

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

**VALIDAÇÃO DO TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICO PARA
TAEKWONDO**

JADER SANT'ANA

Florianópolis
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Sant'Ana, Jader

Validação do teste progressivo específico para Taekwondo
/ Jader Sant'Ana ; orientador, Fernando Diefenthaler -
Florianópolis, SC, 2013.

101 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em
Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Taekwondo. 3. Teste Específico. 4.
Avaliação Aeróbia. 5. Consumo de Oxigênio. I. Diefenthaler,
Fernando . II. Universidade Federal de Santa Catarina.
Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

Jader Sant'Ana

**VALIDAÇÃO DO TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICO PARA
TAEKWONDO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Diefenthaler

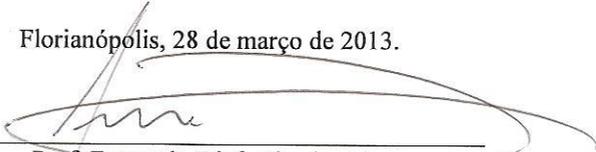
Florianópolis
2013

Jader Sant' Ana

VALIDAÇÃO DO TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICO PARA TAEKWONDO

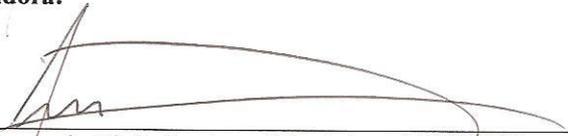
Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de “Mestre em Educação Física”, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

Florianópolis, 28 de março de 2013.

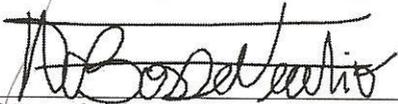


Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.
Coordenador do Curso

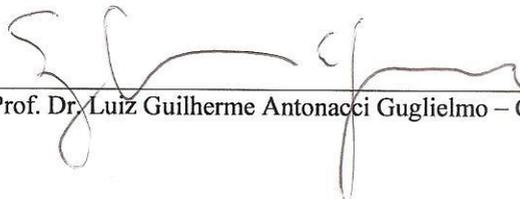
Banca Examinadora:



Prof. Dr. Fernando Diefenthaler – Orientador – CDS/UFSC



Prof. Dr. Fabricio Boscolo Del Vecchio – UFPEL/RS



Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo – CDS/UFSC

A minha formação como profissional, bem como, a concretização deste trabalho em muito é fruto do carinho, amor, exemplos de integridade e perseverança que meus pais, Valdete e Jair concederam a mim ao longo de toda minha vida. Também tenho muito para agradecer a minha esposa Liliani e meus filhos, Yasmin e Kauã por toda paciência, compreensão e amor, sem vocês eu jamais seria o que sou. Por essa razão, gostaria de dedicar a vocês este momento e reconhecer a minha imensa gratidão e todo meu amor.

AGRADECIMENTOS

Nesse momento tão importante da minha vida tenho muito a agradecer.

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, que todas as manhãs me motiva e me concede serenidade, coragem e sabedoria.

Obrigado meu Deus, por conseguir concluir essa etapa.

Agradeço à minha família, que é a base de tudo que sou hoje, meus pais Valdete Coelho Sant' Ana e Jair José Sant' Ana, obrigado pelo carinho, amor e tudo que sempre fizeram e que até hoje fazem por mim. Meus irmãos Cristofi Sant' Ana e Daniel Sant' Ana, obrigado por vocês fazerem parte da minha vida, há um pouco de cada um de vocês dois em mim.

Ao Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo, pela competência, acessibilidade, dedicação e por ter sido quem me deu a oportunidade de ingressar na pesquisa junto a esta instituição pela primeira vez.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Fernando Diefenthaler, pela competência, acessibilidade, dedicação, paciência, enfim, obrigado pela oportunidade e pela confiança.

Aos colegas de BIOMEC Prof. Dr. Antonio Renato Pereira Moro, Diogo, Tati, Dani, Rodrigo, Joscelito, Camila, Luiz, Aline, Adriana e aos colegas de LAEF Juliano, Naiandra, Lucas, Ortiz, Ricardo e Carminatti agradeço a todos vocês que me aturaram durante mais de dois anos e contribuíram para o meu crescimento.

Em especial ao Juliano Dal Pupo alguém que admiro e que é um exemplo a ser seguido, muito obrigado, você sempre se mostrou presente e paciente para me ajudar.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade de concluir um curso de qualidade e a todos seus professores que contribuíram para meu aprimoramento profissional e também para a realização desta pesquisa.

Aos professores da Banca Luiz, Rosane, Fabricio e ao Emerson por toda a paciência, atenção e principalmente pelas contribuições que com toda certeza valorizaram meu trabalho.

Aos meus colegas de mestrado por terem dividido comigo seus saberes e suas culturas.

Ao Mestre Adelino da Silva Filho, amigo e Presidente da Federação Catarinense de Taekwondo e que sempre colaborou para participação de seus atletas e atletas da Seleção Catarinense.

Aos atletas de Taekwondo que participaram da pesquisa e colaboraram para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus atletas envolvidos com esportes de combate e a todos os meus alunos de Personal Trainer, muito obrigado por confiarem em mim, sempre aprendo um pouco mais com cada um de vocês.

À San Corpore Academia e toda a equipe de profissionais e professores que trabalham nesta empresa, de alguma forma todos contribuíram para que eu conseguisse transpor mais essa etapa em minha vida.

O fato de algum nome não constar nesses agradecimentos não significa que não tenha menor importância, por esse motivo, agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação e colaboraram para a realização de mais esse sonho.

Por fim, agradeço a minha esposa Liliani Roza Alves, e aos meus filhos Yasmim Alves Sant' Ana e Kauã Alves Sant' Ana que são as pessoas por quem tenho obrigação de me preocupar antes de mim mesmo, vocês são o sentido do meu viver.

RESUMO

Verificar a validade de um protocolo, cujo objetivo é a avaliação fisiológica e obtenção de marcadores específicos, é considerado pré-requisito para obtenção de medidas precisas e que possam ser utilizadas na prescrição e controle do treinamento do atleta. Recentemente, foi apresentado na literatura o Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET). O TET emprega o chute *Bandal Tchagui*, principal gesto motor utilizado em competições pelo atleta de Taekwondo. A partir do TET é possível avaliar os indicadores de capacidade e potência aeróbia em atletas de Taekwondo. Porém, não foi constatada a reprodutibilidade e a validade concorrente do TET, de forma que, este possa ser utilizado por pesquisadores e profissionais da área esportiva na avaliação específica de atletas desta modalidade. Sendo assim, o objetivo do presente estudo é investigar a validade do TET como um método para avaliação aeróbia específica em atletas de Taekwondo. Atletas de Taekwondo que se voluntariam para o presente estudo foram divididos em dois grupos: grupo que realizou um teste de reprodutibilidade (G1), composto por 12 atletas e o grupo que realizou um teste de validade concorrente (G2), composto por 18 atletas. Para participar da pesquisa os atletas deveriam ter idade mínima de 18 anos e pelo menos 3,5 anos de experiência com a prática do Taekwondo. Todos os sujeitos do estudo eram do sexo masculino. Em ambos os protocolos os atletas realizaram as avaliações respeitando intervalo de aproximadamente 48 horas entre os testes. O G1 foi submetido a dois testes (teste e reteste). As seguintes variáveis foram analisadas: frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), frequência de chute de PDFC (FCH_{PDFC}) e o lactato máximo pós-teste (Lac_{MAX}). O G2 realizou um TET e um teste incremental em esteira (TI). Durante o TET as mesmas variáveis analisadas no G1, além do VO_{2max} , quociente respiratório (R) e o consumo de oxigênio de PDFC (VO_{2PDFC}) foram mensurados. Durante o TI além da FC_{MAX} , PDFC, R e Lac_{MAX} , foram avaliadas também a velocidade máxima (V_{MAX}) e a velocidade de PDFC identificada pelo método D_{MAX} ($V_{D_{MAX}}$). Para apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva, sendo a normalidade dos mesmos, verificada mediante o teste de *Shapiro-Wilk*. A correlação linear de Pearson foi aplicada para relacionar as variáveis obtidas no TET e no TI. A relação entre os dois testes para as diferentes intensidade foi verificada por meio da análise de variância *two-way* (ANOVA) com o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) sendo estabelecido para

verificar fidedignidade do teste para o reteste e em relação às variáveis do TET e TI. A análise de Bland-Altman foi utilizada para testar a concordância entre os métodos. Para verificar se há diferença entre os valores médios no G1, entre teste e reteste, e no G2, entre o TET e TI, foi utilizado o teste t para amostras dependentes e foi estabelecida a magnitude das diferenças a partir do *effect size* (g). Foi adotado nível de significância $p < 0,05$. Os resultados do protocolo de reprodutibilidade demonstraram que a FC_{MAX} e o PDFC não diferiram estatisticamente entre o teste e reteste. Também não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a FCH_{PDFC} e FCH_{MAX} entre teste e reteste. O *effect size* para estas variáveis foram classificadas da seguinte forma: FC_{MAX} e PDFC como trivial ($g < 0,1$); FCH_{MAX} e FCH_{PDFC} como trivial/baixo (g entre 0,1 e 0,3); e Lac_{MAX} como baixo/moderado (g entre 0,5 e 0,7). O CCI demonstra que o teste e reteste apresentam correlação muito forte para as variáveis FCH_{MAX} (0,97), FCH_{PDFC} (0,97), FC_{MAX} (0,97) e PDFC (0,92) e moderada correlação para a Lac_{MAX} (0,62). Os resultados do G2 demonstram que as médias das variáveis VO_{2max} ($49,16 \pm 5,26 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $50,49 \pm 4,42 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), VO_{2PDFC} ($43,64 \pm 5,55 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ e $42,85 \pm 4,69 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) e PDFC ($172 \pm 8 \text{ bpm}$ e $169 \pm 8 \text{ bpm}$) não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparados os valores de TET e TI, respectivamente. A FC_{MAX} ($190 \pm 8 \text{ bpm}$ e $192 \pm 10 \text{ bpm}$), o R ($1,12 \pm 0,06$ e $1,19 \pm 0,11$) e a Lac_{MAX} ($8,91 \pm 1,70 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e $11,10 \pm 2,34 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) foram diferentes ($p < 0,05$) entre TET e TI, respectivamente. Ao verificar a magnitude das diferenças obtidas entre TET e TI as variáveis foram classificadas da seguinte forma: VO_{2max} e Lac_{MAX} como trivial/baixo (g entre 0,1 e 0,3); PDFC e VO_{2PDFC} como baixo (g entre 0,3 e 0,5); R como baixo/moderado (g entre 0,5 e 0,7); e FC_{MAX} como moderado (g entre 0,7 e 1,1). O CCI demonstra que todas as variáveis obtidas no TET e TI apresentam correlação forte. Sendo assim, o TET mostra-se como uma metodologia reprodutível e válida para avaliação aeróbia específica de atletas de Taekwondo.

Palavras-chave: Taekwondo. Teste Específico. Avaliação Aeróbia. Consumo de Oxigênio. Frequência de Chutes.

ABSTRACT

Check the validity of a protocol, which aims to physiological assessment and obtaining specific markers is considered a prerequisite when it aims to obtain accurate measurements and can actually be used in prescribing and control of the athlete's training. Recently it has been shown in the literature Specific Test Progressive for Taekwondo (STT), a test that uses motion characteristic (kick *Bandal Tchagui*) required by Taekwondo competition and aims to present indicators of aerobic capacity and power in athletes Taekwondo. However, we no found reproducibility and concurrent validity of the STT, so that it can be used by researchers and practitioners in sport specific evaluation of athletes of this sport. The objective of this research is to investigate the validity of the STT as a method for assessing aerobic specific Taekwondo athletes. Taekwondo athletes who volunteer for this study were divided into two groups: one group that conducted a test of reproducibility (G1), composed of 12 athletes and the group that conducted a test of concurrent validity (G2), composed of 18 athletes. To participate in the survey athletes should have minimum age of 18 years and at least 3.5 years of experience with the practice of Taekwondo. All study subjects were male. In both protocols the athletes performed with respect range of evaluations approximately 48 hours between tests. The G1 was tested twice (test-retest). The following variables were analyzed: maximum heart rate (HR_{MAX}), heart rate deflection point (HRDP), frequency kick maximum (FK_{MAX}), frequency kick HRDP (FK_{HRDP}) and the maximum lactate posttest (Lac_{MAX}). The G2 conducted a STT and incremental treadmill test (IT). During STT the same variables in G1 were obtained, beyond VO_{2max} , respiratory quotient (R) and oxygen consumption of HRDP (VO_{2DPHR}) were measured. During the IT beyond FC_{MAX} , HRDP, R e Lac_{MAX} were also evaluated the maximum speed (V_{MAX}) and speed of HRDP identified by the method D_{MAX} (V_{DMAX}). For presentation of the data was used descriptive statistics, normality was verified by the Shapiro-Wilk test. A linear correlation was applied for variables obtained in TET and IT. The relationship between the two tests for the different intensity was verified by the analysis of two-way variance (ANOVA) with the intraclass correlation coefficient (ICC) was established to verify the reliability test to retest and the variables of the STT and IT. The Bland-Altman analysis was used to test the agreement between the methods. To check for differences between the mean values in G1 between test and retest, and G2, between STT and IT, t test was used for dependent samples was established and the magnitude of the

differences from the effect size (g). The significance level was $p < 0.05$. The results of protocol reproducibility demonstrated that FC_{MAX} e $HRDP$ did not differ statistically between test and retest. There were also no significant differences ($p < 0.05$) for FK_{HRDP} and FK_{MAX} between test and retest. The effect size rating for these variables were as follows: FC_{MAX} e $HRDP$ as trivial ($g < 0.1$); FK_{MAX} e FK_{HRDP} as trivial/small (g between 0.1 and 0.3) and Lac_{MAX} as small/moderate (g between 0.5 and 0.7). The ICC shows that test and retest have very strong correlation for variables FK_{MAX} (0,97), FK_{HRDP} (0,97), FC_{MAX} (0,97) e $HRDP$ (0,92) and a moderate correlation for Lac_{MAX} (0,62). The results show that the G2 variables VO_{2max} ($49,16 \pm 5,26 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ and $50,49 \pm 4,42 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), $50,49 \pm 4,42 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$), VO_{2PDFC} ($43,64 \pm 5,55 \text{ ml}\cdot\text{kg}\cdot\text{min}^{-1}$ and $42,85 \pm 4,69 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) and $HRDP$ ($172 \pm 8 \text{ bpm}$ e $169 \pm 8 \text{ bpm}$) showed no significant difference ($p < 0.05$) when comparing the values of STT and IT respectively. FC_{MAX} ($190 \pm 8 \text{ bpm}$ and $192 \pm 10 \text{ bpm}$), the R ($1,12 \pm 0,06$ e $1,19 \pm 0,11$) and the Lac_{MAX} ($8,91 \pm 1,70 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$ and $11,10 \pm 2,34 \text{ mmol}\cdot\text{l}^{-1}$) were different ($p < 0.05$) between STT and IT. When checking the magnitude of the differences obtained between STT and IT ranks variables were follows: VO_{2max} , Lac_{MAX} as trivial/small (d between 0.1 and 0.3); $HRDP$ and VO_{2HRDP} as small (d between 0.3 and 0.5), R as small/moderate (d between 0.5 and 0.7) and FC_{MAX} as moderate (d between 0.7 and 1.1). The ICC shows that all variables obtained in STT and IT show strong correlation. The STT shows up as a valid and reproducible methodology for evaluation specific aerobic of Taekwondo athletes.

