UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA DE EDUCAÇÃO FISICA E ESPORTE

Demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo

FÁBIO ANGIOLUCI DINIZ CAMPOS

SÃO PAULO 2011

FÁBIO ANGIOLUCI DINIZ CAMPOS

Demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo

Dissertação apresentado a Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo para obtenção do titulo de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Estudos do Esporte

Orientador: Prof. Dr. Emerson Franchini

SÃO PAULO 2011 Nome: CAMPOS, Fábio Angioluci Diniz

Título: Demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo

Dissertação apresentada á Escola de Educação Física e Esportes da Universidade de São Paulo para obtenção do titulo de Mestre em Ciências

Área de Concentração: Estudos do Esporte

Ai	or	οv	ad	O	em	
, ,	\sim .	\sim	u.	•	\sim \cdot \cdot	

Banca Examinadora

Nome:	 	 	
Instituição:			
Assinatura:			
Nome:			
Instituição:	 	 	
Assinatura:			
Nome:	 	 	
Instituição:			
Assinatura:			

À minha família, com	amor admiraci	ão o gratidão po	la comprogração	carinho
			ngo de toda a mi	

AGRADECIMENTOS

Tudo o que conquistamos na vida é fruto de trabalho e dedicação, mas acima de tudo da colaboração de muitas pessoas. Agradeço, portanto, a todos que direta ou indiretamente tornaram possível a conclusão deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Emerson Franchini pela orientação que me proporcionou, além de uma grande contribuição acadêmica, um grande crescimento pessoal.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Alexandre Moreira e Prof. Dr. Luiz Cláudio Reeberg Stanganelli, por se disponibilizarem na construção deste trabalho acadêmico.

Ao Prof. Dr. Antonio Carlos Dourado e Prof. Dr. Ronaldo José Nascimento por ter viabilizado a utilização dos equipamentos necessários para a execução desse trabalho.

Ao Mestre Fernando Madureira, técnico da Seleção Brasileira de Taekwondo pela amizade e pela colaboração na participação dos atletas de sua equipe.

Ao amigo Flavio Alves pela ajuda na seleção dos atletas e a todos os atletas que se esforçaram em participar de todas as etapas do experimento.

Ao Prof. Dr. Rômulo Cássio de Moraes Bertuzzi pela contribuição nas análises estatísticas e discussão dos resultados.

Ao Prof. Victor Gustavo Ferreira Santos pela contribuição nas análises técnico-táticas desenvolvidas no presente estudo.

Aos colegas de mestrado: Bianca, Juliano, Mario, Úrsula e Valéria pelas constantes trocas de idéias. Aos integrantes do Grupo de Estudos e Pesquisas em Lutas, Artes Marciais e Modalidades de Combate que de alguma forma auxiliaram na construção deste trabalho e pelas discussões sobre a temática.

Aos colegas Diego Souto Morine e Paula Avakian pela constante discussão sobre a modalidade esportiva e pelo auxilio em pesquisas nesta área.

Os colegas Felipe Nunes Rabelo, Bruno Natale Pasquarelli, Vinicius Silva, Jessé Verissimo de Medeiros, Pedro Caetano Souza, Bruna Barboza Seron, Julia Zoccolaro Durigan, Evandro Scalone pela ajuda na coleta dos dados.

Aos professores e funcionários da Escola de Educação Física e Esporte que me auxiliaram em todo o percurso deste projeto.

Em especial aos amigos Sergio e Marli por ter tido muita paciência e ter dado suporte nos momentos que não pude me dedicar integralmente ao trabalho profissional.

Aos brothers: Eder, Tiago, Ricardo, João Paulo, Bruno, Luis Eduardo, Daniel, Julio, Gustavo, Antonio e Sisters: Carô, Carol, Aninha, Bruna,

Ao meu pai, minha mãe, minha irmã e a toda minha família que desde sempre me auxiliaram e tiveram fundamental importância na formação da pessoa que hoje sou.

Por fim, a minha esposa Leandra que com sua paciência, companheirismo e sabedoria me ajudou em todos os momentos.

Ó mar salgado, quanto do teu sal São lágrimas de Portugal! Por te cruzarmos, quantas mães choraram, Quantos filhos em vão rezaram!

> Quantas noivas ficaram por casar Para que fosses nosso, ó mar! Valeu a pena? Tudo vale a pena Se a alma não é pequena.

Quem quer passar além do Bojador Tem que passar além da dor. Deus ao mar o perigo e o abismo deu, Mas nele é que espelhou o céu.

Mar Português - Fernando Pessoa

RESUMO

CAMPOS, F.A.D. **Demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo**. 2011. 86 f. Dissertação de Mestrado – Escola de Educação Física e Esporte – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

O objetivo deste estudo foi investigar as contribuições dos sistemas energéticos e do gasto energético total em situação de luta. A amostra foi composta de 10 atletas do sexo masculino de nível nacional/internacional (21±6 anos; 176.2±5.3cm; 67.2±9.0kg), competindo em nível internacional. Para a estimativa das contribuições energéticas e do gasto energético total, foram realizados três protocolos simulando combate (um round, dois rounds e três rounds). As lutas foram filmadas para quantificação das ações motoras em cada round. A estimativa dos sistemas energéticos aeróbio (W_{AER}), anaeróbio alático (W_{PCR}) e anaeróbio lático (W_{[La-1}) foi realizada através do consumo de oxigênio durante a atividade, do delta da concentração sanguínea de lactato de cada round e do débito alático de oxigênio (DAO₂), respectivamente. A razão entre as ações de elevada intensidade e momentos de baixa intensidade (step e pausa) no protocolo 3 foi ~1:7. Os resultados dos sistemas W_{AER}, W_{PCR} e W_[La-] no protocolo 3 foi 120±22kJ (66±6%), 54±21kJ (30±6%), 8,5kJ (4±2%), respectivamente. Assim, as sessões de treinamento devem ser direcionadas principalmente para a melhoria do sistema anaeróbio alático (responsável pelas ações de alta intensidade), e do sistema aeróbio (responsável pelo processo de recuperação entre as ações de alta intensidade).

PALAVRAS CHAVES: Sistemas energéticos, consumo de oxigênio, lactato sanguíneo, fregüência cardíaca.

ABSTRACT

CAMPOS, F.A.D. Energy demands in taekwondo athletes during combat simulation. 2011. 86f. Dissertação de Mestrado – Escola de Educação Física e Esporte – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

The purpose of this study was to investigate energy system contributions and energy cost in combat situation. The sample was constituted by 10 male taekwondo athletes at national/international level (age: 21±6 years old; height: 176.2±5.3cm; body mass: 67.2±9.0kg) competing at national/international level. To estimate the energy contributions and total energy cost of the fights, athletes performed a three different protocols simulated competition (1 round, 2 rounds and 3 rounds). The combats were filmed in order to quantify the actual time spent fighting in each round. The estimate of the aerobic (W_{AER}), anaerobic alactic (W_{PCR}) and anaerobic lactic (W_[La-]) energy systems was carried out through the oxygen consumption during the activity, the fast component of excess post-exercise oxygen consumption, and the delta of blood lactate concentration in each round, respectively. The mean data between the high intensity actions and moments of low intensity (step and pause) was ~1:7. The results of W_{AER}, W_{PCR} and W_[La-] system contributions were 120±22kJ (66±6%), 54±21kJ (30±6%), 8,5kJ (4±2%), respectively. Thus, training sessions should be directed mainly to the improvement of the anaerobic alactic system (responsible by the high-intensity actions), and of the aerobic system (responsible by the recovery process between high-intensity).

KEY-WORDS: Energy systems, oxygen consumption, blood lactate, heart rate

LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1 -	Percentual de gordura corporal em atletas de taekwondo de	
	diferentes níveis competitivos	19
Tabela 2 -	Potência aeróbia máxima (VO _{2MAX}) em atletas de taekwondo	
	de diferentes níveis competitivos	21
Tabela 3 -	Resultado da FC em atletas de taekwondo de diferentes	
	níveis competitivos durante a realização de luta	24
Tabela 4 -	Resultados das [La-] em atletas de taekwondo de diferentes	
	níveis competitivos durante a realização de luta	24
Tabela 5 -	Relação esforço/pausa em lutas de taekwondo	27
Tabela 6 -	Somatória das espessuras de dobras cutâneas, alturas	
	atingidas em saltos verticais e potência aeróbia estimada em	
	atletas de taekwondo (n=10)	39
Tabela 7 –	Concentração de lactato ([La-]), frequência cardíaca pico	
	(FC _{PICO}), frequência cardíaca média (FC _{MÉDIA}) e consumo de	
	oxigênio médio (VO _{2MÉDIO}) absoluto e relativo nos diferentes	
	rounds para os três protocolos analisados (n = 10)	40
Tabela 8 –	Contribuições relativa ao gasto energético total (%), absolutas	
	(kJ) e relativa ao tempo de luta (kJ.min ⁻¹) dos sistemas	
	energéticos durante protocolos envolvendo 1, 2 ou 3 rounds	
	(n = 10)	41
Tabela 9 –	Contribuição absoluta (kJ), relativa ao gasto energético total	
	(%) e relativa ao tempo de luta (kJ.min ⁻¹) dos metabolismos	
	aeróbio, alático e lático, gasto calórico total absoluto (kJ) e	
	relativo (kJ.min ⁻¹) durante o primeiro e o segundo <i>rounds</i> nos	
	diferentes protocolos (n = 10)	42
Tabela 10 -	Número de ataques, tempo somado de ataque, tempo	
	somado sem ataques, razão tempo ataque/tempo sem	
	ataque, razão número de ataques/tempo durante o primeiro e	
	segundos <i>rounds</i> nos diferentes protocolos (n=10)	43

Tabela 11	Consumo de oxigênio, frequência cardíaca, concentração de	
	lactato e delta de lactato durante a realização de simulação	
	de luta de taekwondo composta por três rounds de dois	
	minutos com um minuto de intervalo entre os $rounds$ (n = 10).	45
Tabela 12	Contribuição absoluta (kJ), relativa ao gasto energético total	
	(%) e relativa ao tempo de luta (kJ.min ⁻¹) dos metabolismos	
	aeróbio, alático e lático, gasto calórico total absoluto (kJ) e	
	relativo (kJ.min ⁻¹) durante primeiro, segundo e terceiro <i>round</i>	
	no protocolo 3 (n = 10)	46
Tabela 13	Tempo de ataque, número de ataques, tempo somado de	
	ataque, tempo somado sem ataque, razão tempo somado de	
	ataque/tempo somado sem ataque, razão tempo somado	
	sem ataque/ número de ações motoras durante a realização	
	do protocolo 3	47
Tabela 14	Correlação entre as variáveis morfofuncionais com os dados	
	ações motoras e fisiológicas no protocolo 3 (n = 8)	48
Tabela 15	Correlação entre as variáveis fisiológicas e de ações motoras	
	no protocolo 3. (n = 8)	48

LISTA DE GRÁFICOS

		Página
Gráfico 1 -	Frequência cardíaca durante a realização do protocolo 3, envolvendo três <i>rounds</i> (n = 10)	44
Gráfico 2 -	Consumo de oxigênio (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹) durante a realização do	4.4
	protocolo três, envolvendo três <i>rounds</i> (n = 10)	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	. 14
2	OBJETIVO	. 17
	2.1 Objetivo geral	. 17
	2.2 Objetivos específicos	. 17
3	REVISÃO DE LITERATURA	. 18
	3.1 Caracterização do sistema de disputa no taekwondo e dos atletas	. 18
	3.2 Características físicas dos atletas de taekwondo	. 19
	3.4 Consumo máximo de oxigênio	. 21
	3.5 Consumo de oxigênio em situação de luta	. 22
	3.6 Frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo em treinamento e situação de luta	. 23
	3.7 Quantificação temporal em combates de taekwondo	. 27
	3.8 Contribuições dos sistemas bioenergéticos em situação de luta	. 28
4	MATERIAIS E MÉTODOS	. 31
	4.1 Amostra	. 31
	4.2 Delineamento	. 31
	4.3 Medidas antropométricas, potência aeróbia e potência de membros inferiores.	. 32
	4.4 Procedimentos da simulação de luta	. 34
	4.5 Protocolos experimentais e medidas fisiológicas realizadas	. 34
	4.6 Cálculo da contribuição dos sistemas energéticos	. 35
	4.7 Procedimentos para a análise das ações motoras	. 36
	4.8 Análise estatística	. 37
5	4.8 Análise estatística	
5		. 39
5	RESULTADOS	. 39 . 39

	5.5 Respostas das variáveis fisiológicas durante simulação de luta de taekwondo composta por três <i>rounds</i> de dois minutos, intercalados por um minuto de recuperação (protocolo três)	. 43
	5.6 Contribuição dos sistemas energéticos e gasto energético durante simulação de luta de taekwondo composta por três <i>rounds</i> de dois minutos, intercalados por um minuto de recuperação (protocolo três)	. 45
	5.7 Correlações entre as variáveis durante simulação de luta de taekwondo composta por três <i>rounds</i> de dois minutos, intercalados por um minuto de	
	recuperação (protocolo três)	. 47
3	DISCUSSÃO	. 49
	6.1 Situação de Luta	. 49
	6.1.1 Frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e consumo de	
	oxigênio	. 49
	6.1.2 Contribuições dos sistemas energéticos	. 51
	6.1.3 Correlações entre as variáveis no protocolo 3	. 54
7	APLICAÇÕES PRÁTICAS	. 56
3	CONCLUSÃO	. 57
R	EFERÊNCIAS	. 58
4	NEXOS	. 64
	ANEXO I – Termo de consentimento	. 64
	ANEXO II – Aprovação do comitê de ética	. 67
	ANEXO III – Dados do estudo	. 68
	ANEXO IV – Resumo das análises estatísticas	. 84

1 INTRODUÇÃO

A trajetória do taekwondo em Jogos Olímpicos teve início como esporte demonstração em Seul em 1988 e em Barcelona em 1992. Como modalidade olímpica oficial, as primeiras competições foram em Sydney no ano de 2000. Atualmente as competições olímpicas são realizadas em quatro categorias tanto no masculino (até 58 kg, de 58 a 68 kg, de 68 a 80 kg e acima de 80 kg) quanto no feminino (até 49 kg, entre 49 e 57 kg, entre 57 e 67 kg e acima de 67 kg).

Estima-se que 75-120 milhões de crianças e adultos pratiquem o taekwondo, com um aumento crescente e contínuo de praticantes (BIRRER, 1996), existindo atualmente 191 nações filiadas a *World Taekwondo Federation* (WTF, 2011). No Brasil, esta modalidade esportiva teve início na década de 1970, com a vinda da imigração coreana, tendo o grão mestre Sang Min Cho à missão de difundir e implantar esta modalidade em toda a America do Sul (KIM, 1995).

A luta de taekwondo é caracterizada por chutes rápidos e de alta amplitude na região do tronco e da cabeça do adversário, exigindo intensa utilização dos músculos extensores e flexores do joelho (MACHADO et al., 2010; SIANA; BORUM; KRYGER, 1986), requerendo assim uma elevada demanda energética na execução de técnicas complexas. Adicionalmente, o sucesso competitivo nesta modalidade exige uma combinação de atributos físicos, talento, técnica, determinação, estratégia e preparação psicológica, embora tais aspectos não tenham sido exaustivamente estudados em atletas praticantes do estilo regido pela WTF (KAZEMI et al., 2006).

Para adequada prescrição do treinamento é importante saber as solicitações metabólicas que envolvem os exercícios em competição. A identificação de padrões morfológicos e de desempenho motor específicos auxilia no processo de detecção e seleção de talentos e também nas estratégias de preparação física a serem aplicadas para o grupo avaliado (CAMPOS et al., 2009).

Um aspecto importante em lutas de taekwondo é a sua natureza intermitente (BOUHLEL et al., 2006). Após a realização de um ataque de alta intensidade, há um período de baixa intensidade, denominado *step*. Este período é utilizado pelos atletas para a aproximação e preparação de um novo ataque. Consequentemente, a compreensão da relação entre chutes/socos e o período de baixa intensidade é um indicativo das demandas fisiológicas da competição e o conhecimento destas

respostas é um importante fator no desenvolvimento de um programa de treinamento físico (SANTOS; FRANCHINI; LIMA-SILVA, 2011). Com o aumento no número de competições, houve um aumento no número de trabalhos científicos desenvolvidos com o intuito de obter informações que pudessem auxiliar nas estratégias de preparação física.

Apesar de ser um esporte olímpico, ainda não estão bem estabelecidos os fatores fisiológicos determinantes do desempenho no taekwondo. Estudos prévios reportaram o perfil fisiológico durante o treinamento (BRIDGE et al., 2007; VILANNI; MINOTTI; MINOTTI, 2008), competição simulada (BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; PILZ-BURSTEIN et al., 2010) e competição (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; CHIODO et al., 2011; MATSUSHIGUE; HARTMANN; FRANCHINI, 2009) por meio da frequência cardíaca (FC), respostas hormonais e das concentrações de lactato sanguíneo ([La-]). Os valores de frequência cardíaca pico (FC_{PICO}) em simulação de combate variaram de 148 ± 2 bpm (BUTIOS; TASIKA, 2007) a 197 ± 2 bpm (BOUHLEL et al., 2006), com menor variação observada durante competição real, isto é, de 176 ± 10 bpm (CHIODO et al., 2011) até 187 ± 8 bpm (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009). Em relação às [La-] foram observadas grandes variações durante simulação de combate, ou seja, de 2,9 ± 2,1 mmol.L⁻¹ (BUTIOS; TASIKA, 2007) até 10,2 ± 1,2 mmol.L⁻¹ (BOUHLEL et al., 2006) e valores entre 7,0 \pm 2,6 mmol.L⁻¹ (CHIODO et al., 2011) a 11,9 \pm 2,1 mmol.L⁻¹ (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009) reportados durante competição. Assim, apesar de simulações de combate parecerem resultar em menor esforço fisiológico isso não é verdade em todos os estudos e mais pesquisas são necessárias para esclarecer esta questão. Além disso, medidas simultâneas de todos os três sistemas de transferência de energia não foram realizados nestes estudos, embora tenha sido sugerido que este tipo de análise seja importante (BOUHLEL et al., 2006; MARKOVIC et al., 2008).

Devido à problemática de avaliar as características fisiológicas em situação de combate, Heller et al. (1998), Matsushigue, Hartmann e Franchini (2009) e Santos, Franchini e Lima-Silva (2011) analisaram as estruturas temporais durante a realização de lutas. Santos, Franchini e Lima-Silva (2011) constataram que em importantes competições (Jogos Olímpicos e Campeonato Mundial), a relação entre situações de alta intensidade e de baixa intensidade no taekwondo foi de aproximadamente 1:7. Assim, os resultados deste estudo sugerem que existe um

tempo maior de momentos de baixa intensidade (*step*) do que propriamente de situações de elevada intensidade (golpes). No entanto, a contribuição relativa do metabolismo anaeróbio ou aeróbio não é clara no taekwondo e depende de muitos fatores, tais como a técnica do atleta, a técnica do rival, e/ou a importância da competição (MACHADO, 2008).

