



FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Educação Física

**ADAPTAÇÃO DO MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA AO KARATÊ E
VALIDAÇÃO POR MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO**

RAMON MARTINS DE OLIVEIRA

Orientadora: Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto

PIRACICABA - SP

2011

**ADAPTAÇÃO DO MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA AO KARATÊ E
VALIDAÇÃO POR MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO**

RAMON MARTINS DE OLIVEIRA

Orientadora: Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto

Projeto de Pesquisa apresentado ao
Programa de Pós Graduação em
Educação Física – Universidade
Metodista de Piracicaba - como parte
dos requisitos necessários para a
Defesa de Dissertação de Mestrado

PIRACICABA - SP

2011

RAMON MARTINS DE OLIVEIRA

**ADAPTAÇÃO DO MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA AO KARATÊ E
VALIDAÇÃO POR MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof^a Dr^a Fúlvia B Manchado-Gobatto

Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Idico Pellegrinotti

Universidade Metodista de Piracicaba

Prof. Dr. Cleiton Augusto Libardi

Universidade de São Paulo, São Paulo

Piracicaba, 15 de Dezembro de 2011.

Dedicatória

Dedico este trabalho aos meus pais, meu irmão, meus avós, minha noiva, e todos os meus alunos e amigos que sempre torceram para que esse trabalho fosse realizado!

Agradecimentos

- *Agradeço primeiramente a DEUS, que tem me iluminado e protegido a todo o momento.*
- *A minha orientadora Prof^a Dr^a Fúlvia, que com toda sua paciência e conhecimento me ensinou o caminho da pesquisa, sempre pronta para auxiliar e em muitas vezes se desdobrando pelos seus alunos, minha imensa gratidão.*
- *Aos meus amigos do curso de Mestrado da UNIMEP, e todos os amigos de Laboratório que juntos realizamos além de bons momentos de estudos, uma grande amizade.*
- *Aos meus amigos que sempre me apoiaram nesse trabalho.*
- *A prefeitura Municipal de Saltinho pela oportunidade de trabalho no Município, e todos os professores e coordenadores da secretária de Esportes e Educação.*
- *Aos alunos, pais e atletas, que participaram desse estudo e também confiaram no trabalho desenvolvido durante esses longos anos.*
- *A minha mãe minha melhor amiga e confidente, sempre com um ombro amigo, e pelo cuidado que sempre tem com todos da família. E por toda sua dedicação e preocupação*
- *Ao meu pai que para mim é o maior Doutor da vida que conheci, com sua simplicidade, me mostrou que a honestidade e o trabalho são à base da vida, sempre me incentivando e acreditando nos meus projetos e sonhos.*
- *Ao meu irmão, pela amizade, confiança e companheirismo e momentos de ajuda*
- *A minha noiva Adriana Ramos, pelo incentivo e confiança nesse projeto, pelos momentos em que estive ausente pelos compromissos, por todas as vezes que precisou ficar ao meu lado para me apoiar e auxiliar nas dificuldades da vida, pelos ótimos momentos que passamos e passaremos juntos ao meu lado. Obrigado por tudo...*

SUMÁRIO

Lista de Abreviaturas.....	VI
Lista de Figuras.....	VII
Lista de Tabelas.....	VIII
Lista de Anexos.....	IX
Resumo.....	X
Abstract.....	XI
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
1.1 Objetivos.....	14
1.2 Hipóteses.....	15
2. REVISÃO LITERATURA.....	16
2.1 Karate Competição.....	16
2.1.1 Respostas Fisiológicas do Karate Competitivo.....	17
2.2 Intensidades de Exercício e sua implicação para o esporte.....	19
2.2.1 Lactato Sanguíneo.....	19
2.2.2 Limiar Anaeróbio e Protocolos para sua determinação.....	21
2.2.3 Protocolo não invasivo para determinar as capacidades aeróbias e anaeróbias do modelo de Potencia Critica.....	23
2.2.4 Protocolo invasivo para determinar a capacidade aeróbia: Máxima Fase Estável de Lactato.....	26
3. RESULTADOS.....	28
INTRODUÇÃO.....	30
MÉTODOS.....	32
Abordagem Experimental do Problema.....	32
Sujeitos.....	32
Adaptações do Modelo de Potência Critica ao Karate.....	33
Determinação Máxima Estável de Lactato.....	37
Amostras Sanguíneas e Análises.....	37
ANALISE ESTATÍSTICA.....	38
RESULTADOS.....	38
DISCUSSÃO.....	40
APLICAÇÕES PRÁTICAS.....	43
4. REFERÊNCIAS.....	45

LISTA DE ABREVIATURAS

CTA: Capacidade de Trabalho Anaeróbio

IC: Intervalo Crítico

EPM: Erro Padrão da Média

FCRIT: Frequência Crítica

iMFEL: Intensidade Máxima Fase Estável de Lactato

LAC: Lactato Sanguíneo

LAN: Limiar anaeróbio

MCT: Transportadores Monocarboxílicos

MFEL: Máxima Fase Estável de Lactato

PCRIT: Potência Crítica

TLIM: Tempo Limite ou Tempo de Exaustão

VO² Máx: Consumo Máximo de Oxigênio

WKF: World Karate Federation

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Exemplo de ajuste linear 'intensidade vs 1/tempo limite para determinação da razão esforço-pausa correspondente ao intervalo crítico de um atleta participante da amostra. O resultado da razão esforço-pausa correspondente ao y-intercepto, determinou-se, de modo não invasivo, o intervalo crítico (IC) 34
- Figura 2.** Exemplo da posição inicial para realização do protocolo de teste exaustivo para golpe de membro superior 35
- Figura 3.** Exemplo da posição final, com aplicação do golpe proposto, ultrapassando a terceira marca e a realização do contato do joelho no colchonete 36
- Figura 4.** Curvas lactacidêmicas obtidas durante a realização do teste de MFEL, em intensidades 10% menos intensa que IC, IC e 10% mais intensa. Respostas expressas em média \pm EPM..... 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Dados referentes ao tempo de exaustão observado em intensidades correspondentes aos intervalos 1, 2, 3 4 e 5 (s), resultado de intervalo crítico (IC, em s) e coeficiente de ajuste linear (R^2) observados após adaptação do modelo não invasivo para o Karatê	39
--	----

LISTA DE ANEXOS

Anexo 01	56
Anexo 02	57

RESUMO

Os objetivos deste estudo foram adaptar o modelo não invasivo de potência crítica para o karate, com intervalo de recuperação entre as seqüências de soco para determinar a capacidade aeróbia dos atletas (IC - intervalo crítico) e comparar estes resultados com a intensidade da máxima fase estável de lactato (iMFEL). A capacidade aeróbica foi avaliada para doze atletas de Karate, bem treinados (6 homens e 6 mulheres, com idades entre 26 ± 2 anos) com cinco testes realizados em diferentes intensidades, e intervalo de repouso por 24 hrs. Em cada teste, os atletas realizaram a seqüência (golpe) até a exaustão, com intervalo ativo de movimentos de saltitos entre as seqüências. As intensidades foram impostas através de um teste piloto realizado, onde o intervalo de recuperação entre as seqüências de soco ocorreram em 2-6 segundos. Era esperado que a exaustão ocorresse entre 1 e 10 min. O modelo linear utilizado foi o de "intervalo vs. 1/tempo de exaustão" para determinar o IC dos atletas (intercepto-y). A fim de verificar a MFEL, os atletas realizaram 30 min de exercício contínuo em três intensidades (10% abaixo do IC, no IC e 10% acima do IC) com a concentração de lactato sanguíneo (LAC), sendo determinados a cada 5 minutos. Os resultados são expressos como a média \pm EPM. O IC foi obtido em $16,7 \pm 2,9$ s. O ajuste do modelo linear foi significativo ($R^2 = 0,95 \pm 0,01$). Em exercício contínuo abaixo da IC (um intervalo mais longo), todos os atletas mostraram estabilização lactato sanguíneo ($2,24 \pm 0,36$ mM). Os mesmos resultados ocorreram na intensidade IC. Em maior intensidade (um intervalo mais curto), um aumento progressivo da concentração de lactato foi observado. A MFEL foi observada na IC por 75% dos atletas, com um valor estável LAC de $3,59 \pm 0,44$ mM. O teste de intervalo crítico específico pode determinar a capacidade aeróbia dos atletas de karatê porque a MFEL foi encontrada nesta intensidade.

Palavras-chave: karate, modelo de potência crítica, protocolo específico, frequência cardíaca, lactato sanguíneo.

ABSTRACT

The aims of this study were to adapt the non-invasive critical power model to karate using the recovery interval between punch sequences to determine the aerobic capacity of athletes (critical interval - CI) and to compare these results to the maximal lactate steady state intensity (MLSSi). The aerobic capacity of twelve well-trained karate athletes (6 men and 6 women, ages 26 ± 2 yrs old) was evaluated with five tests administered at different intensities and separated by 24 hrs. In each test, the athletes performed the sequence until exhaustion and included active hopping movements between the sequences. The intensities were imposed based on the recovery interval between punch sequences (2 to 6 seconds). It was expected that exhaustion would occur between 1 and 10 min. The linear "interval versus 1/time to exhaustion" model was used to determine the CI (y-intercept). In order to verify the MLSS, the athletes performed 30 min of continuous exercise at three intensities (10% below the CI, the CI and 10% above the CI) with blood lactate concentration (BLC) being determined every 5 min. The results are expressed as the mean \pm SEM. The CI was obtained at 16.7 ± 2.9 s was obtained. The linear fit of the model was significant ($R^2 = 0.95 \pm 0.01$). In continuous exercise below the CI (a longer interval), all athletes showed BLC stabilization (2.24 ± 0.36 mM). The same results occurred at the CI intensity. At a higher intensity (a shorter interval), a progressive increase in the BLC was observed. The MLSS was observed at the CI for 75% of the athletes, with a stable BLC value of 3.59 ± 0.44 mM. The specific critical interval test can determine the aerobic capacity of karate athletes because the MLSS was found to occur at this intensity.

Keywords: karate, critical power model, specific protocol, heart rate, blood lactate

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Karate é considerado uma das artes marciais mais praticadas, tanto dentro como fora do Japão (Sasaki, 1995). A modalidade, tradicional, consiste na prática de três habilidades: Kihon, Kata e Kumite (Shaw, 2002).

Caracteristicamente, a modalidade apresenta caráter anaeróbio, por conta das alterações de intensidade e respostas elevadas de frequência cardíaca e lactacidemia durante as competições, segundo Inbar et al. (1996). Porém, de acordo com estudo proposto por Dzurenkova et al. (2000), os níveis de lactato sanguíneo e de frequência cardíaca, são verificados em mais altos valores durante os treinamentos, quando comparados com os resultados observados em competições oficiais.

