato sanguíneo (aumento  $\leq 1 \text{ mmol.L}^{-1}$  entre o 10º e 30º minutos do teste). Este procedimento foi utilizado pelo fato de diversos estudos na literatura científica especializada indicarem este método como padrão ouro na avaliação do desempenho aeróbio. Elevada concordância foi observada entre o limiar de compensação respiratória e a máxima fase estável do lactato sanguíneo, indicando que o teste incremental é um teste confiável para se determinar parâmetros submáximos da aptidão aeróbia.

Algumas lacunas ainda permanecem após este estudo para que seja realizada futuramente como: a determinação do coeficiente de correlação intraclasse (CCI) através do teste-reteste; a determinação do limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória por dois avaliadores diferentes, porém com os mesmos sujeitos e dias diferentes (objetividade); determinação do limiar ventilatório e limiar de compensação respiratória através de outros golpes diferentes do *ippon-seoi-nague*; comparar sujeitos de diferentes faixas etárias, sexo, graduações dentro do judô, nível de desempenho esportivo e categorias de peso.

Espera-se que esta proposta seja difundida, aceita e aplicada pelos professores que atuam diretamente no planejamento e execução do treinamento de judocas, e que auxilie fortemente na montagem dos ciclos de treinamento e avaliações.

## Referência Bibliográfica

ALMANSBA, R.; FRANCHINI, E.; STERKOWICZC, S. An Uchi-komi with load, a physiological approach of a new special judo test proposal. **Science & Sports**, v. 22, p. 216-223, 2007.

AMORIM, A. R.; DRIGO, A. J.; KOKUBUN, E. Treinamento intermitente no judo e lactato sanguíneo. XIX Simpósio internacional de Ciências do Esporte - Saúde e desempenho, 1994. São Paulo. CELAFISCS. p.87.

ARTIOLI, G. G. et al. A ingestão de bicarbonato de sódio pode contribuir para o desempenho em lutas de judô? **Rev Bras Med Esporte**, v. 12, n. 6, p. 371-375, 2006.

AZEVEDO, P. H. S. M. et al. Determination of judo endurance performance using the Uchi - Komi technique and an adapted lactate minimum test. **J Sports Sci & Med**, v. 6, n. (CSSI-2), p. 10-14, 2007.

\_\_\_\_\_. A systematization of the training period of the judo athlete Mario Sabino: a case study on the year 2003. **Rev Bras Cienc Esporte**, v. 26, n. 1, p. 73-86, 2004.

\_\_\_\_\_. Anaerobic threshold and bioenergetics: a didactic approach. **Rev da Educ Fis**, v. 20, n. 3, p. 453-464, 2009.

BALDWIN, J.; SNOW, R. J.; FEBBRAIO, M. A. Effect of training status and relative exercise intensity on physiological responses in men. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 9, p. 1648-54, Sep 2000. ISSN 0195-9131 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10994919](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10994919)>.

BENEKE, R. Maximal lactate steady state concentration (MLSS): experimental and modelling approaches. **Eur J Appl Physiol**, v. 88, n. 4-5, p. 361-9, Jan 2003. ISSN 1439-6319 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=12527964](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12527964)>.

BENEKE, R.; HUTLER, M.; LEITHAUSER, R. M. Maximal lactate-steady-state independent of performance. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 6, p. 1135-9, Jun 2000. ISSN 0195-9131 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10862542](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10862542)>.

BENTLEY, D. J.; NEWELL, J.; BISHOP, D. Incremental exercise test design and analysis: implications for performance diagnostics in endurance athletes. **Sports Med**, v. 37, n. 7, p. 575-86, 2007. ISSN 0112-1642 (Print)

0112-1642 (Linking). Disponible em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=17595153](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17595153)>.

BILLAT, V. **Fisiología y Metodología del Entrenamiento: de la teoría a la práctica**.  
 Barcelona-Espanha: 2002. ISBN 84-8019-627-0.

BILLAT, V. et al. Training effect on performance, substrate balance and blood lactate concentration at maximal lactate steady state in master endurance-runners. **Pflugers Arch**, v. 447, n. 6, p. 875-83, Mar 2004. ISSN 0031-6768 (Print). Disponible em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=14740217](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14740217)>.