Por outro lado, outros estudos (KAZEMI; PERRY; SOAVE, 2010; MARKOVIC; MISIGOJ-DURAKOVIC; TRNINIC, 2005; PIETER; MATEO; BERCADES, 2002) objetivaram verificar as características físicas e funcionais de atletas de taekwondo. No que diz respeito à aptidão aeróbia, mais especificamente à potência aeróbia (VO_{2MAX}) alguns autores (HELLER et al., 1998; THOMPSON e VINUEZA, 1991) argumentam que essa variável não seria importante para o desempenho no taekwondo. Porém, Drobnic et al. (1995) apud CETIN et al. (2005) contrariam as informações supracitadas, destacando que em atletas de alto rendimento são importantes elevados níveis de aptidão aeróbia para suportar os períodos de luta. Seguindo linha similar de raciocínio, Pilz-Burstein et al. (2010) afirmam que esta modalidade requer uma elevada capacidade aeróbia e anaeróbia, por intercalar movimentos rápidos e explosivos com movimentos de step, ambos solicitando principalmente a musculatura dos membros inferiores. De fato, é fundamental a avaliação da capacidade do atleta de produzir potência com os membros inferiores além de sua habilidade para transferi-la para situações de combate. De acordo com as regras atuais da WTF, golpes na região do tórax perfazem um ou dois pontos e golpes na região da cabeça perfazem três ou quatro pontos.

Porém, pouco se conhece sobre a relação entre as características físicas e funcionais com o desempenho de atletas de taekwondo durante a luta, especialmente no que diz respeito à contribuição dos sistemas energéticos. Pesquisas em situações de competição/simulação apresentam informações mais próximas sobre as características metabólicas envolvidas no esporte de alto nível e poderiam contribuir para a elaboração de programas de treinamento mais específicos com vistas a um melhor rendimento competitivo.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

O presente estudo teve como objetivo geral estimar as contribuições dos sistemas energéticos (anaeróbio alático, anaeróbio lático e aeróbio) em simulação de luta do taekwondo.

2.2 Objetivos específicos

Foram objetivos específicos deste estudo:

- a) estimar e comparar o consumo de oxigênio, as concentrações de lactato sanguíneo e a frequência cardíaca durante a simulação de luta em atletas de taekwondo de nível nacional/internacional, utilizando três diferentes protocolos experimentais;
- b) verificar a estrutura temporal e ações técnicas desempenhadas durante as lutas simuladas de taekwondo;
- c) verificar a relação entre as respostas fisiológicas (frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e consumo de oxigênio) e a estrutura temporal das lutas;
- d) verificar a relação entre a potência aeróbia estimada, potência de membros inferiores e variáveis antropométricas com as respostas fisiológicas e ações realizadas durante a simulação de luta.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Em função dos propósitos envolvidos neste estudo, foram abordados inicialmente os aspectos específicos relacionados a atletas de alto nível nas variáveis fisiológicas em resposta a treinamentos específicos, competição ou simulação de competição e, posteriormente, as estruturas temporais em lutas e/ou simulação de lutas no taekwondo.

3.1 Caracterização do sistema de disputa no taekwondo e dos atletas

De acordo com a WTF (2011), a luta de taekwondo é disputada em três *rounds* de dois minutos de duração por um minuto de intervalo entre eles. Caso a luta termine empatada, realiza-se novo *round* após um minuto de intervalo do término do terceiro *round*. A área de competição atual é de 64 m² (8 metros x 8 metros). O sistema de disputa durante as competições pode ser realizado por meio de eliminatória simples ou repescagem. O sistema de pontuação atual consiste em: um ponto para golpe no tronco; dois pontos para golpe no tronco com rotação de tronco; três pontos para golpe na cabeça e; quatro pontos para golpe na cabeça com rotação de tronco.

As categorias de peso são diferenciadas de acordo com a competição (WTF, 2011). Em Jogos Olímpicos são quatro categorias de peso tanto no masculino (até 58 kg, entre 58 a 68 kg, entre 68 a 80 kg e acima de 80 kg) quanto no feminino (até 49 kg, entre 49 e 57 kg, entre 57 e 67 kg e acima de 67 kg). Por sua vez, em Campeonatos Mundiais são oito categorias de peso tanto o masculino (até 54 kg, entre 54 a 58 kg, entre 58 a 63 kg, entre 63 a 68 kg, entre 68 a 74 kg, entre 74 a 80 kg, entre 80 a 87 kg e acima de 87 kg) quanto no feminino (até 46 kg, entre 46 a 49 kg, entre 49 a 53 kg, entre 53 a 57 kg, entre 57 a 62 kg, entre 62 a 67 kg, entre 67 a 73 kg e acima de 73 kg). Em campeonatos de maior expressão, como os Jogos Olímpicos e Campeonatos Mundiais, os atletas podem disputar até cinco lutas até chegar a sua luta final (CHIODO et al., 2011).

3.2 Características físicas dos atletas de taekwondo

As características físicas e antropométricas representam um importante prérequisito para o sucesso em diferentes modalidades esportivas (MARKOVIC; MISIGOJ-DURAKOVIC; TRNINIC, 2005). No entanto, é complexo estabelecer um perfil antropométrico global para o taekwondo, pois os atletas são distribuídos por categorias de peso. Mesmo com estas considerações, alguns estudos apresentam as características físicas, como o percentual de gordura corporal, em atletas de diferentes níveis competitivos (tabela 1).

Tabela 1 - Percentual de gordura corporal em atletas de taekwondo de diferentes níveis competitivos.

Autores Nível		N*	Idade	Massa	Gordura
			(anos)	corporal (kg)	(%)
Thompson e Vinueza	Regional	14	27,4±3,8	73,1±10,1	18,9±5,4
(1991)					
Heller et al. (1998)	Nacional	11	20,9±2,2	69,9±8,7	8,2±3,1
Melhim (2001)	Regional	19	13,8±2,2	52,4±3,6	13,1±5,6
Toskovic et al. (2002)	Universitário	7	24,9±8,6	68,6±6,8	12,7±3,6
Bouhlel et al. (2006)	Nacional	8	20 ± 1	70,8±6,0	11,8±3,0
Chang et al. (2007)	Nacional/Internacional	15	20,4±1,6	75,5±11,5	15,3±5,2
	Amador	12	18,8±2,6	64,8±11,0	10,8±6,1
Baptista et al. (2007)	Regional	25	15,5±5,1	55,15±19,3	16,5±5,5
Erie et al. (2007)	Regional	8	17,3±1,9	58,4±7,7	19,6±2,7
Noorul et al. (2008)	Regional	8	18,1±1,4	68,3±20,7	21,4±6,3
Sant'ana et al. (2009)	Nacional	12	25,2±2,7	71,3±9,5	11,7±2,1
Úbeda et al. (2010)	Internacional	8	17-32	78,0(67,8-90,6)	9,5(4-19)
Pilz-burstein et al.	Nacional Junior	10	15,0±1,1	49,0±9,9	14,1±2,8
(2010)					
Chiodo et al. (2011)	Internacional	11	23,0±3,6	78,6±14,0	10,9±2,0

^{*} N = número de atletas analisados

Pieter, Mateo e Bercades (2002) pesquisaram a importância das características físicas (somatotipo) para diferenciar atletas de diferentes níveis competitivos. Em suas análises, não houve diferenças entre atletas com maior e

menor grau de experiência na modalidade, indicando que apenas as características somatotipologicas não diferenciam atletas com níveis competitivos distintos.

Torres et al. (2008) tiveram o mesmo propósito de estudar o perfil somatotipológico em atletas espanhóis masculinos. Fizeram parte da amostra 54 atletas divididos em três níveis competitivos: equipe nacional principal, equipe nacional júnior e competidores sem resultados expressivos. Na comparação entre os grupos, foi identificado que atletas da equipe nacional apresentaram característica mesomórficos balanceados, atletas pertencentes à equipe júnior nacional apresentavam característica ecto-mesomorfica, ao passo que os atletas sem resultados expressivos apresentavam características similares ao do grupo nacional principal, ou seja, mesomórfico balanceada. Assim, os autores concluíram que para este grupo de atletas avaliados a verificação somatotipológica não foi um bom parâmetro para definir a excelência esportiva no taekwondo.

Por sua vez, Chang et al. (2007) apresentaram o perfil antropométrico e compararam uma equipe de elite com um grupo amador de praticantes. Neste estudo foi observado que os atletas de elite apresentavam resultados de percentual de gordura (15,29±5,18%) superiores quando comparados com o grupo amador (10,78±6,14%). Quando analisado o volume muscular nos diferentes segmentos, foram identificadas diferenças (p < 0,05) em todas as variáveis analisadas, com valores superiores no grupo de elite: braço direito, braço esquerdo, perna direita e perna esquerda. Porém, este estudo apresenta algumas limitações, especialmente quanto à diferença entre os grupos quanto à massa corporal total: 75,5±11,5kg para o grupo elite e 64,8±11,0kg para o grupo amador. Sendo assim, o grupo de atletas de elite possivelmente apresentou volume muscular superior em comparação aos atletas amadores, basicamente em decorrência da maior massa corporal. Além disso, quanto ao percentual de gordura, o grupo de menor nível competitivo apresentava melhor resultado, o que indicaria o baixo poder preditivo das características antropométricas para o desempenho competitivo.

Considerando os achados da tabela 1, é possível destacar que não há um consenso na literatura em relação à quais são os valores de percentual de gordura recomendados para atletas de alto rendimento nesta modalidade. Essas variações podem ter ocorrido pelas diferentes metodologias de análise deste componente bem como pela divisão dos atletas em categorias de peso, diferença esta não investigada nos estudos supracitados.

3.4 Consumo máximo de oxigênio

Existe uma grande variabilidade na utilização de protocolos com o propósito de avaliar a potência aeróbia em atletas desta modalidade. Assim, mesmo com esta limitação descrita, a tabela 2 apresenta estudos que investigaram a potência aeróbia em atletas de taekwondo de diferentes níveis competitivos.

Estudos conduzidos no início da década de 1990 tiveram como propósito determinar o VO_{2MAX} de atletas de taekwondo (BALDI et al., 1990; THOMPSON; VINUEZA, 1991). Com o intuito de observar as características fisiológicas importantes, Heller et al. (1998) destacaram que atletas de alto rendimento tendem a demonstrar moderado VO_{2MAX} . Bouhlel et al. (2006) corroboram com estas informações ao reportarem valores elevados em atletas franceses de nível nacional.

Tabela 2 - Potência aeróbia máxima (VO_{2MAX}) em atletas de taekwondo de diferentes níveis competitivos.

Autores	Nível	N	Idade	VO _{2MAX}	Ergômetro/
			(anos)	(ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	Método
Baldi et al. (1990)	Estadual	9	18,7	61,03±7,04	NI*
	Nacional	10	23,7	54,68±6,93	NI*
Thompson e Vinueza (1991)	Regional	14	27,4±3,8	44,0±6,8	Esteira / Direto
Heller et al. (1998)	Nacional	11	20,9±2,2	53,9±4,4	Bicicleta / Direto
Melhim (2001)	Regional	19	13,8±2,2	38,2±7,8	Bicicleta /
					Estimado
Toskovic et al. (2002)	Universitário	7	31,0±8,3	58,9±8,2	Esteira / Direto
Cetin et al. (2005)	Nacional	22	16 ± 1,11	51,79±2,12	Campo / Direto
	Junior				
Bouhlel et al. (2006)	Nacional	8	20 ± 1	56,22 ± 2,57	Campo /
					Estimado
Butios e Tasika (2007)	Nacional	24	20-24	53,92±3,98	Campo /
	Internacional				Estimado
Noorul et al. (2008)	Regional	8	21,4±6,3	42,2±7,9	Campo /
					Estimado
Chiodo et al. (2011)	Internacional	11	23,0±3,6	63,2±6,1	Esteira / Direto

^{*}Não informado.

Na comparação da potência aeróbia em diferentes categorias de peso, Butios e Tasika (2007) avaliaram três categorias de peso olímpicas (abaixo de 68kg, entre 68kg e 80kg e acima de 80kg), não encontrando diferenças entre as categorias quanto ao VO_{2MAX}. Neste sentido, as recentes pesquisas indicam que os atletas de alto rendimento necessitam de potência aeróbia moderada a muito boa quando perfis populacionais são considerados para efeito de comparação (BOUHLEL et al., 2006; CETIN et al., 2005; KAZEMI et al., 2006; MARKOVIC; MISIGOJ-DURAKOVIC; TRNINIC, 2005).

O estudo de Cetin et al. (2005) teve como objetivo validar uma equação de regressão preditiva do VO_{2MAX} a partir do teste de campo proposto por Léger et al. (1988). Eles avaliaram 22 atletas de taekwondo (11 do sexo masculino e 11 do sexo feminino) em teste de vai-e-vem de 20 metros com a utilização de um equipamento portátil de análise de gases. Em relação à comparação entre os resultados do protocolo do teste e os valores observados diretamente no analisador de gases, observou-se que os valores da equação original proposta para este teste foram inferiores (43,59 ml.kg⁻¹.min⁻¹) àqueles mensurados diretamente (51,79 ± 2,12 ml.kg⁻¹.min⁻¹). Como conclusão, os autores destacaram a importância de ter uma equação de regressão preditiva validada para atletas de taekwondo.

Adicionalmente, é importante destacar que os valores de VO_{2MAX} em atletas de alto rendimento nesta modalidade (nível nacional/internacional) tendem a serem superiores àqueles apresentados por atletas de menor nível competitivo (regional) nos estudos descritos na tabela 2.

3.5 Consumo de oxigênio em situação de luta

Em situações de luta, foi identificado apenas um estudo que mensurou o consumo de oxigênio (VO₂). Korellis (2006) *apud* Berg (2010) observou valores aproximados de 39 ml.kg⁻¹.min⁻¹ durante as situações de combate. Esta problemática já havia sido comentada por Bouhlel et al. (2006), destacando nesta investigação que não havia nenhum estudo que tivesse avaliado esta variável fisiológica em situação de competição ou de simulação.

3.6 Frequência cardíaca e concentração de lactato sanguíneo em treinamento e situação de luta

A FC é uma medida não invasiva que indica o trabalho cardiovascular. Consequentemente, a medida da FC é usada rotineiramente para avaliar a resposta do coração ao exercício, ou a recuperação do exercício, assim como para prescrever as intensidades do exercício. Bertuzzi e Rumening-Souza (2009) destacam que os valores das [La-] encontrados após a realização de exercícios físicos são indicativos da contribuição do sistema anaeróbio lático. Em decorrência disso, tanto a FC quanto as [La-] tem sido mensuradas para indicar a solicitação fisiológica em modalidades em que existe dificuldade de mensuração de outras variáveis durante a execução da tarefa (BERTUZZI; RUMENING-SOUZA, 2009). A tabela 3 e a tabela 4 apresentam alguns estudos que investigaram a FC e as [La-], respectivamente, durante a realização de lutas em atletas de diferentes níveis de competição.

Em importante estudo que mensurou a FC, Bridge et al. (2007) identificaram a resposta desta variável a treinos específicos de taekwondo. Neste estudo, oito atletas franceses de nível nacional/internacional foram avaliados em seis sessões de treinamento com a utilização de um frequencímetro, com registros da FC em intervalos de cinco segundos, sendo descrito os diferentes tipos de treinos específicos realizados: elástico, combinações técnicas, situações de *step* (ataque/contra-ataque), chutes na almofada, formas, técnicas e formas básicas, habilidades envolvendo ataque e contra-ataque e luta simulada. Os valores da FC encontrados variaram entre 64,7±6,0% da FC_{PICO} no treinamento com elástico a 81,4±7,0% da FC_{PICO} durante a luta simulada. Na conclusão, os autores destacaram que técnicos e pessoas envolvidas na programação dos treinamentos devem se preocupar não apenas com as questões técnica/tática, mas também com a melhor condição cardiovascular para a competição.

Na tentativa de compreender o comportamento da FC em situações de competição, Butios e Tasika (2007) avaliaram 24 atletas de nível nacional divididos em três categorias olímpicas de peso: abaixo de 68kg (n=8), acima de 68kg e abaixo de 80kg (n=8), e acima de 80kg (n=8), durante a realização de três lutas no mesmo dia. Os atletas foram avaliados em suas respectivas categorias de peso observando os picos máximos da FC no terceiro *round*. Na categoria -68kg os atletas atingiram

Tabela 3 – Resultado da FC em atletas de taekwondo de diferentes níveis competitivos durante a realização de luta.

Autores	Estilo/Situação	Nível	N	Idade (anos)	FC Basal	FC _{PICO} 1º	FC _{PICO} 2º	FC _{PICO} 3º
	Avaliada				(bpm)	Round	Round	Round
						(bpm)	(bpm)	(bpm)
Heller et al (1998)	ITF / Competição	Nacional	11	20,9±2,2	-	184±6	186±7	-
Bouhlel et al (2006)	WTF/Simulação	Nacional	8	20±1	-	-	-	197±2
Butios e Tasika (2007)*	WTF/Simulação	Nacional/Internacional	8	20-24	89±15	168±40	183±22	182±24
Villani et al (2008)	WTF/Simulação	Regional/Internacional	10	23±5	98±10	175±8	181±7	185±4
Matsushigue et al (2009)	Songahm/Competição	Nacional	14	17-27	113±25	183±9	-	-
Bridge et al (2009)	WTF/Competição	Internacional	8	22±4	123±6	175±15	183±12	187±8
Campos et al (2010)	WTF/Simulação	Nacional/Internacional	7	26±4	106±10	174±10	178±9	181±9

^{*}Categoria -68kg na primeira luta do estudo; FC = frequência cardíaca - ** Os autores analisaram 11 homens e 4 mulheres no mesmo grupo

Tabela 4 – Resultados das [La-] em atletas de taekwondo de diferentes níveis competitivos durante a realização de luta.

Autores	Estilo / Situação	Nível	N	Idade	[La-] Basal	[La-] Após a luta	[La-] Após 3 minutos
	avaliada			(anos)	(mmol.L ⁻¹)	(mmol.L ⁻¹)	(mmol.L ⁻¹)
Heller et al (1998)	ITF / Competição	Nacional	11	20,9±2,2	-	-	11,4±3,2
Bouhlel et al (2006)	WTF/Simulação	Nacional	8	20±1	-	10,2 ±1,2	-
Butios e Tasika (2007)*	WTF/Simulação	Nacional/Internacional	24	20-24	0,9±0,6	2,9±2,1	-
Villani et al (2008)	WTF/Simulação	Regional-Internacional	10	23±5	1,8±0,3	-	11,1±1,8
Matsushigue et al (2009)	Songahm/Competição	Nacional	14	17-27	3,1±2,7	7,5±3,8	-
Bridge et al (2009)	WTF/Competição	Internacional	8	22±4	2,7±0,6	11,9±2,1	-
Campos et al (2010)	WTF/Simulação	Nacional/Internacional	7	26±4	0,9±0,3	8,1±1,9	-
Chiodo et al (2011)	WTF/Competição	Nacional	11	23±4	2,2±0,5	7,0±2,6	-

^{*}Categoria -68kg na primeira luta do estudo; [La-] = concentração de lactato sanguíneo

FC_{PICO} de 190±8bpm ao término da terceira luta. A categoria 68-80kg atingiu FC_{PICO} de 190±12bpm ao término da segunda luta, ao passo que os atletas da categoria acima de 80kg atingiram valores de FC_{PICO}192±9bpm durante a realização da primeira luta, com a frequência cardíaca média (FC_{MÉDIA}) nas diferentes categorias entre 150 e 165bpm. Contudo, não houve diferenças entre os respectivos rounds e entre as diferentes categorias de peso. A partir dos resultados encontrados, os autores apontaram que o treinamento deveria atingir 86% da FC_{PICO} (aproximadamente 160bpm) a fim de aproximar os padrões fisiológicos do treinamento daqueles enfrentados durante a competição. Neste mesmo estudo, ao analisarem as [La-] foram observados valores inferiores (aproximadamente 3,35 mmol.L⁻¹) em comparação com outros estudos que analisaram condições similares (BOUHLEL et al., 2006; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; HELLER et al., 1998). Uma possível razão para esta diferença é o fato de ter sido uma simulação de competição e não uma competição propriamente dita. Considerando que os autores não tiveram como propósito observar a estrutura temporal das lutas (número de golpes, tempo de exercícios de baixa intensidade, tempo de exercícios de alta intensidade), há uma limitação em analisar as [La-] observadas ao término das lutas. Esta informação seria importante para entender o comportamento do dispêndio energético em relação às ações motoras realizadas.