Segundo Baker e Bell (1990), o Karate é classificado como um evento de alta intensidade, e conseqüentemente, o metabolismo anaeróbio é considerado a fonte predominante de fornecimento de energia nesse esporte (Cesar, 2002), em estudo recente realizado por Beneke et al. (2004), com análise de lactato sanguíneo e $Vo^2_{m\acute{a}x}$ em atletas de karate, através de lutas simuladas, concluíram que o predomínio energético da modalidade é aeróbio, no entanto, o metabolismo anaeróbio é considerado uma importante fonte de energia durante o treinamento de Karate (Imamura et al., 1999). Desse modo, a concentração de lactato tende a elevar – se, independente da duração do combate, auxiliando o processo de exaustão e influenciando negativamente uma reação frente a estímulos (Lima, 2004). Por esse motivo, o treinamento devem enfatizar essa característica da modalidade, para que o karateca, possa desenvolver por meio de treinamento específico a tolerância à acidose,

obtendo assim, resultados satisfatórios, principalmente nos instantes finais da luta (Lehmann e Jedliczka, 1998).

Muitas modalidades encontram dificuldades na prescrição do treinamento devido à carência de testes específicos. Um caminho interessante para a prescrição de estímulos de intensidades adequadas é a determinação das condições aeróbia e anaeróbia, que podem ser efetuadas a partir de diversas formas de investigação, dentre as quais se destacam a análise de variáveis fisiológicas como a lactacidemia (Sjodin e Jacobs, 1981; Kinderman, 1979), análise de gases (Wasserman et al., 1973) frequência cardíaca (Dumke et al., 2006) e glicemia (Simões et al., 2005). Entretanto, diversos métodos de avaliação necessitam de equipamentos de elevado custo e equipe especializada na coleta de dados, o que, na prática desportiva, dificulta a disseminação e massificação na prescrição e controle das cargas de treinamento.

Esse método de avaliação apresenta simplicidade metodológica, com característica não invasiva, porém exaustiva, e já foi adaptado para diversas modalidades esportivas, dentre elas, a natação (Papoti et al., 2010), tênis de mesa (Zagatto et al., 2008), futebol (Silva et al., 2005), canoagem de velocidade (Nakamura et al., 2005) e canoagem *slalom* (Manchado-Gobatto et al., 2010). Recentemente, foi também padronizado para avaliar intensidades de exercícios em modelos de natação (Gobatto et al., 2006) e corrida, (Manchado-Gobatto et al., 2010) em animais.

Apesar da simples metodologia empregada para determinação dos parâmetros sugeridos pelo modelo de potência crítica, a variável aeróbia vem sistematicamente apresentando elevada correlação com índices classicamente

aeróbios, tais como os limiares ventilatórios e o limiar de fadiga (Pringle e Jones, 1998) e limiar anaeróbio determinado por análise do lactato sanguíneo (Billat et al., 2003).

Este estudo busca o conhecimento das respostas fisiológicas durante a adaptação do modelo de Pcrit, assim como mencionado a alta correlação do modelo com o limiar anaeróbio, pode auxiliar na possível avaliação e prescrição do treinamento específico, tendo como base o predomínio energético da modalidade.

1.1. Objetivos

O objetivo geral do presente estudo foi adaptar o modelo de potência crítica para avaliação da capacidade aeróbia de karatecas de alto rendimento.

Objetivos específicos:

- Adaptar o modelo de potência crítica para avaliação aeróbia (intervalo crítico - IC) específica para atletas de alto rendimento em Karate, utilizando sequência de golpes para membros superiores (Guyaku Zuki).
- Padronizar e validar o modelo proposto com a aplicação da máxima fase estável de lactato (MFEL) e análise das respostas de lactato sanguíneo ([Lac]), frente a três intensidades diferentes (IC, acima IC e abaixo IC) determinadas por ajuste linear.

1.2. Hipóteses

As hipóteses que norteiam o presente estudo são:

- a) Há a possibilidade de adaptação de um modelo simples e não invasivo as especificidades do Karate, mesmo sendo esse um esporte de combate e com característica intermitente;
- b) A intensidade de intervalo crítico obtida por modelo não invasivo deve estar próxima à máxima fase estável de lactato.

2. REVISÃO DE LITERATURA.

A proposta da revisão de literatura será elencar dados acerca da modalidade esportiva estudada, explicitar a importância da intensidade de exercício para o esporte, bem como métodos para o seu diagnóstico, e contextualizar os modelos de avaliação da capacidade aeróbia que serão adaptados ao Karate no presente estudo.

2.1 Karate competição

Ao longo dos anos, a arte marcial original sofreu modificações, especialmente com adequações de regras competitivas, tornando-se um esporte de combate, porém sempre respeitando a integridade física e moral dos competidores.

Atualmente, os campeonatos mundiais ocorrem a cada dois anos, com a presença de aproximadamente 85 países, organizado pela World Karate Federation (WKF). O Karate competitivo é dividido em duas modalidades: Kumite e Kata. O primeiro é caracterizado pela luta, na qual dois atletas se enfrentam em combates com duração de 04 minutos (lutas masculinas) e 03 minutos para mulheres. Por outro lado, o Kata é considerado um exercício de ataque e defesa efetuado contra um adversário imaginário.

No Kumite a vitória é dada ao lutador que somar maior quantidade de pontos, distribuídos de acordo com o grau de dificuldade dos golpes. Caso um dos competidores realizarem oito pontos de vantagem sobre o adversário durante a luta, ele será considerado vencedor. Se houver empate na pontuação ao fim do combate, será disputada uma prorrogação de um minuto, e nesse

caso, vencerá aquele que obtiver melhor desempenho na nova luta. Se, por ventura a igualdade persistir, caberá à arbitragem decidir quem será o ganhador do confronto, pelo sistema de votação. No kata, por sua vez, os dois atletas apresentam, lado a lado, séries de movimentos de defesa e ataque. Existe uma série obrigatória dos katas escolhidos. Na primeira, o karateca deve seguir os ensinamentos de escolas reconhecidas, fazendo movimentos coordenados e tradicionais. Já na livre, ele poderá realizar uma combinação de golpes, contanto que os apresentando aos cinco árbitros, que avaliam as *performances* (Confederação Brasileira de Karate, 2011).

2.1.2 Respostas fisiológicas do Karate competitivo

Em estudo realizado com atletas de alto rendimento em competições internacionais de Karate, na Malásia, Inbar et al. (1996) constataram que o predomínio energético da modalidade é o ATP-CP alático nos primeiros segundos de luta. Segundo Baker et al. (1995), após aplicarem teste de Wingate a atletas da elite Europeia, foi constatado que lutadores de karate possuem enorme potência anaeróbia, mesmo que em teste inespecífico. Franchini e Sterkowicz (2009) apontaram que o Karate é uma modalidade intermitente e com predomínio anaeróbio, com grande variação de intensidade devido à aplicação de golpes e grandes intervalos ativos entre os mesmo. Com relação às respostas fisiológicas do Kumite (Rosa, 2007), estudando respostas de lactato e frequência em uma aula de karate também sugeriu a característica intermitente e anaeróbia da modalidade. Dzurenkova et al. (2000) observaram, em uma competição, valores com valores de frequência cardíaca entre de 180 a 199 bpm, lactacidemia na faixa de 4,5 a 6,5 mM.

Se considerarmos os valores obtidos em testes inespecíficos efetuados com karatecas, valores muito próximos foram observados por Cesar et al. (2002) em testes de corrida em esteira rolante para determinação da capacidade e potência aeróbia. No estudo, foram verificadas frequência cardíaca máxima de 190 ± 9 bpm e frequência cardíaca em intensidade equivalente ao limiar anaeróbio 168 ± 9 bpm, e no monitoramento da frequência cardíaca na luta de karate, obteve valores próximos aos de frequência cardíaca máxima, constatando o predomínio anaeróbio da modalidade no kumite.

Apesar de alguns estudos indicarem a predominância anaeróbia da modalidade, também há apontamento acerca da importância do metabolismo aeróbio em lutas e treinamentos.

Voltarelli (2009), objetivando compreender respostas fisiológicas na modalidade, realizou simulações de lutas competitivas para determinar a máxima fase estável de lactato, utilizando como critério, a elevação igual ou superior a 1 mM, do 10º ao 30º minuto de esforço. Em luta simulada, foi observado aumento de apenas 0,1mM de lactato, na faixa de 10 a 30 minutos de esforço. O aumento exponencial na lactacidemia foi apenas observado dos 35 a 40 min. de realização das sequências propostas. Beneke et al. (2004), quando monitoraram 36 lutas de karate por espirometria portátil e análise de lactato sanguíneo, concluíram que o metabolismo aeróbio é a fonte de energia predominante na modalidade, tendo como explicação a movimentação no combate, com possível remoção do lactato sanguíneo nesse processo.

Em modalidades esportivas intermitentes, uma das formas de determinação da intensidade do exercício é a utilização da razão esforço:

pausa (Nakamura, 2005), Girard et al., (2011), define sprints intermitentes, como aqueles que realizam exercícios de curta duração (< 10 segundos) intercalados com períodos de recuperação (6 – 30 segundos), suficientes para permitir uma completa recuperação para um novo estímulo. Bishop et al., (2011) sugeriu que o treinamento para esse tipo de modalidade, seja o intervalado, respeitando as pausas de recuperação da modalidade, para melhores ganhos de performance.

2.2 Intensidades de exercício e sua implicação para o esporte

Não há como negar que todo e qualquer treinamento aplicado ao esporte objetivando rendimento esportivo, deve estar embasado em avaliações fisiológicas capazes de determinarem, com objetividade, especificidade e individualidade, os domínios de intensidade de esforço. Nesse sentido as respostas fisiológicas vêm sendo muito utilizadas para tal fim. Algumas delas serão destacadas a seguir, por estarem presentes na metodologia do presente projeto.

2.2.1. Lactato Sanguíneo

Em fase inicial ou em exercícios intensos e com curta duração, demandas energéticas são suportadas por fontes de ATP para a manutenção do esforço físico. Entretanto, caso haja a manutenção do exercício em alta intensidade e maiores estímulos sendo implementado, o lactato, produto final da via glicolítica anaeróbia, e produzida na musculatura em atividade, aparece de modo exponencial na corrente sanguínea (Bonen, 2001).

O acúmulo do lactato sanguíneo é dependente, tanto da produção desse metabólito pela musculatura ativa, quanto de sua remoção por músculos inativos e outros tecidos, dentre eles, o hepático (Cicielski, 2008). Além da intensidade do exercício, o aumento do lactato muscular está relacionado à redução de fluxo sanguíneo nos rins, fígado e trato gastrointestinal (Powers & Howley, 2000).

O fluxo de lactato e sua associação com o próton íon hidrogênio para o exterior e interior das células é controlado por várias isoformas de transportadores monocarboxílicos (MCT) (Juel e Halestrap, 1999; Philp, Macdonald e Watt, 2005; Bonen et al., 2006). O MCT4 e MCT1 são os principais transportadores monocarboxílicos estudados e relacionados com os metabolismos glicolítico e oxidativo, respectivamente (Tonouchi, Hatta & Bonen, 2002). O MCT1 está presente, principalmente, em fibras musculares oxidativas e tem sido relacionado ao influxo de lactato e sua subsequente oxidação (Thomas et al., 2004). Por outro lado, o MCT4 é encontrado, com predominância, em fibras musculares rápidas, sendo o principal responsável pela saída do lactato das células musculares em direção à corrente sanguínea (Price et al., 1998; Wilson et al., 1998; Dimmer et al., 2000; Bergersen et al., 2002). Desse modo, a intensidade do exercício modula tanto o fluxo lactacidêmico, quando a expressão gênica de MCTs (Dubouchaud et al., 2000), que segundo Baker et al. (1998), a alteração na taxa de transporte de lactato e a expressão de MCTs estavam relacionadas.