Keywords: Taekwondo. Specific Test. Evaluation Aerobic. Oxygen Consumption. Frequency kicks.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Atleta durante a realização do Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET).	55
Figura 2 - Gráfico dos valores de consumo de oxigênio em função do tempo de um sujeito representativo durante o Teste Progressivo Específico para Taekwondo (TET) com a marcação do início e o fim de cada estágio.	56
Figura 3 - Atleta durante a realização do teste incremental máximo em esteira rolante (TI).	57
Figura 4 - Gráfico dos valores de consumo de oxigênio em função do tempo de um sujeito representativo durante o teste incremental (TI) com a marcação do início e o fim de cada estágio	57
Figura 5 - Modelo de gráfico de identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) pelo método D_{MAX} (adaptado de KARA et al., 1996).	58
Figura 6 - Representação de Bland-Altman das diferenças do VO_2max identificado no durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).	64
Figura 7 - Representação de Bland-Altman das diferenças do VO_{2PDFC} identificado durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).	65
Figura 8 - Representação de Bland-Altman das diferenças da FC_{MAX} identificada durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).	66
Figura 9 - Representação de Bland-Altman das diferenças do PDFC identificado durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Delineamento do Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET).....	55
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Divisão de peso dos atletas de Taekwondo em competições convencionais.....	36
Tabela 2 - Divisão de peso dos atletas de Taekwondo na categoria Olímpica.....	36
Tabela 3 - Índices aeróbio em ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) de jovens atletas de Taekwondo.....	41
Tabela 4 - Média e desvio padrão das variáveis de caracterização dos atletas do grupo 1 que realizaram o teste de reprodutibilidade do TET ($n=12$).....	52
Tabela 5 - Média e desvio padrão das variáveis de caracterização dos atletas do grupo 2 que realizaram o teste de validade concorrente para TET e TI ($n=18$).....	52
Tabela 6 - Média e o desvio padrão da frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) e lactato máximo (Lac_{MAX}) durante no teste progressivo específico para Taekwondo (TET) durante o teste e reteste ($n=12$).	61
Tabela 7 - Média e o desvio padrão de consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{max}}$), consumo de oxigênio relativo a intensidade do ponto de deflexão da frequência cardíaca ($\text{VO}_{2\text{PDFC}}$), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), velocidade máxima (V_{MAX}), frequência de chute no ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), velocidade no ponto de deflexão da frequência cardíaca identificada pelo método D_{MAX} ($\text{V}_{\text{D}_{\text{MAX}}}$), lactato máximo (Lac_{MAX}) e quociente respiratório (R) durante o TET e no teste incremental em esteira (TI) ($n=18$).....	62
Tabela 8 - Correlação entre as variáveis velocidade máxima (V_{MAX}), frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), velocidade de ponto de deflexão da frequência cardíaca identificada pelo método D_{MAX} ($\text{V}_{\text{D}_{\text{MAX}}}$), frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), consumo máximo de oxigênio ($\text{VO}_{2\text{max}}$) e consumo de oxigênio relativo a intensidade do ponto de deflexão da frequência cardíaca ($\text{VO}_{2\text{PDFC}}$) obtidas no teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI) ($n=18$). 63	

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- CCI: Coeficiente de correlação intra-classe
CV: Coeficiente de variação
FC: Frequência cardíaca
FC_{MAX}: Frequência cardíaca máxima
FCH: Frequência de chute
FCH_{Lan}: Frequência de chute de limiar anaeróbio
FCH_{MAX}: Frequência de chute máxima
FCH_{PDFC}: Frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca
G1: Grupo que realizou teste de reprodutibilidade
G2: Grupo que realizou teste de validade concorrente
HRDP: *Heart rate deflection point*
ITF: International Taekwondo Federation
LTF: Limiar de transição fisiológica
LA: Lactato sanguíneo
Lac_{MAX}: Lactato máximo atingido no final do teste
LAn: Limiar anaeróbio
mmol·L⁻¹: Concentração de lactato em milimolares por litro
ml·kg⁻¹·min⁻¹: Mililitros de oxigênio consumido por minuto relativo a massa corporal
PDFC: Ponto de deflexão da frequência cardíaca
STF: Songham Taekwondo Federation
TET: Teste Progressivo Específico para Taekwondo
TI: Teste incremental de esteira
V_{DMAX}: Velocidade de ponto de deflexão da frequência cardíaca identificado pelo método D_{MAX}
V_{MAX}: Velocidade máxima
VO₂: Consumo de oxigênio
VO_{2max}: Consumo máximo de oxigênio
VO_{2PDFC}: Consumo de oxigênio de ponto de deflexão da frequência cardíaca
[La]: Concentração de lactato sanguíneo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO	25
1.2 OBJETIVOS	29
1.2.1 Objetivo geral	29
1.2.2 Objetivos específicos	29
1.3 HIPÓTESES.....	29
1.4 JUSTIFICATIVA.....	30
1.5 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS.....	31
1.6 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	33
2 REVISÃO DE LITERATURA	35
2.1 COMPETIÇÕES DE TAEKWONDO - WTF.....	35
2.2 AÇÕES MOTORAS E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS NA PRÁTICA DO TAEKWONDO	37
2.3 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO DE ATLETAS DE TAEKWONDO.....	40
2.4 LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA.....	42
2.5 TESTES AERÓBIOS PARA AVALIAÇÃO DE ATLETAS DE ESPORTES DE COMBATE	45
3 MATERIAIS E MÉTODOS	51
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	51
3.2 SUJEITOS DO ESTUDO	51
3.2.1 Critérios de inclusão/exclusão	52
3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS.....	53
3.4 COLETA DE DADOS	Erro! Indicador não definido.
3.4.1 Procedimentos da coleta de dados	54
3.4.2 Teste progressivo máximo em esteira ergométrica	56
3.4.3 Identificação do Ponto de Deflexão da Frequência Cárdica (PDFC)	58
3.4.4 Determinação do VO₂max	59
3.4.5 Análise do lactato sanguíneo	59
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	59
4 RESULTADOS	61
5 DISCUSSÃO	69
5.1 DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DAS VARIÁVEIS DO TET OBTIDAS NO G1.....	70
5.2 REPRODUTIBILIDADE DO TET NO ESTUDO DE REPRODUTIBILIDADE (G1).....	72
5.3 VARIÁVEIS DO TET E TI OBTIDAS NO TESTE DE VALIDADE CONCORRENTE (G2)	73

5.4 VALIDADE CONCORRENTE DO TET ESTABELECIDO A PARTIR DE TI EM ESTEIRA	76
5.5 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS DO TET E DO TI	79
5.6 CONTEXTUALIZAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O TET	81
6 CONCLUSÃO	82
REFERÊNCIAS	85
ANEXO A- Ficha para aplicação do TET	97
ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	99
APÊNDICE A- Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da UFSC	101

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O Taekwondo é um esporte olímpico praticado em 191 países filiados a *World Taekwondo Federation* (WTF, 2012). As lutas de Taekwondo são realizadas em três *rounds* com duração de 2 min com 1 min de intervalo entre eles. Em caso de empate, os atletas lutam mais um *round* de 2 min, com característica de *golden point* (WTF, 2012). Em alguns campeonatos os atletas chegam a realizar cinco lutas em uma mesma competição (CHIODO et al., 2011).

O Taekwondo é considerado um esporte de característica intermitente (BOUHLEL et al., 2006). Os esportes intermitentes possuem períodos de esforço de alta intensidade, intercalados com períodos de pausa, seja ela ativa ou passiva (BALSOM et al., 1992). Durante os combates de Taekwondo há realização de ações motoras de ataques com técnicas de chutes de alta intensidade, intercalados por períodos de pausa ativa com menores intensidades, caracterizados por trabalho de *step* (saltitos visando o ajuste da distância de luta e as esquivas durante o combate) ao longo do combate (SANTOS; FRANCHINI; LIMA, 2011), além de situações de *clinch* e socos.

Quanto às características fisiológicas do Taekwondo, são apresentadas na literatura diferentes respostas fisiológicas e algumas divergências em relação às características determinantes do desempenho dos atletas. Alguns estudos investigaram as respostas fisiológicas durante o treinamento (BRIDGE et al., 2007), combate simulado (CAMPOS et al., 2012), competições simuladas (BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007), durante competição com um único *round* (MATSUSHIGUE; HARTMANN; FRANCHINI, 2009) e competições oficiais (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; CHIODO et al., 2011). Campos et al. (2012) encontraram durante uma simulação de combate repostas de frequência cardíaca (FC) pico de 172 ± 7 bpm, 183 ± 7 bpm e 189 ± 4 bpm e concentrações de lactato sanguíneo [LA] de $4,2 \pm 0,7$ mmol·L⁻¹, $5,9 \pm 1,2$ mmol·L⁻¹ e $7,0 \pm 1,5$ mmol·L⁻¹ nos *rounds* 1, 2 e 3, respectivamente. Os autores destacam que durante o combate há participação dos sistemas aeróbio e anaeróbio alático de fornecimento de energia. Em um estudo similar, Butios e Tasika (2007) encontraram respostas de FC variando entre 165 ± 5 bpm e 192 ± 9 bpm em competição e [LA] entre $2,14 \pm 1,33$ mmol·L⁻¹ a $4,20 \pm 2,42$ mmol·L⁻¹ imediatamente o fim dos *rounds* 1, 2 e 3 e após o 5º min. da fase de recuperação durante uma competição simulada. De acordo com

os autores, durante o treinamento atletas de Taekwondo devem ser capazes de tolerar [La] bem próximas ao seu limiar de lactato (aproximadamente $3,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) e FC média de 86% de sua frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}).

Valores similares de FC (variando de 166 a 193 bpm e média de 183 ± 9 bpm) e valores superiores de lactato (com variação de 2,0 a $12,7 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e média de $7,5 \pm 3,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) foram observados ao analisar um único *round* de competição de Taekwondo (MATSUSHIGUE; HARTMANN; FRANCHINI, 2009). Segundo os autores, o sistema anaeróbio alático é o mais importante durante uma luta. Bouhleb et al. (2006) encontraram valores de FC (197 ± 2 bpm) referentes a 99% da FC_{MAX} predita pela idade e [La] de $10,2 \pm 1,2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ ao fim do combate. Os autores sugerem que no Taekwondo há uma exigência de ambos os metabolismos, requerendo dos atletas altos níveis de capacidade aeróbia e anaeróbia.

Por fim, em um estudo que investigou uma competição internacional de Taekwondo foram reportados valores de FC próximos a 96% da FC_{MAX} dos atletas (175 ± 15 bpm, 183 ± 12 bpm e 187 ± 8 bpm nos *rounds* 1, 2 e 3, respectivamente) e [La] de $7,5 \pm 1,6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, $10,4 \pm 2,4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e $11,9 \pm 2,1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ nos *rounds* 1, 2 e 3, respectivamente (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009). Os autores sugerem que, durante o combate ocorrem respostas cardiovasculares máximas e altas [La]. De acordo com os autores o treinamento de atletas do Taekwondo deve incluir exercícios que exijam suficientemente ambos os metabolismos de fornecimento de energia (aeróbio e anaeróbio).

Alguns estudos (MELHIM, 2001; HELLER et al., 1998; CHIODO et al., 2011) com objetivo de caracterizar os atletas de Taekwondo, destacam que a potência aeróbia (i.e. consumo máximo de oxigênio – $\text{VO}_{2\text{MAX}}$) não seria uma variável importante para atletas desta modalidade. Segundo os autores desses estudos, os fatores que levam a estas conclusões seriam: baixos valores de consumo de oxigênio dos atletas durante teste aeróbio máximo, assim como, altos valores de potência anaeróbia durante o teste de Wingate, além de altos valores de lactato reportados durante a competição e ou devido às respostas adaptativas ao treinamento de Taekwondo. Por outro lado, diversos estudos destacam que altos níveis de aptidão física são solicitados em atletas de Taekwondo, exigindo conjuntamente os metabolismos, aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005; BOUHLEB et al., 2006;

BUTIOS; TASIKA, 2007; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; CAMPOS et al., 2012).

Têm sido observados em atletas de Taekwondo valores de $VO_2\text{max}$ entre $51,79 \pm 2,12 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $63,2 \pm 6,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, quando mensurados em diferentes protocolos (CETIN et al., 2005; BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; REINBNITZ, 2009; CHIODO et al., 2011). Tais resultados denotam a importância do metabolismo aeróbio neste esporte. Sendo ainda, observado associação entre, maiores valores de pico de velocidade, indicador de potência aeróbia em atletas de Taekwondo, durante teste incremental em esteira e obtenção de resultados expressivos em competições como Olimpíadas, Campeonato Europeu e Campeonato Mundial (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005). Além disso, o estudo de Campos et al. (2012) que avaliou a demanda energética de atletas de elite de Taekwondo durante uma simulação de combate, identificou que 66% do fornecimento de energia em um combate de Taekwondo é proveniente do sistema aeróbio. Por tanto, existe a necessidade de se avaliar, tanto a potência aeróbia, definida como o máximo de energia liberada por unidade de tempo, assim como a capacidade deste sistema, que indica a quantidade total de energia disponível na via (GASTIN, 2001) em atletas de Taekwondo.