Em outra investigação, Bouhlel et al. (2006) analisaram a FC e as [La-] em situação de avaliação, treino específico e simulação de competição. Foram avaliados oito atletas em testes específicos da modalidade (chutes na raquete) durante 10s, 1min e 3min para verificar as diferentes solicitações energéticas, ou seja, alático, lático e aeróbio, respectivamente. A simulação de competição envolveu a realização de três *rounds* com duração de três minutos com um minuto de intervalo entre eles. A FC_{PICO} foi de 197±2bpm e as [La-] foi de 10,2±1,2 mmol.L⁻¹ após a realização da luta. Assim, os autores destacaram que o taekwondo requer elevados níveis de potência aeróbia e anaeróbia. Os valores de VO_{2MAX} tiveram correlação com o teste de chute durante três minutos na raquete, destacando a importância do metabolismo aeróbio para tal atividade. Contudo, os elevados valores das [La-] durante a simulação da competição indicam a importância do metabolismo anaeróbio. Neste contexto, durante a sequência de ataques, o metabolismo anaeróbio deve ser

predominante. As relações entre as contribuições dos sistemas anaeróbio e aeróbio ainda não foram documentadas na literatura (BOUHLEL et al., 2006).

Ainda com objetivo de analisar a FC em atletas de taekwondo, Villani, Minotti e Minotti (2008) realizaram medida da FC em situação experimental de treinamento. Foram realizados dois testes: no primeiro teste foi elaborado um circuito composto por três *rounds* com dois minutos de atividade e um minuto de intervalo entre eles. Durante cada *round* os atletas realizavam 20 segundos de ataque, 10 segundos de contra-ataque, 20 segundos de contra-ataque e 10 segundos de ataque alternadamente; no segundo, os atletas realizaram a simulação de luta com a mesma duração, sem nenhuma intervenção. Os resultados apresentaram elevadas correlações da FC entre as lutas e o circuito de treino preconizado (*round* 1: r = 0,79; *round* 2: r = 0,80 e *round* 3: r = 0,81). Quando analisadas as [La-], a correlação foi ainda maior (três minutos após a atividade: r = 0,90 e cinco minutos após a atividade: r = 0,88). Desta forma, os autores destacaram que o circuito pode ser utilizado no treinamento dos atletas, pois apresenta valores de FC e das [La-] próximas àquelas encontradas durante a luta.

Em um trabalho mais recente, Chiodo et al. (2011) mensuraram a FC em atletas (masculino n=11 e feminino n=4) de nível internacional durante a realização do campeonato italiano e constataram que a FC_{MÉDIA} durante o 1º round foi de 175±10 (bpm), no 2º round foi de 175±10 (bpm) e no 3º round foi de 178±9 (bpm), com valores de FC_{PICO} entre 180 e 201 (bpm).

Estes estudos destacam que as [La-] no fim da luta são importantes indicativos da contribuição do sistema anaeróbio lático durante a realização dos combates. A natureza intermitente deste esporte, composto por ações de alta intensidade e movimentos explosivos de curta duração com períodos de repouso ativo, sugerem que a creatina-fosfato (componente anaeróbio alático) tem contribuição importante para a ressíntese da ATP (BUTIOS; TASIKA, 2007). Neste sentido, quando as ações de alta ou média intensidade são sucessivas e com pouco tempo de pausa, como no caso de algumas sequências durante as lutas de taekwondo, o sistema anaeróbio lático (glicolítico) é predominante para ressintetizar a adenosina trifosfato (ATP), uma vez que os estoques de creatina-fosfato (CP) esgotam-se rapidamente (SPRIET, 1995). Assim, a mensuração das [La-] é adotada como método para estimar a taxa de transferência de energia pelo sistema glicolítico durante o exercício (di PRAMPERO; FERRETI, 1999). Esta metodologia é valida e

sua proposta é bastante realizada devido à sua facilidade de mensuração (BERTUZZI; RUMENING-SOUZA, 2009).

3.7 Quantificação temporal em combates de taekwondo

A análise temporal da luta permite obter informações que revelam as inferências sobre o esforço especifico requerido durante as lutas. Este é um método opcional, de baixo custo e não invasivo, com possibilidades de aplicação no processo de treinamento dos atletas através do estudo da relação entre o tempo de esforço e o tempo de pausa (razão esforço/pausa) da lutas. Especificamente, o treinador poderia elaborar um programa de treinamento para o atleta baseado na exigência física imposta pela luta, simulando nos treinamentos o tempo de ataque e pausa da competição (SANTOS; FRANCHINI; LIMA-SILVA, 2011).

Heller et al. (1998) observaram a estrutura temporal em simulação de combate no estilo *International Taekwondo Federation* (ITF) e demonstraram que houve uma relação esforço/pausa de aproximadamente 1:3 a 1:4. A tabela 5 apresenta alguns resultados de estudos que investigaram a relação esforço:pausa em lutas no taekwondo.

Tabela 5 - Relação esforço/pausa em lutas de taekwondo.

Autores	Situações analisadas	Nível competitivo	Relação
		dos atletas	esforço:pausa
Heller et al. (1998)	Simulação de Luta	Nacional	1:3 – 1:4
Matsushigue, Hartmann	Campeonato	Nacional	1:6
e Franchini (2009)	Nacional		
Santos, Franchini e	Campeonato Mundial	Internacional	1:7
Lima-Silva (2011)	Jogos Olímpicos		

Em estudo mais recente, Matsushigue, Hartmann e Franchini (2009), ao analisarem a temporalidade do Campeonato Brasileiro de Taekwondo Songahm observaram que os vencedores usaram um menor número total de técnicas quando comparado com os perdedores. Assim, o tempo de intervalo entre situações de alta

intensidade nos vencedores era de 41±17s e nos perdedores de 22±9s. Cabe destacar que este foi o primeiro estudo a comparar as variáveis temporais com as respostas fisiológicas encontradas em competição nacional de taekwondo.

Santos, Franchini e Lima-Silva (2011) observaram as estruturas temporais de 45 combates nas principais competições internacionais de taekwondo WTF, quais sejam: Campeonato Mundial de 2007 e Jogos Olímpicos de 2008. Os pesquisadores observaram que não houve diferenças quando comparados os vencedores com os perdedores na relação esforço/pausa nas duas competições. Além destes achados, foi descrito que nos Jogos Olímpicos possuíam característica de combate menos cadenciada quando comparado aos resultados do Campeonato Mundial. Este trabalho traz importantes implicações para a compreensão das demandas especificas de esforço - relação de ataques, temporalidade - em combates de alto nível.

3.8 Contribuições dos sistemas bioenergéticos em situação de luta

Não foi encontrado qualquer estudo até o presente momento que tenha avaliado as contribuições dos sistemas energéticos durante a luta de taekwondo. As informações sobre a demanda energética em lutas pode ter implicações para a otimização do treinamento para a competição, evitando interpretações equivocadas (CHIODO et al, 2011). Contudo, nesta modalidade, especula-se que exista predominância do metabolismo anaeróbio (BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; CHIODO et al., 2011; REILLY; SECHER; SNELL, 2005) devido à realização de ações de elevada intensidade e pela curta duração total da luta (aproximadamente 8 minutos). Neste mesmo sentido, Chiodo et al. (2011) destacaram que através da elevada FC (acima de 85% da FC_{PICO}) o componente aeróbio seria o responsável por 8±12% e o componente anaeróbio 92±12% do gasto energético da atividade. No entanto, em exercícios intermitentes, alguns fatores alteram a relação FC-VO₂ (observada em teste submáximo) devido a fatores como estresse emocional, níveis elevados de catecolaminas e acumulo de diversos subprodutos metabólicos, não possibilitando o uso simples desta relação FC-VO₂ (GLAISTER, 2005).

Assim, Matsushigue, Hartmann e Franchini (2009) e posteriormente Campos et al. (2010) sugeriram que a contribuição do sistema anaeróbio lático seja reduzida durante a luta de taekwondo. A falta de correlação significativa entre as variáveis fisiológicas ([La-] ou Δ[La-]) e o número de técnicas de alta intensidade ou o número total de técnicas indicaria a maior importância do sistema anaeróbio alático ou aeróbio no taekwondo, contrariando estudos prévios (BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; REILLY; SECHER; SNELL, 2005).

As modalidades de combate são caracterizadas como atividades intermitentes, envolvendo movimentos rápidos e potentes com alternância de curtos períodos de inatividade. Estudos mais recentes em modalidades que utilizam ações musculares próximas ao taekwondo, como chutes e socos intercalados por breves períodos de recuperação para a obtenção de pontos, como o karate (BENEKE et al., 2004; DORIA et al., 2009) e o muay thai (CRISAFULLI et al., 2009) apontaram a predominância do metabolismo aeróbio durante a situação de combate.

Beneke et al. (2004) analisaram a contribuição dos diferentes sistemas energéticos no karate, mais especificamente durante o kumite. Para esta avaliação, utilizaram-se do VO2 durante as atividades, mensurado continuamente no aquecimento, durante a luta e na recuperação. Os valores das [La-] foram determinados, antes da luta e continuamente minuto a minuto após o término da luta até o décimo minuto. O custo energético total foi calculado e dividido em frações dos metabolismos aeróbio, latico e alático, baseados no VO2 acima do repouso durante a atividade, no acúmulo das [La-] - assumindo que o acúmulo de um mmol.L⁻¹ equivale a 3 mlO2.kg-1 de massa corporal - e na quantidade de O2 acima dos níveis de repouso consumido na recuperação após a atividade determinado pelo componente rápido do excesso de consumo de oxigênio, respectivamente. Assim, os autores encontraram que em 36 lutas, cuja razão esforço/pausa foi de 2:1, as frações dos componentes aeróbio, ATP-CP e glicolítico correspondiam a 77,8%, 16,0% e 6,2% respectivamente, indicando que na realização de atividades acíclicas de elevada intensidade, envolvendo chutes e socos, com curtos períodos de recuperação, a predominância é do sistema oxidativo. Há de se destacar que os valores das [La-] nos períodos iniciais das lutas (em um total de guatro lutas) foram superiores aos da ultima luta (p < 0,001) quando comparado com as duas primeiras. Em contrapartida, os valores do $\Delta[La-]$ foram inferiores na ultima luta (p < 0,001) quando comparados com aqueles da primeira e da segunda luta. Assim, foi possível destacar que na última luta houve decréscimo da utilização do metabolismo anaeróbio lático em comparação às lutas iniciais.

Em um recente estudo com atletas de karate, Doria et al. (2009) avaliaram a demanda energética em atletas de alto rendimento (masculino e feminino) durante o *kata* (forma) e o *kumite* (luta) com a mesma metodologia do estudo supracitado. Os autores concluíram que no *kumite*, quanto ao custo energético total, o componente aeróbio representou 70%, o componente anaeróbio alático 20% e o componente anaeróbio lático 10%. Para o *kata*, os resultados demonstraram que os componentes anaeróbios tinham aproximadamente a mesma proporção (15%), com o restante sendo representado pela contribuição do metabolismo oxidativo.

Crisafulli et al. (2009) investigaram a participação aeróbia (VO₂) e anaeróbia (excesso de VO₂) durante uma simulação de ações especificas do muay thai composta por três *rounds* com a duração de dois minutos e um minuto de descanso entre os *rounds*. Os autores demonstraram que houve predominância do metabolismo aeróbio, sendo o metabolismo anaeróbio recrutado principalmente durante a realização do primeiro *round*, com uma progressiva redução em sua participação nos *rounds* subsequentes, embora não houvesse contribuição adicional do metabolismo aeróbio nos *rounds* 2 e 3. Há de se destacar que nesta investigação os autores não mensuraram as [La-], assumindo que com o excesso de VO₂ após a atividade é possível identificar o comportamento do metabolismo anaeróbio como um todo.

Assim, modalidades que apresentam características próximas às ações motoras do taekwondo destacam a predominância do metabolismo aeróbio (BENEKE et al., 2004; CRISAFULLI et al., 2009; DORIA et al., 2009). É importante salientar que as competições atuais, de acordo com a WTF, consistem na realização de três *rounds* com dois minutos de duração e um minuto de intervalo. Assim, de acordo com estes metodologia empregada em estudos prévios (BENEKE et al., 2004; DORIA et al., 2009), há a necessidade de analisar cada *round* para verificar a contribuição dos diferentes sistemas energéticos. Com estes achados, é possível delinear a demanda energética dos atletas em situação aproximada de competição e assim melhorar as informações e as prerrogativas a respeito de melhores concepções de treinamento voltado a atletas de alto rendimento no taekwondo.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo é classificado como descritivo/correlacional, pois objetivou caracterizar em termos morfológicos e funcionais, atletas masculinos de taekwondo, bem como estimar as respostas fisiológicas e a contribuição dos sistemas energéticos em simulação de luta e correlacioná-las com as características morfofuncionais e ações motoras encontradas na simulação da luta

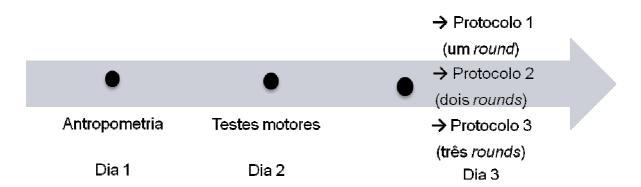
4.1 Amostra

A amostra foi selecionada de forma não probabilística por conveniência, sendo composta por 10 atletas masculinos (21,0±5,8anos; 67,2±8,9kg e 176,2±5,3cm), faixas-pretas, com no mínimo cinco anos de treinamento na modalidade e 15 horas semanais de treino, participantes de campeonatos nacionais e/ou internacionais. Antes dos testes, todos os atletas foram informados do procedimento dos testes, incluindo possíveis riscos envolvidos, e assinaram um termo de consentimento informado (ANEXO I), que foi previamente aprovado pelo comitê de ética local (ANEXO II). Todos os indivíduos eram aparentemente saudáveis, não fumantes, isentos de tratamentos farmacológicos e livres de quaisquer distúrbios que pudessem alterar os resultados da presente pesquisa.

4.2 Delineamento

Os testes foram realizados no Laboratório de Fisiologia do Exercício do Centro de Excelência Esportiva, na quadra poliesportiva e na sala de lutas, localizados no Centro de Educação Física e Esporte da Universidade Estadual de Londrina.

Os dados foram coletados em três sessões realizadas com intervalo mínimo de 24 horas. Na primeira sessão, foram mensurados os seguintes parâmetros antropométricos: massa corporal, estatura, circunferências (braço, coxa e perna), diâmetros (úmero e fêmur) dobras cutâneas (bicipital, tricipital, subescapular, suprailíacas, abdômen, coxa e perna). Na segunda sessão de testes foram realizados os
testes de saltos verticais e o teste de potência aeróbia. Na terceira sessão de testes
foram realizados três protocolos experimentais simulando o combate (com apenas
um *round*, com dois *rounds* e com três *rounds*) determinados de forma aleatória. Os
indivíduos foram orientados a não realizarem nenhum tipo de esforço físico intenso a
partir de 48 horas que antecediam as sessões de testes assim como não
consumirem alimentos com pelo menos duas horas de antecedência dos testes. A
figura 1 exemplifica como foi organizada a execução dos testes.



Ordem dos protocolos 1 a 3 determinada aleatoriamente.

Figura 1 – Exemplo de distribuição da realização dos testes em uma "linha do tempo".

4.3 Medidas antropométricas, potência aeróbia e potência de membros inferiores

A medida de massa corporal foi realizada em balança digital da marca Urano[®] (modelo Ps 180, Canoas, Brasil), com precisão de 50 g, ao passo que a mensuração da estatura foi realizada por meio de um estadiômetro com escala de 1 mm, afixada no encosto do aparelho.

As espessuras de dobras cutâneas foram determinadas através de um compasso de dobras cutâneas da marca Cescorf (Curitiba, Brasil), devidamente calibrado, no hemi-corpo direito dos atletas. As medidas foram realizadas por um

mesmo avaliador que mantinha a prática sistemática dessa técnica há aproximadamente oito anos. Foi realizado teste de erro intra-avaliador com cinco atletas do presente estudo em dois dias diferentes, observando diferenças abaixo de 3%. O protocolo adotado para a tomada de cada medida foi realizado de acordo com a padronização de Lohman (1986). As dobras cutâneas foram mensuradas três vezes, na seguinte ordem: tríceps, subescapular, supra-ilíaca, abdominal, bicipital, coxa anterior e perna. Quando encontrada uma diferença superior a 5% entre uma medida e as demais realizadas no mesmo ponto anatômico, era realizada uma nova medida de modo a evitar variações superiores a 5% entre as medidas de maior e menor valor. Posteriormente, o valor mediano foi considerado.

Os valores referentes ao teste de potência de membros inferiores foram obtidos através de dois testes de saltos verticais (salto vertical em meio agachamento - SVSJ - e salto vertical com contra-movimento - SVCM) utilizando protocolo preconizado por Bosco (1993). Brevemente, cada atleta saltava três vezes, com intervalos de um minuto. Para cada tipo de salto foi considerado o melhor resultado obtido pelo atleta. Para isto, foi utilizada a placa de contato Jump Test[®] (Hidrofit, Belo Horizonte, Brasil).

Para a avaliação da potência aeróbia, foi realizado o teste de ida e volta de 20 metros (LÉGER et al., 1988). Este teste foi realizado em uma quadra coberta, com piso antiderrapante. A forma de realização do teste e a forma de término seguiram critérios e recomendações citados por Léger et al. (1988) e validados para atletas de taekwondo (CETIN et al., 2005). Este teste foi escolhido, pois é um teste validado para atletas de taekwondo, fidedigno, de campo, que não necessita de equipamentos sofisticados e pode ser realizado com um número elevado de sujeitos. A potência aeróbia foi obtida pela equação de regressão simples descrita na validação deste teste para atletas de taekwondo (CETIN et al., 2005):

$$VO_{2MAX} = 1,647*(Y) - 19,999$$
 Equação 1

No qual o resultado foi descrito através da regressão múltipla simples em que a letra y o representa o VO_{2MAX} predito (ml.kg⁻¹.min⁻¹) do protocolo do teste inicialmente proposto por Léger et al., (1988).

4.4 Procedimentos da simulação de luta

Em situação simulada de luta (tamanho da área de 8x8 metros) foram realizadas as seguintes mensurações: FC, [La-] e VO₂. Foram realizados três diferentes protocolos experimentais de combate para verificar as diferentes contribuições energéticas durante a luta de taekwondo. A ordem dos testes foi determinada aleatoriamente. O tempo compreendido entre a realização dos três protocolos experimentais foi de no mínimo uma hora entre cada protocolo.