Nesse sentido, o lactato sanguíneo é utilizado como preditor da intensidade de esforços, e protocolos embasados em suas respostas vêm sendo padronizados e utilizados na determinação da capacidade aeróbia de

atletas. Dentre esses protocolos é possível destacar a realização de testes progressivos com análise da resposta exponencial do lactato (Kinderman et al., 1979, Manchado et al., 2010), concentração fixa de lactato em 4mM (Heck et al., 1985), protocolo de duplos esforços não exaustivos (Chassain, 1986), teste de lactato mínimo (Tegtbur, 1993) e o protocolo padrão ouro para essa análise: a máxima fase estável de lactato (Beneke, 2000; Gobatto et al., 2001, Billat et al., 2003; Manchado et al., 2006).

2.2.2. Limiar Anaeróbio e Protocolos para sua determinação

A determinação da transição de predominâncias aeróbia / anaeróbia durante o exercício é fundamental para a correta prescrição do treinamento, bem como controle e monitoramento dessa intervenção.

De acordo com Simões (2010), o limiar anaeróbio (LAn) é um fenômeno fisiológico cercado de muita discussão, já que diversos métodos são apontados na tentativa de estimar a intensidade relativa ao LAn. Dentre os diversos métodos que se propõe a essa investigação, é possível destacar os embasados na análise das concentrações de lactato sanguíneo (limiar de lactato) e a mensuração da frequência cardíaca (limiar de variabilidade da frequência cardíaca). O termo “Limiar anaeróbio” foi proposto inicialmente por Wasserman e Mcllory (1964), por utilização de análise de gases. Posteriormente, Kinderman et al. (1979), estudando a transição energética entre o sistema aeróbio anaeróbio, observaram a mudança da predominância entre os metabolismos quando a concentração sanguínea de lactato encontrava-se entre 2,0 e 4,0 mM, relatando ainda a existência de um limiar

aeróbio em concentração próxima a 2,0 mM e limiar anaeróbio próximo ao valor 4,0 mM de lactato.

Em 1981, Sjödin & Jacobs observaram, em exercício aeróbio, concentração próxima à 4mM, denominando a respectiva intensidade de “onset of blood lactate accumulation” (OBLA). Posteriormente, Heck et al. (1985), analisando o comportamento do lactato em cargas constantes também verificaram que a máxima fase estável de lactato sanguíneo em humanos, aparentemente ocorrida em concentração próxima à 4mM, com um desvio de \pm 1,5mM, confirmando a hipótese de Kinderman et al. (1979) e Sjödin e Jacobs (1981).

Diversos estudos com humanos reportam a excelente utilização da intensidade de exercício referente ao limiar anaeróbio determinado por concentração fixa como zona de transição entre o metabolismo aeróbio e anaeróbio, indicando alta correlação desse valor identificado por lactacidemia aos limiares obtidos por espirometria (Hollmann, 1985; Jones & Doust, 1998, Gaskill et al., 2001).

Apesar disso, é possível destacar a existência do protocolo - dependência (Beneke et al., 2001), ergômetro-dependência em animais (Manchado et al., 2006) e individualidade biológica, relacionada à concentração de lactato referente ao LAn (Billat et al., 2003), o que implica em cautelas na prescrição do exercício indiscriminadamente por concentração fixa de lactato à 4mM. É por isso que, apesar do número excessivo de coletas de sangue e reduzida aplicabilidade em ambiente esportivo, à máxima fase estável de lactato é considerada “padrão ouro” para determinação do limiar anaeróbio.

Teoricamente, em intensidade relativa ao LAn, as respostas fisiológicas permanecem estáveis por, aproximadamente, 30-40 minutos.

2.2.3. Protocolo não invasivo para determinar a capacidade aeróbia: Modelo de potência crítica

Apesar de muitos estudos apontarem as respostas fisiológicas como melhores preditores da intensidade de exercício, há propostas para essa determinação a utilização de apenas, registros dos tempos de exaustão depois de dadas intensidades.

Os testes de trabalho muscular ganharam uma nova concepção, sendo chamado de dinâmica de trabalho por Scherrer et al. (1954), e depois aplicado como trabalho estático por Monod (1956). O modelo de potencia crítica proposto em 1965 por Monod e Scherrer, equivale à utilização dos tempos máximos de esforços realizados por um grupo muscular para obtenção de ajuste matemático hiperbólico e, inicialmente, foi proposto para exercícios monoarticulares. Moritani et al. (1981), validaram o conceito para o corpo inteiro, determinando a *PCRIT* através da relação entre o trabalho mecânico total realizado (W) e o tempo até a exaustão ($tLIM$) em cinco testes máximos no cicloergômetro.

A potencia crítica muscular é determinada pela avaliação da capacidade de trabalho muscular, realizando uma série de testes em intensidades variadas. Considera-se que o limiar da exaustão ocorre quando o músculo não pode manter o mesmo ritmo ou intensidade do início da avaliação. Após execução de diversos esforços, os dados de tempo limite para dadas intensidades são

matematicamente ajustados por uma função hiperbólica (“intensidade vs. tempo de exaustão”), no qual a assíntota do ajuste representa a Pcrit (parâmetro aeróbio) e a curvatura da hipérbole, equivale à capacidade de trabalho anaeróbio (CTA, parâmetro anaeróbio sugerido por esse modelo de avaliação). A partir do método hiperbólico, ajustes matemáticos podem ser adotados.

Devido à simplicidade metodológica, reduzido custo em sua execução, característica não invasiva e elevada aplicabilidade do método, um grande número de investigações, vêm, nas últimas décadas, amplificando e adaptando esse método a diversas modalidades esportivas.

Além das características supramencionadas, o protocolo de potência crítica está sendo altamente utilizado na prescrição do treinamento esportivo, principalmente por possibilitar o diagnóstico dos indicadores das capacidades aeróbias e anaeróbias (Nakamura et al., 2005).

Kokubun (1996) utilizou o método de Pcrit para estimar o limiar anaeróbio de 48 atletas de natação, com três protocolos experimentais diferentes. O estudo demonstrou que a velocidade crítica é um bom indicador do limiar anaeróbio, correspondente também à intensidade máxima do equilíbrio na concentração de lactato sanguíneo.

Gaesser et al. (1995), estimou o método de Pcrit em modelos lineares e não lineares com jovens saudáveis, constatando que a Pcrit é um parâmetro para mensurar o limiar anaeróbio que se aproxima do aspecto fisiológico. Norton; Billat (2004) concluíram que o modelo conceito Pcrit pode ser bastante

útil para exercícios como ciclismo, corrida e canoagem, na prescrição do treinamento para essas modalidades.

Um grande objetivo em procedimentos de avaliação é respeitar a especificidade da modalidade estudada. Desse modo, no estudo realizado por Zagatto; Gobatto (2002) foi investigada a possibilidade de adaptar o modelo de Pcrit ao tênis de mesa, validando essa metodologia com a estabilização da concentração de lactato em intensidade equivalente a 100% da frequência crítica (Fcrit) em exercício de longa duração. Mesmo grupo de autores, ainda investigando o modelo de potência crítica aplicado ao tênis de mesa, relatou que o parâmetro anaeróbio sugerido como capacidade de trabalho anaeróbio (CTA) não é um bom indicador de *performance* nessa modalidade, sendo motivos de estudo por diversos autores, sendo indicado apenas o componente aeróbio do teste de Fcrit como um bom procedimento de avaliação (Zagatto et al., 2002).

O modelo de avaliação não invasivo foi adaptado a diversas modalidades esportivas, dentre elas a natação (Papoti et al., 2010), o futebol (Silva et al. 2005), a canoagem de velocidade (Nakamura et al., 2005) e canoagem slalom (Manchado-Gobatto et al., 2010), e recentemente, foi também padronizado para avaliar intensidades de exercícios em modelos de natação (Gobatto et al., 2006) e corrida (Manchado-Gobatto et al., 2010) para ratos.

2.2.4. Protocolo invasivo para determinar a capacidade aeróbia: Máxima Fase Estável de Lactato

A intensidade de exercício correspondente à máxima fase estável de lactato (iMFEL) é caracterizada como a mais elevada em que ainda há equilíbrio entre a produção e remoção do lactato (Beneke et al, 1993). O acúmulo de lactato sanguíneo em exercícios de alta intensidade reflete a grande produção de ácido láctico no organismo, devido à elevada utilização da via metabólica anaeróbia láctica (Billat et al., 2003). A iMFEL representa presumivelmente, a maior intensidade submáxima de esforço (iMFEL), que pode ser realizada sem contribuição predominante do metabolismo anaeróbio (Heck et al., 1985). Essa intensidade parece ser o limite superior onde ainda é possível visualizar a estabilização nas trocas gasosas pulmonares, sendo frequentemente indicada para a prescrição do treinamento aeróbio, particularmente em atletas (Kindermann et al., 1979).

Para determinação da MFEL sugere-se a realização de esforços contínuos em intensidades contínuas, com duração de aproximadamente 30 min cada e extrações sanguíneas a cada 5 ou 10 min para posterior determinação lactacidêmica. Dentre os critérios que podem ser adotados para tal determinação, destaca-se a variação igual ou inferior a 1 mM, obtida entre o 10 e 30min de esforço (Billat et al., 1993).

Beneke et al. (2001) investigaram a hipótese de que a MFEL em indivíduos treinados depende da modalidade de exercício praticado, indicando a ergômetro dependência quando os são utilizados distintos exercícios na avaliação (em remo ergômetro e cicloergômetro). Nesse estudo, a MFEL foi definida como a maior intensidade de esforço na qual a concentração de

lactato sanguíneo não excedeu em 1,0 mM, ao longo dos últimos 20 minutos de carga constante. Segundo o estudo, a MFEL ocorre em níveis distintos de potência por unidade de massa muscular envolvida, muito por conta do ergômetro-dependência.

Outro estudo com máxima fase estável realizado por Manchado et al. (2006) verificou se a MFEL é dependente do ergômetro utilizado para a avaliação aeróbia de ratos. Nesse caso, a MFEL foi verificada após aplicação de quatro testes contínuos, em diferentes intensidades, com duração de 25 minutos, separados por intervalo de 48 horas. Todos os testes foram executados em natação e corrida para ratos. A partir dos dados obtidos foi possível concluir que a MFEL também é ergômetro-dependente em modelos experimentais utilizando animais.

O teste de MFEL apresenta elevada reprodutibilidade e confiabilidade, sendo considerado o padrão ouro na validade de testes aeróbios tanto em humanos (Billat et al, 2003; Beneke, 2003) quanto em animais (Gobatto et al., 2001; Manchado et al., 2005, Manchado et al., 2006).