BILLAT, V. L. et al. Oxygen kinetics and modelling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. **Eur J Appl Physiol**, v. 82, n. 3, p. 178-87, Jun 2000. ISSN 1439-6319 (Print)  
 1439-6319 (Linking). Disponible em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10929211](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10929211)>.

BISHOP, D. The validity of physiological variables to assess training intensity in kayak athletes. **Int J Sports Med**, v. 25, n. 1, p. 68-72, Jan 2004. ISSN 0172-4622 (Print).  
 Disponible em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=14750016](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14750016)>.

BLAIS, L.; TRILLES, F. The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. **J Sports Sci & Med**, v. 5, n. CSSI, p. 132-135, 2006.

BLAIS, L.; TRILLES, F.; LACOUTURE, P. Validation of a specific machine to the strength training of judokas. **J Strength Cond Res**, v. 21, n. 2, p. 409-12, May 2007. ISSN 1064-8011 (Print). Disponible em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=17530935](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17530935)>.

BOGUSZEWSKI, D. Fight dynamics of the double olympic champion in judo (1988, 1992). **Journal of Human Kinetics**, v. 16, p. 97-106, 2006.

CARTER, H.; JONES, A. M.; DOUST, J. H. Effect of 6 weeks of endurance training on the lactate minimum speed. **J Sports Sci**, v. 17, n. 12, p. 957-67, Dec 1999. ISSN 0264-0414 (Print). Disponible em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10622356](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10622356)>.

CARVALHO, M. C. G. A. Testes motores específicos para o judô, necessidade frente à uma limitada quantidade. **Kinesis**, v. 23, p. 1-19, 2000.

CASTARLENAS, J. L.; PLANAS, A. Estudio de la estructura temporal del combate de judo. **Apunts - Educación Física y Deportes**, v. 1, n. 47, p. 32-39, 1997.

CAVAZANI, R. N. **Lactato antes e após sucessivos combates de judô**. 1991. (Monografia de Bacharelado). Educação Física; Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

DE MEERSMAN, R. E.; RUHLING, R. O. Effects of judo instructions on cardiorespiratory parameters. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 17, p. 169-172, 1977.

DEGOUTTE, F. et al. Food restriction, performance, biochemical, psychological, and endocrine changes in judo athletes. **Int J Sports Med**, v. 27, n. 1, p. 9-18, Jan 2006. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=16388436](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16388436)>.

DRIGO, A. J. et al. Demanda metabólica em lutas de projeção e de solo no judô: estudo pela lactato sanguíneo. **Motriz**, v. 2, n. 2, p. 80-86, 1996.

EBINE, K. et al. Physiological characteristics of exercise and findings of laboratory tests in Japanese elite judo athletes. **Médecine du Sport**, v. 65, p. 73-79, 1991.

FRANCHINI, E. **Judô: desempenho competitivo**. 1ª. Barueri-SP: Manole, 2001. 254 ISBN 85-204-1187-8.

FRANCHINI, E. et al. Physical fitness and anthropometrical profile of the brazilian male judo team. **J Physiol Anthropol**, v. 26, n. 2, p. 59-67, 2007.

FRANCHINI, E.; STERKOWICZ, S. Tática e técnica no judô de alto nível (1995-2001): considerações sobre as categorias de peso e os gêneros. **Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte**, v. 2, n. 2, p. 125-138, 2003.

FRANCHINI, E. et al. Technical variation in a sample of high level judo players. **Percept Mot Skills**, v. 106, n. 3, p. 859-69, Jun 2008. ISSN 0031-5125 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=18712208](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18712208)>.

\_\_\_\_\_. Competitive level, recovery type and blood lactate removal after a judo combat. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 6, n. 1, p. 7-16, 2004.

\_\_\_\_\_. Effects of recovery type after a judo combat on blood lactate removal and on performance in an intermittent anaerobic task. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 43, n. 4, p. 424-31, Dec 2003. ISSN 0022-4707 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=14767401](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14767401)>.

GAESSER, G. A.; POOLE, D. C. Blood lactate during exercise: time course of training adaptation in humans. **Int J Sports Med**, v. 9, n. 4, p. 284-8, Aug 1988. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=3182159](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=3182159)>.

GARCÍA-MANSO, J. M.; MARTÍN-GONZÁLEZ, J. M.; DA SILVA-GRIGOLETTO, M. E. Los sistemas complejos y el mundo del deporte. **Rev Andal Med Deporte**, v. 3, n. 1, p. 13-22, 2010.