4.5 Protocolos experimentais e medidas fisiológicas realizadas

Cada atleta foi submetido a três protocolos experimentais. O primeiro protocolo teve a duração de um *round* com dois minutos de duração. O segundo protocolo teve a duração de dois *rounds* de dois minutos de duração com intervalo de um minuto. O terceiro protocolo teve a duração de três *rounds* de dois minutos de duração com um minuto de intervalo entre os *rounds* consecutivos.

Para a mensuração da FC foi utilizado um monitor de FC da marca Suunto[®] (Suunto Team Pod, Suunto Oy, Finlândia), programado para gravar batimentos cardíacos a cada sístole. Para início da coleta de dados, foi acionado o monitor de cada atleta cinco minutos antes do início da simulação dos diferentes protocolos. Com o término da atividade, o atleta ficou com o monitor de FC por 10 minutos. A FC_{MÉDIA} foi calculada através da média dos batimentos cardíacos durante o tempo total do *round*. A FC_{PICO} foi estabelecida através do maior valor dos batimentos cardíacos de cada *round*.

A coleta de sangue arterializado foi feita no lóbulo da orelha e foi realizada utilizando-se de um tubo capilar calibrado para 25µl, e imediatamente transferido para tubos plásticos com tampa contendo 50µl de fluoreto de sódio a 1%. Para promover a captação de sangue arterializado, foi aplicada na orelha do atleta a pomada vasodilatadora arteriolar Finalgon[®] (Boehringer, Ingelheim, Stuttgart, Alemanha). As [La-] no sangue foram analisadas por meio do método eletroquímico, utilizando o equipamento Yellow Springs Sport[®] (Modelo 1500 Sport, Ohio, EUA),

previamente calibrado. As [La-] foram determinadas nos seguintes momentos: 1º protocolo – antes do primeiro *round*, logo ao final, três e cinco minutos após o término do *round*; 2º protocolo - antes do primeiro *round*, logo após o primeiro *round*, ao final, três e cinco minutos após o término do segundo *round*; 3º protocolo - antes do primeiro *round*, logo após o primeiro e o segundo *rounds*, imediatamente após, três e cinco minutos após o término do terceiro *round*.

Para mensuração do VO₂ em simulação de luta foi utilizado o equipamento de sistema portátil e telemétrico de análise de gases K4 b² (CosmedTM, Roma, Itália) com análise respiração a respiração, cuja validade foi determinada anteriormente (HAUSSWIRTH; BIGARD; LE CHEVALIER, 1997). O equipamento foi acionado cinco minutos antes do início da atividade (nos três diferentes protocolos), tempo em que o atleta ficou na posição em pé. Adicionalmente, ao final da atividade o atleta permaneceu com ele por seis minutos.

4.6 Cálculo da contribuição dos sistemas energéticos

Para a estimativa dos sistemas oxidativo, glicolítico e ATP-CP foram utilizados o VO₂ durante a atividade, o pico das [La-] após os três diferentes protocolos experimentais e a fase rápida do excesso do consumo de oxigênio (EPOC_{rápido}), respectivamente. Essas análises foram similares às realizadas por Beneke et al. (2004) e Bertuzzi et al. (2007). Ambas as metodologias estão baseadas nos pressupostos descritos por di Prampero e Ferretti (1999).

O sistema oxidativo foi estimado por meio do VO₂ medido durante o período de atividade nos três diferentes protocolos experimentais. Os valores foram expressos sobre os valores de repouso esperado para este período (linha de base). Para o estabelecimento dos valores da linha de base do VO₂, os sujeitos permaneceram em pé durante cinco minutos, sendo adotado o valor gerado pela média aritmética das respirações por 60s entre o quarto e o quinto minutos.

A participação do sistema glicolítico foi calculada tendo por base a concentração de lactato, assumindo que o acúmulo de um mmol.L⁻¹ equivale a três mlO₂.kg⁻¹ de massa corporal (di PRAMPERO; FERRETTI, 1999).

Foi utilizado o EPOC_{rápido} para estimar a contribuição do sistema ATP-CPr. Contudo, antes de determiná-lo foi verificado se havia diferenças entre as modelagens matemáticas mono-exponencial e bi-exponencial para o VO₂ durante a recuperação. No entanto, não foram identificadas diferenças estatísticas entre as modelagens. Sendo assim, foi adotado o modelo mono-exponencial.

Para a comparação das estimativas do gasto energético total entre as atividades foi realizada a somatória dos valores gerados pelos sistemas bioenergéticos que foram convertidos em quilojoule (kJ). Para realizar esta conversão foi assumido que cada litro de O_2 é equivalente a 20,92 kJ (GASTIN, 2001).

4.7 Procedimentos para a análise das ações motoras

Para a quantificação das ações motoras realizadas pelos atletas nos diferentes protocolos foi utilizada câmera filmadora durante os combates. As imagens gravadas foram posteriormente analisadas no programa Sony Vegas Pro 8.0[®]. Os eventos foram mensurados em segundos e décimos de segundos, utilizando a ferramenta de marcação disponibilizada no programa de análise. Foi considerado como ataque (AT) o tempo total em que o atleta tentou ou atacou efetivamente o adversário, consistindo no tempo gasto do começo da técnica até a retomada do equilíbrio pelo atleta. Para isso, o registro foi iniciado a partir do momento que um dos atletas começou a mover o pé ou o punho em direção ao adversário, para atacar ou fintar, e foi encerrado no momento em que o atleta terminou o movimento de ataque ou não pôde continuar o ataque (afastamento do oponente, quedas, ou paralisações da arbitragem). Houve uma perda amostral na avaliação das ações motoras no protocolo 3 de 20% (foram perdidas duas em um total de dez lutas realizadas). Foi considerado como step todo o período entre os ataques em que não havia paralisação do combate. Foi considerado tempo de pausa, as paradas solicitadas pelo árbitro. O tempo de step foi somado ao tempo de pausa dos árbitros para caracterizar o período sem ataque (SAT).

As análises apresentaram elevado valor de correlação intra-classe (ICC; 0,93). Esta análise foi realizada por apenas um observador com experiência de 10

anos na modalidade, sendo que em cinco lutas a análise foi realizada três vezes para verificar possíveis erros intra-avaliador. Observações dessa natureza em outras modalidades de combate têm sido apresentadas como objetivas (MARCON et al., 2010; MIARKA; CALMET; FRANCHINI, 2009), dado que as ações são seriadas e permitem uma fácil identificação de seu início e final.

Por limitações operacionais, apenas um participante foi analisado a cada situação de simulação de luta com o analisador de gases. No momento da coleta de dados, o atleta a ser analisado portou o equipamento e realizou todas as situações de luta como ataques, simulações de contra-ataque, defesa, *step*, cabendo ao sujeito auxiliar na luta apenas se defender das ações praticadas pelo avaliado e na realização do *step*. Isto se deveu às características de impacto na luta de taekwondo, ou seja, ataques ao atleta sendo avaliado poderiam resultar em lesão a um dos atletas e/ou danificar o analisador de gases. Procedimentos similares foram adotados por Beneke et al. (2004) no karate e por Crisafulli et al. (2009) no muay thai.

4.8 Análise estatística

Para o tratamento estatístico foi utilizado o programa computadorizado *Statistical Package for Social Science*, versão 13.0[®] (SPSS Inc. Chicago, EUA). A verificação do melhor ajuste das modelagens matemáticas (mono-exponencial ou biexponencial) foi realizada por meio do programa computadorizado Origin 6.0[®] (Microcal Software, Inc. Massachusetts, EUA). O teste F foi utilizado para identificar o tipo de modelagem matemática que gerou a menor somatória de resíduos produzidos pelos ajustes monoexponencial e biexponencial.

Foi utilizada estatística descritiva, envolvendo o cálculo das médias e desvios padrão. Para todas as variáveis do estudo foi verificado a esfericidade dos dados de acordo com teste de Mauchly's e o ajuste de Greenhouse-Geisser foi usado quando necessário (ZAR, 1999). Para as diferenças entre os protocolos experimentais utilizou-se a análise de variância (ANOVA) a um fator com medidas repetidas e, quando necessário, o teste de comparações múltiplas para identificar possíveis diferenças entre os resultados, mediante a aplicação do teste de Bonferroni. Foi

verificado o poder estatístico das comparações realizadas entre os diferentes protocolos e *rounds*. Realizou-se correlação entre os resultados das variáveis antropométricas e motoras com os resultados das respostas técnicas e fisiológicas da luta simulada utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson. O nível de significância estatístico adotado foi de p < 0,05. O resumo das análises estatísticas é apresentado no ANEXO IV.

5 RESULTADOS

5.1 Características físicas e funcionais

A somatória das espessuras das dobras cutâneas, a altura atingida nos dois tipos de saltos e a potência aeróbia estimada dos atletas são apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 – Somatória das espessuras de dobras cutâneas, alturas atingidas em saltos verticais e potência aeróbia estimada em atletas de taekwondo (n=10).

Variáveis	Média	Desvio Padrão
∑ 6 Dobras Cutâneas	51,5	12,3
Altura atingida no SVSJ (cm)	31,4	2,8
Altura atingida no SVCM (cm)	35,6	3,7
VO _{2MAX} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	57,3	5,4

 $[\]Sigma$ 6 dobras cutâneas = somatória das seis dobras cutâneas (tricipital, subescapular, abdominal, suprailíaca, coxa e perna medial); SVSJ — Salto vertical meio agachamento; SVCM — Salto vertical contra movimento; VO_{2MAX} — consumo máximo de oxigênio estimado por meio do teste de Leger et al. (1988) e pela equação de Cetin et al. (2005).

5.3 Respostas das variáveis fisiológicas nos diferentes protocolos de estudo

Na tabela 7 são apresentados os valores referentes à [La-], FC_{PICO}, FC_{MÉDIA}, ao VO_{2MÉDIO} absoluto e relativo nos três protocolos em seus *rounds*. Houve diferenças estatísticas apenas nas [La-] após o *round* 1, sendo os valores do protocolo 1 superiores quando comparado com o protocolo 3 (p < 0,01). Nas demais variáveis analisadas ([La-] início, [La-] *round* 2; FC_{PICO} *round* 1; FC_{PICO} *round* 2; FC_{MÉDIA} *round* 1; FC_{MÉDIA} *round* 2, VO_{2MÉDIO} em termos absolutos e relativos) não foram encontradas diferenças significantes (p > 0,05) entre os três protocolos nos diferentes momentos/*rounds*.

Tabela 7 – Concentração de lactato ([La-]), frequência cardíaca pico (FC_{PICO}), frequência cardíaca média ($FC_{M\acute{E}DIA}$) e consumo de oxigênio médio ($VO_{2M\acute{E}DIO}$) absoluto e relativo nos diferentes *rounds* para os três protocolos analisados (n = 10).

	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3
[La-] Início (mmol.L ⁻¹)	1,41±0,54	2,07±0,70	1,54±0,55
[La-] round 1 (mmol.L ⁻¹)	6,36±1,66 ^a	4,69±1,51	4,20±0,73
[La-] round 2 (mmol.L ⁻¹)	-	6,61±1,47	5,86±1,20
[La-] round 3 (mmol.L ⁻¹)	-	-	6,97±1,47
FC _{PICO} round 1 (bpm)	175±8	174±7	172±7
FC _{PICO} round 2 (bpm)	-	179±10	183±7
FC _{PICO} round 3 (bpm)	-	-	189±4
FC _{MÉDIA} round 1 (bpm)	156±12	157±7	156±9
FC _{MÉDIA} round 2 (bpm)	-	166±11	169±9
FC _{MÉDIA} round 3 (bpm)	-	-	175±10
VO _{2MÉDIO} round 1 (I.min ⁻¹)	3,1±0,5	2,9±0,3	3,0±0,4
VO _{2MÉDIO} round 2 (I.min ⁻¹)	-	3,3±0,3	3,5±0,4
VO _{2MÉDIO} round 3 (l.min ⁻¹)	-	-	3,6±0,4
VO _{2MÉDIO} round 1 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	45,9±5,7	43,4±4,9	44,4±6,2
VO _{2MÉDIO} round 2 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	-	49,2±5,6	52,1±5,9
VO _{2MÉDIO} round 3 (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	-	-	53,4±5,9

Os valores são apresentados como médias \pm desvio padrão. ^a diferente do protocolo 3 (p < 0,05).

5.4 Estimativas das contribuições energéticas nos diferentes protocolos

As variáveis relativas à demanda energética encontrada nos três protocolos foram estatisticamente diferentes entre os sistemas energéticos (Tabela 8). Foram observadas diferenças em todos os momentos (protocolos) quando comparados os sistemas energéticos. O sistema aeróbio apresentou valores superiores quando comparado ao sistema anaeróbio alático e ao sistema anaeróbio lático em termos relativos (%), absoluto (kJ) e relativo ao tempo de atividade (kJ.min⁻¹). O sistema anaeróbio alático apresentou valores superiores quando comparado ao sistema

anaeróbio lático em termos relativos (%), absoluto (kJ) e relativo ao tempo de atividade (kJ.min⁻¹).

Tabela 8 – Contribuições relativa ao gasto energético total (%), absolutas (kJ) e relativa ao tempo de luta (kJ.min⁻¹) dos sistemas energéticos durante protocolos envolvendo 1, 2 ou 3 *rounds* (n = 10).

	Aeróbio	Alático	Lático
Protocolo 1			
Relativo (%)	57±9 ^{ab}	31±10 ^b	11±3
Absoluto (kJ)	113,6±25,3 ^{ab}	64,5±31,6 ^b	23,1±8,4
Relativo (kJ.min ⁻¹)	52±10 ^{ab}	29±14 ^b	10±4
Protocolo 2			
Relativo (%)	65±8 ^{ab}	29±9 ^b	6±2
Absoluto (kJ)	220,0±28,5 ^{ab}	102,6±37,6 ^b	20,0±5,3
Relativo (kJ.min ⁻¹)	50±8 ^{ab}	23±8 ^b	5±1
Protocolo 3			
Relativo (%)	66±6 ^{ab}	30±6 ^b	4±2
Absoluto (kJ)	358,9±36,3 ^{ab}	160,8±34,1 ^b	23,9±8,2
Relativo (kJ.min ⁻¹)	56±6 ^{ab}	25±5 ^b	4±1

Os valores são em médias ± desvio padrão. ^a diferente do alático (p < 0,05); ^b diferente do lático (p < 0,05).

Como os protocolos diferiam quanto ao número total de *rounds*, optou-se também pela comparação das variáveis energéticas em termos absolutos, relativos (em percentual) e relativos ao tempo, nos diferentes protocolos, quando o mesmo número de *rounds* (primeiro nos três protocolos ou segundo no segundo e terceiro protocolos) era considerado (tabela 9).

Não foram observadas diferenças nos três protocolos (p > 0,05) quando comparados os valores do sistema aeróbio e alático nos respectivos *rounds* quando analisados em termos absolutos e relativos (% e kJ.min⁻¹). Nas variáveis lático absoluto e relativo (% e kJ.min⁻¹), observou-se diferenças no *round* 1 (p < 0,05) com valores do protocolo 1 superiores aos protocolos 2 e 3. O gasto energético relativo no *round* 1 apresentou valores superiores (p < 0,05) no protocolo 1 quando comparado ao protocolo 3.

Tabela 9 - Contribuição absoluta (kJ), relativa ao gasto energético total (%) e relativa ao tempo de luta (kJ.min⁻¹) dos metabolismos aeróbio, alático e lático, gasto calórico total absoluto (kJ) e relativo (kJ.min⁻¹) durante o primeiro e o segundo *rounds* nos diferentes protocolos (n = 10).

S		,	
	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3
Aeróbio absoluto round 1 (kJ)	114±25	105±14	98±15
Aeróbio absoluto round 2 (kJ)	-	115±16	127±14
Aeróbio relativo round 1 (%)	57±9	66±5	62±6
Aeróbio relativo round 2 (%)	-	64±12	70±6
Aeróbio relativo round 1 (kJ.min ⁻¹)	52±10	49±8	46±8
Aeróbio relativo round 2 (kJ.min ⁻¹)	-	53±9	60±8
Alático absoluto round 1 (kJ)	65±32	42±8	49±11
Alático absoluto round 2 (kJ)	-	60±34	49±10
Alático relativo round 1 (%)	31±10	27±4	31±7
Alático relativo round 2 (%)	-	31±13	26±5
Alático relativo round 1 (kJ.min ⁻¹)	29±14	20±3	23±4
Alático relativo round 2 (kJ.min ⁻¹)	-	27±15	23±5
Lático absoluto round 1 (kJ)	23±8 ^{ab}	12±5	11±4
Lático absoluto round 2 (kJ)	-	8±6	7±4
Lático relativo round 1 (%)	11±3 ^{ab}	7±3	7±2
Lático relativo round 2 (%)	-	5±4	4±2
Lático relativo round 1 (kJ.min ⁻¹)	10±4 ^{ab}	6±2	5±2
Lático relativo round 2 (kJ.min ⁻¹)	-	4±3	3±2
Gasto total absoluto round 1 (kJ)	201±48	159±21	158±17
Gasto total absoluto round 2 (kJ)		183±29	183±17
Gasto total relativo round 1 (kJ.min ⁻¹)	92±19 ^b	74±10	75±8
Gasto total relativo round 2 (kJ.min ⁻¹)	-	83±15	86±12

Os valores são em médias \pm desvio padrão. ^a diferente do protocolo 2 (p < 0,05); ^b diferente do protocolo 3 (p < 0,05).

A Tabela 10 apresenta os dados referentes à quantidade de golpes e às análises temporais nos diferentes protocolos.

Tabela 10 – Número de ataques, tempo somado de ataque, tempo somado sem ataques, razão tempo ataque/tempo sem ataque, razão número de ataques/tempo durante o primeiro e segundos *rounds* nos diferentes protocolos (n=10).

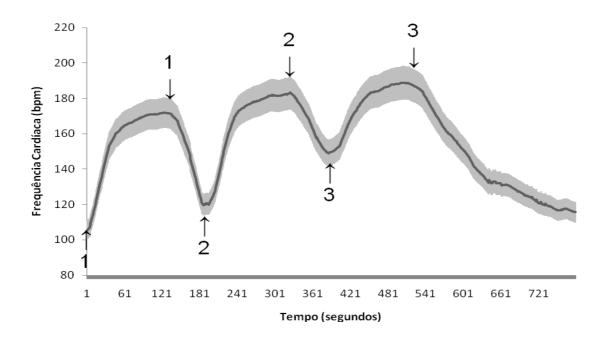
	Protocolo 1	Protocolo 2	Protocolo 3			
Número de AT <i>round</i> 1 (n)	22±7	19±2	17±5			
Número de AT <i>round</i> 2 (n)	-	19±4	17±6			
Tempo somado de AT round 1 (s)	16±6	13±4	13±4			
Tempo somado de AT round 2 (s)	-	14 <u>±</u> 4	13±4			
Tempo somado SAT round 1(s)	105±8	105±7	109±7			
Tempo somado SAT round 2(s)	-	101±11	107±4			
Razão tempo somado AT/Tempo	0,16±0,07	0,12±0,04	0,12±0,05			
somado SAT - round 1						
Razão tempo somado AT/Tempo	-	0,14±0,05	0,12±0,04			
somado SAT - round 2						
Razão Tempo somado SAT/número de	5±2	6±1	7±2			
ataques - round 1						
Razão Tempo somado SAT/número de	-	6±2	7±3			
ataques - round 2						

Os valores são em médias ± desvio padrão. AT – Ataque; SAT – Sem ataque.