4.2 RESULTADOS

Os resultados do presente estudo foi submetido à publicação, no periódico internacional Journal of Strenght Conditioning and Research.

**TESTE DE INTERVALO CRÍTICO ESPECÍFICO PODE DETERMINAR A
CAPACIDADE AERÓBIA DE ATLETAS DO KARATÊ**

**THE SPECIFIC CRITICAL INTERVAL TEST CAN DETERMINE THE
AEROBIC CAPACITY OF KARATE ATHLETES**

INTRODUÇÃO

Um caminho interessante para a prescrição de exercício a atletas é a determinação de intensidade de esforço individualizada e específica para a modalidade esportiva alvo, correspondente à transição de predominância energética aeróbia / anaeróbia. Essa detecção pode ser efetuada por diferentes métodos de avaliação, tais como por análise de variáveis fisiológicas, como a lactacidemia (Sjödín e Jacobs, 1981; Kindermann et al, 1979), análise de gases (Wasserman et al., 1973), frequência cardíaca (Dumke et al., 2006) e glicemia (Simões et al., 1996), ou por análise matemática, analisando a relação entre intensidades de exercício e tempo limites (Monod e Scherrer, 1965).

Grande parte das avaliações comentadas objetiva a determinação do fenômeno fisiológico 'limiar anaeróbio', que ocorre em uma intensidade na qual o lactato sanguíneo, dentre outras variáveis, se mantém estável por um longo período de tempo (Svedahl e MacIntosh, 2003). Esse índice tem sido amplamente utilizado para a prescrição da intensidade adequada do exercício, predição de *performance* e avaliação dos efeitos do treinamento (Ingebrigtsen et al., 2011; Fernandes et al., 2011). Entretanto, muitas modalidades esportivas, dentre elas o Karate, encontram dificuldades na prescrição do treinamento e avaliação devido à carência de testes específicos e individualizado para a determinação da intensidade de esforço.

O modelo de potência crítica, proposto por Monod e Scherrer (1965), que posteriormente veio a ser validado por Moritani et al. (1981), com ajuste hiperbólico ("intensidade vs. tempo de exaustão") (Hill, 2002). Por conta da característica não invasiva, simplicidade metodológica, baixo custo financeiro e

por apresentar resultados interessantes para a prescrição do treinamento, diversas modalidades esportivas, como a natação (Papoti et al., 2005; Wakayoshi et al., 1992; Wakayoshi et al., 1993), tênis de mesa (Zagatto et al., 2008), ciclismo (Jenkins et al., 1990) e canoagem slalom (Manchado – Gobatto et al., 2010) têm adotado as adaptações desse modelo de avaliação. Além disso, o método também foi padronizado para avaliar intensidades de exercícios em modelos de natação (Manchado et al., 2006) e corrida (Manchado – Gobatto et al., 2011) em animais.

Apesar da simples metodologia empregada para determinação dos parâmetros sugeridos pelo modelo de potência crítica e suas derivações, a capacidade aeróbia determinada por esse método vem sistematicamente, apresentando elevada correlação com índices aeróbios clássicos, como os limiares ventilatórios e o limiar de fadiga (Pringle e Jones, 2002) e limiar anaeróbio determinado por análise do lactato sanguíneo, especialmente quando utilizado o método padrão ouro para determinação da capacidade aeróbia, denominado máxima fase estável de lactato (MFEL), (Billat et al., 2003; Ade e Broxterman, 2011).

Por ser considerado um método padrão ouro, a MFEL pode ser utilizada para validar testes aeróbios, tanto aplicados a humanos (Billat et al., 2003; Beneke 2004), como a modelos experimentais (Gobatto et al., 2001; Manchado et al., 2005; Manchado – Gobatto et al., 2011).

Compreendendo a importância da avaliação aeróbia no âmbito esportivo, a carência de métodos de avaliação no karate e a possibilidade de adaptação de modelos já existentes à especificidade de modalidades

esportivas, os objetivos do presente estudo foram adaptar o modelo não invasivo de potência crítica para a modalidade Karate, utilizando o intervalo de recuperação entre as sequências de soco para determinar a capacidade aeróbia dos atletas (Intervalo Crítico – IC) e comparar estes resultados com a intensidade equivalente à máxima fase estável de lactato (MFEL).

MÉTODOS

Abordagem Experimental do Problema

A fim de permitir a adaptação de métodos de avaliação específicos para o Karate, todos os testes a seguir detalhados foram realizados em ordem aleatória, em local específico de treinamento para a modalidade (academia de karate com piso revestido por tatames). Inicialmente, houve a adaptação de método não invasivo para determinar a capacidade aeróbia dos atletas. Depois disso, não foi verificada a relação entre a IC e MFEL.

Sujeitos

Participaram do estudo 12 atletas de ambos os gêneros (seis homens e seis mulheres) da modalidade de Karate (26 ± 2 anos, $71,0 \pm 4,9$ kg, $1,72 \pm 0,03$ m e índice de massa corporal de $23,8 \pm 1,1$). Os atletas eram bem treinados, competidores em nível nacional e praticantes da modalidade há mais de sete anos, com treinamento regular semanal quatro dias/semana. De acordo com avaliações prévias, os atletas não apresentavam nenhuma patologia e não faziam uso de medicamento.

Para que os efeitos agudos decorrentes das sessões de treinamento anteriores não influenciassem nos resultados das avaliações, todos os

indivíduos foram instruídos a evitar exercício físico 24h antes do início das avaliações. Também foi solicitado não fazerem uso de bebida alcoólica na semana que antecedeu os procedimentos e durante o período de avaliação.

Todos os participantes voluntários foram informados acerca dos procedimentos de pesquisa, requisitos, benefícios e riscos antes de fornecer consentimento informado por escrito, de acordo com a Declaração de Helsinki. O projeto de pesquisa, bem como o termo de consentimento livre e esclarecido foi aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição em que a Pesquisa foi desenvolvida (protocolo 68/10).

Procedimentos

Adaptações do Modelo de potência crítica ao Karate.

Objetivando adaptar o modelo de potência crítica às especificidades do Karate, os atletas foram submetidos a cinco testes em diferentes intensidades, realizados aleatoriamente e com intervalo de 24 horas.

Em cada teste, os atletas realizaram sequências de golpes Guyaku Zuki até a exaustão, com recuperação ativa entre os testes (saltitos), assim como ocorre em lutas oficiais. As intensidades foram impostas pelo intervalo de recuperação entre os golpes, sendo eles 2, 3, 4, 5 e 6 s. Nesse sentido, a realização de golpes foi controlada por metrônomo digital com emissão de sinais sonoros. A escolha das intensidades foi baseada em estudo piloto, no qual foram testadas as intensidades capazes de promover a exaustão (tempo limite – t_{lim}) dos avaliados entre 1 e 10 minutos de exercício.

Com os dados de intensidade do exercício (razão golpes: recuperação 1: s) e tempo limite (s) para tais intensidades, plotou-se um ajuste linear

‘intensidade vs. 1/tlim’ (Figura 1), contendo intensidade no eixo x e o inverso do tempo de exaustão (1/s) no eixo y. Pelo ajuste, a razão esforço pausa crítica correspondeu ao intercepto y da regressão. O intervalo crítico (IC) em s correspondeu ao valor inverso da razão esforço pausa crítica.

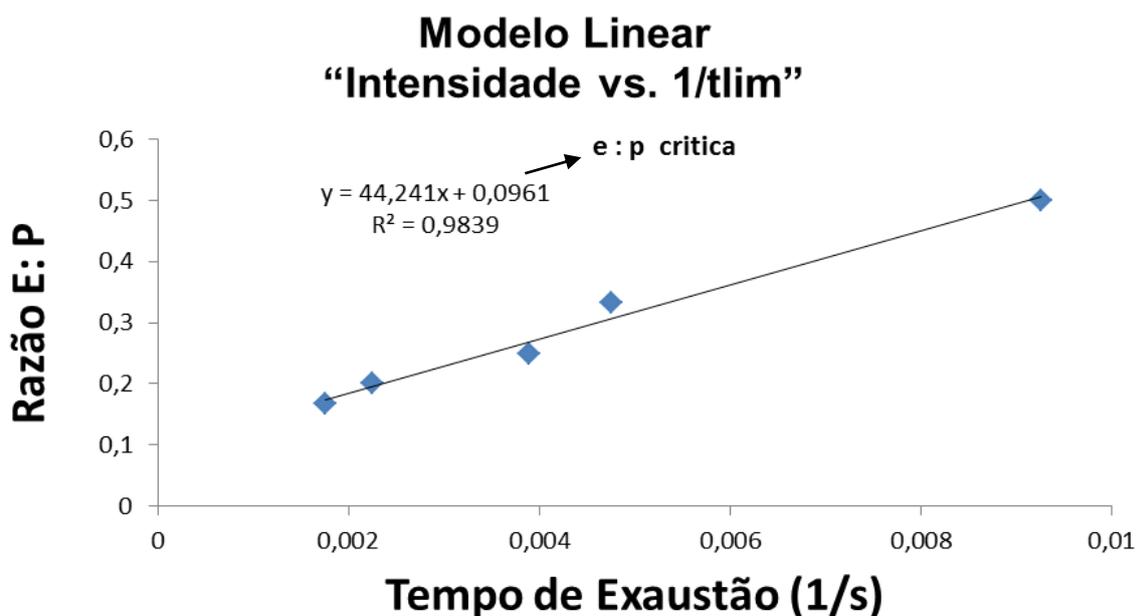


Figura 1. Exemplo de ajuste linear ‘intensidade vs 1/tempo limite para determinação da razão esforço-pausa correspondente ao intervalo crítico de um atleta participante da amostra. O resultado da razão esforço-pausa correspondente ao y-intercepto, determinou-se, de modo não invasivo, o intervalo crítico (IC).

Para a garantia da qualidade dos movimentos durante a execução dos golpes, os atletas tocavam o alvo localizado a sua frente, na altura do tórax, trazendo a mão que não golpeava no quadril, respeitando a técnica do movimento. Com uma demarcação inicial, foram determinadas duas marcas a partir da posição de luta individual, sendo a primeira em forma de quadrado (30 cm x 30 cm), destinada ao pé de apoio (que não realizava deslocamento), e uma segunda marca, para o pé anterior (que realizava o deslocamento para

realização do golpe), tendo a distâncias entre elas sido determinada de modo individual, considerando a posição adotada em luta pelos atletas (Figura 2).

Para aplicação do golpe, foi realizada uma terceira marca, para limite do pé anterior que realizava o deslocamento onde, na realização de cada golpe, o atleta necessariamente precisavam ultrapassar as demarcações para a aplicação correta do golpe, tocando com o joelho posterior o colchonete (10 cm) (figura 3), retornando, após o golpe, à posição inicial.

A fim de aproximar o gesto específico da competição do movimento em avaliação, todas as marcas foram realizadas de forma individualizada Para cada atleta, tendo em vista a amplitude de deslocamento dos atletas na execução do golpe.