GARCÍA, R. H.; LUQUE, G. T. Análisis temporal del combate de judo en competición. **Rev. int. med. cienc. act. fís. deporte**, v. 7, n. 25, p. 52-60, 2007. Disponível em: <  
<http://cdeporte.rediris.es/revista/revista25/artjudo46.htm>>.

GARIOD, L. et al. Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie RMN du P<sup>31</sup>. **Science & Sports**, v. 10, p. 201-207, 1995.

GIRARD, O. et al. Specific incremental field test for aerobic fitness in tennis. **Br J Sports Med**, v. 40, n. 9, p. 791-6, Sep 2006. ISSN 1473-0480 (Electronic). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=16855066](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=16855066)>.

HAGA, S. et al. Muscle strength, motion velocity, muscle power, and energy exertion in nagewasa of women judoists. **Bulletin of the association for the scientific study on judo**, v. 6, p. 135-141, 1984.

HECK, H. et al. Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. **Int J Sports Med**, v. 6, n. 3, p. 117-30, Jun 1985. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=4030186](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=4030186)>.

HILL, D. W.; POOLE, D. C.; SMITH, J. C. The relationship between power and the time to achieve .VO(2max). **Med Sci Sports Exerc**, v. 34, n. 4, p. 709-14, Apr 2002. ISSN 0195-9131 (Print)  
0195-9131 (Linking). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=11932583](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11932583)>.



JONES, A. M.; POOLE, D. C. **Oxygen uptake kinetics in sport, exercise and medicine**. New York: Routledge, 2005.

JUEL, C.; HALESTRAP, A. P. Lactate transport in skeletal muscle - role and regulation of the monocarboxylate transporter. **J Physiol**, v. 517 ( Pt 3), p. 633-42, Jun 15 1999. ISSN 0022-3751 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10358105](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10358105)>.

LASKOWSKI, R. et al. Changes in cardiac structure and function among elite judoists resulting from long-term judo practice. **J Sports Med Phys Fitness**, v. 48, p. 366-370, 2008.

MESSONNIER, L. et al. Time to exhaustion at VO<sub>2</sub>max is related to the lactate exchange and removal abilities. **Int J Sports Med**, v. 23, n. 6, p. 433-8, Aug 2002. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=12215963](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=12215963)>.

\_\_\_\_\_. Importance of pH regulation and lactate/H<sup>+</sup> transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. **J Appl Physiol**, v. 102, n. 5, p. 1936-44, May 2007. ISSN 8750-7587 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=17289910](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=17289910)>.

MEYER, T. et al. A conceptual framework for performance diagnosis and training prescription from submaximal gas exchange parameters--theory and application. **Int J Sports Med**, v. 26 Suppl 1, p. S38-48, Feb 2005. ISSN 0172-4622 (Print) 0172-4622 (Linking). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=15702455](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=15702455)>.

MICKLEWRIGHT, D.; PAPADOPOULOU, E. A new squash specific incremental field test. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 9, p. 758-63, Sep 2008. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=18401801](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18401801)>.

MONTEIRO, L. F. Estrutura e custo energético do combate de judô. IV Congresso de Educação Física e Ciências do Desporto dos Países de Língua Portuguesa, 1995. Coimbra-Pt. p.MD-3.

MORAES, J. M. **Comparação de variáveis fisiológicas durante combates de judô e corridas máximas de cinco minutos**. 2000. (Mestrado). Educação Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

MORTON, R. H. Detection of a lactate threshold during incremental exercise? **J Appl Physiol**, v. 67, n. 2, p. 885-8, Aug 1989. ISSN 8750-7587 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=2793689](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=2793689)>.

MURAMATSU, S. et al. The relationship between aerobic capacity and peak power during intermittent anaerobic exercise of judo athletes. **Bulletin of the association for the scientific study on judo**, v. 8, p. 151-160, 1994.

PHILP, A. et al. Maximal lactate steady state as a training stimulus. **Int J Sports Med**, v. 29, n. 6, p. 475-9, Jun 2008. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=18302077](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=18302077)>.

RICO-SANZ, J.; MENDEZ MARCO, M. T. Creatine enhances oxygen uptake and performance during alternating intensity exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 32, n. 2, p. 379-85, Feb 2000. ISSN 0195-9131 (Print)  
0195-9131 (Linking). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10694120](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10694120)>.