Não foram observadas diferenças estatísticas (p > 0,05) quando comparados os três protocolos nos respectivos *rounds* nas variáveis: número de AT, tempo somado de AT e tempo somado SAT, bem como na razão entre o tempo somado de AT/tempo somado SAT e na razão entre o tempo somado de AT/número de AT nos respectivos *rounds*.

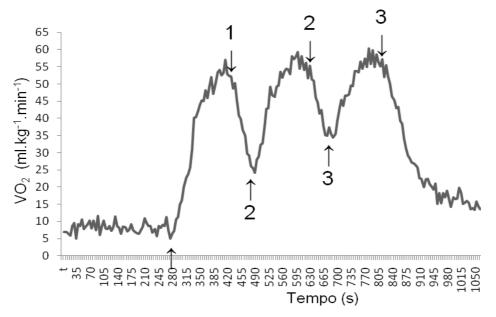
5.5 Respostas das variáveis fisiológicas durante simulação de luta de taekwondo composta por três *rounds* de dois minutos, intercalados por um minuto de recuperação (protocolo três)

O gráfico 1 apresenta o comportamento da FC durante a realização do protocolo três. O gráfico 2 apresenta o comportamento do VO₂ durante a realização do protocolo três.



Os valores são apresentados em média ± desvios padrão e estão interpolados a cada segundo para uma melhor visualização. A seta ↑ indica o início dos *rounds* e a ↓ indica o término dos respectivos *rounds*; os números são referentes a cada um dos *rounds*.

Gráfico 1 – Frequência cardíaca durante a realização de simulação de luta de taekwondo composta por três *rounds* de dois minutos com um minuto de intervalo entre os *rounds* (n = 10).



Os valores são apresentados em média e estão interpolados a cada cinco segundos para uma melhor visualização. A seta ↑ indica o início dos *rounds* e a ↓ indica o término dos respectivos *rounds*.

Gráfico 2 – Consumo de oxigênio (ml.kg⁻¹.min⁻¹) durante a realização de simulação de luta de taekwondo composta por três *rounds* de dois minutos com um minuto de intervalo entre os *rounds* (n = 10).

Na tabela 11 são apresentados os valores das variáveis fisiológicas referentes ao protocolo.

Tabela 11 – Consumo de oxigênio, frequência cardíaca, concentração de lactato e delta de lactato durante a realização de simulação de luta de taekwondo composta por três *rounds* de dois minutos com um minuto de intervalo entre os *rounds* (n = 10).

	Round 1	Round 2	Round 3
VO _{2MÉDIO} (I.min ⁻¹)	3,0±0,4 ^{ab}	3,5±0,4	3,6±0,4
VO _{2MÉDIO} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	44,4±6,2 ^{ab}	52,1±5,9	53,4±5,9
FC _{PICO} (bpm)	172±7 ^{ab}	183±7 ^b	189±4
FC _{MÉDIA} (bpm)	156±9 ^{ab}	169±9 ^b	175±10
[La-] _{PICO} (mmol.L ⁻¹)	4,2±0,7 ^{ab}	5,9±1,2	7,0±1,5
$\Delta[La-]$ (mmol.L ⁻¹)	$2,7\pm0,9^{b}$	1,7±1,0	1,3±1,1

Os valores são em médias \pm desvio padrão. ^a diferente do *round* 2 (p < 0,05); ^b diferente do *round* 3 (p < 0,05). [La-] – VO_{2MÉDIO} – consumo médio de oxigênio; FC_{PICO} – frequência cardíaca pico; FC_{MÉDIA} – frequência cardíaca media; concentração de lactato sanguíneo; Δ [La-] - Delta de lactato sanguíneo (final-inicial).

O VO_{2MÉDIO} absoluto, VO_{2MÉDIO} relativo, FC_{PICO}, FC_{MÉDIA} e [La-]_{PICO} apresentaram diferenças na comparação dos três *rounds* (p<0,05), com valores inferiores no *round* 1 quando comparado aos *rounds* 2 e 3, sendo que a FC_{PICO} e a FC_{MÉDIA} foram menores (p < 0,05) no *round* 2 em relação ao *round* 3. Também foi constatada diferença no Δ [La-] entre os rounds (p<0,05), com valores superiores no *round* 1 em relação ao *round* 3.

5.6 Contribuição dos sistemas energéticos e gasto energético durante simulação de luta de taekwondo composta por três *rounds* de dois minutos, intercalados por um minuto de recuperação (protocolo três)

Na tabela 12 são apresentadas as estimativas das contribuições dos sistemas energéticos e o gasto energético em cada um dos *rounds*, bem como valores médios, da simulação de luta composta por três *rounds* de dois minutos com intervalos de um minuto (protocolo 3).

Tabela 12 – Contribuição absoluta (kJ), relativa ao gasto energético total (%) e relativa ao tempo de luta (kJ.min⁻¹) dos metabolismos aeróbio, alático e lático, gasto calórico total absoluto (kJ) e relativo (kJ.min⁻¹) durante primeiro, segundo e terceiro *round* no protocolo 3 (n = 10).

-	Round 1	Round 2	Round 3	Média
Aeróbio				
Absoluto (kJ)	98±15 ^{ab}	127±14	134±18	120±22
Relativo (%)	62±6	70±6	67±12	66±6
Relativo (kJ.min ⁻¹)	46,5±7,7 ^{ab}	59,6±9,8	61,2±9,8	55,8±10,7
Alático				
Absoluto (kJ)	49±11	49±10	63±32	54±21
Relativo (%)	31±7	26±5	30±12	30±6
Relativo tempo (kJ.min ⁻¹)	23,0±4,5	22,9±5,4	28,8±13,9	24,9±9,1
Lático				
Absoluto (kJ)	11±4 ^b	7±4	6±5	8±5
Relativo (%)	7±2 ^b	4±2	3±3	4±2
Relativo (kJ.min ⁻¹)	5,3±1,9 ^b	3,4±2,0	2,5±2,5	3,7±2,3
Total Energético Absoluto (kJ)	158±17 ^{ab}	183±17	203±29	181±28
Total Energético Relativo (kJ.min ⁻¹)	$74,7\pm8,4^{ab}$	85,8±11,6	92,5±13,4	84,3±13,3

Os valores são em médias \pm desvio padrão. ^a diferente do *round* 2 (p < 0,05); ^b diferente do *round* 3 (p < 0,05).

Na comparação entre os três *rounds*, foram verificadas diferenças (p < 0,05) nas variáveis energéticas. No componente aeróbio, verificaram-se diferenças (p < 0,05) entre os *rounds* em termos absolutos e relativos ao tempo, com valores inferiores no *round* 1 quando comparados aos *rounds* 2 e 3 (p < 0,05). Não foi verificado o mesmo comportamento no aeróbio relativo em percentual do gasto energético total.

Não foram constatadas diferenças, em termos absolutos, relativos ao tempo e em percentual do gasto energético total, quanto à contribuição do sistema anaeróbio alático (p > 0.05). No entanto, no componente anaeróbio lático, observaram-se diferenças estatísticas (p < 0.05) quando comparados o *round* 1 com o *round* 3, com valores superiores no primeiro *round*. Analisando o gasto energético total nos três

diferentes *rounds* observou-se valores inferiores no *round* 1 (p<0,05) em relação aos *rounds* 2 e 3.

Na tabela 13 são descritas as ações motoras e o tempo de duração de cada uma das fases nos três *rounds*.

Tabela 13 – Tempo de ataque, número de ataques, tempo somado de ataque, tempo somado sem ataque, razão tempo somado de ataque/tempo somado sem ataque, razão tempo somado sem ataque/ número de ações motoras durante a realização do protocolo 3.

	Round 1	Round 2	Round 3
Tempo de AT (s)	0,72±0,11	0,73±0,10	0,68±0,12
Número de AT (vezes)	17±5	17±6	18±3
Tempo somado de AT (s)	13±4	13±4	12±4
Tempo somado SAT (s)	109±7	107±4	107±4
Razão tempo somado de AT/Tempo somado	0,12±0,05	0,12±0,04	0,12±0,04
SAT			
Razão tempo somado sem AT/número de	7±2	7±3	6±1
ações motoras			

AT – Ataque; SAT – Sem ataque.

Não foram observadas diferenças estatísticas (p > 0,05) quando comparados os três *rounds* nas variáveis: tempo de AT, número de AT, tempo somado de AT, tempo somado SAT, razão tempo somado de AT/tempo somado SAT, razão tempo somado SAT/ número de ações motoras.

5.7 Correlações entre as variáveis durante simulação de luta de taekwondo composta por três *rounds* de dois minutos, intercalados por um minuto de recuperação (protocolo três)

Os resultados das correlações entre as variáveis físicas (potência aeróbia estimada e potência de membros inferiores), respostas fisiológicas e ações realizadas durante simulação de luta de taekwondo de três *rounds* de dois minutos

com um minuto de intervalo (protocolo 3) consideradas estatisticamente significantes são apresentados na tabela 14.

Tabela 14 – Correlação entre as variáveis morfofuncionais com variáveis técnicas e fisiológicas no protocolo 3 (n = 8).

	Tempo somado de ataque no	Tempo somado de ataque no
	Round 2	round 3
Massa Corporal	0,799	0,809
	Contribuição Lática (%)	Contribuição Lática (kJ)
SVSJ	0,733	0,744
	Contribuição Alática (kJ/min)	
	round 1	
SVCM	-0,770	

SVSJ – Salto vertical meio agachamento; SVCM – Salto vertical contra movimento.

Os resultados das correlações entre as variáveis físicas e fisiológicas encontradas no protocolo 3 são apresentados na tabela 15.

Tabela 15 – Correlação entre as variáveis fisiológicas e de ações técnicas no protocolo 3 (n = 8).

	Número de AT	Tempo	Razão de AT/SAT			
		Somado de AT	-			
Lático (%)	0,894	0,812	0,796			
Lático (kJ)	0,902	0,761	0,728			
VO ₂ round 3	-0,710	-0,777	-0,772			
	Tempo somado de ataque <i>round</i> 2					
Alático round 2		0,723				
	Tempo de ataque round 3					
Latico (kJ/min)	-0,801					
round 3						

AT – Ataque ; SAT - Sem ataque

6 DISCUSSÃO

A seguir serão discutidos os principais resultados obtidos pela presente investigação, os quais foram agrupados em subtópicos de assuntos correlatos.

6.1 Situação de Luta

6.1.1 Frequência cardíaca, concentração de lactato sanguíneo e consumo de oxigênio.

De acordo com as variáveis fisiológicas nos três protocolos (tabela 7), é destacado que houve diferença apenas na variável [La-] no *round* 1. Neste sentido, pode-se considerar que os atletas não realizaram economia para os *rounds* subsequentes (CHIODO et. al., 2011), resultando em elevadas [La-] no primeiro *round* no protocolo 1 em comparação com o primeiro *round* nos protocolos 2 e 3.

As demais variáveis ([La-] *round* 2, FC_{PICO}, FC_{MEDIA} e VO_{2MEDIO}) não foram diferentes quando comparadas nos respectivos *rounds*. Assim, é possível afirmar que quando o atleta realiza uma luta, composta por um único *round* (como exemplo em situações de nocaute), as solicitações fisiológicas se aproximou da investigada no *round* 1 nos protocolos 2 e 3. Desta forma, é possível destacar que para este grupo de variáveis o estresse advindo pelas diferentes solicitações fisiológicas dos protocolos são similares de acordo com o tempo de atividade, e as demandas fisiológicas encontradas no protocolo 3 refletem o acúmulo das ações motoras, do tempo de duração total da luta e do curto período entre ações de elevada intensidade que não permitem a recuperação total destas variáveis.

Nos últimos anos, alguns estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de mensurar a FC e as [La-] em competição ou simulação de competição (BOUHLEL et al., 2006; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; BUTIOS; TASIKA, 2007; CAMPOS et al., 2010; CHIODO et al., 2011; MATSUSHIGUE; HARTMANN; FRANCHINI, 2009; VILLANI; MINOTTI; MINOTTI, 2008). Em relação aos resultados da FC, os dados do presente estudo são muito similares aos reportados na literatura.

Foi observado um aumento nos valores da FC ao longo da luta. Isto sugere uma elevada demanda cardiovascular no decorrer dos rounds. No entanto, não foi encontrado aumento em relação ao número de ações de elevada intensidade. Este aumento da demanda cardiovascular já foi identificado em outros estudos no taekwondo (BOUHLEL et al., 2006; BRIDGE et al., 2009). Em geral, os valores de FC_{PICO} ao término dos respectivos rounds nos diferentes estudos apresentam valores entre: primeiro round - 171 ± 14 bpm (BUTIOS; TASIKA, 2007) e 175 ± 8 bpm (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009); segundo round - 178 ± 9 bpm (CAMPOS et al., 2010) e 183 ± 12 bpm (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009) e ao término do terceiro round valores entre 181 ± 9 bpm (CAMPOS et al., 2010) e 197 ± 2 bpm (BOUHLEL et al., 2006). A FC_{PICO} no presente estudo são inferiores aos reportados por Bouhlel et al. (2006) em competição simulada (197 ± 2 bpm). Isto pode ser devido às mudanças nos regulamentos da WTF (a duração de cada round foi reduzido de três minutos para dois minutos no presente estudo). Bridge et al (2009) estudaram as respostas cardiovasculares em uma competição internacional com a mesma regra que o presente estudo e relataram valores de FC_{PICO} ligeiramente superiores (182 ± 6 bpm) do que aqueles encontrados no presente estudo.

Quando analisadas as [La-], não há valores consistentes na literatura. Bridge, Jones e Drust (2009) investigaram oito atletas em uma competição internacional e encontraram valores de 11,9 ± 2,1 mmol.L⁻¹. Por outro lado, Butios e Tasika (2007), realizando uma simulação de competição com 24 atletas nacional/internacional, encontraram valores bastante inferiores (3,6±2,0 mmol.L⁻¹) quando considerada a categoria olímpica -68kg na terceira luta deste estudo. Em contrapartida, os dados do presente estudo são próximos daqueles reportados por Matsushigue, Hartmann e Franchini (2009), avaliando uma competição nacional (7,5±3,8 mmol.L⁻¹) e Campos et al. (2010), avaliando atletas de nível nacional/internacional durante uma simulação de luta (8,1±1,9 mmol.L⁻¹). Essas diferenças podem ser caracterizadas pelos seguintes aspectos: (1) diferentes metodologias de análise das [La-] - momento da coleta, equipamento de análise ou o ponto de coleta: muscular ou sanguínea; (2) diferenças técnicas/táticas - atletas com melhor desempenho técnico/tático podem ser mais econômicos em suas ações; (3) diferenças físicas - atletas com melhor desempenho físico podem ter menor produção de lactato e/ou maior remoção durante a atividade; (4) diferenças no número de técnicas utilizadas pelos atletas durante a realização do combate.

Os dados do $VO_{2M\acute{E}DIO}$ no presente estudo indicam que os sujeitos apresentaram valores de $79.8\pm14.1\%$, $77.3\pm13.6\%$ e $79.1\pm14.5\%$ do VO_{2MAX} estimado no *round* 1 (protocolo 1, protocolo 2 e protocolo 3, respectivamente). No *round* 2, os valores do $VO_{2M\acute{E}DIO}$ foram ainda mais elevados: $88.0\pm16.1\%$ e $92.3\pm14.8\%$ do VO_{2MAX} estimado (protocolo 2 e protocolo 3, respectivamente).

Os valores de VO₂ descritos no presente estudo são superiores quando comparado com o estudo de Korellis (2006) *apud* Berg (2010), no qual se observou em uma situação de luta valores de 39 ml.kg⁻¹.min⁻¹. Não foram encontrados outros estudos que tenham mensurado o VO₂. Em resumo, com base nos resultados apresentados no presente estudo, há uma elevada solicitação fisiológica (FC_{MÉDIA} FC_{PICO}, [La-] e VO₂) em situação simulada de luta.

6.1.2 Contribuições dos sistemas energéticos

Até o presente momento, esse é o único estudo que se propôs a analisar as contribuições dos sistemas energéticos em uma luta simulada de taekwondo. Autores de outros estudos sugeriram existir elevada contribuição do sistema glicolítico durante a atividade, tendo como base apenas as [La-] encontradas após situações de lutas ou simulação das mesmas (BOUHLEL et al., 2006; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009;). A sugestão feita por esses autores pode ser consequência do fato da mensuração apenas de uma variável, sem consideração da contribuição das outras duas vias.

Ao analisarmos os resultados referentes à estimativa da contribuição dos sistemas encontramos maior participação aeróbia durante os diferentes protocolos, demonstrando que as atividades intermitentes do taekwondo (tabela 9), com ações de alta intensidade (golpes) intercaladas por períodos curtos de ações de baixa intensidade (*step* e pausas) geram uma demanda metabólica com baixa contribuição anaeróbia, contrariando as hipóteses de estudos prévios (BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; HELLER et al., 1998; REILLY, SECHER e SNELL, 2005). É importante destacar que na presente investigação a relação do número de ações de elevada intensidade (chutes e socos) e o tempo de luta (1:7) foi similar ao observado em Campeonato Mundial e Jogos Olímpicos: 1:7 (SANTOS; FRANCHINI; LIMA-

SILVA, 2011). Como não houve diferenças nas variáveis temporais nos diferentes protocolos (tabela 11 e tabela 14), é possível destacar que o aumento das solicitações fisiológicas se deve possivelmente ao acúmulo das ações motoras no decorrer dos protocolos 2 e 3.

É possível destacar três fatores que poderiam ser relacionados ao aumento da demanda energética durante a realização da luta. Primeiramente, os atletas podem ter uma elevação da temperatura devido à vestimenta utilizada nas lutas. O uniforme do taekwondo (dobok) e a utilização do analisador de gás podem ter contribuído para o aumento da temperatura e, consequentemente, aumento da demanda no decorrer dos rounds. Em segundo, o aumento da demanda fisiológica pode ser devido à insuficiente recuperação entre os rounds. O tempo entre os rounds de um minuto é insuficiente para que ocorra ressíntese total da creatina fosfato (que é importante nas ações de alta intensidade executadas durante os golpes e nas ações defensivas na luta) e remoção dos metabolitos como H⁺ e os Pi. Adicionalmente, este intervalo parece ser insuficiente para reduzir os batimentos cardíacos e a temperatura aos níveis de repouso. Uma terceira possibilidade é a estratégia de luta, que poderia gerar um aumento na demanda no decorrer dos rounds. É comum no taekwondo os atletas economizarem energia para o ultimo round da luta, momento este que ocorre golpes decisivos, resultando no aumento da resposta metabólica durante o ultimo round (CHIODO et al., 2011)

Corroborando com estas informações, Matsushigue, Hartmann e Franchini, (2009) e, posteriormente, Campos et al. (2010) analisaram as respostas fisiológicas encontradas em luta e demonstraram que o pequeno aumento das [La-] e o grande intervalo entre os movimentos de alta intensidade indicam que a contribuição do sistema glicolítico para o gasto calórico total da luta seja pequena, contradizendo Markovic et al. (2008).