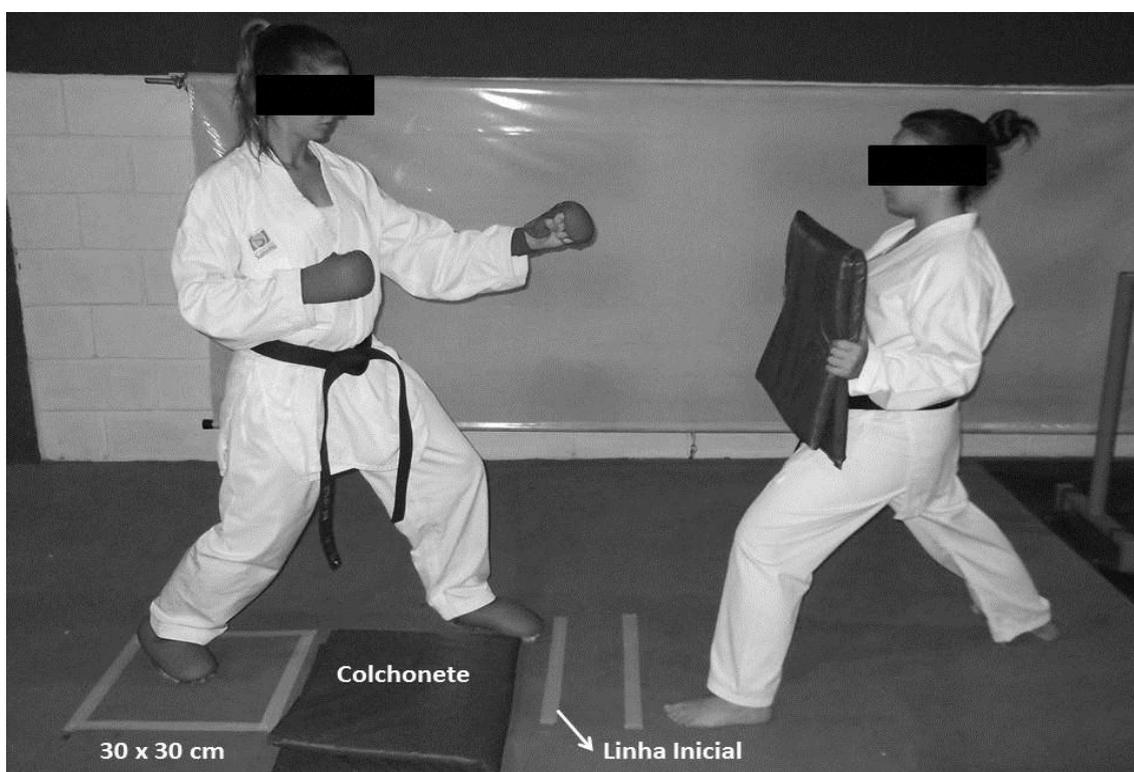


Figura 2. Exemplo da posição inicial para realização do protocolo de teste exaustivo para golpe de membro superior.

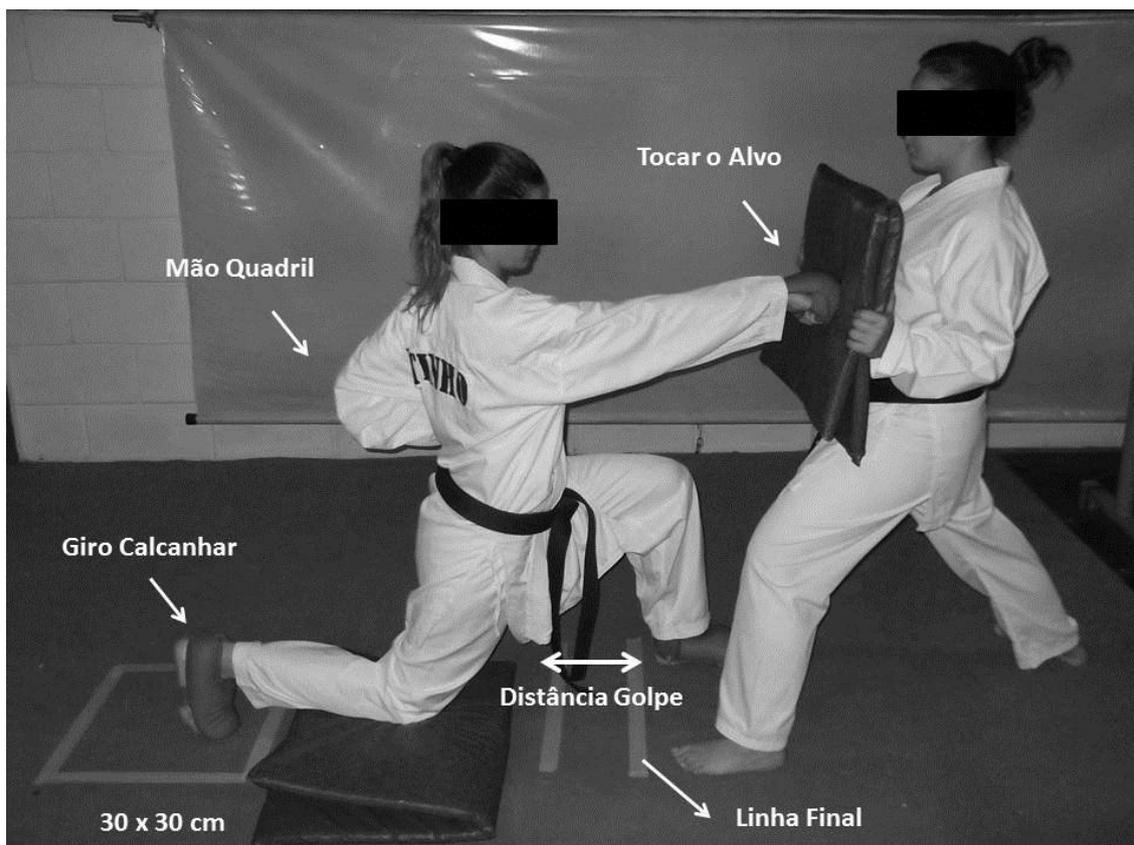


Figura 3. Exemplo da posição final, com aplicação do golpe proposto, ultrapassando a terceira marca e a realização do contato do joelho no colchonete.

Os tempos de exaustão (s) para cada intensidade foram registrados por um cronômetro marca Polar®, sempre monitorado pelo mesmo avaliador. Como critérios de exaustão adotou-se a presença de, ao menos dois dos fatores como a não manutenção da sequência de golpes, como a redução extrema em tocar o colchonete com o joelho, execução incorreta do golpe, ou seja, não tocar o alvo definido por duas vezes consecutivas e a exaustão voluntária por parte dos atletas.

Determinação Máxima Fase Estável de Lactato

Após 48 horas da determinação individual de IC por método específico e não invasivo cada atleta foi submetido ao protocolo para determinação da

MFEL, composto de três testes contínuos com duração de 30 minutos, do mesmo modo como descrito no protocolo anterior, mas em intensidades equivalentes ao IC, 10% superior (maior intervalo ativo entre golpes e, portanto, esforço menos intenso) e 10% inferior ao IC (intervalo menor entre golpes – esforço mais intenso). As três intensidades foram distribuídas aleatoriamente e separadas por intervalo de 24 horas.

Em todos os testes houve coleta de sangue do lóbulo da orelha (25 µL) nos tempos repouso, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 min, para posterior análise da curva lactacidêmica nessas intensidades. Para diagnosticar a estabilização do lactato sanguíneo, foram estudadas as janelas compreendidas entre o 10^o e o 30^o minuto de esforço. A mais alta intensidade na qual o aumento da concentração sanguínea de lactato foi igual ou inferior a 1mM, do 10^o ao 30^o minuto foi considerada como a MFEL (Billat et al., 2003).

Amostras Sanguíneas e Análises

As amostras foram depositadas em tubos *ependorf* contendo 400µL de ácido tricloroacético (TCA) 4%, para bloqueio das reações no meio e desproteinização do sangue e analisadas método enzimático. Para isso, as amostras, previamente armazenadas a temperatura equivalente a -30^o C, foram agitadas em agitador magnético e centrifugadas. Foi extraída uma alíquota de 100µL de sobrenadante de cada tubo, depositada em tubo de ensaio, a qual foi adicionada a quantidade equivalente a 500µL de reagente. O homogenado foi novamente agitado e logo após, incubado por 20 em banho a 37^o C. A leitura da amostra foi efetuada em espectrofotômetro de placa, em onda de 340nm (Engels e Jones, 1978).

Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o auxílio do pacote Statistica, versão 7.0 (Statsoft, Tulsa, USA). Inicialmente foram aplicados os testes de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade (Levene) para identificar a característica dos dados. Por apresentarem respostas normais e homogêneas, foram adotados os métodos preconizados pela estatística paramétrica.

Para diagnosticar a estabilização das respostas fisiológicas em teste contínuo na intensidade de IC, foram estudadas as janelas compreendidas entre o 10º e o 30º minuto de esforço e analisados dos resultados lactacidêmicos por Anova One-Way, seguida por Post-Hoc de Newmann-Keuls quando necessário, tendo como variável independente os tempos de coletas e variável dependente, as concentrações de lactato. Para todas as análises, o nível de significância foi pré-fixado em 5% ($p \leq 0,05$). Os resultados estão expressos como média \pm erro padrão da média (EPM).

RESULTADOS

Na tabela 1 estão apresentados os valores médios, dos tempos de exaustão para cada intensidade, bem como valores de IC ($16,67 \pm 2,90s$) e ajustes lineares significantes ($R^2=0,95 \pm 0,01$) obtidos pelo modelo não invasivo adaptado ao Karate.

MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA APLICADO AO KARATÊ							
	Tempos de Exaustão nos Respectivos Intervalos (S)					Resultados	
	2 (s)	3 (s)	4 (s)	5 (s)	6 (s)	Modelo	Pcrit
	IC (s)	R2					
Média	93,17	170,58	270,42	343,08	439,86	16,67	0,95
±	±	±	±	±	±	±	±
Epm	5,33	16,96	22,98	32,54	32,14	2,90	0,01

Tabela 1. Dados referentes ao tempo de exaustão observado em intensidades correspondentes aos intervalos 2, 3, 4, 5, 6 (s), resultado de intervalo crítico (IC, em s) e coeficiente de ajuste linear (R^2) observados após adaptação do modelo não invasivo para o Karatê.

Quando submetidos ao protocolo para determinação de MFEL, realizado em três diferentes intensidades, todos os atletas suportaram os 30 minutos de esforço conforme previamente estabelecido. Como representado na Figura 5, o lactato sanguíneo para todos os atletas apresentou estabilização nas intensidades 10% menos intensa (com os valores de $2,24 \pm 0,36$ mM) e em IC ($3,59 \pm 0,44$ mM), não havendo alteração superior a 1mM, do 10^o ao 30^o minuto de exercício. Entretanto, para grande parte da amostra, em intensidade 10% mais intensa que o IC, não foi observada estabilização lactacidêmica. Desse modo, para 75% da amostra, a MFEL ocorreu em intensidade equivalente ao IC.