ROSA, R. R. et al. Estudo da dinâmica da luta e a influência do golden score na preparação física de judocas de alto nível. **Revista Conexões**, v. 6, n. 1, p. 40-53, 2008.

SAHLIN, K.; HARRIS, R. C.; HULTMAN, E. Resynthesis of creatine phosphate in human muscle after exercise in relation to intramuscular pH and availability of oxygen. **Scand J Clin Lab Invest**, v. 39, n. 6, p. 551-8, Oct 1979. ISSN 0036-5513 (Print)  
0036-5513 (Linking). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=43580](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=43580)>.

SANCHIS, C. et al. Una experiencia en la valoración fisiológica de la competición de judo. **Apunts - Educación Física y Deportes**, v. 8, p. 51-58, 1991.

SERRANO, M. A. et al. Relationships between recall of perceived exertion and blood lactate concentration in a judo competition. **Percept Mot Skills**, v. 92, n. 3 Pt 2, p. 1139-48, Jun 2001. ISSN 0031-5125 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=11565922](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11565922)>.

SIKORSKI, W. Aktualne problemy treningu i walki sportowej w judo. **Prace i Materiały**, v. 5, p. 115-120, 1985.

SIKORSKI, W. et al. Structure of the contest and work capacity of the judoist. Proceedings of the international congress on judo "Contemporary problems of training and judo contest, 1987. Spala-Poland. p.58-65.

SPENCER, M. R.; GASTIN, P. B. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. **Med Sci Sports Exerc**, v. 33, n. 1, p. 157-62, Jan 2001. ISSN 0195-9131 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=11194103](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11194103)>.

STERKOWICZ, S. Test specjalnej sprawności ruchowej w judo. **Antropomotoryka**, n. 12-3, p. 29-44, 1995.

\_\_\_\_\_. Differences in the specific movement activity of men and women practising judo. **Journal of Human Kinetics**, v. 1, p. 99-113, 1999.

TABATA, I. et al. Metabolic profile of high intensity intermittent exercises. **Med Sci Sports Exerc**, v. 29, n. 3, p. 390-5, Mar 1997. ISSN 0195-9131 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=9139179](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=9139179)>.

TAYLOR, A. W.; BRASSARD, L. A physiological profile of the Canadian Judo Team. **J Sports Med**, v. 21, p. 160-164, 1981.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M. W.; BRAUMANN, K. M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. **Med Sci Sports Exerc**, v. 25, n. 5, p. 620-7, May 1993. ISSN 0195-9131 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=8492691](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=8492691)>.

THOMAS, S. G. et al. Physiological profiles of the Canadian National Judo Team. **Can J Sport Sci**, v. 14, n. 3, p. 142-7, Sep 1989. ISSN 0833-1235 (Print). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=2819609](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=2819609)>.

TOMLIN, D. L.; WENGER, H. A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Med**, v. 31, n. 1, p. 1-11, 2001. ISSN 0112-1642 (Print)  
0112-1642 (Linking). Disponível em: <  
[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=11219498](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11219498)>.

TUMILTY, D.; HAHN, A.; TELFORD, R. D. A physiological profile of well-trained male judo players, with proposals for training. **Excel**, v. 2, n. 4, p. 12-14, 1986.

WASSERMAN, K.; MCILROY, M. B. Detecting the Threshold of Anaerobic Metabolism in Cardiac Patients during Exercise. **Am J Cardiol**, v. 14, p. 844-52, Dec 1964. ISSN 0002-9149 (Print). Disponível em: <

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=14232808](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=14232808) >.

WASSERMAN, K. et al. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. **J Appl Physiol**, v. 35, n. 2, p. 236-43, Aug 1973. ISSN 0021-8987 (Print). Disponível em: <

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=4723033](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=4723033) >.

WELTMAN, A. et al. Exercise training at and above the lactate threshold in previously untrained women. **Int J Sports Med**, v. 13, n. 3, p. 257-63, Apr 1992. ISSN 0172-4622 (Print). Disponível em: <

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=1601562](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=1601562) >.