No entanto, os estudos que procuraram avaliar a potência aeróbia em atletas de Taekwondo (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005; MELHIM, 2001; BOUHLEL et al., 2006; HELLER et al., 1998; CHIODO et al., 2011), utilizaram cicloergômetro, teste de 'vai-e-vem' de 20 m (LÉGER; LAMBÉRT, 1982) ou teste máximo em esteira ergométrica. Sendo assim, nenhum dos estudos supracitados levou em consideração a ação motora do esporte. Cabe ressaltar ainda, que em nenhum momento o atleta de Taekwondo pedala ou corre, e sim saltita e realiza chutes ao longo da competição. Ou seja, apresenta uma exigência motora diferenciada, com padrões de recrutamento motor totalmente específico do esporte (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

No Taekwondo, a técnica de chute Bandal Tchagui ao longo dos combates é a mais utilizada, tanto por atletas medalhistas, como por atletas que não conquistaram medalhas durante competição (KWOK, 2010; CASOLINO et al., 2012). Na maioria das vezes, o teste empregado na avaliação dos atletas de esportes de combate, como o Taekwondo, não leva tal aspecto em consideração, o que pode comprometer a validade ecológica do mesmo, além de dificultar à

utilização prática dos índices fisiológicos obtidos na preparação física dos atletas.

Nunan (2006) submeteu cinco atletas de Karatê a uma avaliação da capacidade aeróbia utilizando o Teste Aeróbio Específico para Karatê (KSAT). O teste utiliza movimentos específicos requeridos em competição. Durante o teste o atleta deve golpear um saco de pancada com o punho e o pé direito seguido de punho e pé esquerdo. O atleta deve realizar a sequência duas vezes em um tempo de sete segundos e a progressão na intensidade do teste é determinada por sinal sonoro que determina o início da sequência de golpes e o tempo de intervalo para uma nova sequência. O intervalo para o início da sequência vai ficando cada vez menor. No presente estudo, os autores não encontraram diferença significativa para os valores de consumo de oxigênio (VO_2) pico, VO_2 relativo, FC_{MAX} , e tempo de exaustão durante teste e reteste. Recentemente o KSAT apresentou excelente reprodutibilidade para o tempo de exaustão e não apresentou diferença significativa para as respostas de FC e percepção subjetiva de esforço de atletas de Karatê submetidos a teste e reteste. O teste ainda demonstrou capacidade de distinguir atletas de diferentes níveis, com atletas de nível nacional apresentando maior tempo de exaustão do que atletas de nível regional (CHAABENE et al., 2012).

Na literatura também é apresentado o Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET) (SANT'ANA, 2007; SANT'ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009) que emprega o chute Bandal Tchagui e permite a obtenção de índices específicos para modalidade, frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), indicadora de potência aeróbia e a frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), indicadora de capacidade aeróbia. O TET é executado em uma área de 2 x 2 m demarcada por tatame, com uso de saco de "pancada" e com os chutes dos atletas, sendo determinados por sinal sonoro. Porém, ainda não foi constatada a validação do Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET). Para que isso ocorra é necessário evidenciar, por exemplo, a reprodutibilidade e a validade concorrente do mesmo, de forma que este possa ser utilizado por pesquisadores e profissionais da área esportiva na avaliação específica de atletas desta modalidade.

Sendo assim, surgiram as seguintes questões a investigar: as variáveis obtidas a partir do TET são reprodutíveis? Os valores de VO_{2max} e VO_2 relativos obtidos no TET são diferentes dos determinados em teste máximo em esteira ergométrica? O TET é um teste válido para avaliação aeróbia de atletas de Taekwondo?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Investigar a validade do Teste Progressivo Específico para Taekwondo como um método para avaliação aeróbia específica em atletas de Taekwondo.

1.2.2 Objetivos específicos

- Verificar a reprodutibilidade do TET;
- Identificar o VO_{2max} , FC_{MAX} , o ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), o consumo de oxigênio correspondente à intensidade de PDFC (VO_{2PDFC}) a FCH_{MAX} , FCH_{PDFC} durante o TET;
- Identificar o VO_{2max} , a FC_{MAX} , PDFC, o VO_{2PDFC} , a velocidade máxima (V_{MAX}) e a velocidade de ponto de deflexão da frequência cardíaca (V_{Dmax}) durante teste incremental máximo em esteira ergométrica (TI);
- Comparar e verificar a correlação entre as variáveis obtidas em TI e no TET;
- Verificar a concordância entre as variáveis obtidas em TI e no TET.

1.3 HIPÓTESES

Estudos anteriores sugerem que atletas de Taekwondo ao realizar o TET atingem intensidades máximas. Durante o TET os atletas de Taekwondo atingem valores de FC_{MAX} bem próximos dos valores de FC_{MAX} predita pela idade, os valores de lactato ao final TET são maiores que $8,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e os atletas demonstram exaustão voluntária ao realizar o teste. Além disso, as intensidades relativas ao limiar anaeróbio [FCH_{PDFC} e frequência de chute de limiar anaeróbio (FCHLan)] não apresentam diferenças significativas ao comparar a intensidade obtida no TET – FCH_{PDFC} e a intensidade obtida em teste específico com cargas retangulares - FCHLan (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009). Portanto, as hipóteses formuladas para o presente estudo são:

H1 - O TET é um teste válido para avaliação aeróbia específica de atletas de Taekwondo;

H2 - As variáveis obtidas durante o TET são reprodutíveis;

H3 - Não há diferença significativa entre os valores de $VO_2\text{max}$ do TET e TI;

H4 - Não há diferença significativa entre os valores de VO_2 correspondente à intensidade de PDFC do TET e do TI.

1.4 JUSTIFICATIVA

O Taekwondo, devido à própria particularidade do esporte, requer que durante o treinamento, o trabalho voltado à melhora das capacidades físicas exigidas pelo esporte seja conduzido de forma específica (GÓMES CASTAÑEDA, 2001), reproduzindo situações vivenciadas durante as competições. Recentemente, Campos e colaboradores (2012) reportaram que 66% do fornecimento de energia em um combate de Taekwondo é oriundo do sistema aeróbio. Além disso, diversos estudos têm ressaltado a importância do metabolismo aeróbio em atletas de Taekwondo (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005; BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; CAMPOS et al., 2012), inclusive têm sido observados valores de $VO_2\text{max}$ que podem ser comparados com modalidades predominantemente aeróbias (CETIN et al., 2005; BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007; REINBNITZ, 2009; CHIODO et al., 2011).

Portanto, é fundamental que se realize avaliações aeróbias em atletas desta modalidade. Porém, os estudos que avaliaram o metabolismo aeróbio em atletas de Taekwondo (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005; MELHIM, 2001; BOUHLEL et al., 2006; HELLER et al., 1998;) até o momento, utilizaram cicloergômetro, teste de ‘vai-e-vem’ de 20 m (LÉGER; LAMBÉRT, 1982) ou o teste máximo em esteira ergométrica, protocolos estes, que não levam em consideração a ação motora do esporte, e que dificultam a transferência das variáveis obtidas para as rotinas de treinamento dos atletas.

Sendo assim, o TET tem se apresentado como uma metodologia específica para avaliação aeróbia no Taekwondo, empregando o gesto motor específico do esporte e permitindo a obtenção de variáveis específicas para modalidade (FCH_{MAX} e FCH_{PDFC}). Estas intensidades podem ser utilizadas como marcadores específicos de capacidade e

potência aeróbia dos atletas, possibilitando o uso destes índices no controle e prescrição do treinamento de Taekwondo.

Os valores médios de PDFC ao aplicar o TET têm sido evidenciados (SANT' ANA, 2007; SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT' ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011) e estão em concordância com os valores descritos por Bodner e Rhodes (2000), com intensidades variando entre 88 e 94% da FC_{MAX} . Além disso, os valores de FCH_{LAn} em teste de carga constante e a FCH_{PDFC} durante o TET não apresentam diferença significativa entre si, sendo altamente correlacionadas. Os valores de FC_{MAX} e lactato ao final do TET indicam que os atletas de Taekwondo parecem atingir intensidades máximas durante sua realização (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

Por fim, o método empregado apresenta baixo custo, viabilizando a utilização prática dos índices fisiológicos obtidos, demonstrando sua validade ecológica. Sendo assim, resta verificar se os valores de VO_2max e $\%VO_2$ obtidos durante o TET apresentam validade e se a metodologia empregada é válida para avaliação aeróbia específica de atletas deste esporte.

1.5 DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS

Consumo Máximo de Oxigênio (VO_2max)

Conceitual: representa a quantidade máxima de oxigênio que o organismo pode utilizar para a produção de energia (THODEN, 1991).

Operacional: os dados de VO_2 , mensurados respiração a respiração durante o TET e o protocolo de teste incremental na esteira a partir do gás expirado serão reduzidos à média de 15 s e o VO_2max será considerado como o maior valor obtido durante o teste nos intervalos de 15 s.

Frequência Cardíaca Máxima (FC_{MAX})

Conceitual: é a maior frequência cardíaca atingida durante teste de esforço máximo (ARAÚJO et al., 1980).

Operacional: os dados de FC, mensurados durante o TET e o protocolo de teste incremental na esteira a partir de um cardiofrequencímetro serão reduzidos à média de 5 s e a FC_{MAX} será considerada como o maior valor obtido durante o teste.

Velocidade Máxima (V_{MAX})

Conceitual: velocidade máxima atingida em teste incremental na esteira, sendo considerada a velocidade na qual há uma aproximação da intensidade correspondente ao VO_{2max} .

Operacional: a velocidade máxima será identificada considerando a maior velocidade atingida no teste incremental de esteira. Para considerar que a V_{MAX} foi atingida, será adotado como critério utilizar somente a velocidade máxima atingida caso o indivíduo ultrapasse mais do que 30 s do tempo do último estágio, caso contrário para determinar o PV será adotada a velocidade do estágio anterior.

Frequência de Chute máxima (FCH_{MAX})

Conceitual: frequência de chute máxima atingida durante o TET, sendo o intervalo de execução entre um chute e outro determinado por um sinal sonoro (SANT'ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

Operacional: para determinar que FCH_{MAX} , foram utilizados os seguintes critérios: (1) o praticante deixar de acompanhar a frequência de chutes (determinada por sinal sonoro); (2) não alcançar a altura previamente estipulada e demarcada com colete de Taekwondo; (3) exaustão voluntária. Estes critérios serão observados por um avaliador durante a aplicação do protocolo do teste. Para confirmar que a FCH_{MAX} foi atingida, os critérios de finalização do teste serão associados aos valores de razão de troca respiratória maior que 1,10; FCH_{MAX} de, no mínimo, 90% da FCH_{MAX} predita para a idade; [La] maior que 8,0 mmol·L⁻¹ e a exaustão voluntária (LAURSEN et al., 2002). Será adotado como critério, utilizar somente a FCH_{MAX} atingida caso o indivíduo ultrapasse mais da metade do tempo do último estágio, caso contrário para determinar o FCH_{MAX} será adotada a FCH do estágio anterior.

Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca (PDFC)

Conceitual: intensidade de esforço relativa durante teste incremental onde a frequência cardíaca tende a apresentar uma estagnação ou desaceleração (CONCONI et al., 1982).

Operacional: o Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca será determinado ajustando os pontos da curva de frequência cardíaca versus as intensidades dos testes máximos, por meio de uma função polinomial de terceira ordem. Então, ligando-se os dois extremos da curva com uma reta, o ponto mais distante entre as duas linhas será considerado como PDFC (KARA et al., 1996).

Velocidade de Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca (V_{DMAX})

Conceitual: velocidade da esteira durante o teste incremental correspondente ao PDFC e determinada pelo método DMAX (KARA et al., 1996).

Operacional: a V_{DMAX} será determinada ajustando os pontos da curva de frequência cardíaca versus as velocidades em $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ do teste incremental máximo em esteira, por meio de uma função polinomial de terceira ordem, então se ligando os dois extremos da curva com uma reta, o ponto mais distante entre as duas linhas será considerado como V_{DMAX} .

Frequência de Chute de Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca (FCH_{PDFC})

Conceitual: frequência de chute do estágio relativo do TET correspondente ao PDFC e determinada pelo método D_{MAX} (SANT'ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

Operacional: será determinada ajustando os pontos da curva de frequência cardíaca versus as FCH do TET, por meio de uma função polinomial de terceira ordem, então se ligou os dois extremos da curva com uma reta, o ponto mais distante entre as duas linhas será considerado como V_{DMAX} .

1.6 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Este estudo irá investigar a validade do TET como um método para avaliação aeróbia de atletas de Taekwondo, a partir da reprodutibilidade do teste e por meio de comparação dos índices obtidos no TET, com os índices obtidos em teste incremental realizado em esteira.

O estudo foi conduzido com atletas de Taekwondo do sexo masculino de diferentes níveis (graduação, tempo de prática, experiência em competições regionais, estaduais e nacionais). Os testes laboratoriais foram realizados no segundo semestre de 2012 e início de 2013 nas dependências do Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e do Laboratório de Biomecânica (BIOMECA) do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COMPETIÇÕES DE TAEKWONDO - WTF

Nas competições nacionais e internacionais as regras que dizem respeito aos árbitros e lutadores, são as estipuladas pela *World Taekwondo Federation* (WTF). As regras têm como objetivo assegurar a padronização de todas as competições de Taekwondo de todos os níveis que sejam promovidos e/ou organizados pela WTF (WTF, 2012).

O ringue, em forma de um quadrado, é composto de duas áreas em conjunto, a área de competição e a área de segurança. A área de competição é composta por um tatame de 8 m² e a área de segurança que a contorna deve ter no mínimo 2 m ao seu redor. Os técnicos, que podem passar instruções a qualquer momento para seus atletas, ficam a 1 m de distância da área de segurança (WTF, 2012).

Em uma luta existe a participação conjunta de quatro juízes e um árbitro. O árbitro se apresenta na área de competição durante toda a luta, sendo o responsável pelo andamento da mesma, podendo intervir a qualquer momento para dar advertências, punições, permitir a entrada de médicos ou paralisar momentaneamente a luta por qualquer motivo que ache necessário. Os juízes ficam a uma distância de meio metro da área de segurança, sendo que cada juiz fica em um vértice da quadra de competição. A função dos juízes é de anotar os pontos válidos através de uma súmula ou dispositivo eletrônico que marque a pontuação (WTF, 2012).

Em uma competição oficial, os competidores precisam estar filiados a alguma associação reconhecida pela WTF, e são separados pelas seguintes características: sexo, faixa etária, graduação e peso, em cada categoria. As divisões de peso durante competições convencionais e Olimpíadas são apresentadas nas Tabela 1 e 2.