A análise de variância revelou diferenças entre as concentrações de lactato de repouso, quando comparadas aos demais tempos de coleta de sangue e ainda, menores valores de lactato no esforço menos intenso quando comparados aos esforços em IC e 10% mais intenso (tempos 10, 15, 20, 25 e 30 min).

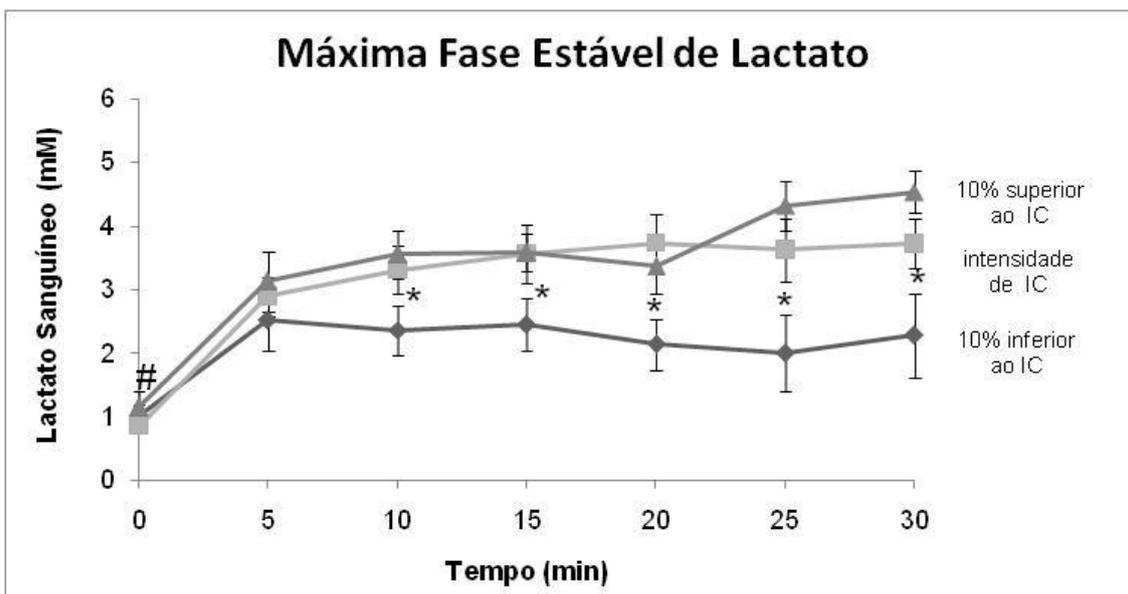


Figura 4. Curvas lactacidêmicas obtidas durante a realização do teste de MFEL, em intensidades 10% menos intensa que IC, IC e 10% mais intensa. Respostas expressas em média \pm EPM.

#Diferença significativa entre as concentrações de lactato de repouso e as demais ($p \leq 0,05$)

*Diferença para as concentrações de lactato no IC e em intensidade 10% superior ao IC

DISCUSSÃO

Os objetivos de presente estudo foram adaptar o modelo não invasivo de potência crítica a essa modalidade esportiva para determinar a capacidade aeróbia dos atletas (Intervalo Crítico – IC) e comparar estes resultados com a intensidade equivalente à máxima fase estável de lactato (MFEL).

Contudo Sterkowicz e Franchini (2009) sugerem que o Karate é uma modalidade intermitente, com grande participação anaeróbia devido às diversas variações de intensidade e a aplicação de golpes com grandes intervalos de recuperação entre eles. Entretanto, de acordo análise efetuada em competições internacionais, o predomínio metabólico nessa modalidade

esportiva é aeróbio, com algumas participações anaeróbias ao longo das lutas (Beneke et al., 2004).

Dentre outros fatores, a dificuldade de determinação da intensidade de exercício no karatê pode ser creditada a intermitência da modalidade. Para modalidades esportivas com essa característica, uma das formas de fixar ou monitorar a intensidade do esforço é a utilização da razão esforço: pausa (Nakamura et al., 2008), com recuperação ativa ou passiva entre as atividades. Por isso, no presente estudo, nós optamos pela adoção determinação de diferentes intensidades de exercício manipuladas com o intervalo pelo intervalo de recuperação.

Tanto na adaptação do modelo de potência crítica ao karatê quanto na execução do protocolo de MFEL, adotamos a intensidade de exercício com intervalos ativos (saltitos) entre a execução de golpes com membros superiores Guyaku Zuki, mantendo a especificidade da modalidade. O soco Guyaku Zuki foi adotado na presente investigação porque essa é a técnica de soco mais eficiente e com maior aplicação em lutas de karatê quando comparada a outros golpes ($p < 0,0001$) segundo Villani et al. (2001).

De acordo com a literatura, o parâmetro aeróbio sugerido pelo modelo de potencia crítica por Monod & Scherer (1965), adaptado a vários tipos de exercício, com distintos métodos matemáticos, apresenta elevadas correlações com o limiar anaeróbio investigado por diversas metodologias (Moritani et al., 1981; McLellan e Cheung, 1992, Wakayoshi et al. 1993; Papoti et al., 2005), com o limiar de fadiga (Devries et al., 1982) e com a máxima fase estável de lactato (Pringle e Jones, 2002; Takahashi et al., 2009), padrão ouro para a determinação da capacidade aeróbia (Billat et al., 2003). Por conta dessas

características, associadas à simplicidade metodológica e alta aplicabilidade em ambiente esportivo, o método de avaliação vem sendo adaptado a diversas modalidades (Papoti et al., 2005; Zagatto et al., 2009; Ade et al., 2011), mas ainda não aplicado ao karate.

Na tabela 1 é possível visualizar os intervalos entre golpes (s) utilizados para determinação do intervalo crítico. Os tlim apresentados para todas as intensidades estiveram compreendidos entre 1 e 8 min, aproximadamente ($93,17s \pm 5,33$ e $439,86 \pm 32,14s$), respeitando as exigências de duração propostas por Pringles e Jones (2002), e Poole e Gaesser (1986). Esses valores encontram-se próximos aos observados em estudos de Zagatto et. al. (2009), que adaptaram o modelo para o tênis de mesa, propondo intensidades a partir das quais os atletas entraram em exaustão entre 3 e 9 min.

A partir dos registros dos tlim para as cinco intensidades adotadas foram possíveis obter o IC com sucesso no karate ($16,67 \pm 2,90s$). Além disso, o ajuste linear 'intensidade vs $1/tlim$ ' mostrou-se interessante para a obtenção de IC nessa modalidade esportiva, com elevados valores de R^2 para as regressões ($R^2 0,950 \pm 0,010$) (tabela 1).

Ao menos teoricamente, em intensidade de potência crítica as respostas fisiológicas deveriam apresentar estabilização, sendo essa a intensidade de transição entre os domínios de intensidade intenso e severo (Hill et al., 2002). Por outro lado, alguns estudos envolvendo modalidades esportivas vêm relatando valores superiores do parâmetro aeróbio obtido pelo modelo não invasivo quando comparado com limiares clássicos (Pringle e Jones, 2002, Dekerle et al., 2005).

Além da possibilidade de adaptação do modelo não invasivo para a determinação da capacidade aeróbia de karatecas, o mais importante achado do presente estudo foi que o IC determinado pelo intervalo de recuperação entre a aplicação de golpes Guyaku Zuki foi equivalente à MFEL para 75% dos atletas avaliados (Figura 4). Nessa intensidade, a concentração de lactato sanguíneo apresentou estabilização $3,59 \pm 0,44$ mM, valores próximos aos observados em outros estudos e à concentração de lactato verificada em competições de Karate (Beneke et al., 2004; Dzurenkova et al., 2000). Em intensidade 10% inferior ao IC, também foi observada estabilização do lactato sanguíneo para a totalidade da amostra estudada, mas em valores menores ($2,24 \pm 0,36$ mM). Por outro lado, quando analisado o comportamento do lactato em intensidade 10% superior ao IC, não foi observada estabilização lactacidêmica, com elevação do lactato especialmente nos tempos compreendidos entre 20 e 30 min de exercício.

Os resultados obtidos no presente estudo sugerem que, o teste de potencia crítica adaptado ao Karate, pode determinar a capacidade aeróbia dos atletas, considerando que houve a Maxima fase Estavel de Lactato na intensidade de IC para aplicação de golpes de membros superior, guyaku zuki, podendo ser utilizado em sessões de treinamento com gesto específico para esse fim.

APLICAÇÕES PRÁTICAS

A partir do método prático e não invasivo adaptado no presente estudo para o karate, os treinadores podem avaliar, com segurança e facilidade, a capacidade aeróbia individual de seus atletas. Além disso, o intervalo crítico

pode ser utilizado como intensidade do treino, quando o objetivo é promover mudanças positivas em parâmetros relacionados ao desempenho aeróbio e zona de transição aeróbia/anaeróbia, com a vantagem do treinamento físico com intensidade controlada ser realizado em ambiente controlado e da própria luta. Para treinamentos anaeróbios individualizados, intensidades superiores ao IC podem ser adotadas. Finalmente, é possível, a partir dessas determinações, monitorar os efeitos do treinamento específico aplicado a atletas de karatê.

4. REFERÊNCIAS

1. Ade, CJ, Broxterman, RM, Barstow, TJ. Critical velocity and maximal lactate steady state: better determinants of 2-hour marathon. *J Appl Physiol.* 110: 287- 288, 2011
2. Baker, JS, Baker, TJ, Bell, W, Lean leg volume and anaerobic performance in elite male karate fighters. *Journal of Human Movement Studies.* 28: 39-49, 1995
3. Baker, JS, Bell, W. Energy expenditure during simulated karate competition. *Journal of Human Movement Studies.* 19: 69-74,1990
4. Beneke, R, Beyer, T, Jachner, C, Erasmus, J, Hutler, M. Energetics of Karate Kumite. *European Journal of Applied Physiology.* 92 : 518 – 523, 2004
5. Beneke, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. *Med Science Sports Exercise.* 27: 863–867, 1995
6. Beneke, R, Leithauser, RM, Hutler, M. Dependence of the maximal lactate steady state on the motor pattern of exercise. *Journal Sports Medicines.* 35: 192 – 196, 2001
7. Beneke, R. Methodological aspects of maximal lactate steady state-implications for performance testing. *European J. Appl. Physiol.* 89: 95 – 99, 2003
8. Beneke, R, Hutler, M, Leithauser, RM. Maximal lactate steady-state independent of performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise.* 32: 35- 39, 2000.