XU, F.; RHODES, E. C. Oxygen uptake kinetics during exercise. **Sports Med**, v. 27, n. 5, p. 313-27, May 1999. ISSN 0112-1642 (Print)

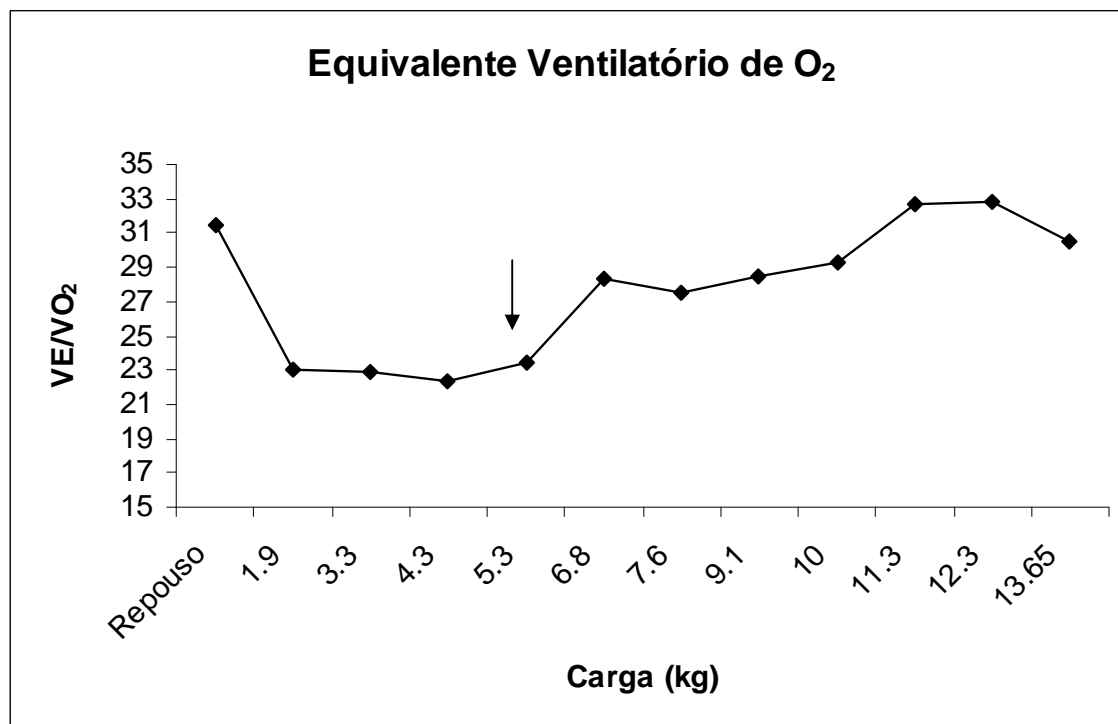
0112-1642 (Linking). Disponível em: <

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=10368878](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=10368878) >.

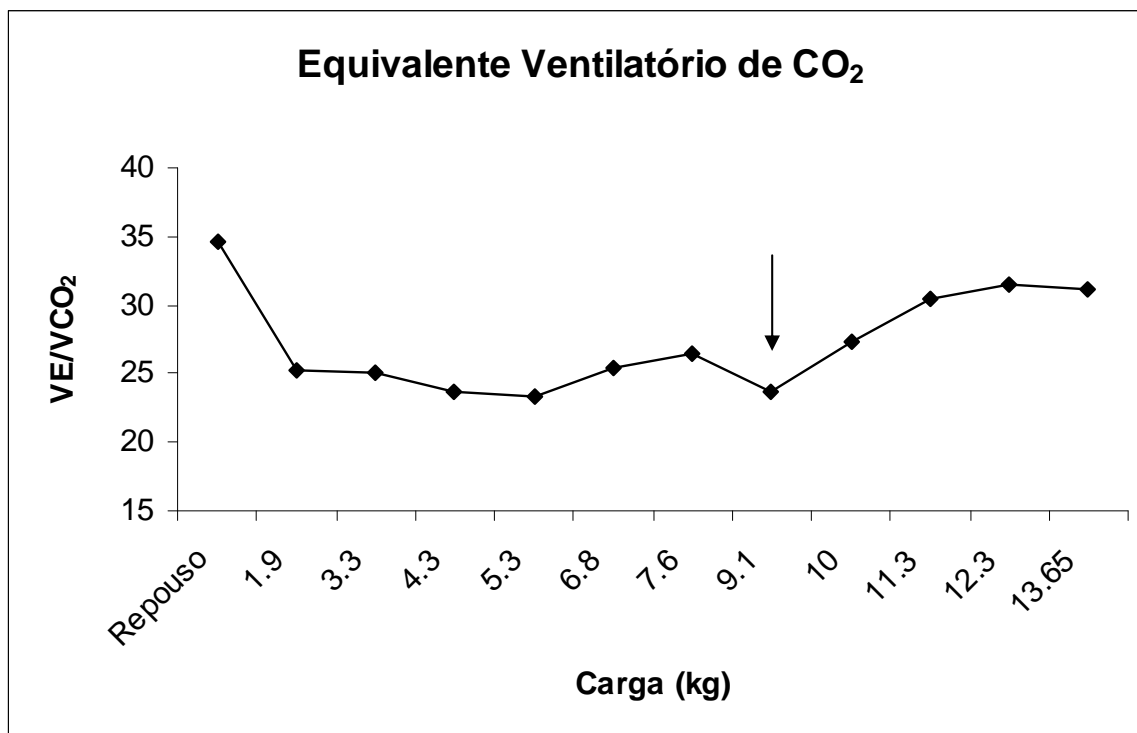
ZAGATTO, A. M.; BECK, W. R.; GOBATTO, C. A. Validity of the Running Anaerobic Sprint Test for Assessing Anaerobic Power and Predicting Short-Distance Performances. **J Strength Cond Res**, Aug 10 2009. ISSN 1533-4287 (Electronic). Disponível em: <