A ausência de correlações significantes entre a concentração de lactato após as lutas ou o $\Delta[\text{La-}]$ e o número de técnicas de alta intensidade ou o número total de técnicas reportadas anteriormente (MATSUSHIGUE; HARTMANN; FRANCHINI, 2009) destaca a importância maior do sistema alático ou aeróbio no taekwondo, conforme observado no presente estudo. De forma similar, Markovic et al. (2005) retrata que o desempenho de atletas de taekwondo depende primeiramente da demanda anaeróbia alática, da potência dos golpes, da agilidade e da potência aeróbia, confirmando achados do presente estudo.

Embora houvesse uma variabilidade elevada no gasto energético nos valores absolutos, a contribuição relativa era mais homogênea. Esta variabilidade elevada em valores absolutos é devido à inclusão de atletas de diferentes categorias de peso e idade em nossa amostra como relatado em outros estudos (BRIDGE et al., 2009; MARKOVIC et al., 2008). Entretanto, a resposta mais homogênea em valores relativos no presente estudo indica que atletas experientes (nível nacional/internacional) apresentam similar resposta fisiológica e metabólica quando a porcentagem da contribuição da energia total é considerada.

A predominância do metabolismo aeróbio e a considerável participação do metabolismo alático têm sido reportadas em outros estudos utilizando o exercício intermitente de alta intensidade (GAITANOS et al., 1993; GLAISTER, 2005). Como tal, o papel fundamental da ação no metabolismo aeróbio durante exercicios intermitentes parece residir na contribuição exclusiva para a restauração da homeostase nos períodos intercalados entre as ações de elevada intensidade (GLAISTER, 2005).

Além disso, os resultados mostram um percentual menor de contribuição do metabolismo aeróbio quando comparado ao karatê, que utiliza 77,8%, 16,0% e 6,2% do sistema aeróbio, sistema anaeróbio alático e anaeróbio lático, respectivamente (BENEKE et al. 2004). Esta diferença pode ser atribuída às características gerais dos dois esportes de combate. Por exemplo, o karatê faz mais uso de membros superiores do que no taekwondo, e há uma diferença significativa na duração do round entre estas duas modalidades de luta. Em outra análise de karatê, Doria et al. (2009) demonstraram que o karatê kumite resultou em 70% de contribuição do metabolismo aeróbio, 20% do metabolismo anaeróbio alático e 10% do metabolismo anaeróbio lático. Crisafulli et al. (2009) investigaram a participação dos diferentes sistemas energéticos durante uma simulação de combate no muay thai (três rounds com dois minutos de duração e um minuto de intervalo), com ações técnicas semelhantes às do taekwondo (chutes e socos). Os autores destacaram que houve predomínio do metabolismo aeróbio com a participação do sistema anaeróbio recrutada principalmente no primeiro round, com reduzida participação nos rounds subsequentes. Os dados do presente estudo também confirmam os achados por Crisafulli et al. (2009) na diminuição da contribuição do metabolismo anaeróbico durante a realização dos rounds subsequentes.

Em resumo, os principais sistemas energéticos solicitados durante a luta de taekwondo são o sistema oxidativo e o ATP-CP. Durante as lutas, possivelmente a elevação da contribuição do sistema oxidativo tem por objetivo atender a demanda metabólica imposta nesta tarefa e auxiliar na ressíntese parcial da CP durante os breves períodos de baixa intensidade realizados pelos atletas.

6.1.3 Correlações entre as variáveis no protocolo 3

Com base nos resultados apresentados na tabela 14, é possível afirmar que quando maior a massa corporal dos atletas, menor é a rapidez com que os mesmos desempenham as ações motoras de ataque. A correlação positiva entre o SVSJ e o sistema energético lático, destaca que independente da análise do sistema energético latico (% ou kJ) há uma relação diretamente proporcional de que quanto maior os SVSJ (ação motora concêntrica que utiliza o sistema contrátil muscular), maiores são os valores do sistema energético lático encontrado na luta.

De acordo com Ugrinowitsch e Barbanti (1998), quando há a passagem da fase excêntrica para a fase concêntrica (SVCM), rapidamente os músculos podem utilizar a energia potencial elástica aumentando a geração de força na fase posterior com um menor custo metabólico. Assim, a correlação negativa observada entre o SVCM e o sistema energético anaeróbio alatico (relativo ao tempo) no *round* 1 aponta que sujeitos com melhor eficiência mecânica (maiores valores neste tipo de salto) utilizando mecanismos envolvidos no ciclo alongamento e encurtamento específicos do tipo de contração muscular excêntrica/concêntrica, necessitam de menor gasto energético anaeróbio alático relacionados ao tempo no decorrer da luta.

A correlação existente entre as variáveis fisiológicas e de ações motoras no protocolo 3 descritas na tabela 15 sugere que quanto maior o número de ações motoras de elevada intensidade (chutes) maiores são os valores do sistema energético lático observado nas atividades. Os gestos motores do taekwondo se caracterizam por movimentos repetidos e de elevada potência muscular. Isto contribui para um aumento exponencial nas atividades glicolíticas durante as lutas, principalmente em atletas que não apresentam elevados valores de capacidade aeróbia (SANT'ANA; SILVA; GUGLIELMO, 2009). A correlação foi positiva entre o

tempo somado de ataque no *round* 2 e o sistema energético alático no *round* 2. Devido à ação motora de o chute ter como predominância do sistema energético anaeróbio alático era esperado este resultado.

Em suma, estas correlações observadas descrevem como o comportamento das variáveis antropométricas (massa corporal), de testes motores (saltos verticais) e das ações motoras/temporais observadas na luta se correlacionam com os componentes fisiológicos na execução da luta. De certa forma, estes achados não são conclusivos de como é o comportamento metabólico na associação com as variáveis, uma vez que os achados do presente estudo não suportam tal afirmação (i.e associação existente entre o tempo somado de ataque e o sistema energético alático não encontrada nos três *rounds*, apenas no segundo *round*).

7 APLICAÇÕES PRÁTICAS

Assim, as contribuições dos sistemas energéticos foram estimados durante a simulação de combate de taekwondo, de acordo com os regulamentos oficiais da WTF. O desempenho de ações técnicas de elevada intensidade, em conjunto com períodos de recuperação ativa, fez com que o sistema aeróbio fosse predominante, embora as ações decisivas tenha sido mantidas pela atuação do sistema anaeróbio alático. Considerando-se que as pontuações durante o combate são obtidas via ações de alta intensidade, que são mantidas pelo sistema anaeróbio alático, e considerando que creatina fosfato é ressintetizada pelo sistema aeróbio, os treinadores devem concentrar os estímulos de treino nestas vias metabólicas e evitar exercicios dirigidos para o metabolismo anaeróbio lático, pelo menos durante a fase competitiva da periodização de treinamento. Como os atletas de taekwondo normalmente executam quatro lutas durante a competição, o processo de recuperação é um aspecto importante para o sucesso no taekwondo (Chiodo et al. 2011). Futuros estudos devem usar os mesmos métodos aplicados na presente pesquisa para verificar a relação entre aptidão física e as contribuições dos sistemas energeticos durante a competição e diferentes estratégias de recuperação entre as lutas.

.

8 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos, limitações, pressupostos e resultados encontrados, foi possível, através deste estudo, concluir que:

- a) não foi observado diferenças entre os três protocolos quando comparados os resultados dos sistemas energéticos nos respectivos *rounds*. Foram estimadas as contribuições dos sistemas energéticos no protocolo 3: aeróbio = 120 ± 22 kJ ($66\pm6\%$); alático = 54 ± 21 kJ ($30\pm6\%$); lático = 8,5kJ ($4\pm2\%$);
- b) o Δ [La-] que teve o maior valor ao término do primeiro *round*, com tendência a queda nos *rounds* subsequentes, sendo diferente significantemente do *round* 3, indicando que a contribuição do sistema glicolitico foi maior no primeiro *round* em relação ao terceiro;
- c) a FC_{MÉDIA} e a FC_{MAX} foram similares nos três diferentes protocolos quando comparados os mesmos *rounds*. O comportamento da FC_{MÉDIA} e FC_{MAX} no protocolo 3 elevou-se de forma progressiva de acordo com a realização dos *rounds*;
- d) não houve diferenças quando comparado os três diferentes protocolos experimentais analisando as ações motoras e temporais. A relação esforço/pausa encontrada no presente estudo foi de 1:7;
- e) e) houve correlação entre as variáveis antropométricas, motoras, ações motoras e temporais da luta com as análises metabólicas, porém estudos com maior número de participantes precisam ser conduzidos para confirmar tais achados;
- f) a aplicação deste conhecimento é importante para a administração e a estruturação corretas de programas de treinamentos específicos para atletas de taekwondo, a fim de conseguir o desempenho atlético máximo, evitando exercícios dirigidos para o metabolismo anaeróbio lático durante a fase competitiva da periodização do treinamento.

REFERÊNCIAS

BALDI, M.; DIANNO, M.V.; ANDRADE, D.R.; PEREIRA, M.H. Comparação de aptidão física em atletas de Taekwon-Do masculino em 2 diferentes níveis. **Revista Brasileira de Ciências do Movimento**, Brasília, v.4, n.3, p. 26-31, 1990.

BAPTISTA, R.R., ROSA, C.P.O., FOFONKA, A. Perfil cineantropométrico de atletas de taekwondo. **Logos**, Canoas, v.18, n.1, p. 135-141, 2007.

BENEKE, R.; BEYER, T.; JACHNER, C.; ERASMUS, J.; HUTLER, M. Energetics of karate kumite. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v. 92, p. 518–523, 2004.

BERG, K. Sports and games: Fitness, Function, and Fun. **ACSM'S Health & Fitness Journal**, v.14, n.2, p. 16-21, 2010.

BERTUZZI, R.C.M.; FRANCHINI E.; KOKUBUN, E.; KISS, M.A.P.D.M. Energy system contributions in indoor rock climbing. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.101, p. 293-300, 2007.

BERTUZZI, R.C.M.; RUMENING-SOUZA, E. Resposta cinética do consumo de oxigênio: relação entre metabolismo aeróbio e ATP-CP. **Arquivos em movimento**, Rio de Janeiro, v.5, n.1, p. 99-118, 2009.

BIRRER, R. B. Trauma epidemiology in the Martial Arts, the result of an eighteenyear international survey. **The American Journal of Sports Medicine**. v.24, p.72-79, 1996.

BOSCO, C. Proposte metodologiche di valutazione delle capacità fisiche nei giovani ai fini di individuare le caratteristiche specifiche delle varie proprietà fisiologiche coinvolte nelle diverse specialità dell'atletica leggera. **Atleticastudi**, Roma, v.6, p.361-71, 1993.

BOUHLEL, E.; JOUINI, A.; GMADA, N.; NEFZI, A.; ABADÍA, K. B.; TABKA, Z. Heart rate and blood lactate responses during Taekwondo training and competition. **Science and Sports.** v.21, p. 285-290, 2006.

- BRIDGE, C.A.; JONES, M.A.; HITCHEN, P.; SANCHEZ, X. Heart rate responses to taekwondo training in experienced practitioners. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v.21, n.3, p. 718-723, 2007.
- BRIDGE, C.A.; JONES, M.A.; DRUST, B. Physiological responses and perceived exertion during international taekwondo competition. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.4, p. 485-493, 2009.
- BUTIOS, S.; TASIKA, N. Changes in heart rate and blood lactate concentration as intensity parameters during simulated Taekwondo competition. **Journal Sports Medicine Physical Fitness**, Torino, v.47, p. 179-185, 2007.
- CAMPOS, F. A. D.; DAROS, L. B.; MASTRASCUSA, V.; DOURADO, A. C.; STANGANELLI, L. C. R. Anthropometric profile and motor performance of junior badminton players. **Brazilian Journal Biomotricity**, v. 3, n. 2, p. 146-151, 2009.
- CAMPOS, F.A.D.; MOREIRA, A.; DEL'VECCHIO, F.B.; AOKI, M.S.; FERNANDES, C.A.M.; MIARKA, B.; SCHWART, J.; FRANCHINI, E. Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite athletes. **Annals of 15th Annual Congress of the European College of Sports Science**. Antalya, p. 648, 2010.
- CETIN, C.; KARATOSUN, H.; BAYDAR M.L.; COSARCAN, K. A regression equation to predict true maximal oxygen consumption of taekwondo athletes using a field test. **Saudi Medical Journal**, Riyadh, v.26, n. 5, p. 848-850, 2005.
- CHANG, W.G.; PENG, H.Y.; TANG, W.T.; CHANGAND, J.S.; CHEN, J.J.. The anthropometric profile of taiwanese male taekwondo players. XXI ISB Congress, Poster Sessions, **Journal of Biomechanics**, v.40, n.2, 2007.
- CHIODO S.; TESSITORE A.; CORTIS C.; LUPO C.; AMMENDOLIA A.; IONA T.; CAPRANICA L. Effects of official Taekwondo competitions on all-out performances of elite athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.2, p.334-339, 2011.
- CRISAFULLI, A.; VITELLI, S.; CAPPAI, I.; MILIA, R.; TOCCO, F.; MELIS, F.; CONCU, A. Physiological responses and energy cost during a simulation of a Muay Thai boxing match. **Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism**, v.34, n.2, 1, p. 143-150, 2009.
- DORIA, C.; VEICSTEINAS, A.; LIMONTA, E.; MAGGIONI, M.A.; ASCHIERI, P.; EUSEBI, F.; FANO, G.; PIETRANGELO, T. Energetics of karate (kata and kumite techniques) in top-level athletes. **European Journal Applied Physiology**, v.107, n.5, p.603-610, 2009.

- DROBNIC F.; NUNEZ M.; RIERA J.; GALILEA P.A.; PONS V.; BANQUELLS M. **Perfil de condicion fisica del equipo nacional de Taekwondo**. Proceedings of the 8th FIMS European Sports Medicine Congress. Granada, Spain. The International Federation of Sports Medicine; 1995.
- di PRAMPERO, P.E.; FERRETTI, G. The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. **Respiration Physiology**, Amsterdam, v.1, n.118, p.10-115, 1999.
- ERIE, Z.Z.; AIWA, N.; PIETER, W. Profiling of physical fitness of Malaysian recreational adolescent taekwondo practitioners, **Acta Kinesiologiae Universitatis Tartuensis**, v.12, p.57-66, 2007.
- GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, Auckland, v.31, n.10, p.725-741, 2001.
- GLAISTER, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, Auckland, v. 35, n. 9, p. 757-777, 2005.
- HAUSSWIRTH, C.; BIGARD, A.X.; LE CHEVALIER, J.M. The Cosmed K4 telemetry system as an acurate device for oxygen uptake measurements during exercise. **International Journal of Sports Medicine**, Stuttgart, v.18, p.449-53, 1997.
- HELLER, J.; PERIC, T.; DLOUHA, R.; KOHLIKOVA, E.; MELICHNA, J.; NOVAKOVA, H. Physiological profiles of male and female taekwon-do (ITF) black belts. **Journal of Sports Science**, v.16, p.243-249, 1998.
- KAZEMI, M.; WAALEN, J.; MORGAN, C.; WHITE, A. R. A profile of Olympic taekwondo competitors. **Journal of Sports Science and Medicine**. p. 114-121, 2006.
- KAZEMI, M.; PERRI, G.; SOAVE, D. A profile of 2008 Olympic Taekwondo competitors. **Journal Canadian Chiropractic Associate**, v.54 n.4, p.243-249, 2010.
- KIM, Y. J. Taekwondo, arte marcial coreana. v. 1. São Paulo: Editora Thirê, 1995.
- KORELLIS, G. Physiological profile of Olympic style Tae Kwando. [Master's thesis]. University of Nebraska at Omaha, Nebrasca. p. 27, 2006.

LÉGER, L.A.; MERCIER, D.; GADOURY, C.; LAMBERT, J. The multistage 20 meters shuttle run test for aerobic fitness. **Journal of Sports Sciences**, London, v. 6, p. 64-69, 1988.

LOHMAN, T.G. Applicability of body composition techniques and constants for children and youth. In K.B. Pandolf (Ed.), **Exercise and Sport Sciences Reviews**, New York: Macmillan, p. 325-357, 1986.

MACHADO, S.M. Estudo comparativo por meio da eletromiografia entre o tempo de treinamento de atletas de taekwondo e de kick boxing. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Vale do Paraíba, 2008.

MACHADO, S.M.; OSÓRIO, R.A.L.; SILVA, N.S.; MAGINI, M. Biomechanical analysis of the muscular power of martial arts athletes. **Medical and Biological Engineering and Computing**, Berlin, v.48, n.6, p. 573-577, 2010

MARCON, G.; FRANCHINI, E.; JARDIM, J.R.; BARROS NETO, T.L. Structural Analysis of Action and Time in Sports: Judo. **Journal of Quantitative Analysis in Sports**, v.6, n.4, article 10, 2010.

MARKOVIC, G.; MISIGOJ-DURAKOVIC, M.; TRNINIC, S. Fitness Profile of Elite Croatian Female Taekwondo Athletes. **Collegium Antropologicum**, Zagreb, v. 29 n.1, p. 93-99, 2005.

MARKOVIC, G.; VUCETIC, V.; CARDINALE, M. Heart rate and lactate responses to taekwondo fight in elite women performers. **Biology of Sport**, Warszawa, v. 25, n. 2, p. 135-146, 2008.

MATSUSHIGUE, K.A.; HARTMANN, K.; FRANCHINI, E. Taekwondo: Physiological responses match analysis. **Journal of Strength and Conditioning Research** v. 23, n. 4, p. 1112 -1117, 2009.

MELHIM, A.F. Aerobic and anaerobic power responses to the practice of taekwondo. **British Journal of Sports Medicine**, v. 35, n. 4, p. 231-234, 2001.

MIARKA, B.; CALMET, M.; FRANCHINI, E. Validation of a new software for notational analysis in judo matches. In: **Annals of the 6th International Science of Judo Symposium**, Rotterdam, p. 30, 2009.

NOORUL, H. R.; PIETER, W.; ERIE, Z. Z. Physical Fitness of Recreational Adolescent Taekwondo Athletes. **Brazilian Journal of Biomotricity**, v. 2, n. 4, p. 230-240, 2008.

PIETER, W.; MATEO, C.; BERCADES, L. T. Determinants of Performance in Taekwondo. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 5, p. 65, 2002.

PILZ-BURSTEIN, R.; ASHKENAZI, Y.; YAAKOBOVITZ, Y.; COHEN, Y.; ZIGEL, L.; NEMET, D.; SHAMASH, N.; ELIAKIM, A. Hormonal response to Taekwondo fighting simulation in elite adolescent athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 6, p. 1283-1290, 2010.

REILLY, T.; SECHER, N.; SNELL, P.; WILLIAMS, C. Physiology of sports: an overview. **Physiology of Sports**. 2005.

SANT'ANA, J.; SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.A. Variáveis Fisiológicas Identificadas em Teste Progressivo Específico para Taekwondo. **Revista Motriz**, Rio Claro, v. 15, n. 3, p. 611-620, 2009.

SANTOS, V.G.F.; FRANCHINI, E.; LIMA-SILVA, AE. Relationship between attack and skipping in Taekwondo contests. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.25, n.6, p. 1743-1751, 2011.