9. Bergersen, L, Rafiki, A, Ottersen, OP. Immunogold cytochemistry identifies specialized membrane domains for monocarboxylate transport in the central nervous system. *Neurochem. Res.* 27: 89-96, 2002
10. Billat, VL, Siverent, PPY, Korallsztein, JP, Mercier, J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and Sport Science *Sports Med.* 33: 407- 426, 2003.
11. Bonen, A. The expression of lactate transporters (MCT1 and MCT4) in heart and muscle. *European Journal of Applied Physiology, Heidelberg.* 86: 6-11, 2001.
12. Bonen, A.; Heynen, M, Hatta, H. Distribution of monocarboxylate transporters MCT1-MCT8 in rat tissues and humans skeletal muscle. *Appl. Physiol. Nut. Metab.* 31: 31-39, 2006.
13. César, MC, Pelegrinotti, I, Pentti, E, Schiavolini, GA. Avaliação da intensidade de esforço da Luta de Karate por meio da monitorização da frequência cardíaca. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte – Campinas.* 24: 73 – 81, 2002
14. Chassain, A. Methode d'appréciation objective de la tolerance de l'organisme a l'effort: application a la mesure des puissances de la fréquence cardiaque et de la lactatemie. *Science & Sports.* 1: 41- 48, 1986.
15. Cicielski, PEC, Matsushigue, KA, Bertuzzi, RCM, Wrublevsk, MJ, Resposta do lactato sanguíneo após o exercício de alta intensidade não é dependente da capacidade aeróbia. *Revista da Educação Física/ UEM.* 19: 565-572, 2008
16. Dekerle, J, Pelayo, P, Clipet, B, Depretz, S, Lefevre, T. & Sidney, M. Critical swimming speed does not represent the speed at maximal lactate steady state. *Int. J. Sports Med.* 26: 524-530, 2005

- 17.** Devries, HA, Moritani, T, Nagata, A, Magnussen, K. The relation between critical power and neuromuscular fatigue as estimated from electromyography. *Ergonomics*. 25: 783-791, 1982
- 18.** Dimmer, K, Friedrich, B, Lang, F, Deitmer, JW, Broer, S. The low-affinity monocarboxylate transporter MCT4 is adapted to the export of lactate in highly glycolytic cells. *Biochemist. J.* 350: 219-227, 2000.
- 19.** Dubouchaud, H, Butterfield, GE, Wolfel, EE, Bergman, BC, Brooks, GA, Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1 and MCT4 in human skeletal muscle. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism, Bethesda.* 278: 571-E579, 2000.
- 20.** Dumke, L., Brock, D.W., Helms, B.H., Haff, G.G. Heart rate and lactate threshold and cycling time trials. *Journal of Strength Conditioning Research.* 20: 601-607, 2006
- 21.** Dzurenkova, D, Zemkova, E, Haijkova, M, Marcek, T, Novotina, E. Somatic and functional profiles of members of Slovak karate team. *Bratislav leklisty.* 101: 623-624, 2000.
- 22.** Engels, RC, Jones, JB. Causes and elimination of erratic blanc in enzymatic metabolic assays involving the use of NAD in alkaline hydrazine buffers: improved conditions for assay of L-glutamate, L-lactate and other metabolites. *Analytical Biochemistry.* 88: 475 – 484, 1978.
- 23.** Fernandes, RJ, Sousa, M, Machado, L, Vilas-Boas, JP. Step length and individual anaerobic threshold assessment in swimming. *Int. Sports Med.* 32: 940-946, 2011

- 24.** Gaesser, GA, Carnevale, J, Tony, G, Alan, W, Donald, O, Womack, CJ. Estimation of critical power with nonlinear and linear models. *Medicine & Science in Sports & Science*. 27: 1430 – 1438, 1995
- 25.** Gaskill, SE, Ruby, BC, Walker, AJ, Sanchez, OA, Serefass, RC, Leon, AS. Validity and reliability of combining three methods to determine ventilatory threshold. *Med Science Sports Exercise*. 33: 1841-1848, 2001.
- 26.** Gobatto, CA, Manchado, FB, Contarteze, RVL, Mello, MAR. Double bouts test for non-exhaustive aerobic evaluation of running rats. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 35: 517, 2006
- 27.** Gobatto, CA, Mello, MAR, Sibuya, CY, Azevedo, JRM, Santos, LA, Kokubun, E. Maximal lactate steady state in rats submitted to swimming exercise. *Comparative Biochemistry Physiology. A, Molecular & Integrative Physiology*. 130: 21- 27, 2001.
- 28.** Heck, H, Mader, A, Hess, G, Mucke, S, Muller, R, Hollman, W. Justification of the 4 Mmol/l lactate threshold. *International Journal of Sports Medicine*. 6: 117-130, 1985
- 29.** Hill, DW, Poole, DC, Smith, JC. The relationship between power and the time to achieve VO (2max). *Med. Science Sports Exercise*. 34: 709-714, 2002
- 30.** Hill, DW. The critical power concept. A review. *Sports Med*.16: 237 – 254, 1993
- 31.** Hollmann, W. Historical remarks on the development of the aerobic-anaerobic threshold up to.1996. *J Sports Med Phys. Fitness*. 6: 109-116, 1985

- 32.** Imamura, H, Yoshimura, Y, Nishimura, S, Nishimura, S, Nakazawa, AT, Nishikura, C, Shirota, T. Oxygen uptake, heart rate and blood lactate response during and following karate training. *Med.Sci Sports and Exerc.* 31: 324-347, 1999.
- 33.** Inbar, O, Bar-or, O, Skinner, JS. The Wingate anaerobic test. Champaign, IL. Human Kinetics, 1996.
- 34.** Ingebrigtsen, J, Dillern, T, Shalfawi , SA. Aerobic capacities and anthropometric characteristics of elite female soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research.* 25: 3352 - 3357, 2011
- 35.** Jenkins, DG, Quigley, BM. Blood Lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* 61: 278- 283, 1990
- 36.** Jones, AM, Dousty, JH. The validity of the lactate minimum test for determination of the maximal lactate steady state and physiological correlates to 8Km running performance. *Med Science Sports Exercise.* 30: 1304-1313, 1998.
- 37.** Juel, C, Halestrap, AP. Lactate transport in skeletal muscle – role and regulation of the monocarboxylate transporter. *J. Physiol.* 517: 633-642, 1999.
- 38.** Kindermann, W, Simon, G, Keul, J. The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology.* 42: 25-34, 1979
- 39.** Kokubun, E. Velocidade crítica como estimador do limiar anaeróbio na natação. *Rev. Paulista Educação Física.* 10: 5-20, 1996.

- 40.** Lehmann, G, Jedliczka, G. Investigations about the event specific profile of karate. *Leistungssport*. 28: 56–61, 1998
- 41.** Lima, EV, Estudo da correlação entre a velocidade de reação motora e o lactato sanguíneo em diferentes tempos de luta no judô. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 10: 24-32, 2004
- 42.** Manchado, F. B.; Gobatto, C. A.; Contarteze, R. V. L.; Papoti, M.; Mello, M.A.R. Maximal lactate steady state in running rats. *Journal of Exercise Physiology*. 8: 29-35, 2005.
- 43.** Manchado, FB, Gobatto, CA, Contarteze, RVL, Papoti, M, Mello, MAR. Máxima fase estável é ergômetro-dependente em modelo experimental utilizando ratos. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. 12: 259-262, 2006.
- 44.** Manchado, FB, Gobatto, CA, Voltarelli, FA, Rostom de Mello, MA. Non-exhaustive test for aerobic capacity determination in swimming rats. *Appl. Physiol Nut. Metab*. 31: 731- 736, 2006
- 45.** Manchado-Gobatto, FB, Gobatto, CA, Contarteze, RL, Papoti, M, Araujo, GG, Mello, MAR. Determination of Critical Velocity and Anaerobic Capacity of Running Rats. *Journal of Exercise Physiology*. 13: 40-49, 2010.
- 46.** Manchado-Gobatto, FB, Vieira, NA, Terezani, D, Schimdt, A, César, MC, Pellegrinotti, IL. Critical velocity and anaerobic work capacity of slalom kayak athletes: effects of 8-weeks of specific training. In: 15th Annual Congress of the European College of Sport Science, 2010, Antalya. *Book of Abstracts of the 15th Annual Congress of ECSS*. 2010. P.376 – 376
- 47.** Manchado-Gobatto, FB, Gobatto, CA, Contarteze, RV, Rostom de Mello, MA. Non-exhaustive test for aerobic capacity determination in running rats. *Indian J Exp Biol*. 49: 781- 785, 2011

- 48.** Mclellan, TM, Cheung, KS. A comparative evaluation of the individual anaerobic threshold and the critical power. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 24: 543-550, 1992
- 49.** Monod, H, Scherrer, J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*. 8: 329 – 338, 1965
- 50.** Monod, H. Contribution à l'etude du travail statique. These Doc Méd.1956.
- 51.** Monod, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. *Ergonomics*. 8: 329-338, 1965.
- 52.** Moritani, T, Nagata A, Devries, HA, Muro, M Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. *Ergonomics* 24: 339 – 350, 1981
- 53.** Nakamura, FY, Borges, TO, Voltarelli, FA, Goboo, LA, Koslowiski, AA, Pereira, PCF, Kokubun, E. Inclusão de termo de Inércia aeróbia no modelo de velocidade critica aplicado á canoagem. *Revista da Educação Física/UEM*. 16: 13-19, 2005.
- 54.** Nakamura, FY, Okuno, NM, Perandini, LAB, Caldeira, S, Lúcio, F, Simões, HG, Cardoso, JR, Bishop, DJ. Critical power can be estimated from non-exhaustive tests based on rating of perceived exertion responses. *Journal of Strength and Conditioning Research*. 22: 937-943, 2008
- 55.** Norton, H, Billat, V. The critical power model for intermittent exercise. *European Journal Appl. Physiol*. 91: 303-307, 2004.
- 56.** Papoti, M, Vitória, R, Araujo, GG, Martins, LEB, Cunha, AS, GOBATTO, C. A. Força crítica em nado atado para avaliação da capacidade aeróbia e predição de performances em nado livre. *Revista Brasileira Cineantropometria Desempenho Humano*. V. 12, n. 01, p. 14-20, 2010.

- 57.** Papoti, M., Zagatto, A., Mendes, O.C. and Gobatto, C. Use of invasive and non-invasive protocol tests on aerobic and anaerobic performances prediction in Brazilian swimmers. *Journal of Sports Science*. 5: 7-14, 2005
- 58.** Phillip, A, Macdonald, AL, Watt, PW. Lactate – a signal coordinating cell and systemic function. *The journal of experimental biology*. 208: 4561-4575, 2005.
- 59.** Poole, DC, Gaesser, GA. Response of ventilatory and lactate thresholds to continuous and interval training. *Journal of Applied Physiology*. 58: 1115–1121, 1985.
- 60.** Powers, SK, Howley, ET. *Fisiologia do Exercício-Teoria e Aplicação ao Condicionamento Físico e ao Desempenho*, São Paulo: Manole. 2000.
- 61.** Price, NT, Jackson, VN, Halestrap, AP. Cloning and sequencing of four new mammalian monocarboxylate transporter (MCT) homologues confirms the existence of a transporter family with an ancient past. *Biochemist Journal*. 329: 321-328, 1998
- 62.** Pringle J, Jones A. Maximal lactate steady state, critical power and EMG during cycling. *European Journal Applied Physiologic*. 88: 214-26, 2002
- 63.** Rosa, WM, Vale, KC, Redondo, CM, Junges, RD, Zanoni, JHB, *Análise da cinética de lactato durante uma aula de Karate – Dô Shotokan*. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do exercício*. 1: 39 – 44, 2007.
- 64.** Sasaki, Y. *Karate-dô*. Cepeus. Impressão Copy-Set Reproduções, 1995.