Tabela 1 - Divisão de peso dos atletas de Taekwondo em competições convencionais.

Categorias Masculinas	Categorias Femininas
Até 54 kg	Até 46 kg
Até 58 kg	Até 49 kg
Até 63 kg	Até 53 kg
Até 68 kg	Até 57 kg
Até 74 kg	Até 62 kg
Até 80 kg	Até 67 kg
Até 87 kg	Até 73 kg
Acima de 87 kg	Acima de 73 kg

Fonte: Própria.

Tabela 2 - Divisão de peso dos atletas de Taekwondo na categoria Olímpica.

Categorias masculinas	Categorias Femininas
Até 58 kg	Até 49 kg
Até 68 kg	Até 57 kg
Até 80 kg	Até 67 kg
Acima de 80 kg	Acima 67 kg

Fonte: Própria.

As lutas possuem três *rounds* com duração de 2 min., com 1 min. de intervalo entre eles. Caso a luta termine em empate, os atletas lutarão mais um *round* de 2 min., com característica de *golden point*, que acabará quando um atleta conquistar o ponto, acertando seu oponente ou por punição de seu adversário. Em caso do término da luta sem definição de ponto, a luta continuará empatada e o vencedor será decidido pelos árbitros (WTF, 2012).

Os atletas devem estar vestidos com *dobok* (uniforme) e protetores reconhecidos pela WTF. Estes protetores são para a boca, para cabeça, para o tórax, para o antebraço, para a canela, para as mãos,

para o genital e para os pés com meia protetora. O uso de protetores para os pés somente é permitido após a avaliação do médico responsável pelo evento e ou no caso do uso de coletes eletrônicos.

As áreas do corpo que são permitidas para pontuação são somente tórax e cabeça. O tórax envolve toda a área coberta de vermelho ou azul pelo protetor, desde a axila até a bacia. Na cabeça, são permitidos golpes em toda área, lateral da face, inclusive orelhas e parte detrás da cabeça. (WTF, 2012).

Os pontos são marcados quando os golpes atingem as áreas permitidas com força e precisão. Técnicas aplicadas no tórax equivalem a um ponto, técnicas de chutes giratório no tórax equivalem a dois pontos, técnicas de chutes válidos na cabeça, três pontos e técnicas de chutes giratórios válidos na cabeça, quatro pontos se houver contagem do árbitro para *knock down* (contagem até dez para validar o nocaute) é adicionado um ponto a mais.

Os pontos devem ser imediatamente anotados e divulgados, podendo ser, por meio de protetores com sensores eletrônicos ou pelos próprios árbitros de canto de quadra, estes devem ser expressos usando placares eletrônicos ou placar manual. A pontuação somente é válida se ao menos três árbitros marcarem o ponto ao mesmo tempo.

2.2 AÇÕES MOTORAS E RESPOSTAS FISIOLÓGICAS NA PRÁTICA DO TAEKWONDO

A fim de entender as estruturas temporais e a dinâmica de relação esforço pausa dos combates de Taekwondo, Campos et al. (2012) avaliaram 10 atletas de elite de Taekwondo durante simulação de combate e verificaram uma relação de esforço pausa de 1:7. Esses achados corroboram com outro estudo e que investigou as estruturas temporais de 45 combates durante o Campeonato Mundial de 2007 e os Jogos Olímpicos de 2008. Os autores verificaram a mesma relação de esforço pausa 1:7 no Taekwondo (SANTOS; FRANCHINI; LIMA, 2011). Em outro estudo, realizado por Heller et al. (1998) a relação de esforço pausa foi de 1:3 a 1:4 para competições realizadas pela *International Taekwondo Federation* (ITF), enquanto que, Matsushigue, Hartmann e Franchini (2009) encontraram uma relação de esforço pausa de 1:6 para competições de *Songham Taekwondo Federation* (STF).

É importante destacar que nos dois últimos estudos, as regras do combate e competições, não são as mesmas empregadas nas competições regidas pela WTF e que vigoram durante os Jogos

Olímpicos, o que podem influenciar a estrutura temporal e a relação esforço pausa durante o combate. Porém, independente dos estudos realizados e das regras empregadas, fica claro que o Taekwondo é um esporte de características intermitentes. Os esportes intermitentes possuem períodos de esforço de alta intensidade, intercalados com períodos de pausa, seja ela ativa ou passiva (BALSOM et al., 1992).

Gómez Castañeda (2003) realizou um longo estudo que envolveu combates realizados durante os Jogos Olímpicos de Sidney, 2000 e seletiva nacional de Cuba. Um total de 323 combates foram avaliados por meio de vídeos com objetivo de melhor compreender quais técnicas eram mais utilizadas, a frequência em que elas se repetiam e o volume de execução das técnicas por *round*. O autor ainda coletou amostras de lactato dos atletas em alguns casos. O autor identificou que as técnicas mais utilizadas eram: (1) técnicas circulares no peito, (2) tempo efetivo de combate que gira em torno 24 a 32 s de luta a cada *round*, e (3) os atletas que se caracterizaram por realizar mais ataques diretos, em direção, à seus adversários foram os que mais obtiveram vitórias, 85% das lutas. Em média, o número de ações apresentadas pelos atletas em cada assalto foi 14, sendo que cada ação era composta, em média, por três a sete golpes. Os valores de lactado oscilaram em torno de $8,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, sendo o valor de $10,8 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ o mais alto registrado.

Kwok (2012) procurou identificar a predominância das técnicas e diferenças entre as técnicas utilizadas por 123 atletas medalhistas e não medalhistas durante o 16º Jogos Asiáticos. Foi observando que há um predomínio da utilização de chute semicircular (Bandal Tchagui) nos combates, aproximadamente 63% e 69% das técnicas efetuadas por medalhistas e não medalhistas respectivamente, sendo que, 81% das técnicas de chutes são desferidos ao tronco do adversário. O estudo ainda constatou que os atletas medalhistas em relação aos que não conquistaram medalhas, apresentam maior variação de técnicas de chutes, durante o combate, utilizando maior número de chutes giratórios e chute (Mirô Tchagui) projetando a planta do pé em direção ao tronco do adversário. Em outro estudo (CASOLINO et al., 2012) ao analisarem 59 jovens atletas de Taekwondo, durante 37 combates realizados, identificaram que há um predomínio das técnicas de chutes realizadas com a perna atrás, aproximadamente 94%, em relação às técnicas de chutes executadas com a perna da frente. Ainda identificou-se que, durante os combates, as técnicas realizadas pelos atletas em sua maioria se caracterizam por ações ofensivas, aproximadamente 92%, em relação a ações defensivas. Os autores não encontram diferenças em relação às

técnicas utilizadas ao comparar atletas vencedores versus perdedores e ao comparar os gêneros (feminino vs. masculino).

O Taekwondo como modalidade esportiva envolve diversas características fisiológicas e requer altos níveis de condicionamento físico, solicitando conjuntamente os metabolismos aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia (BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; CAMPOS et al., 2012; BOUHLEL et al., 2006). Shin (1993) lembra que o atleta de Taekwondo deve ter velocidade e potência se pretende competir internacionalmente. Para Heller et al. (1998), o Taekwondo se classifica como uma atividade que requer altos níveis de força e capacidade anaeróbia. Para Gómez Castañeda (2001) o Taekwondo requer, dentro do treinamento do esporte, um trabalho de resistência especial que é determinada pelas próprias particularidades do esporte com a dinâmica das competições sendo caracterizada por realizações de movimentos repetidos e de elevada potência muscular.

Bridge e colaboradores (2007) avaliaram a resposta da frequência cardíaca (FC) em seis diferentes situações de treinamento de Taekwondo. Os valores médios variaram de 64,7 a 81,4% da FC_{MAX} . Os autores observaram diferença significativa quando comparadas às médias obtidas nas diferentes situações de treinos. No entanto, os valores ficaram dentro dos recomendados segundo o *American College of Sports Medicine* (64 a 94% da FC_{MAX}) para que se tenha melhora da aptidão cardiorrespiratória.

Bridge, Jones e Drust (2009) avaliaram em 12 combates a resposta da FC e a [La] de oito atletas durante uma competição internacional de Taekwondo. Os autores encontraram valores de FC de 175 ± 15 bpm ($89 \pm 8\%$ da FC_{MAX}), 183 ± 12 bpm ($93 \pm 6\%$ da FC_{MAX}) e 187 ± 8 bpm ($96 \pm 5\%$ da FC_{MAX}) para os rounds 1, 2 e 3 dos combates, respectivamente e [La] de $7,5 \pm 1,6$ mmol·L⁻¹, $10,4 \pm 2,4$ mmol·L⁻¹ e $11,9 \pm 2,1$ mmol·L⁻¹, respectivamente. Segundo os autores, durante a competição ambos os metabolismos são solicitados, e sugerem que as sessões de treinamento devam incluir estímulos suficientes que promovam melhoras tanto no sistema aeróbio como no anaeróbio.

Em estudo que procurou investigar a demanda energética em simulação de combate do Taekwondo, Campos e colaboradores (2012) constataram que o sistema aeróbio contribui com $66 \pm 6\%$, enquanto o sistema anaeróbio alático contribui com $30 \pm 6\%$ e o sistema anaeróbio láctico contribui com apenas $4 \pm 2\%$ de energia durante um combate. Os valores médios de VO_2 e FC ($49,9 \pm 7,1$ ml·kg⁻¹·min⁻¹ e 167 ± 12 bpm, respectivamente) durante o combate demonstram a importância do sistema aeróbio neste esporte. Os autores ainda destacam que durante o

treinamento do Taekwondo é importante dar ênfase em sessões que visem à melhora do sistema anaeróbio alático e do sistema aeróbio de fornecimento de energia. Outros estudos em modalidades com características similares às características do Taekwondo também apontam para uma predominância do metabolismo aeróbio durante as situações de combate (CRISAFULLI et al., 2009; DORIA et al., 2009). Beneke et al. (2004) ao avaliar a contribuição dos sistemas energéticos durante 36 situações de combate de Karatê encontraram uma relação de esforço pausa de 2:1 e 77,8%, 16,0% e 6,2% de contribuição dos sistemas aeróbio, anaeróbio alático e anaeróbio lático de energia, respectivamente, durante a luta, destacando a importância do sistema oxidativo durante essa modalidade.

Portanto, em esportes de combate como o Taekwondo, parece haver uma importante parcela de fornecimento de energia sendo proveniente do sistema aeróbio, isto ocorre principalmente pela característica intermitente pertinente a esta modalidade. Então parece coerente avaliar, tanto a potência aeróbia, definida como o máximo de energia liberada por unidade de tempo, assim como a capacidade deste sistema, que indica a quantidade total de energia disponível na via (GASTIN, 2001) em atletas de Taekwondo.

2.3 CONSUMO MÁXIMO DE OXIGÊNIO DE ATLETAS DE TAEKWONDO

A potência aeróbia ou consumo máximo de oxigênio (VO_2max) é a capacidade máxima que o corpo tem de captar, transportar e utilizar o oxigênio como meio de produção de energia (ATP) para os músculos em exercício (THODEN, 1991) e que pode ser representado de duas formas: em valores absolutos ($L \cdot min^{-1}$) ou relativos ($ml \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$) (DENADAI, 1999).

Há poucos estudos que procuraram avaliar a potência aeróbia em atletas de Taekwondo. Segundo Pieter (2010), a importância dos indicadores aeróbios para o desempenho de atletas de Taekwondo é relacionada com um melhor poder de recuperação dos atletas, auxiliando na manutenção da intensidade do combate no último *round* e ao longo da competição. A seguir na Tabela 3 são apresentados valores de VO_2max e VO_2 pico de jovens atletas de Taekwondo (PIETER, 2010).

Tabela 3 - Índices aeróbio em ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) de jovens atletas de Taekwondo

Estudo	País/Nível/Idade	Feminino	Masculino
Erie & Pieter (2009)	Atletas Malásia Junior (13 anos)	33,45	41,34
Noorul et al. (2008)	Atletas Recreacionais da Malásia (18-19 anos)	30,71	32,46
Erie et al. (2007)	Atletas Recreacionais da Malásia (17 anos)	39,54	49,03
Aiwa & Pieter (2005)	Atletas Recreacionais da Malásia (12-13 anos)	29,33	35,36
Melhim (2001) (VO_2max)	Atletas Recreacionais da Jordânia (12,8 anos)	-	36,3

Fonte: Tabela de índices aeróbio em ($\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) de jovens atletas de Taekwondo adaptada de Pieter (2010).

Heller et al. (1998) ao avaliarem a potência aeróbia em atletas de alto rendimento por meio de cicloergômetro a partir de medida direta do VO_2 encontraram valores moderados de VO_2max ($53,9 \pm 4,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) em atletas desta modalidade, enquanto que Bouhel et al. (2006), mesmo tendo medido a potência aeróbia pelo método indireto por meio do teste “vai-e-vem”, encontram valor médio de VO_2max de $56,22 \pm 2,57 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ nos oito atletas avaliados no seu estudo. Butios e Tasika (2007) encontraram valores similares ($53,92 \pm 3,98 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$) utilizando o mesmo protocolo. Tais valores são significativos uma vez que o teste empregado tende a subestimar os valores de VO_2max . Baldi et al. (1990) encontraram valores médios de VO_2max para atletas de nível estadual e nacional de $54,68 \pm 6,93 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $61,03 \pm 7,04 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente, enquanto que Chiodo et al. (2011) encontraram valores médios de $63,68 \pm 6,93 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para 11 atletas Italianos de nível internacional do sexo masculino em protocolo máximo em esteira ergométrica realizando medida direta do consumo de oxigênio.

Além disso, em estudo realizado com atletas femininas da seleção nacional da Croácia, divididas em dois grupos, grupo A (atletas com medalhas em competições internacionais) e grupo B (atletas que não haviam obtido sucesso nas competições internacionais), foi observado associação entre indicadores de potência aeróbia pico de velocidade

atingido durante teste em esteira com sucesso em competições internacionais (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005), e os valores de $VO_2\text{max}$ das atletas foram $49,6 \pm 3,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $47,2 \pm 2,1 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para o grupo A e B respectivamente. Por tanto, parece importante controlar e intervir de maneira a potencializar as variáveis indicadoras de potência aeróbia em atletas de Taekwondo.