SIANA, J.E.; BORUM P.; KRYGER H. Injuries in taekwondo. **British Journal of Sports Medicine**. v. 20, p. 165-166, 1986.

SPRIET, L.L. Anaerobic metabolism during high-intensity exercise. In: HARGREAVES, M., ed. **Exercise metabolism**. Champaign: Human Kinetics, p.1-39, 1995.

THOMPSON, W.R.; VINUEZA, C. Physiologic profile of tae kwon do black belts. **Sports Medicine Training and Rehability**. v. 3, p. 49-53, 1991.

TORRES, E.I.; SOLVES, O. A.; PÉREZ, C. F.; FERNÁNDEZ, I. C. Somatotipo del taekwondista masculino. Un estudio sobre el equipo nacional español. **Actividad Física y Salud**, ano. 7, v. 7, n.14, 2008.

TOSKOVIC, N.N.; BLESSING, D.; WILLIFORD, H.N. The effect of experience and gender on cardiovascular and metabolic responses with dynamic taekwondo

exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research.** v.16, n.2, p. 278-285, 2002.

ÚBEDA, N.; GIL-ANTUÑANO, N.P.; ZENARRUZABEITIA, Z.M.; JUAN, B.G.; GARCÍA, A.; GUTIÉRREZ, E.Y. Hábitos alimenticios y composición corporal de deportistas españoles de élite pertenecientes a disciplinas de combate. **Nutrición Hospitalaria**. v. 25, n. 3, p. 414-421, 2010.

UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, J. O ciclo de alongamento e encurtamentoe a "performance" no salto vertical. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, v.12, n.1, p. 85-94, 1998.

VILLANI, R.; MINOTTI, M.; MINOTTI, M. Elaboration of a circuit for the training and the evaluation of the specific endurance in taekwondo. **Annals of the 12th Annual Congress of the European College of Sport Science**, Jyvaskyla, Finland, 2008.

WTF. - http://www.wtf.org/wtf_eng/site/about_wtf/history.html. Site: **World Taekwondo Federation**, Acesso: 24/05/2011, 2011.

ZAR, J.H. Biostatistical analysis. New Jersey, Prentice Hall, 1999.

ANEXOS

ANEXO I – Termo de consentimento

ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

I - DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL 1. NOME DO INDIVÍDUO: DOCUMENTO DE IDENTIDADE №: SEXO: M ☐ F ☐ DATA NASCIMENTO:/...../.... APTO BAIRRO: CIDADE: CEP: TELEFONE: DDD (......).... 2. RESPONSAVEL LEGAL: NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador, etc.) $M \square F \square$ DATA NASCIMENTO:/....../ BAIRRO: CIDADE: CEP: TELEFONE: DDD (.....).... II - DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA 1. TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA "Características morfo-funcionais e demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo" 2. PESQUISADOR RESPONSÁVEL Professor Dr Emerson Franchini 3. CARGO/FUNÇÃO Pesquisador Regente - Prof. Fabio Angioluci Diniz Campos 4. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA: RISCO MÉDIO RISCO MÍNIMO RISCO BAIXO X RISCO MAIOR (probabilidade de que o indivíduo sofra algum dano como consequência imediata ou tardia do estudo) 5. DURAÇÃO DA PESQUISA

24 meses

ANEXO I (continuação).

- III EXPLICAÇÕES DO PESQUISADOR AO INDIVÍDUO OU SEU REPRESENTANTE LEGAL SOBRE A PESQUISA, DE FORMA CLARA E SIMPLES, CONSIGNANDO: (preencher com as orientações abaixo, em linguagem coloquial)
- 1. Justificativa e os objetivos da pesquisa;
- O objetivo deste estudo intitulado "Características morfo-funcionais e demanda energética em situação simulada de luta no taekwondo" é identificar o perfil físico dos atletas e determinar a contribuição dos sistemas energéticos durante três diferentes protocolos experimentais. Estes sistemas são responsáveis por fornecer energia para que as atividades sejam realizadas adequadamente. A melhor compreensão de seu funcionamento pode auxiliar a aperfeiçoar os métodos de treinamento empregados na modalidade.
- 2. Procedimentos que serão utilizados e propósitos, incluindo a identificação dos procedimentos que são experimentais;

O protocolo do estudo prevê três dias de realização de teste. No primeiro dia de testes serão realizados os testes antropométricos, no segundo dia serão realizados os testes de saltos verticais e de potência aeróbia e no terceiro dia serão realizados três diferentes protocolos experimentais (um "round", 2 "rounds" e 3 "rounds") com o intervalo mínimo de uma hora entre os protocolos. O tempo mínimo de intervalo entre os dias de testes será de 24 horas e o tempo máximo de 72 horas.

Desconfortos e riscos esperados;

Os riscos envolvidos na participação deste estudo são baixos. Você sentirá o mesmo tipo de desconforto que ocorre durante a realização de um combate que você está habituado a fazer. Esse desconforto é mínimo e passageiro (recuperação em 10 a 20 minutos). Durante todos os testes o lóbulo de sua orelha será perfurado, após ter sido colocada a pomada vasodilatadora *finalgon* (ocasionando sensação de queimação na região), para coleta de sangue. Essa perfuração é pequena e todos os cuidados de higiene serão tomados para evitar qualquer tipo de problema. Vale ressaltar que o material invasivo (lanceta), utilizado para perfurar o lóbulo da orelha, será descartável e neste sentido terá a embalagem aberta em sua presença. Todos os procedimentos serão executados por pessoas com experiência nesse tipo de tarefa.

4. Benefícios que poderão ser obtidos;

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

ANEXO I (continuação).

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

Não será possível realizar qualquer procedimento alternativo em substituição ao protocolo de treinamento, obtenção das amostras de sangue e testes nas situações de treinamento.

.....

IV - ESCLARECIMENTOS DADOS PELO PESQUISADOR SOBRE GARANTIAS DO SUJEITO DA PESQUISA: (preencher com as orientações abaixo, em linguagem coloquial)

O pesquisador responsável pelo estudo se coloca a disposição para esclarecer, a qualquer momento, as possíveis dúvidas sobre os procedimentos, riscos e benefícios prorporcionados pelos procedimentos utilizados no estudo. Adicionalmente, você tem o direito de se retirar a qualquer momento do estudo sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou transtorno. Sigilo, confidencialidade e privacidade dos dados e informações obtidos no estudo são assegurados pelo pesquisador responsável. Em caso de qualquer emergência médica durante os procedimentos do estudo, o responsável pelo estudo o acompanhará ao Hospital Universitário (HU), localizado na Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 – Cidade Universitária (telefone: 3039-9468).

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

Em caso de necessidade, você poderá entrar em contato com o Prof. Fabio Angioluci Diniz Campos pelos telefones (11) 2773 2569 (11) 9850 1031.

VI. - OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES:

Nenhuma.

VII - CONSENTIMENTO PÓS-ESCLARECIDO

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

São Paulo,	de	de 20 .	
assinatura do sujei	to da pesquisa ou r	responsável legal	assinatura do pesquisador (carimbo ou nome legível)

ANEXO II – Aprovação do comitê de ética.



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA E ESPORTE



Of. CEP11909/EEFE/04092009

São Paulo, 04 de setembro de 2009.

Senhor Pesquisador,

O Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Escola de Educação Física e Esporte da Universidade de São Paulo, em reunião ordinária realizada em 04 de setembro de 2009, **aprovou** o **Protocolo 2009/31 –** "Características morfo-funcionais e demanda energética em situação simulada de luta em atletas de taekwondo", sob sua responsabilidade.

Atenciosamente,

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

Ilmo. Sr. **Prof. Dr. Emerson Franchini** EEFEUSP – EFE

> Av. Professor Mello Moraes, 65 CEP 05508-030 - São Paulo - SP - Brasil

ANEXO III - Dados do estudo

Sujeitos	Idade	Estatura	Massa Corporal	SOMA 6DC	DF	DU	CBCO	CCOX	CPER
1	23	175,5	71,9	58,4	9,8	6,8	32,6	57,9	37,2
2	26	182,5	86,2	76,0	10,0	6,8	32,0	64,0	39,0
3	26	166,5	61,9	31,8	9,1	7,0	30,0	53,0	34,0
4	17	177,5	68,1	50	9,4	7,5	30,0	53,0	37,0
5	16	175,5	59,1	38,8	8,8	6,6	27,0	49,0	33,0
6	19	169,5	59,3	49,8	8,1	6,0	28,0	54,1	32,9
7	18	184,0	64,4	42,3	10,0	6,4	28,0	57,0	33,0
8	15	177,0	62,0	53,3	9,7	6,8	27,0	50,0	32,0
9	33	175,2	76,6	56,4	9,0	6,6	34,0	56,0	36,0
10	17	179,0	61,5	57,7	10,1	6,6	25,9	48,0	32,0
Média	21	176,2	67,2	51,5	9,4	6,7	29,5	54,2	34,6
Desvio	5,8	5,3	9,0	12,3	0,6	0,4	2,7	4,8	2,5
Padrão									

Legendas	Significado	Unidade
Idade	Idade cronológica	Anos
Estatura		Centímetros
Massa Corporal		Quilogramas
Soma 6DC	Somatória das 6 dobras cutâneas	Milímetros
DF	Diâmetro de fêmur	Centímetros
DU	Diâmetro de úmero	Centímetros
CBCO	Circunferência de braço contraído	Centímetros
CCOX	Circunferência de Coxa	Centímetros
CPER	Circunferência de perna	Centímetros

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	SVSJ	SVCM	TEMPO	ESTAGIO	VEL	VO _{2MAX}
			TESTE		FINAL	
1	33,0	36,8	555	9	12,5	58,4
2	35,8	40,4	516	8	12,0	53,5
3	33,2	37,6	637	10	13,0	63,3
4	32,3	40,4	504	8	12,0	53,5
5	28,4	29,6	577	9	12,5	58,4
6	32,3	37,9	502	8	12,0	53,5
7	29,9	33,5	600	10	13,0	63,3
8	28,2	31,8	469	7	11,5	48,5
9	33,3	35,0	590	10	13,0	63,3
10	27,1	32,5	-	-	-	-
Média	31,4	35,6	550	9	12,4	57,3
Desvio						
Padrão	2,8	3,7	55,4	1	0,5	5,4

Legendas	Significado	Unidade
SVSJ	Salto vertical meio agachamento	Centímetros
SVCM	Salto vertical contra movimento	Centímetros
TEMPO TESTE	Tempo total no teste de vai e vem	Segundos
ESTAGIO	Estagio final do teste	Número
VEL FINAL	Velocidade no final do teste	Km/h
VO _{2MAX}	Potência aeróbia máxima	ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	AerP1	AerP2	AerP3	AlaP1	AlaP2	AlaP3	LacP1	LacP2	LacP3
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1	42,4	71,4	59,2	47,7	21,3	37,3	9,8	7,3	3,5
2	64,3	69,5	72,1	28,9	26,2	24,4	6,8	4,4	3,5
3	63,2	54,2	65,5	21,9	40,3	26,3	14,9	5,5	8,2
4	50,3	54,0	54,9	37,1	42,2	40,0	12,5	3,8	5,0
5	58,1	70,7	71,2	30,6	21,2	24,0	11,3	8,1	4,8
6	57,9	52,1	62,7	30,5	42,3	32,5	11,7	5,6	4,8
7	68,1	68,6	67,7	17,3	25,6	28,8	14,6	5,8	3,5
8	46,0	67,5	67,7	46,4	25,9	29,0	7,7	6,5	3,2
9	52,8	71,5	74,0	32,7	25,3	23,1	14,5	3,2	2,9
10	70,5	66,5	65,8	19,2	24,3	29,5	10,3	9,2	4,7
Média	57,4	64,6	66,1	31,2	29,5	29,5	11,4	5,9	4,4
Desvio									
Padrão	9,4	7,9	5,9	10,4	8,6	5,7	2,8	1,9	1,5

Legendas	Significado	Unidade
AerP1	Contribuição aeróbia relativa no protocolo 1	%
AerP2	Contribuição aeróbia relativa no protocolo 2	%
AerP3	Contribuição aeróbia relativa no protocolo 3	%
AlaP1	Contribuição anaeróbia alática relativa no protocolo 1	%
AlaP2	Contribuição anaeróbia alática relativa no protocolo 2	%
AlaP3	Contribuição anaeróbia alática relativa no protocolo 3	%
LacP1	Contribuição anaeróbia lática relativa no protocolo 1	%
LacP2	Contribuição anaeróbia lática relativa no protocolo 2	%
LacP3	Contribuição anaeróbia lática relativa no protocolo 3	%

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	AerP1	AerP2	AerP3	AlaP1	AlaP2	AlaP3	LacP1	LacP2	LacP3
_	kJ								
1	100,6	242,1	317,3	113,1	72,2	199,5	23,4	24,7	18,8
2	115,6	214,0	371,7	51,9	80,7	125,6	12,3	13,5	18,1
3	146,8	200,2	347,8	50,7	148,8	139,7	34,6	20,4	43,4
4	143,8	208,1	292,8	106,2	162,7	213,5	35,9	14,5	26,8
5	64,0	198,0	335,1	33,8	59,3	112,8	12,4	22,7	22,6
6	97,8	185,3	371,6	51,5	150,5	192,6	19,7	19,9	28,6
7	115,0	234,0	363,7	29,2	87,2	154,8	24,7	20,0	19,0
8	101,8	267,6	386,6	102,7	102,7	165,8	17,0	25,9	18,4
9	109,8	257,5	414,1	68,0	91,1	129,4	30,3	11,6	16,0
10	140,6	193,1	388,5	38,3	70,6	173,8	20,5	26,6	27,9
Média	113,6	220,0	358,9	64,5	102,6	160,8	23,1	20,0	23,9
Desvio									
Padrão	25,3	28,5	36,3	31,6	37,6	34,1	8,4	5,3	8,2

Legendas	Significado	Unidade
AerP1	Contribuição aeróbia absoluta no protocolo 1	kJ
AerP2	Contribuição aeróbia absoluta no protocolo 2	kJ
AerP3	Contribuição aeróbia absoluta no protocolo 3	kJ
AlaP1	Contribuição anaeróbia alática absoluta no protocolo 1	kJ
AlaP2	Contribuição anaeróbia alática absoluta no protocolo 2	kJ
AlaP3	Contribuição anaeróbia alática absoluta no protocolo 3	kJ
LacP1	Contribuição anaeróbia lática absoluta no protocolo 1	kJ
LacP2	Contribuição anaeróbia lática absoluta no protocolo 2	kJ
LacP3	Contribuição anaeróbia lática absoluta no protocolo 3	kJ

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	Aer kJ	Aer				
-	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	kJ
						P3R3
1	109,8	119,6	137,9	110,1	142,8	161,3
2	146,8	108,5	91,7	99,0	127,7	121,2
3	97,8	87,6	97,7	121,4	127,1	123,2
4	140,6	89,7	103,5	101,7	131,0	155,7
5	115,6	101,8	112,3	107,7	123,8	140,2
6	64,0	89,8	108,2	92,4	121,8	120,9
7	100,6	112,6	129,5	81,4	109,4	126,4
8	101,8	129,8	137,8	83,6	148,4	154,7
9	143,8	95,2	112,8	73,3	101,4	118,1
10	115,0	111,2	122,8	112,6	136,6	114,6
Média	114	105	115	98	127	134
Desvio						
Padrão	25	14	16	15	14	18

Legendas	Significado	Unidade
Aer kJ P1R1	Contribuição aeróbia absoluta protocolo 1 - round 1	kJ
Aer kJ P2R1	Contribuição aeróbia absoluta protocolo 2 - round 1	kJ
Aer kJ P2R2	Contribuição aeróbia absoluta protocolo 2 - round 2	kJ
Aer kJ P3R1	Contribuição aeróbia absoluta protocolo 3 - round 1	kJ
Aer kJ P3R2	Contribuição aeróbia absoluta protocolo 3 - round 2	kJ
Aer kJ P3R3	Contribuição aeróbia absoluta protocolo 3 - round 3	kJ

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	Ala kJ					
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	68,0	44,7	46,4	45,5	44,8	39,1
2	50,7	44,7	104,2	59,2	43,8	36,7
3	51,5	56,9	93,6	47,7	60,3	84,6
4	38,3	33,5	37,1	46,4	57,9	69,5
5	51,9	47,7	33,0	44,8	45,0	35,8
6	33,8	29,8	29,5	33,6	47,4	31,9
7	113,1	41,9	30,2	51,9	52,9	94,7
8	102,7	47,1	55,6	72,6	57,8	35,4
9	106,2	40,3	122,4	46,4	48,7	118,4
10	29,2	37,5	49,7	40,7	26,4	87,7
Média	65	42	60	49	49	63
Desvio						
Padrão	32	8	34	11	10	32

Legendas	Significado	Unidade
Ala kJ P1R1	Contribuição alática absoluta protocolo 1 - round 1	kJ
Ala kJ P2R1	Contribuição alática absoluta protocolo 2 - round 1	kJ
Ala kJ P2R2	Contribuição alática absoluta protocolo 2 - round 2	kJ
Ala kJ P3R1	Contribuição alática absoluta protocolo 3 - round 1	kJ
Ala kJ P3R2	Contribuição alática absoluta protocolo 3 - round 2	kJ
Ala kJ P3R3	Contribuição alática absoluta protocolo 3 - round 3	kJ

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	Lat kJ					
,	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	30,3	10,2	1,4	6,4	8,5	1,1
2	34,6	11,4	9,0	16,0	10,2	17,1
3	19,7	14,3	5,6	12,0	8,4	8,2
4	20,5	12,7	14,0	16,6	0,0	11,2
5	12,3	8,6	4,9	12,0	3,2	2,9
6	12,4	2,4	20,4	12,1	10,4	0,0
7	23,4	16,5	8,2	7,6	6,0	5,2
8	17,0	17,2	8,6	7,9	10,5	0,0
9	35,9	8,1	6,4	6,7	12,9	7,2
10	24,7	19,3	0,7	13,6	1,9	3,4
Média	23	12	8	11	7	6
Desvio						
Padrão	8	5	6	4	4	5

Legendas	Significado	Unidade
Lat kJ P1R1	Contribuição lática absoluta protocolo 1 - round 1	kJ
Lat kJ P2R1	Contribuição lática absoluta protocolo 2 - round 1	kJ
Lat kJ P2R2	Contribuição lática absoluta protocolo 2 - round 2	kJ
Lat kJ P3R1	Contribuição lática absoluta protocolo 3 - round 1	kJ
Lat kJ P3R2	Contribuição lática absoluta protocolo 3 - round 2	kJ
Lat kJ P3R3	Contribuição lática absoluta protocolo 3 - round 3	kJ