- 65.** Scherrer, J. Samson, M, Peléologue, A. Etude Du travail musculaire et de la fatigue. Données ergométriques obtenues chez l'homme. J. Physiol. 46: 887 – 916, 1954
- 66.** Shaw, DK, Deutsch, DD, Heart rate and oxygen uptake response to performance of karate kata. Journal of Sports Medicine. 22: 461-468, 2002
- 67.** Silva, ASR, Santos, FNC, Santhiago, V, Gobatto, CA. Comparação entre métodos invasivos e não invasivo de determinação da capacidade aeróbia em futebolistas profissionais. Revista Brasileira Medicina do Esporte. 11, 2005
- 68.** Simões, HG, Campbell, CSG, Kokubun, E, Denadai, BS, Baldissera, V. Determination of maximal lactate steady state velocity: coincidence with lower blood glucose. Med Sci Sports Exerc. 28: 68-77, 1996
- 69.** Simões, RP, Mendes, RG, Castello, V, Machado, HG, Almeida, LB, Baldissera, V, Catal, AM, Arena, R, Borghi, SA., Heart-rate variability and blood-lactate threshold interaction during progressive resistance exercise in healthy older men. Journal of Strength and Conditioning Research. 24, 2010
- 70.** Sjödín, B, Jacobs, I. Onset of blood lactate accumulation and marathon running performance. International Journal of Sports Medicine. 2: 23-26, 1981.
- 71.** Sterkowicz, S, Franchini, E, Testing motor fitness in karate. Archives of Budo. 5: 29-34, 2009.
- 72.** Svedahl, K., Macintosh, BR. Anaerobic threshold: The concept and methods of measurement. Can. J. Appl. Physiol. 28: 299-323, 2003
- 73.** Takahashi, S, Wakayoshi, K, Hayashi, A, Sakaguchi, Y, Kitagawa, K. A method for determining critical swimming velocity. Int J Sports Med. 30: 119-123, 2009

74. Tegtbur, U, Busse, MW, Braumann, KM. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during exercise. *Med Science Sports Exercise*. 25: 620- 627, 1993.

75. Thomas, C, Sirvent, P, Perrey, S, Raynaud, E, Mercier, J. Relationships between maximal muscle oxidative capacity and blood lactate removal after supramaximal exercise and fatigue indexes in humans. *J Appl Physiol*. 6: 32- 38, 2004

76. Villani, R. Dal Monte, N., Tomasso, A., Distaso, M., Studio di unabatteria di test sullarapidità come mezzo per la ricerca del talento nel karate. 6°Annual Congress of the ECSS, 1162, Cologne, 2001

77. Voltarelli, FA, Montrezol, P, Santos, F, Garcia, A, Coelho, CF, Fett, CA. Cinética de Lactato sanguíneo durante sessões contínuas de lutas simuladas de Karate: Predominância Aeróbia ou Anaeróbia?. *Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício*. 3: 566 – 571, 2009

78. Wakayoshi, K, Ikuta K, Yoshida, T, Udo, M, Moritani, T, Mutoh, Y, Miyashita, M. Determination and validity of critical velocity as an index of swimming performance in the competitive swimmer. *European Journal Appl Physiol*. 64: 153-157,1992

79. Wakayoshi, K, Yoshida, T, Udo, M, Harada, T, Moritani, T, Mutoh, Y, Miyashita, M. Does critical swimming velocity represent exercise intensity at maximal lactate steady state? *European Journal Appl. Physiol*. 66: 90-95, 1993.

80. Wasserman, K, Whipp, B.J, Koyl, S.N, Beaver, W.L. Anaerobic threshold and respiratory gas exchange during exercise. *Journal Appl Physiol*. 35: 236-243, 1973

- 81.** Wasserman, K, Mcilroy, MB. Detecting the threshold of anaerobic metabolism in cardiac patients during exercise. *Am J Cardiol.* 14: 844-852, 1964
- 82.** Wilson, MC, Jackson, VN, Heddle, C, Price, NT, Pilegaard, H, Juel, C, Bonen, A, Montgomery, I, Hutter, OF, Halestrap, AP. Lactic acid efflux from white skeletal muscle is catalyzed by the monocarboxylate transporter isoform MCT3. *J Biol Chem.* 273: 15920-15926, 1998.
- 83.** Zagatto, AM, Gobatto, CA. Determinação de um modelo de avaliação aeróbia no tênis de mesa em protocolo específico utilizando robô. *Table Tennis Player.* 15: 10 – 11, 2002
- 84.** Zagatto, AM, Papotti, M, Gobatto, CA. Anaerobic capacity may not be determined by critical power model in elite table tennis players. *Journal of Sports Science and Medicine.* 7: 54 – 59, 2008.
- 85.** CBK. <http://www.karatedobrasil.org.br/historia.asp>- acessado em 29 de janeiro de 2010.

ANEXO 01



CEP-UNIMEP
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto de pesquisa intitulado "*PADRONIZAÇÃO DO MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA PARA AVALIAÇÃO DE ATLETAS DO ALTO RENDIMENTO DO KARATÊ*", sob o protocolo nº **68/10**, da Pesquisadora *Profª Drª Fúlvia de Barros Manchado Gobatto* está de acordo com a Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS, de 10/10/1996, tendo sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa – UNIMEP.

We certify that the research project with title "*CRITICAL POWER MODEL ADAPTED TO EVALUATION OF WELL TRAINED KARATE ATHLETES*", protocol nº **68/10**, by Researcher *DRT Fúlvia de Barros Manchado Gobatto* is in agreement with the Resolution 196/96 from Conselho Nacional de Saúde/MS and was approved by the Ethical Committee in Research at the Methodist University of Piracicaba – UNIMEP.

Piracicaba, SP, 26 de outubro de 2010.

Prof. Dr. Cesar Romero Amaral Vieira
Coordenador CEP - UNIMEP

ANEXO 02

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado Participante,

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, do Projeto de Pesquisa **ADAPTAÇÃO DO MODELO DE POTÊNCIA CRÍTICA AO KARATÊ VALIDAÇÃO POR MÁXIMA FASE ESTÁVEL DE LACTATO**, pelos pesquisadores responsáveis Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto e Mestrando Ramon Martins de Oliveira. Esta pesquisa será inserida dentro do programa e planejamento de atividades já desenvolvido por sua equipe de karatê, sem promover qualquer interferência em seu treinamento. A pesquisa será composta por testes adaptados do modelo de potência crítica, com golpes pré-determinados, e em outro momento será realizado o Teste de Máxima Fase Estável de Lactato. O primeiro método de avaliação será composto pela execução de sequências de golpes do karatê, com diferentes intervalos entre essas tarefas. Nesse teste, será cronometrado o seu tempo de permanência realizado o exercício solicitado. O teste contínuo será procedido após a primeira avaliação (na semana subsequente). Para esse teste, há a necessidade da extração de pequenas amostras de sangue do lóbulo da orelha (aproximadamente uma gota) a cada 5 minutos durante a execução de golpes, com duração total de 30 minutos.

Nosso objetivo é pesquisar e aprofundar os conhecimentos fisiológicos da modalidade e também criar parâmetros específicos de treinamento já que a modalidade carece de informações, pretendemos também fornecer informações relevantes e científicas aos profissionais envolvidos com essa modalidade, sem nenhum custo financeiro, o que poderá acarretar em melhorias no seu treinamento e desempenho desportivo.

Para a ocorrência do estudo seguindo critérios éticos, são necessários o seu consentimento de participação e a permissão da publicação dos resultados obtidos, mantendo total sigilo de sua identidade.

Os testes e os atletas serão monitorados pelos pesquisadores, e caso necessário, contaremos também com a presença de responsáveis por ação de socorros imediatos. Também é importante lembrar que você poderá desistir de participação na pesquisa a qualquer momento, sem justificar sua decisão. Isso não acarretará em prejuízos ao seu treinamento físico, nem o seu relacionamento com pesquisadores, equipe e comissão técnica.

Não há previsão de ressarcimento, indenização e/ou reparos, porém, caso ocorra algum tipo de lesão ao atleta durante nosso procedimento experimental, todo apoio necessário será fornecido ao participante.

Riscos dos testes

Os possíveis riscos dos testes são aqueles inerentes a qualquer prática de exercício físico extenuante. Apesar de raro, há possibilidade de alterações orgânicas durante a realização de qualquer tipo de teste de esforço, incluindo-se nessas respostas atípicas de pressão arterial, arritmias, desmaios, tonturas e em raríssimas e extremas situações, morte súbita pós-esforço.

Não há previsão, no presente projeto, de ressarcimento, indenização e/ou reparos, porém, caso ocorra algum tipo de lesão ao atleta durante nosso procedimento experimental, todo apoio necessário será fornecido ao participante.

Após ser esclarecido (a) sobre a pesquisa e a sua participação como voluntário, e havendo uma confirmação livre e espontânea em aceitar a participar como voluntário (a), você deverá assinar ao final deste documento, em duas vias. Uma das vias ficará com você e a outra via permanecerá com o pesquisador responsável. Em caso de dúvida em relação a esse documento, você poderá procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Metodista de Piracicaba – UNIMEP, Campus Taquaral, pelos Tel. /Fax- CEP/UNIMEP (19) 31241274 e e-mail comitedeetica@unimep.br (Rodovia do Açúcar, KM– UNIMEP Campus Taquaral, Bloco 7, Sala 45 – Piracicaba/SP) e, ainda, você poderá procurar os pesquisadores responsáveis pela pesquisa, Profa. Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto, pelos telefones (19) 92047563, (19) 35364974 ou e-mail: fbgobatt@unimep.br e Mestrando Ramon

Martins de Oliveira, (19) 81111999 ou pelo email: ramon@ramonoliveira.com.br. A obtenção de maiores esclarecimentos sobre dúvidas relacionadas à pesquisa pode ser solicitada a qualquer momento do desenvolvimento do projeto, sendo efetuada por contato com a pesquisadora responsável pela pesquisa.

Termo de consentimento livre, após esclarecimento

Eu, _____,
li e ouvi o esclarecimento acima e compreendi para que serve o estudo e quais procedimentos à que serei submetido. A explicação que recebi esclarece os riscos e benefícios do estudo. Eu entendi que sou livre para interromper minha participação a qualquer momento, sem justificar minha decisão e que isso não afetará meu treinamento e nem o relacionamento com pesquisadores, equipe e comissão técnica.

Sei que meu nome não será divulgado, que não terei despesas e não receberei dinheiro por participar do estudo. Estou de acordo com os procedimentos, concordo em participar desse estudo e autorizo a publicação dos resultados obtidos em literatura especializada.

Pesquisadores Responsáveis

Dra. Fúlvia de Barros Manchado Gobatto

CPF 283.125.338-18

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

Prof. Ramon Martins de Oliveira

CPF 225.343.318-76

UNIVERSIDADE METODISTA DE PIRACICABA

Assinatura do Participante