2.4 LIMIARES DE TRANSIÇÃO FISIOLÓGICA

Um dos índices fisiológicos utilizados para se medir a capacidade aeróbia é o $VO_2\text{max}$ (DENADAI, 1999). Os fisiologistas e preparadores físicos vêm utilizando esse índice para determinar: a condição aeróbia; a predição do desempenho; a prescrição do treinamento e também avaliação da eficiência do treinamento (DENADAI, 1999). Porém, não é recomendado utilizar somente o $VO_2\text{max}$ como determinante de condição aeróbia de atletas de alto nível, pois existem alguns fatores (pulmonares, cardíacos e musculares) que limitam a sua melhora com o treinamento (DENADAI, 1999; BASSET e HOWLEY, 2000). Em porcentagem relativa do $VO_2\text{max}$, dois indivíduos podem ter desempenhos diferentes, sendo assim, nestes indivíduos é indicado avaliar a capacidade aeróbia, por meio do limiar anaeróbio (LAN) que parece sempre responder ao treinamento. (DENADAI, 1999; RIBEIRO, 1995).

O LAN é o momento em que a produção de lactato sanguíneo começa a aparecer no organismo de forma exponencial. A máxima fase estável de lactato (MLSS - *Maximal Lactate Steady State*) corresponde a maior intensidade do exercício em que há uma alta quantidade de lactato produzido e removido pelo organismo ao mesmo tempo, esse índice é o que melhor indica a capacidade aeróbia (BENEKE, 1995).

Atualmente existem diversos meios de se avaliar a capacidade aeróbia, sendo que dentre eles se destacam a lactacidemia, na qual é verificada a [La] no sangue, e os limiares ventilatórios (primeiro – LV_1 e segundo – LV_2), que identificam os limiares de forma não invasiva por meio das respostas ventilatórias (RIBEIRO, 1995).

O limiar de lactato ocorre à medida que a intensidade do esforço aumenta, e o organismo não consegue produzir energia somente pelo sistema aeróbio e começa a ter uma maior participação do sistema anaeróbio láctico (RIBEIRO, 1995). Os limiares de lactato podem ser obtidos por meio da análise da curva de lactato, por adoção de concentração fixa e interpolação dos resultados, pelo uso de modelos

matemáticos e pela estimativa visual de quebras das curvas de lactato (RIBEIRO, 1995).

Dentre os métodos para se encontrar a velocidade correspondente ao LAn, se destacam os de Heck et al. (1985), que fixam uma concentração de $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato durante um teste progressivo. Em se tratando de avaliação para atletas esse método pode possuir erro, pois a intensidade encontrada a $4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ está relacionada a somente uma parte da população. Com isto, a fim de, achar a intensidade corresponde à MLSS de forma individual, se utiliza, de protocolo de carga retangular (constante) com tempo de 30 min, na qual a diferença da concentração de lactato coletados nos últimos 20 min. não pode ser maior que $1 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (BENEKE, 1995). Um dos pontos negativos desse teste é que o atleta é submetido a vários testes, requerendo uma demanda maior de tempo de pesquisa, pois se leva muito tempo para encontrar a velocidade do atleta correspondente à MLSS (DENADAI, 1999).

Outras desvantagens de se utilizar o lactato sanguíneo para a identificação dos limiares metabólicos são que este método é invasivo, pois há coleta de sangue no lóbulo da orelha, precisa de avaliadores experientes e também requer aparelhos de alto custo (LIMA SILVA; TORRES, 2002). Em contrapartida, métodos não invasivos foram estabelecidos com o mesmo objetivo de predição da MLSS, dentre eles o LV₂ e o PDFC (DENADAI, 1999; SILVA; TORRES, 2002).

Os limiares ventilatórios são utilizados atualmente nas avaliações de pessoas saudáveis, atletas e até pacientes de algum programa físico específico. Para a identificação dos limiares ventilatórios, o sujeito é submetido a um teste de esforço utilizando um analisador de gás, quando se obtém diversas variáveis respiratórias que conseguem informar a quantidade de O₂ consumido e de CO₂ produzido (LIMA SILVA; TORRES, 2002).

À medida que a intensidade do exercício aumenta, algumas variáveis respiratórias mudam seu comportamento pela transição dos sistemas energéticos. Em exercício submáximo a ventilação pulmonar (VE) e a produção de dióxido de carbono (VCO₂) aumentam linearmente até aproximadamente 70% do VO₂max. Com o aumento do esforço durante o exercício surge a produção do ácido láctico, que está relacionado à utilização do glicogênio muscular como fonte energética e à redução do pH sanguíneo que diminui a velocidade das enzimas, assim limitando a utilização dos lipídios como substrato energético. Para evitar a diminuição do pH sanguíneo, os íons liberados se juntam ao bicarbonato de sódio, sendo que a consequência desse sistema de tamponamento é CO₂ + H₂O, provocando a hiperventilação para fazer

com que se capte mais O_2 e elimine mais rapidamente o CO_2 produzido (RIBEIRO, 1995).

A identificação dos limiares ventilatórios pode ser feita por meio de diversas variáveis obtidas pelo analisador de gases durante o teste. São eles: VE, VCO_2 , a razão de troca respiratória (R), as frações expiradas de O_2 (FeO_2) e CO_2 ($FeCO_2$), a pressão parcial de O_2 ($PetO_2$) e CO_2 ($PetCO_2$), os equivalentes ventilatórios para O_2 (VE/VO_2) e CO_2 (VE/VCO_2), sendo esses dois últimos as mais utilizadas, por já se saber que possuem uma boa correlação com a concentração de lactato sanguíneo [La] (RIBEIRO, 1995).

Quando atingido o LV_1 , a concentração de lactato aumenta, mas se mantém estável ou pode até reduzir com o exercício. Em intensidade acima do LV_2 , tanto a produção de ácido láctico, quanto a ventilação aumentam progressivamente, até chegar à fadiga. Por outro lado, antes de atingir o LV_1 , a [La], quase não muda em relação à de repouso e a ventilação pulmonar se mantém estável. Entre o primeiro e segundo limiar as gorduras são a principal fonte energética (RIBEIRO, 1995).

Conconi et al., (1982) desenvolveram um método não invasivo para determinação do LAn e cujo recebe o nome de PDFC. Segundo Astrand e Rodhal (1980), a curva da FC com relação ao aumento da carga de trabalho apresentaria um comportamento linear. Porém, alguns autores observaram que, a curva de FC apresenta uma característica curvilínea ou platô (CONCONI et al., 1982; BODNER e RHODES, 2000). Conconi et al. (1982) foram os primeiros pesquisadores a associar o ponto a partir do qual inicia o comportamento curvilíneo com o limiar anaeróbio, denominando-o de PDFC.

O PDFC não é reconhecível em todos os casos e, frequentemente, não corresponde ao limiar anaeróbio. As possíveis causas pela ausência da deflexão da curva FC com o avanço da intensidade de exercício estão relacionadas a falhas dos métodos de testagem. (BUNC et al., 1995), ou intensidades finais de exercício abaixo do limite de exaustão tem sido sugerido, com erros metodológicos que podem influenciar os resultados dos testes, bem como, a falta de experiência dos avaliados, que ao serem reavaliados apresentaram o PDFC (CONCONI et al., 1996).

Poucos estudos procuraram determinar o limiar anaeróbio de atletas de Taekwondo. Drabik (1995) comparou seis diferentes métodos para determinar o limiar anaeróbio em sete atletas de Taekwondo, dois testes de campo (método a partir do teste de Weltman (M1) e o método do PDFC a partir do protocolo de Conconi (M2), dois testes laboratoriais não invasivos (método do limiar ventilatório por meio da VE (M3) e método por meio da R (M4) e dois testes laboratoriais

invasivos (método da análise da curva de lactato (M5) e o método da concentração fixa de $4,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (M6). O autor utilizou os valores relativos do $\text{VO}_{2\text{max}}$ (que variaram de 57,1 a 82,2 % $\text{VO}_{2\text{max}}$) e da FC_{MAX} (que variaram de 84,4 a 93 % FC_{MAX}) para comparar o Lan. O método a partir da VE (M3) apresentou os menores valores e diferença significativa em relação ao M1, M2 e M6 ao utilizar o % $\text{VO}_{2\text{max}}$, enquanto que ao utilizar o % FC_{MAX} somente o método M1 apresentou diferença em relação ao M3. Quando o autor comparou testes de campo versus laboratoriais foram encontradas diferenças significantes do % $\text{VO}_{2\text{max}}$ a partir dos diferentes métodos para determinar o LAN, com o mesmo ocorrendo ao comparar os métodos invasivo versus não invasivo. Um fato curioso no presente estudo é que o autor utilizou % $\text{VO}_{2\text{max}}$ e % FC_{MAX} do M3 como referência para comparação em relação aos outros métodos e não os M5 ou M6 que usam medidas direta de lactato. O autor do estudo destaca que diferentes métodos para determinar o LAN não podem ser utilizados conjuntamente como índices de adaptações ao treinamento.

Recentemente em estudo com 10 atletas de Taekwondo de nível nacional foram realizados dois testes específicos para determinar o LAN em atletas de Taekwondo. TET com método do PDFC (T1) e um teste de cargas retangulares com método da concentração fixa de $4,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (T2) para determinar o Lan. Não foram encontradas diferenças significativas na FC ($179 \pm 8 \text{ bpm}$ a $94 \pm 1 \text{ \%FC}_{\text{MAX}}$ e $175 \pm 11 \text{ bpm}$ a $91 \pm 1 \text{ \%FC}_{\text{MAX}}$, para T1 e T2 respectivamente), a FCH_{Lan} e suas respectivas concentrações lactato durante T2 ($3,82 \pm 0,76 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) em intensidade correspondente a FCH_{PDFC} não apresentaram diferença significativa para concentração fixa de $4,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

Portanto, a obtenção do LAN a partir do TET parece ser uma metodologia mais adequada, uma vez que, durante a realização deste se utiliza o gesto motor do esporte e tendo em vista que a variável obtida pode ser utilizada para controle e prescrição de treinamento.

2.5 TESTES AERÓBIOS PARA AVALIAÇÃO DE ATLETAS DE ESPORTES DE COMBATE

Os ergômetros mais utilizados para os testes aeróbios são: de esteira rolante, bicicleta e degrau, sendo este último o menos comum. Em se tratando de uma avaliação de um atleta, a escolha do teste físico deve ser criteriosa, de preferência um teste específico para a sua modalidade ou um teste que aproxime mais de suas ações ou gestos

esportivos. Quando um mesmo atleta é submetido a teste em diferentes ergômetros, são encontrados resultados diferentes. Segundo Fox (2000), entre atletas de elite é importante escolher o ergômetro correto, pois os resultados podem ser influenciados pelo dispositivo selecionado. Por exemplo, um ciclista de classe mundial terá um $VO_2\text{max}$ mais baixo se for utilizada uma esteira rolante para mensurar sua potência aeróbia, versus uma bicicleta ergométrica. Além disso, o teste deve ter bons níveis de confiabilidade e reprodutibilidade (SILVA; TORRES, 2002).

Há poucos estudos que procuraram avaliar a partir de testes específicos a potência e capacidade aeróbias em esportes de combate, como é o caso do Taekwondo. Em função disso, os testes laboratoriais realizados em esteira e cicloergômetro (CHIODO et al., 2011; HELLER et al., 1998; MELHIM, 2001) e o teste de ‘vai-e-vem’ de 20 m (LÉGER; LAMBÉRT, 1982) (BOUHEL et al., 2006; BUTIOS; TASIKA, 2007) são os mais utilizados.

Recentemente, foi apresentado na literatura o TET (SANT’ ANA, 2007; SANT’ ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT’ ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011) que se apresenta como uma metodologia específica para avaliação aeróbia no Taekwondo, empregando o gesto motor (Chute *Bandal Tchagui*) utilizado no esporte e permitindo a obtenção de índices aeróbios específicos para modalidade. O TET é executado em uma área de 2 x 2 m demarcada por tatame, com uso de saco de “pancada” de 1,00 X 0,90 m, com os chutes dos atletas devendo ser realizados em altura entre a cicatriz umbilical e os mamilos. Os sujeitos iniciam o TET com a perna direita, sendo que o primeiro estágio inicia com frequência de seis chutes, alternando as pernas, com incremento de quatro chutes a cada novo estágio, os testados devem-se manter sempre em *step* (posição de luta saltitando). O ritmo de chute é ditado por sinais sonoros emitidos com intervalos fixos e que ficam mais curtos a cada estágio. Cada atleta deve acompanhar o ritmo do protocolo até a exaustão.

A partir do TET é possível a obtenção de variáveis aeróbias específicas em atletas de Taekwondo. Estas intensidades podem ser utilizadas como marcadores específicos de capacidade e potência aeróbia dos atletas (FCH_{MAX} e FCH_{PDFC} respectivamente), possibilitando o uso destes índices no controle e prescrição do treinamento de Taekwondo. Os valores médios de PDFC a partir do método D_{MAX} (KARA et al., 1996) ao aplicar o TET têm sido evidenciados (SANT’ ANA, 2007; SANT’ ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT’ ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011) e estão em concordância

com os valores descritos por Bodner e Rhodes (2000), com intensidades entre 88 a 94% da FC_{MAX} .

Além disso, Sant' Ana, Fernandes e Guglielmo (2009) aplicaram o TET, e um teste de carga constante em intensidade correspondente ao do TET com estágios de 4 min de duração e coletas da [La] para determinar os valores de frequência de chutes de limiar anaeróbio (FCH_{Lan}). O LAN foi determinado usando a concentração fixa de $4,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, interpolando valores obtidos ao término de cada estágio (HECK et al., 1985), a FCH_{Lan} (19 ± 4 chutes em aproximadamente 64 s) e a FCH_{PDFC} (18 ± 3 chutes em aproximadamente 64 s), ou seja, aproximadamente $15 \text{ chutes}\cdot\text{min}^{-1}$. Os resultados não apresentam diferença significativa entre si, sendo altamente correlacionadas e estas variáveis ficaram em média de 57 e 55% da FCH_{MAX} . Além disso, os valores de FC_{MAX} ($190 \pm 7 \text{ bpm}$) e lactato ($12,21 \pm 2,13 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) ao final do TET parecem indicar que os atletas de Taekwondo atingem intensidades máximas durante a realização do mesmo (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

Já Mota et al. (2011) realizaram estudo com atletas de Taekwondo que foram submetidos a um teste incremental (TI) específico utilizando o gesto motor (chute *Bandal Tchagui*) do esporte para determinar o Lan. Os autores utilizaram dois métodos diferentes, analisando a curva de lactato, adotando o método de estimativa visual e quebras das curvas de lactato (WASSERMAN, 1984) e o método da utilização do protocolo de lactato mínimo proposto por Tegtbur, Nelson e Silverman (1993) associado ao TI específico. Os autores realizaram o TI com estágios de 2 min. por 1 min. de intervalo, com os atletas iniciando o primeiro estágio do teste executando $15 \text{ chutes}\cdot\text{min}^{-1}$ e a cada novo estágio ocorria um incremento de mais $15 \text{ chutes}\cdot\text{min}^{-1}$. Os atletas atingiram em média $102 \pm 6,3 \text{ chutes}\cdot\text{min}^{-1}$ no TI e $99,4 \pm 7,8 \text{ chutes}\cdot\text{min}^{-1}$ no protocolo de lactato mínimo. Os autores encontraram o limiar de lactato em intensidades de 60 a 70 % da máxima (cerca de 60 a $70 \text{ chutes}\cdot\text{min}^{-1}$).