[http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list\\_uids=19675478](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=19675478) >.

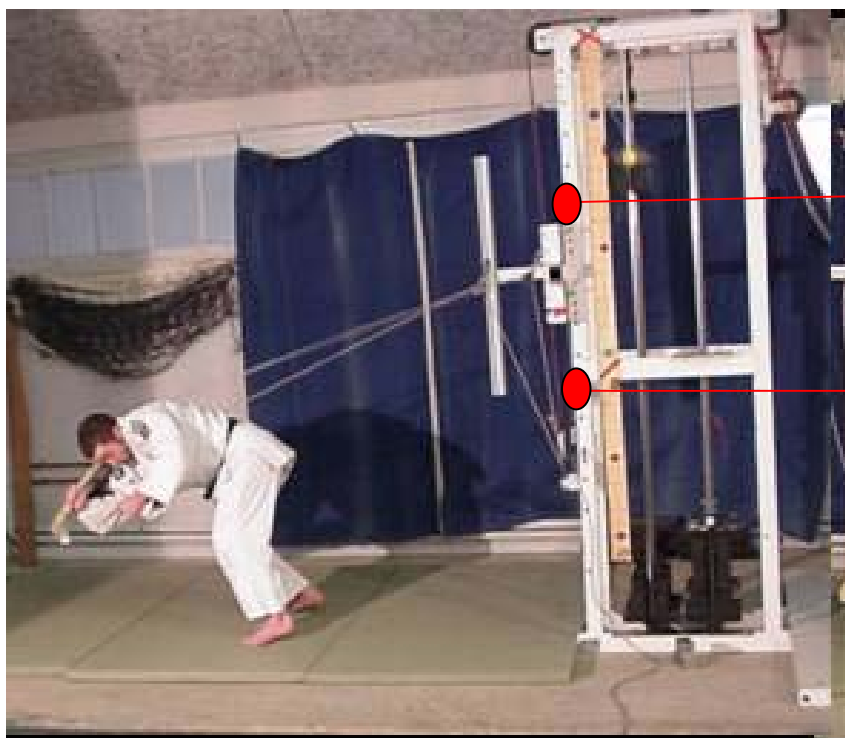
**APÊNDICE I:** figura representativa da determinação do limiar ventilatório de um sujeito através da plotagem do equivalente ventilatório de  $O_2$  vs carga de trabalho em teste específico de entrada de golpes no judô.



**APÊNDICE II:** figura representativa da determinação do limiar de compensação respiratória de um sujeito através da plotagem do equivalente ventilatório de CO<sub>2</sub> vs carga de trabalho em teste específico de entrada de golpes no judô.



**APÊNDICE III:** figura representativa do ajuste da amplitude de movimento e execução do teste.



**Distância  
Percorrida pelo  
peso**

**Ponto zero:  
igual para  
todos**

**APÊNDICE IV:** figura representativa da execução do movimento *ippon-seoi-nague* durante o teste, e o analisador metabólico de gases K4b<sup>2</sup> acoplado ao tronco do sujeito.