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Tot kJ	Tot kJ	Tot kJ	Tot kJ	Tot kJ	Tot kJ
P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
208,1	174,4	185,7	162,0	196,0	201,5
232,1	164,6	204,9	174,3	181,7	174,9
169,0	158,8	196,9	181,1	195,8	216,0
199,4	135,8	154,6	164,7	188,9	236,5
179,8	158,0	150,1	164,5	172,0	178,9
110,2	122,0	158,1	138,1	179,6	152,8
237,1	171,1	167,9	140,9	168,3	226,4
221,5	194,1	202,0	164,1	216,6	190,0
285,8	143,6	241,6	126,5	162,9	243,7
168,9	168,0	173,2	166,9	164,9	205,7
201,2	159,0	183,5	158,3	182,7	202,6
47,9	20,7	28,5	17,3	16,9	29,0
	P1R1 208,1 232,1 169,0 199,4 179,8 110,2 237,1 221,5 285,8 168,9 201,2	P1R1 P2R1 208,1 174,4 232,1 164,6 169,0 158,8 199,4 135,8 179,8 158,0 110,2 122,0 237,1 171,1 221,5 194,1 285,8 143,6 168,9 168,0 201,2 159,0	P1R1 P2R1 P2R2 208,1 174,4 185,7 232,1 164,6 204,9 169,0 158,8 196,9 199,4 135,8 154,6 179,8 158,0 150,1 110,2 122,0 158,1 237,1 171,1 167,9 221,5 194,1 202,0 285,8 143,6 241,6 168,9 168,0 173,2 201,2 159,0 183,5	P1R1 P2R1 P2R2 P3R1 208,1 174,4 185,7 162,0 232,1 164,6 204,9 174,3 169,0 158,8 196,9 181,1 199,4 135,8 154,6 164,7 179,8 158,0 150,1 164,5 110,2 122,0 158,1 138,1 237,1 171,1 167,9 140,9 221,5 194,1 202,0 164,1 285,8 143,6 241,6 126,5 168,9 168,0 173,2 166,9 201,2 159,0 183,5 158,3	P1R1 P2R1 P2R2 P3R1 P3R2 208,1 174,4 185,7 162,0 196,0 232,1 164,6 204,9 174,3 181,7 169,0 158,8 196,9 181,1 195,8 199,4 135,8 154,6 164,7 188,9 179,8 158,0 150,1 164,5 172,0 110,2 122,0 158,1 138,1 179,6 237,1 171,1 167,9 140,9 168,3 221,5 194,1 202,0 164,1 216,6 285,8 143,6 241,6 126,5 162,9 168,9 168,0 173,2 166,9 164,9 201,2 159,0 183,5 158,3 182,7

Legendas	Significado	Unidade
Tot kJ P1R1	Gasto energético total absoluto protocolo 1 - round 1	kJ
Tot kJ P2R1	Gasto energético total absoluto protocolo 2 - round 1	kJ
Tot kJ P2R2	Gasto energético total absoluto protocolo 2 - round 2	kJ
Tot kJ P3R1	Gasto energético total absoluto protocolo 3 - round 1	kJ
Tot kJ P3R2	Gasto energético total absoluto protocolo 3 - round 2	kJ
Tot kJ P3R3	Gasto energético total absoluto protocolo 3 - round 3	kJ

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	Tot kJ/min					
,	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	98,3	83,7	81,3	79,7	93,4	92,3
2	102,4	73,1	77,8	83,7	86,5	77,2
3	82,5	62,3	94,5	83,6	95,5	105,4
4	89,9	65,2	67,7	81,0	92,9	108,3
5	84,9	77,7	64,8	80,2	82,6	80,1
6	52,0	54,2	77,1	66,3	81,6	70,5
7	111,1	82,1	73,5	66,6	79,5	103,7
8	99,2	86,9	97,8	71,3	106,5	94,2
9	118,3	73,0	112,4	59,3	69,3	106,0
10	76,8	79,4	86,6	75,3	70,2	87,5
Média	91,5	73,8	83,4	74,7	85,8	92,5
Desvio						
Padrão	18,9	10,4	14,7	8,4	11,6	13,4

Legendas	Significado	Unidade
Tot kJ.min ⁻¹ P1R1	Gasto energético total relativo protocolo 1 - round 1	kJ.min ⁻¹
Tot kJ.min ⁻¹ P2R1	Gasto energético total relativo protocolo 2 - round 1	kJ.min ⁻¹
Tot kJ.min ⁻¹ P2R2	Gasto energético total relativo protocolo 2 - round 2	kJ.min ⁻¹
Tot kJ.min ⁻¹ P3R1	Gasto energético total relativo protocolo 3 - round 1	kJ.min ⁻¹
Tot kJ.min ⁻¹ P3R2	Gasto energético total relativo protocolo 3 - round 2	kJ.min ⁻¹
Tot kJ.min ⁻¹ P3R3	Gasto energético total relativo protocolo 3 - round 3	kJ.min ⁻¹

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	Aer kJ/min	Aer				
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	kJ/min
						P3R3
1	51,9	57,4	60,4	54,1	68,0	73,9
2	64,8	48,2	34,8	47,5	60,8	53,5
3	47,7	34,3	46,9	56,0	62,0	60,1
4	63,4	43,0	45,3	50,0	64,4	71,3
5	54,6	50,0	48,5	52,6	59,4	62,8
6	30,2	39,9	52,8	44,4	55,4	55,8
7	47,2	54,0	56,7	38,5	51,7	57,9
8	45,6	58,1	66,7	36,3	73,0	76,7
9	59,5	48,4	52,5	34,4	43,1	51,4
10	52,3	52,5	61,4	50,8	58,1	48,8
Média	51,7	48,6	52,6	46,5	59,6	61,2
Desvio						
Padrão	10,1	7,6	9,3	7,7	8,4	9,8

Legendas	Significado	Unidade
Aer kJ.min ⁻¹ P1R1	Contribuição aeróbia relativa protocolo 1 - round 1	kJ.min ⁻¹
Aer kJ.min ⁻¹ P2R1	Contribuição aeróbia relativa protocolo 2 - round 1	kJ.min ⁻¹
Aer kJ.min ⁻¹ P2R2	Contribuição aeróbia relativa protocolo 2 - round 2	kJ.min ⁻¹
Aer kJ.min ⁻¹ P3R1	Contribuição aeróbia relativa protocolo 3 - round 1	kJ.min ⁻¹
Aer kJ.min ⁻¹ P3R2	Contribuição aeróbia relativa protocolo 3 - round 2	kJ.min ⁻¹
Aer kJ.min ⁻¹ P3R3	Contribuição aeróbia relativa protocolo 3 - round 3	kJ.min ⁻¹

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	AlakJ.min ⁻¹					
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	32,1	21,4	20,3	22,4	21,3	17,9
2	22,4	19,8	39,6	28,4	20,9	16,2
3	25,1	22,3	44,9	22,0	29,4	41,3
4	17,3	16,1	16,3	22,8	28,5	31,8
5	24,5	23,5	14,2	21,8	21,6	16,0
6	15,9	13,3	14,4	16,1	21,5	14,7
7	53,0	20,1	13,2	24,5	25,0	43,4
8	46,0	21,1	26,9	31,6	28,4	17,5
9	43,9	20,5	56,9	21,7	20,7	51,5
10	13,3	17,7	24,9	18,4	11,2	37,3
Média	29,4	19,6	27,2	23,0	22,9	28,8
Desvio						
Padrão	13,9	3,1	15,1	4,5	5,4	13,9

Legendas	Significado	Unidade
Ala kJ.min ⁻¹ P1R1	Contribuição alática relativa protocolo 1 - round 1	kJ.min ⁻¹
Ala kJ.min ⁻¹ P2R1	Contribuição alática relativa protocolo 2 - round 1	kJ.min ⁻¹
Ala kJ.min ⁻¹ P2R2	Contribuição alática relativa protocolo 2 - round 2	kJ.min ⁻¹
Ala kJ.min ⁻¹ P3R1	Contribuição alática relativa protocolo 3 - round 1	kJ.min ⁻¹
Ala kJ.min ⁻¹ P3R2	Contribuição alática relativa protocolo 3 - round 2	kJ.min ⁻¹
Ala kJ.min ⁻¹ P3R3	Contribuição alática relativa protocolo 3 - <i>round</i> 3	kJ.min ⁻¹

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

0 '.'.	1 - 1 1 1/	1 -11 1/	1 -11 1/	1 . 1 1 1/'.	1 -11 1/	1 - 1 1 1/ 1 -
Sujeitos	Lat kJ/min	Lat kJ/min	Lat kJ/min	Lat kJ/min	Lat kJ/min	Lat kJ/min
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	14,3	4,9	0,6	3,2	4,0	0,5
2	15,3	5,1	3,4	7,7	4,9	7,5
3	9,6	5,6	2,7	5,5	4,1	4,0
4	9,2	6,1	6,1	8,2	0,0	5,1
5	5,8	4,2	2,1	5,8	1,5	1,3
6	5,9	1,1	9,9	5,8	4,7	0,0
7	10,9	7,9	3,6	3,6	2,8	2,4
8	7,6	7,7	4,2	3,4	5,1	0,0
9	14,8	4,1	3,0	3,2	5,5	3,1
10	11,2	9,1	0,3	6,1	0,8	1,4
Média	10,5	5,6	3,6	5,3	3,4	2,5
Desvio						
Padrão	3,5	2,3	2,8	1,9	2,0	2,5

Legendas	Significado	Unidade
Lat kJ.min ⁻¹ P1R1	Contribuição lática relativa protocolo 1 - round 1	kJ.min ⁻¹
Lat kJ.min ⁻¹ P2R1	Contribuição lática relativa protocolo 2 - round 1	kJ.min ⁻¹
Lat kJ.min ⁻¹ P2R2	Contribuição lática relativa protocolo 2 - round 2	kJ.min ⁻¹
Lat kJ.min ⁻¹ P3R1	Contribuição lática relativa protocolo 3 - round 1	kJ.min ⁻¹
Lat kJ.min ⁻¹ P3R2	Contribuição lática relativa protocolo 3 - round 2	kJ.min ⁻¹
Lat kJ.min ⁻¹ P3R3	Contribuição lática relativa protocolo 3 - round 3	kJ.min⁻¹

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	VO ₂ med	VO₂med	VO ₂ med	VO ₂ med	VO₂med	VO ₂ med
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	42,97	44,18	47,13	37,75	47,42	50,14
2	56,13	46,14	55,47	48,63	54,51	57,17
3	42,19	35,97	42,11	39,83	45,73	45,67
4	40,94	39,25	44,65	38,10	43,42	45,44
5	40,08	40,16	49,33	40,38	50,12	51,25
6	41,38	41,17	45,31	48,07	56,41	51,07
7	48,30	50,82	58,58	49,45	55,14	55,24
8	42,88	49,40	55,36	56,86	63,19	64,01
9	51,83	47,08	50,22	44,73	55,38	59,19
10	52,07	39,71	43,91	40,13	49,19	54,63
Média	45,88	43,39	49,21	44,39	52,05	53,38
Desvio						
Padrão	5,72	4,88	5,63	6,25	5,94	5,86

Legendas	Significado	Unidade
VO₂med P1R1	Consumo médio de oxigênio protocolo 1 - round 1	bpm
VO ₂ med P2R1	Consumo médio de oxigênio protocolo 2 - round 1	bpm
VO₂med P2R2	Consumo médio de oxigênio protocolo 2 - round 2	bpm
VO₂med P3R1	Consumo médio de oxigênio protocolo 3 - round 1	bpm
VO ₂ med P3R2	Consumo médio de oxigênio protocolo 3 - round 2	bpm
VO₂med P3R3	Consumo médio de oxigênio protocolo 3 - round 3	bpm

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	FC _{PICO}					
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	177	179	191	178	191	192
2	181	176	184	179	186	190
3	167	162	174	170	179	183
4	173	175	174	166	178	186
5	178	181	188	184	189	192
6	189	171	162	163	189	190
7	164	175	179	164	173	184
8	165	166	165	176	181	186
9	171	170	183	166	176	189
10	184	184	190	171	190	197
Média	174,9	173,9	179,0	171,7	183,2	188,9
Desvio						
Padrão	8,4	6,8	10,1	7,2	6,6	4,3

Legendas	Significado	Unidade
FC _{PICO} P1R1	Frequência cardíaca máxima protocolo 1 - round 1	bpm
FC _{PICO} P2R1	Frequência cardíaca máxima protocolo 2 - round 1	bpm
FC _{PICO} P2R2	Frequência cardíaca máxima protocolo 2 - round 2	bpm
FC _{PICO} P3R1	Frequência cardíaca máxima protocolo 3 - round 1	bpm
FC _{PICO} P3R2	Frequência cardíaca máxima protocolo 3 - round 2	bpm
FC _{PICO} P3R3	Frequência cardíaca máxima protocolo 3 - round 3	bpm

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	FCmed	FCmed	FCmed	FCmed	FCmed	FCmed
	P1R1	P2R1	P2R2	P3R1	P3R2	P3R3
1	158	148	165	135	158	174
2	169	166	161	162	172	176
3	163	161	178	165	176	192
4	148	163	173	164	176	184
5	167	149	147	150	165	162
6	143	161	160	154	156	164
7	157	157	155	160	171	180
8	145	164	181	158	180	176
9	174	145	168	152	177	179
10	142	159	173	156	161	163
Média	156,4	157,3	166,1	155,6	169,2	175,0
Desvio						
Padrão	11,7	7,2	10,6	8,7	8,7	9,7

Legendas	Significado	Unidade
FCmed P1R1	Frequência cardíaca média protocolo 1 - round 1	bpm
FCmed P2R1	Frequência cardíaca média protocolo 2 - round 1	bpm
FCmed P2R1	Frequência cardíaca média protocolo 2 - round 2	bpm
FCmed P3R1	Frequência cardíaca média protocolo 3 - round 1	bpm
FCmed P3R1	Frequência cardíaca média protocolo 3 - round 2	bpm
FCmed P3R1	Frequência cardíaca média protocolo 3 - round 3	bpm

ANEXO III – Dados do estudo (continuação).

Sujeitos	[La-]								
	In P1	R1 P1	In P2	R1 P2	R2 P2	In P3	R1 P3	R2 P3	R3 P3
1	1,14	4,99	1,36	5,45	7,49	1,63	3,51	4,99	6,28
2	2,26	3,85	1,47	3,79	5,10	1,01	4,24	5,10	5,89
3	1,81	9,09	2,6	4,7	6,35	1,24	4,18	6,06	9,2
4	0,5	7,73	3,21	2,89	4,23	1,88	3,28	5,97	7,46
5	1,33	7,79	2,69	2,33	7,80	1,58	4,84	7,64	6,45
6	2,21	7,01	2,71	6,4	7,84	2,37	5,45	7,62	9,74
7	1,38	7,05	2,06	7,05	7,23	0,81	4,34	4,84	5,72
8	1,02	5,22	1,4	5,83	8,05	2,26	4,29	6,98	6,73
9	1,18	6,24	1,92	4,18	4,48	1,69	3,12	4,99	5,23
10	1,22	4,66	1,27	4,23	7,5	0,88	4,77	4,38	7,01
Média	1,4	6,4	2,1	4,7	6,6	1,5	4,2	5,9	7,0
Desvio									
Padrão	0,5	1,7	0,7	1,5	1,5	0,5	0,7	1,2	1,5

Unidade	Significado	Legendas
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo Início Protocolo 1	[La-] In P1
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo término round 1 protocolo 1	[La-] R1 P1
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo Início Protocolo 2	[La-] In P2
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo término round 1 protocolo 2	[La-] R1 P2
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo término round 2 protocolo 2	[La-] R2 P2
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo Início Protocolo 3	[La-] In P3
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo término round 1 protocolo 3	[La-] R1 P3
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo término round 2 protocolo 3	[La-] R2 P3
mmol.L ⁻¹	Concentração de Lactato sanguíneo término round 3 protocolo 3	[La-] R3 P3

ANEXO IV - Resumo das análises estatísticas.

Diferenças estatísticas entre as variáveis fisiológicas nos três protocolos

		F	Р	Poder observado	P (1-2)*	P (1-3)**	P(2-3)***
[La-] (mmol	1	51,94	<0,01	0,879	>0,05	<0,01	>0,05

^{*}Comparação entre o protocolo 1 e 2. **Comparação entre o protocolo 1 e 3.***Comparação entre o protocolo 2 e 3.

Diferenças estatísticas entre os sistemas energéticos

	F	Р	Poder observado	P (A-AI)*	P (A-L)**	P(Al-L)***
Protocolo 1						
Relativo (%)	51,94	<0,001	1,00	<0,01	<0,001	<0,01
Absoluto (kJ)	43,53	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,01
Relativo (kJ.min ⁻¹)	259,43	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001
Protocolo 2						
Relativo (%)	124,97	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001
Absoluto (kJ)	115,67	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001
Relativo (kJ.min ⁻¹)	112,19	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001
Protocolo 3						
Relativo (%)	277,45	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001
Absoluto (kJ)	270,24	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001
Relativo (kJ.min ⁻¹)	243,13	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,001

Sistemas energéticos – A = aeróbio, Al = alático e L = lático

^{*}Comparação entre os sistemas energéticos: aeróbio e alático. **Comparação entre os sistemas energéticos: aeróbio e lático.*** Comparação entre os sistemas energéticos: alático e lático.

ANEXO IV – Resumo das análises estatísticas (continuação).

Diferenças estatísticas entre os protocolos

	F	Р	Poder observado	P (1-2)*	P (1-3)**
Lático absoluto round 1 (kJ)	11,912	<0,01	0,985	<0,05	<0,05
Lático relativo round 1 (%)	9,880	<0,01	0,963	<0,05	<0,05
Lático relativo round 1 (kJ.min ⁻¹)	12,095	<0,001	0,986	<0,01	<0,05
Gasto total relativo round 1	6,669	<0,01	0,860	>0,05	<0,05
(kJ.min ⁻¹)					

^{*}Comparação entre o protocolo 1 e 2. **Comparação entre o protocolo 2 e 3.

Diferenças estatísticas entre os rounds no protocolo 3

	F	Р	Poder	P	P (4.8) ***	P (2. 2) ###
			observado	1-2)*	(1-3)**	(2-3)***
VO _{2MÉDIO} (I.min ⁻¹)	48,57	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	>0,05
$VO_{2M\acute{E}DIO}$ (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	50,77	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	>0,05
FC _{PICO} (bpm)	43,17	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,05
FC _{MÉDIA} (bpm)	29,50	<0,001	1,00	<0,001	<0,001	<0,05
[La-] _{PICO} (mmol.L ⁻¹)	25,95	<0,001	1,00	<0,05	<0,05	>0,05
$\Delta[La-]$ (mmol.L ⁻¹)	4,43	<0,05	0,686	>0,05	<0,05	>0,05

^{*}Comparação entre o *round* 1 e 2. **Comparação entre o *round* 2 e 3. ***Comparação entre o *round* 2 e 3.

ANEXO IV – Resumo das análises estatísticas (continuação).

Diferenças estatísticas entre os rounds no protocolo 3

	F	Р	Poder	P	P (4.0)***
A (- !			observado	1-2)*	(1-3)**
Aeróbio					
Absoluto (kJ)	22,40	<0,01	1,00	<0,01	<0,01
Relativo (kJ.min ⁻¹)	15,40	<0,01	0,997	<0,05	<0,05
Lático					
Absoluto (kJ)	3,98	<0,05	0,636	>0,05	<0,05
Relativo (%)	8,26	<0,01	0,930	>0,05	<0,05
Relativo (kJ.min ⁻¹)	4,54	<0,05	0,697	>0,05	<0,05
Total Energético Absoluto	10,10	<0,01	0,966	<0,05	<0,05
(kJ)					
Total Energético Relativo	7,31	<0,05	0,891	<0,05	<0,05
(kJ.min ⁻¹)					

^{*}Comparação entre o *round* 1 e 2. **Comparação entre o *round* 2 e 3. ***Comparação entre o *round* 2 e 3.