É importante ressaltar que no estudo de Mota e colaboradores o tempo dos estágios e os incrementos relativamente altos adotados na progressão dos estágios pode ter comprometido a cinética do lactato. Uma vez que para determinar o limiar de lactato individual deve-se utilizar testes com cargas progressivas em estágios de 3 min. de duração de acordo com a cinética do lactato sanguíneo (STEGMANN et al., 1981) e ou o avaliado deve ser submetido a um teste de cargas retangulares progressivas, composto no mínimo de dois estágios com duração de pelo menos 4 min cada e a concentração de lactato

sanguíneo ao final de cada estágio é determinada (CHICHARRO; ARCE, 1991). Por tanto, o número de chutes para o LAN observados no estudo de Mota et al.. (2011) parece superestimar o LAN em de atletas de Taekwondo, se observarmos, o estudo de Campos et al.. (2012) onde durante uma simulação de combate atletas de Taekwondo em intensidades próximas da realizadas em competições realizam em média 17 ± 5 chutes, 17 ± 6 chutes, 18 ± 3 chutes ao longo dos *rounds* 1, 2 e 3 da luta respectivamente, atingindo média de $5,6 \pm 1,3 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ de lactato, então valores de LAN ($\sim 4 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) entre 60 e 70 chutes $\cdot\text{min}^{-1}$ são bem superiores ao número de chutes e [La] encontrados durante combates de Taekwondo.

Ainda ao observar os resultados do estudo de Sant' Ana et al. (2011), no qual 10 atletas de nível nacional de Taekwondo realizaram um total de $24,8 \pm 3,01$ ciclos de chutes (CCh) (chutes deferidos com a perna direita e perna esquerda) em um saco de pancada, durante um teste anaeróbio máximo de 30 s, indicam que os valores descritos por Mota et al. (2011), 60 a 70 chutes $\cdot\text{min}^{-1}$ para o Lan, superestimam o Lan em atletas de Taekwondo e que a metodologia utilizada pelos autores não parece ter sido adequada para determinar a intensidade correspondente ao LAN.

Nunan (2006) também submeteu cinco atletas de Karatê a uma avaliação da capacidade aeróbia, utilizando movimentos específicos (soco e chute) requeridos em competição. O protocolo intercalou socos e chutes em um saco de pancada com o punho e o pé direito seguido de punho e pé esquerdo. O atleta deveria realizar a sequência duas vezes em um tempo de sete segundos. A progressão na intensidade do teste é determinada por sinal sonoro que determina o início da sequência de golpes e o tempo de intervalo para uma nova sequência. O intervalo para o início da sequência vai ficando cada vez menor. Os autores não encontraram diferença significativa para os valores de VO_2 pico, VO_2 relativo, FC_{MAX} , e tempo de exaustão durante teste e reteste. Sendo que os participantes que não completaram o tempo total do teste, o tempo de exaustão médio para alcançar VO_2 pico foi de 16,9 min. e 17,2 min. para testes e reteste, respectivamente. Os demais completaram o teste todo com 19 min e 42 s. Uma observação a ser feita sobre esse estudo é que o tempo de exaustão nesse protocolo é superior quando comparado ao tempo de exaustão durante a realização do TET, que tem variado entre 9 e 13 min (SANT' ANA, 2007; SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT' ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011).

É importante salientar que atualmente as diretrizes para teste aeróbio máximo indicam que VO_2 pico deve ser alcançado entre 8 e 15

min (BASES, 1997). Fox (2000) destaca que a primeira característica de um bom teste com intuito de medir a potência aeróbia de um atleta é a duração ótima do teste, que deve ficar entre 6 a 12 min., isso é alcançado escolhendo um protocolo que se adapte melhor ao nível de aptidão da pessoa que esta sendo testada.

A segunda característica citada por Fox (2000) é que o teste de potência aeróbia pode ser contínuo ou descontínuo. No teste contínuo, o indivíduo começa a se exercitar até que o teste seja interrompido por causa de (1) fadiga, (2) ter sido alcançado um ponto terminal pré-determinado, ou (3) ter sido relatado um sinal ou sintoma de que o máximo foi atingido. Em um teste descontínuo o indivíduo se exercita por um período de tempo especificado (i.e. 3 min), a seguir é proporcionado um período de repouso (2 a 5 min) antes do teste, ser reiniciado com um ritmo de trabalho mais alto. O TET se enquadra como um teste contínuo, pois o testado se exercita continuamente, sendo o teste interrompido quando o atleta não conseguisse acompanhar a frequência de chutes (determinada por sinal sonoro), quando o atleta não alcança a altura previamente estipulada ou quando este chega à exaustão voluntária, enquanto que o teste proposto por Nunan (2006) se enquadra em um modelo de teste descontínuo.

A terceira característica citada por Fox (2000) é que os testes contínuos podem ser realizados utilizando um protocolo de estado estável. Como o nome sugere, um protocolo em estado estável consiste de vários estágios de exercício, que permitirão ao indivíduo alcançar uma resposta submáxima de estado estável antes de ser aumentado o ritmo de trabalho. O TET também pode ser visto como um teste com protocolo de estado estável, pois respeita a característica de aumento na intensidade do trabalho de forma rítmica com o incremento de mais quatro chutes por parte do testado a cada estágio, e uma redução no intervalo de chutes e aumento na intensidade constante que são marcados por um sinal sonoro de forma progressiva. Por fim, verificam-se durante a realização do TET características de intermitência, similar a vivenciada pelos atletas de Taekwondo durante seus combates, relações de esforço e pausas ativas, onde o atleta executa o gesto motor conforme ditado por sinal sonoro e recupera ativamente realizando saltitos até o próximo sinal sonoro que determina a execução do próximo chute.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Este estudo, quanto à natureza, caracteriza-se como uma pesquisa aplicada. Segundo Gil (2010), a pesquisa aplicada é aquela que tem como objetivo adquirir conhecimentos voltados à aplicação em situações específicas. Com relação à abordagem do problema, o estudo se caracteriza como uma pesquisa quantitativa. A pesquisa quantitativa é aquela que traduz em números as opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (THOMAS; NELSON, 2002).

Quanto aos objetivos, a presente pesquisa classifica-se como pesquisa descritiva. Segundo Thomas e Nelson (2002), a pesquisa descritiva é um estudo das características de uma determinada população ou fenômeno ou, então, o estabelecimento de relação entre variáveis. Por último, quanto aos procedimentos técnicos, o estudo se enquadra como uma pesquisa empírica, descritiva do tipo inter-relação, sendo classificado como um estudo do tipo correlacional. Na pesquisa correlacional, são coletados dados sobre diferentes variáveis e se estabelece uma relação entre elas (THOMAS, NELSON, SILVERMAN, 2007).

3.2 SUJEITOS DO ESTUDO

A amostra foi do tipo não probabilística intencional composto dois grupos de atletas de Taekwondo, sendo os sujeitos todos do sexo masculino, com idade superior a 18 anos, tendo experiência mínima de 3,5 anos com a prática do Taekwondo. Os atletas participantes do estudo estavam engajados, ao menos em 1 hora de treinamento três vezes na semana. O primeiro grupo (G1) realizou um teste de reprodutibilidade do TET sendo composta por 12 atletas de Taekwondo e o segundo grupo (G2) realizou um teste incremental em esteira (TI) e o TET para verificar a validade concorrente, sendo composto por 18 atletas de Taekwondo. Todos os atletas participavam regularmente de competições regionais e estaduais, com parte dos atletas que participaram do estudo, sendo competidores de nível nacional e internacional. As Tabelas 4 e 5 apresentam as características dos atletas de ambos os grupos avaliados no presente.

Tabela 4 - Média e desvio padrão das variáveis de caracterização dos atletas do grupo 1 que realizaram o teste de reprodutibilidade do TET (n=12).

	Média	DP
Idade	25,83	3,38
Altura (cm)	177,34	3,80
MC (kg)	76,03	9,77
%G	12,46	2,29
Anos de prática	9,13	4,40

MC: massa corporal; %G: percentual de gordura.

Fonte: Própria.

Tabela 5 - Média e desvio padrão das variáveis de caracterização dos atletas do grupo 2 que realizaram o teste de validade concorrente para TET e TI (n=18).

	Média	DP
Idade	25,28	4,78
Altura (cm)	168,40	40,67
MC (kg)	76,08	8,24
%G	13,11	2,87
Anos de prática	8,18	4,74

MC: massa corporal; %G: percentual de gordura.

Fonte: Própria.

3.2.1 Critérios de inclusão/exclusão

Para participar do estudo o sujeito deveria ter idade mínima de 18 anos, ser saudável, ter experiência mínima de 3,5 anos com Taekwondo e aceitar participar de forma voluntária. Não poderia participar do estudo sujeito com algum problema de saúde ou que tenha tido alguma lesão muscular ou articular que comprometa a realização dos testes físicos.

3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDAS

Os instrumentos utilizados para a avaliação da composição corporal foram uma balança eletrônica (TOLEDO[®]), com sensibilidade de 100 g, para aferição da massa corporal; um estadiômetro da marca Sanny[®], com sensibilidade de 0,1 cm, para mensuração da estatura; e um compasso científico (CESCORF[®]), com sensibilidade de 0,1 mm, para mensuração das dobras cutâneas.

Para realização do TET foi utilizada uma área de 2 x 2 m demarcada por tatame, com uso de saco de “pancada” e um colete de Taekwondo em torno do saco de pancada para ajuste da altura do chute. Além disso, foi utilizado um aparelho de som com CD para determinar o ritmo de chute ditado por sinais sonoros. Para registrar a FC no TET durante o teste e reteste foi utilizado um cardiofrequencímetro (Polar Electro[®] - modelo RS400).

O TI até a exaustão foi realizado em esteira ergométrica (IMBRAMED, modelo ATL 10200). Para a coleta do lactato sanguíneo em ambos os protocolos foram utilizados capilares heparinizados e microtubos de polietileno com tampa (tipo Eppendorff). Para mensuração das variáveis ventilatórias durante a validade concorrente realizando TET e TI foi utilizado analisador de gases QUARK PFTergo (COSMED, Roma, Itália) e foi utilizado um cardiofrequencímetro (Polar Electro[®] - modelo S610).

As coletas de dados foram realizadas nos Laboratórios de Esforço Físico (LAEF) e Laboratório de Biomecânica (BIOMECA) nas dependências do Centro de Desporto (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A pesquisa foi realizada com o G1 sendo submetido a duas visitas para realizar o TET (teste e reteste). Da mesma forma o G2 foi submetido a duas visitas: uma para realizar TET e a outra para realizar o TI.

As medidas antropométricas (massa corporal, estatura e dobras cutâneas) foram realizadas sempre na primeira visita de cada atleta. Os atletas do G2 foram selecionados de forma randomizada para realizar o TET e o TI. Os testes ocorreram com intervalos de aproximadamente 48 horas e os atletas foram instruídos a não realizarem nenhum outro tipo de esforço físico 24 horas que antecedessem os testes.

3.4.1 Procedimentos da coleta de dados

Primeiramente, o presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisas com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Antes de iniciar os procedimentos para a coleta de dados, os atletas que participaram do estudo foram esclarecidos sobre os objetivos e os métodos da pesquisa, além dos riscos e benefícios associados com o protocolo dos testes, para então assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

3.4.1.1 Avaliação antropométrica

Para caracterização do grupo de atletas foram mensuradas as seguintes variáveis antropométricas: estatura, massa corporal e espessura das dobras cutâneas. O percentual de gordura foi calculado a partir da equação de (FAULKNER, 1968) com a obtenção das seguintes dobras cutâneas: supra-ilíaca, abdômen, tríceps e subescapular. Realizaram-se três tomadas em cada ponto, todas do lado direito do corpo, registrando-se o valor médio ou valor que se repetiu duas vezes. Todas as medidas foram realizadas por um único avaliador.

3.4.1.2 Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo

O TET foi executado em uma área de 2 x 2 m demarcada por tatame, com uso de saco de “pancada” com os chutes devendo ser realizados em altura entre a cicatriz umbilical e os mamilos. Os sujeitos iniciaram o TET com a perna direita, o primeiro estágio inicia com frequência de seis chutes, alternando as pernas, com incremento de quatro chutes a cada novo estágio, os testados mantiveram-se sempre em *step* (posição de luta saltitando). O ritmo de chutes foi ditado por sinais sonoros emitidos com intervalos fixos e se tornando mais curtos a cada estágio (Quadro 1). Cada atleta deve acompanhar o ritmo do protocolo até a exaustão.

Quadro 1 - Delineamento do Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET).

Estágios	Duração (s)	Duração acumulada (s)	FCH do estágio	FCH (chutes·min ⁻¹)
1	100	100	6	3,60
2	84	180	10	7,14
3	77,1	260	14	10,89
4	73,3	330	18	14,73
5	70,9	405	22	18,62
6	69,2	470	26	22,53
7	68,0	540	30	26,47
8	67,1	605	34	30,42
9	66,3	675	38	34,38
10	65,7	740	42	38,35
11	65,2	805	46	42,32
12	64,8	870	50	46,30

A primeira coluna apresenta cada estágio do teste; na segunda coluna a duração de cada estágio; na terceira coluna o tempo acumulado e ajustado; na quarta coluna FCH=frequência de chutes correspondente a cada estágio do teste.

Fonte: Própria.

O G1 realizou o protocolo acima mencionado durante o teste e o reteste, foram registrados os valores de FC a cada 5 s ao longo do protocolo (foi considerada como FC_{MAX}, a FC de pico registrada no término do teste). No G2 foram obtidas as medidas de VO₂ e FC ao longo do protocolo.

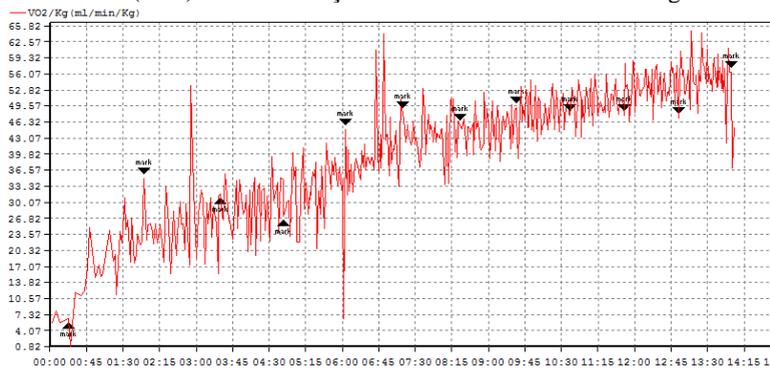
Figura 1 - Atleta durante a realização do Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo (TET).



Fonte: Própria.

Os atletas foram sempre orientados a realizar o protocolo desferindo o chute *Bandal Tchagui*, ao longo do teste, da mesma maneira que realizam o chute durante a competição com intuito de acertar o oponente e marcar pontos. Durante o protocolo todos os atletas foram encorajados a manter a mesma potência e qualidade técnica do chute do começo ao fim do teste. Foram utilizados os seguintes critérios para a finalização do teste: (1) o praticante não conseguir acompanhar a frequência de chutes (determinada por sinal sonoro); (2) não alcançar a altura previamente estipulada e demarcada com colete de Taekwondo; (3) exaustão voluntária. Estes critérios foram observados por um avaliador durante a aplicação do protocolo do teste. Os critérios de finalização do teste foram associados aos valores de $VO_2\text{max}$ (Figura 2), FC_{MAX} predita (220-idade), quociente respiratório (R) e de $[La]$ obtidos no final do TET para confirmar que o teste foi máximo.

Figura 2 - Gráfico dos valores de consumo de oxigênio em função do tempo de um sujeito representativo durante o Teste Progressivo Específico para Taekwondo (TET) com a marcação do início e o fim de cada estágio.



Fonte: Própria.

3.4.2 Teste progressivo máximo em esteira ergométrica

Os atletas do G2 foram submetidos a um teste incremental em esteira ergométrica, conforme ilustrado na Figura 3.

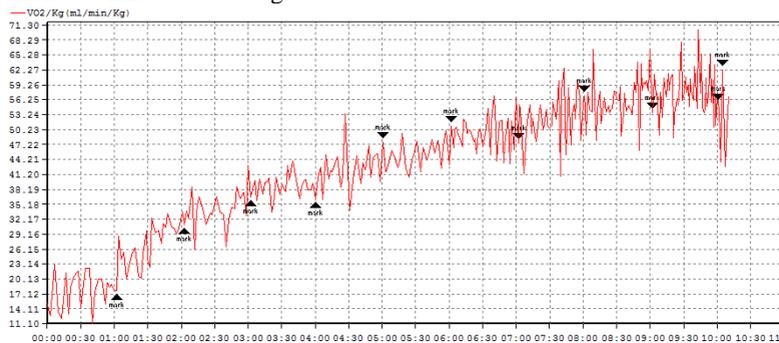
Figura 3 - Atleta durante a realização do teste incremental máximo em esteira rolante (TI).



Fonte: Própria.

O teste iniciou com uma velocidade de $8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, inclinação fixa de 1%, com incrementos de velocidade de $1,0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ a cada estágio, os quais tiveram duração de 1 min. Foram obtidas as medidas de VO_2 e FC ao longo do protocolo. O $\text{VO}_{2\text{max}}$ foi identificado como o maior valor de VO_2 atingido durante o teste enquanto a FC_{MAX} a FC de pico registrada no término do teste.

Figura 4 - Gráfico dos valores de consumo de oxigênio em função do tempo de um sujeito representativo durante o teste incremental (TI) com a marcação do início e o fim de cada estágio

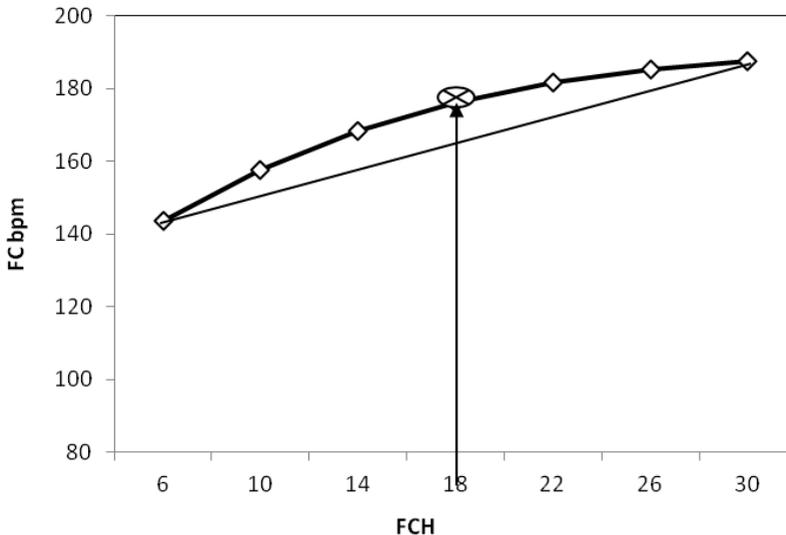


Fonte: Própria.

3.4.3 Identificação do Ponto de Deflexão da Frequência Cardíaca (PDFC)

Foi identificado o PDFC pelo método D_{MAX} (KARA et al., 1996), sendo ajustados os pontos da curva de frequência cardíaca versus a frequência de chutes dos estágios no TET e a velocidade da esteira no TI, por meio de uma função polinomial de terceira ordem. Em seguida, foram ligados os dois extremos da curva com uma reta e o ponto mais distante entre as duas linhas foi considerado como PDFC. Foram utilizados apenas valores iguais ou superiores a 140 bpm. A FCH do estágio do PDFC foi chamada de frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}) e o VO_2 da intensidade relativa ao PDFC de consumo de oxigênio de PDFC (VO_{2PDFC}).

Figura 5 - Modelo de gráfico de identificação do ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) pelo método D_{MAX} (adaptado de KARA et al., 1996).



Fonte: Própria.

3.4.4 Determinação do $VO_2\text{max}$

Para a mensuração das variáveis ventilatórias, primeiramente foram realizadas três calibrações no analisador de gases, conforme recomendações do fabricante. A primeira foi a calibração do ar ambiente, que consiste em utilizar uma amostra do ar ambiente para comparação dos valores de VO_2 (20,93%) e CO_2 (0,03%) atmosféricos. A segunda foi a calibração do gás, a qual consiste em enviar para o analisador de gases uma amostra padrão de gás do cilindro ($VO_2 = 16\%$; $CO_2 = 5\%$). Por fim, foi realizada a calibração da turbina, que consiste em mensurar o volume de uma seringa de 3 l para calibração do fluxo da turbina.

Iniciados os testes, os dados de VO_2 foram mensurados, respiração a respiração, a partir do gás expirado. Foi considerado o valor de $VO_2\text{max}$ quando os avaliados atingissem três dos quatro critérios a seguir: (1) R maior que 1,10; (2) FC_{MAX} de no mínimo 90% da FC_{MAX} predita para a idade; (3) $[La]$ maior que $8,0 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$; e (4) a exaustão voluntária (LAURSEN et al., 2002). A calibração do analisador de gás foi realizada antes de cada teste, de acordo com as recomendações do fabricante.

3.4.5 Análise do lactato sanguíneo

A fim de estimar que os atletas realizassem testes máximos, tanto no TI como no TET, concentrações de lactato sanguíneo foram obtidas a partir de amostras de $25 \mu\text{L}$ de sangue extraídas do lóbulo da orelha com um capilar heparinizado logo após ambos os testes. O sangue foi armazenado em microtubos de polietileno com tampa (tipo *eppendorff*) de 1,0 ml, contendo $50 \mu\text{l}$ de solução hemolisante (fluoreto de sódio, 1%) e em seguida armazenados a -10°C , sendo posteriormente realizada a leitura da $[La]$ por meio um de analisador eletroquímico YSI 2700 *Model Stat Select* (YSI Inc., Yellow Springs, EUA). A $[La]$ atingida no final do teste foi considerada o lactato máximo (LAC_{MAX}). Todos os procedimentos de higienização e cuidados com materiais perfurantes e amostras de sangue foram devidamente seguidos.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para apresentação dos dados foi utilizada estatística descritiva (média e desvio padrão) sendo a normalidade dos mesmos verificados mediante o teste de *Shapiro-Wilk*. Para verificar se há diferença entre os

valores médios durante o teste e reteste do TET e do TI e TET foi empregado o *teste t Student* para amostras dependentes. Para analisar a magnitude das diferenças foi calculado o *Effect Size* (g), de acordo com a fórmula apresentada por Hedges e Olkinis (1985). Para classificação dos coeficientes de magnitude foram adotados os critérios estabelecidos por Batterham e Hopkins (2006), como descritos a seguir: $< 0,1$ = trivial; $0,1-0,3$ = trivial/baixo; $0,3-0,5$ = baixo; $0,5-0,7$ = baixo/moderado; $0,7-1,1$ = moderado; $1,1-1,3$ = moderado/alta; $1,3-1,9$ = alta; $1,9-2,1$ = alta/muito alta; $> 2,1$ = muito alta. A relação entre os dois testes para as diferentes intensidades foi verificada por meio da análise de variância “two-way” (ANOVA) com o coeficiente de correlação intraclasse (CCI) sendo estabelecido para verificar a fidedignidade do teste para o reteste e para as mesmas variáveis obtidas em TET e TI. A análise de Bland-Altman foi utilizada para testar a concordância entre os métodos. O erro típico de medida foi utilizado para verificar o limite de variação das diferenças do teste para o reteste.

A correlação linear de Pearson foi aplicada para relacionar as variáveis obtidas durante os testes. Para as análises e tratamento dos dados foram utilizados os *softwares* Microsoft Office Excel 2007, o SPSS 17.0 e GraphPad Prism 5.01. Foi adotado nível de significância $p < 0,05$.

4 RESULTADOS

Na Tabela 6 são apresentados os valores de média e desvio padrão, nível de significância, coeficiente de correlação intraclasse, coeficiente de magnitude das diferenças, *effect size* e erro típico de medida da FCH_{MAX} , FCH_{PDFC} , FC_{MAX} , PDFC e Lac_{MAX} durante o TET em situação teste e reteste.

Tabela 6 - Média e o desvio padrão da frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC) e lactato máximo (Lac_{MAX}) durante no teste progressivo específico para Taekwondo (TET) durante o teste e reteste (n=12).

	Teste	Reteste	<i>p</i>	<i>g(ES)</i>	CCI	ETM (%)
FCH_{MAX} (chutes)	36,55 ± 7,43	37,64 ± 7,68	0,083	0,131	0,99	14
FCH_{PDFC} (chutes)	19,45 ± 5,15	20,55 ± 4,39	0,104	0,218	0,97	16
FC_{MAX} (bpm)	186 ± 10	186 ± 8	0,876	0,055	0,97	4
PDFC (bpm)	170 ± 11	171 ± 8	0,772	0,016	0,92	4
Lac_{MAX} (mmol·L⁻¹)	9,19 ± 1,63	8,97 ± 1,32	0,774	0,672	0,62	11

p = nível de significância; *r* = coeficiente de correlação intraclasse; *d* = coeficiente de magnitude das diferenças; ES = *effect size*; ETM = erro típico de medida.

Fonte: Própria.

As médias das variáveis não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparados teste e reteste. Ao verificar a magnitude das diferenças obtidas entre o teste e o reteste as variáveis foram classificadas da seguinte forma: FC_{MAX} e PDFC como trivial ($g < 0,1$); FCH_{MAX} e FCH_{PDFC} como trivial/baixo (g entre 0,1 e 0,3); e Lac_{MAX} como baixo/moderado (g entre 0,5 e 0,7). O coeficiente de correlação intraclasse demonstra que o teste e o reteste apresentam alta correlação para as variáveis FCH_{MAX} , FCH_{PDFC} , FC_{MAX} e PDFC e moderada associação para a Lac_{MAX} . Por fim, observam-se na tabela 6 os limites de variação relativos esperados a partir do erro típico de medida (ETM) em cada variável.

Na Tabela 7 são apresentados os valores de média e desvio padrão, nível de significância, coeficiente de correlação intraclasse, coeficiente de magnitude das diferenças, *effect size* e os limites de

concordância relativos esperados em 95% dos indivíduos da presente amostra para as variáveis VO_{2MAX} , consumo de oxigênio relativo a intensidade do ponto de deflexão da frequência cardíaca (VO_{2PDFC}), FC_{MAX} , PDFC, FCH_{MAX} , velocidade máxima (V_{MAX}), FCH_{PDFC} , velocidade no ponto de deflexão da frequência cardíaca identificada pelo método D_{MAX} (V_{DMAX}), LaC_{MAX} e Quociente respiratório (R) durante o TET e o TI.

Tabela 7 - Média e o desvio padrão de consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), consumo de oxigênio relativo a intensidade do ponto de deflexão da frequência cardíaca (VO_{2PDFC}), frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}), ponto de deflexão da frequência cardíaca (PDFC), frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), velocidade máxima (V_{MAX}), frequência de chute no ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), velocidade no ponto de deflexão da frequência cardíaca identificada pelo método D_{MAX} (V_{DMAX}), lactato máximo (LaC_{MAX}) e quociente respiratório (R) durante o TET e no teste incremental em esteira (TI) (n=18).

	TET	TI	<i>p</i>	<i>g(ES)</i>	CCI	+ 95%LC
VO₂max (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	49,16 ± 5,26	50,49 ± 4,42	0,054	0,274	0,92	11
VO₂PDFC (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	43,64 ± 5,55	42,85 ± 4,69	0,374	0,338	0,86	17
FC_{MAX} (bpm)	190 ± 8	192 ± 10	0,001	1,031	0,96	4
PDFC (bpm)	172 ± 8	169 ± 8	0,138	0,332	0,84	7
FCH_{MAX} (chutes)	34,22 ± 3,88	-	-	-	-	-
V_{MAX} (km·h ⁻¹)	-	16,06 ± 0,78	-	-	-	-
FCH_{PDFC} (chutes)	19,11 ± 3,96	-	-	-	-	-
V_{DMAX} (km·h ⁻¹)	-	11,89 ± 0,81	-	-	-	-
LaC_{MAX} (mmol·L ⁻¹)	8,91 ± 1,70	11,10 ± 2,34	0,000	0,248	0,70	-
R	1,12 ± 0,06	1,19 ± 0,11	0,008	0,778	0,62	-

p = nível de significância; *r* = coeficiente de correlação intraclasse; *d* = coeficiente de magnitude das diferenças; *ES* = effect size; *LC* = limite de concordância.

Fonte: Própria.

As médias das variáveis VO_{2max} , VO_{2PDFC} e PDFC não apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) quando comparados os valores de TET e TI. A FC_{MAX} , o R e a LaC_{MAX} foram diferentes

($p < 0,05$) entre TET e TI. Ao verificar a magnitude das diferenças obtidas entre TET e TI as variáveis foram classificadas da seguinte forma: VO_{2MAX} e Lac_{MAX} como trivial/baixo (g entre 0,1 e 0,3); $PDFC$ e VO_{2PDFC} como baixo (g entre 0,3 e 0,5); R como baixo/moderado (g entre 0,5 e 0,7); e FC_{MAX} como moderado (g entre 0,7 e 1,1). O CCI demonstra que todas as variáveis obtidas no TET e TI apresentam correlação forte.

Na Tabela 8 são apresentadas as correlações entre as variáveis obtidas no TET e TI.

Tabela 8 - Correlação entre as variáveis velocidade máxima (V_{MAX}), frequência de chute máxima (FCH_{MAX}), velocidade de ponto de deflexão da frequência cardíaca identificada pelo método DMAX (V_{DMAX}), frequência de chute de ponto de deflexão da frequência cardíaca (FCH_{PDFC}), consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}) e consumo de oxigênio relativo a intensidade do ponto de deflexão da frequência cardíaca (VO_{2PDFC}) obtidas no teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI) ($n=18$).

	V_{MAX}	FCH_{MAX}	V_{DMAX}	FCH_{PDFC}	VO_{2max} (TI)	VO_{2max} (TET)	VO_{2PDFC} (TI)	VO_{2PDFC} (TET)
FCH_{MAX} (TET)	,510	1	,149	,852	,474	,465	,340	,376
FCH_{PDFC} (TET)	,412	,852	,177	1	,320	,287	,303	,244
VO_{2max} (TET)	,666	,465	,385	,287	,865	1	,703	,893
VO_{2PDFC} (TET)	,524	,376	,562	,244	,795	,893	,771	1

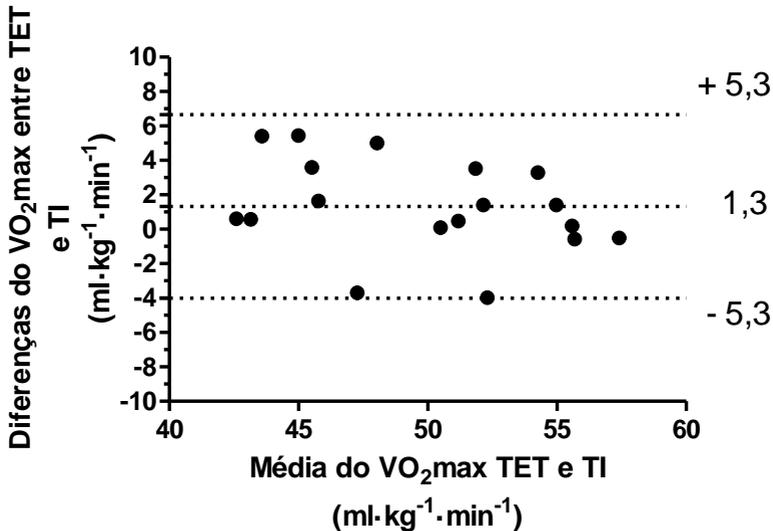
Fonte: Própria.

Os coeficientes apresentados na Tabela 8 receberam classificações qualitativas conforme propostas por Callegari-Jacques (2003, p. 90) da seguinte maneira: observou-se correlação forte da FCH_{MAX} com a FCH_{PDFC} e correlação moderada da FCH_{MAX} com a V_{MAX} , VO_{2max} do TET e o VO_{2max} do TI; a FCH_{PDFC} apresentou correlação moderada com a V_{MAX} ; o VO_{2max} do TET apresentou correlação forte com a V_{MAX} , com o VO_{2max} do TI, com VO_{2PDFC} do TET e com VO_{2PDFC} do TI. Por fim, o VO_{2PDFC} do TET apresentou correlação forte com o VO_{2max} do TI e o VO_{2PDFC} do TI e correlação moderada com V_{MAX} , FCH_{MAX} e V_{DMAX} .

A Figura 6 apresenta a plotagem para verificação de concordância entre as medidas absoluta e relativa do VO_{2max} obtidas no G2 a partir do TET e TI. No eixo vertical estão plotadas as diferenças

individuais em função das médias observadas nos dois testes (eixo horizontal).

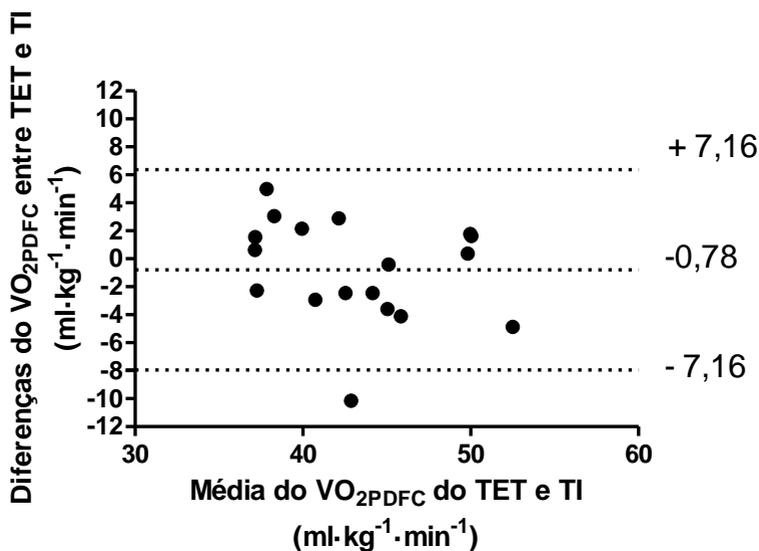
Figura 6 - Representação de Bland-Altman das diferenças do VO_2max identificado no durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).



Fonte: Própria.

A Figura 7 apresenta a plotagem para verificação de concordância entre as medidas absoluta e relativa do $\text{VO}_{2\text{PDCF}}$ obtidas a partir do TET e TI. No eixo vertical estão plotadas as diferenças individuais em função das médias observadas nos dois testes (eixo horizontal).

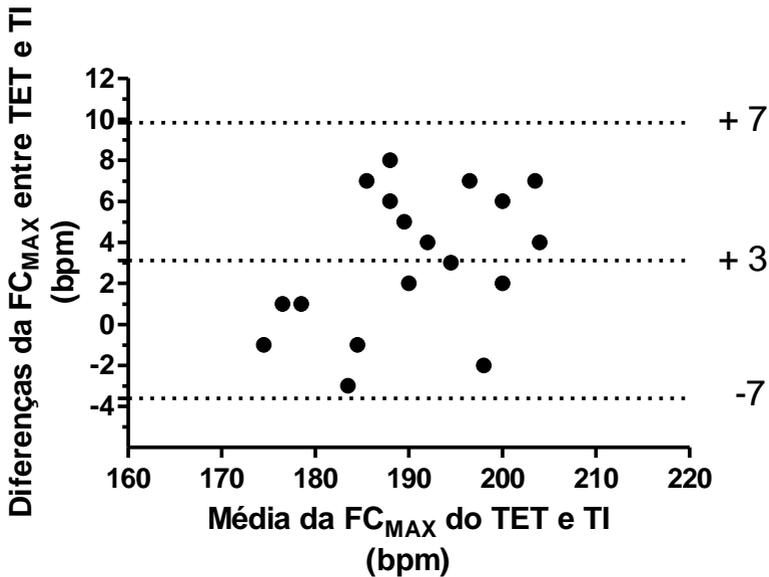
Figura 7 - Representação de Bland-Altman das diferenças do $\text{VO}_{2\text{PDFC}}$ identificado durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).



Fonte: Própria.

A Figura 8 apresenta a plotagem para verificação de concordância entre as medidas absoluta e relativa do FC_{MAX} obtidas a partir do TET e TI. No eixo vertical estão plotadas as diferenças individuais em função das médias observadas nos dois testes (eixo horizontal).

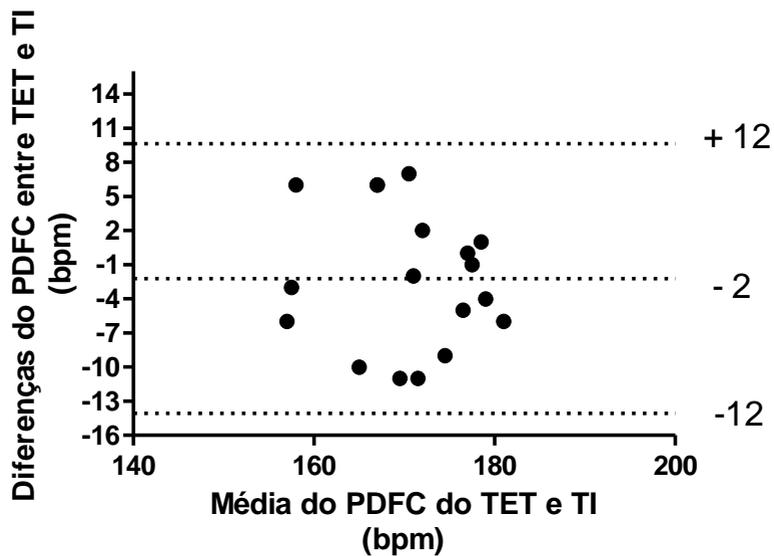
Figura 8 - Representação de Bland-Altman das diferenças da FC_{MAX} identificada durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).



Fonte: Própria.

A Figura 9 apresenta a plotagem para verificação de concordância entre as medidas absoluta e relativa do PDFC obtidas a partir do TET e TI. No eixo vertical estão plotadas as diferenças individuais em função das médias observadas nos dois testes (eixo horizontal).

Figura 9 - Representação de Bland-Altman das diferenças do PDFC identificado durante o teste progressivo específico para Taekwondo (TET) e no teste incremental em esteira (TI).



Fonte: Própria.

5 DISCUSSÃO

A principal hipótese do presente estudo foi que o TET é um teste válido para avaliação aeróbia específica de atletas de Taekwondo e os resultados obtidos a partir deste estudo permitem a confirmação desta hipótese. A validade é um dos requisitos básicos e mais importantes para qualquer instrumento de medida (SAWREY; TELFORD, 1978), sendo essa considerada quando a ferramenta de medida reflete o que foi designado para medir (ARTEAGA et al., 2000; CRONIN; HING; MCNAIR, 2004). Nesse contexto se procurou investigar a validade do TET por meio da reprodutibilidade das variáveis obtidas a partir do mesmo, e por meio da validade concorrente.

Hopkins (2000) sugere que a consistência do desempenho em um teste está relacionada à reprodutibilidade das medidas sobre múltiplas repetições e que um teste consistente e fidedigno apresenta pequena variação intraindivíduos e alta correlação para teste e reteste. Além disso, é fundamental, em estudos relativos às ciências do desporto e da medicina do esporte, analisar o erro entre diferentes medidas repetidas (SANTOS et al., 2011). Já a validade concorrente segundo Guedes e Guedes (2006) pode ser obtida por meio de correlações entre as medidas feitas no instrumento com validade desconhecida, e as medidas obtidas por teste de validade conhecida, sendo que o primeiro passo é determinar o teste considerado “padrão ouro”. Por exemplo, na avaliação da potência aeróbia máxima obter medidas de VO_2 por meio de analisador de gases em teste incremental na esteira ergométrica e comparar com os valores obtidos em um novo ergômetro. A seguir deve-se determinar a relação estatística entre os instrumentos segundo o coeficiente de correlação (SANTOS et al., 2011), e aplicar o teste “t” (TUCKMAN, 2000) para testar a hipótese de diferença entre as medidas, sendo ainda recomendado para testar a validade concorrente, analisar o grau de concordância entre as medidas (BLAND; ALTMAN, 1986).

Sendo assim, Atkinson e Nevill (1998) destacam que é extremamente importante assegurar que, uma medida que faz parte de uma pesquisa ou que sustente e controle o trabalho de um atleta, seja adequadamente reprodutiva e válida. Levando em consideração todos esses aspectos, os resultados obtidos no presente trabalho (estudo de reprodutibilidade e o estudo de validade concorrente), foram agrupados em subtópicos de assuntos correlatos e serão discutidos a seguir.

5.1 DESCRIÇÃO E DISCUSSÃO DAS VARIÁVEIS DO TET OBTIDAS NO G1

Os primeiros achados do presente estudo estão representados nos resultados da Tabela 6 onde as variáveis obtidas no TET em um grupo de 12 atletas de Taekwondo que realizaram teste e reteste. Os resultados de FC_{MAX} e Lac_{MAX} , além da exaustão voluntária, são indicativos de que os atletas atingem intensidades máximas durante o TET.

O PDFC foi identificado em todos os indivíduos do G1, e esta variável é normalmente encontrada em intensidade similar ao segundo limiar de lactato ou ventilatório, e tem sido utilizada por diversos autores (RIBEIRO et al., 1985; BODNER e RHODES, 2000; CARMINATTI, LIMA-SILVA, DE-OLIVEIRA, 2005) como indicativo do LAn. No presente estudo em ambos os testes, o PDFC identificado (~91% da FC_{MAX}) está de acordo com os valores encontrados em estudos anteriores utilizando o TET (SANT' ANA, 2007; SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT' ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011) e os valores relativos de FC do PDFC a partir do TET, conforme identificados no presente estudo, correspondem aos valores encontrados na literatura em outros modos de exercícios como ciclismo e corrida, ficando entre 88 e 94% da FC_{MAX} (BODNER e RHODES, 2000).

Os valores de FCH_{PDFC} em média ($52,41 \pm 5,26\%$ e $54,15 \pm 4,78\%$, para teste e reteste respectivamente) da FCH_{MAX} corroboram com os valores de percentual relativos da FCH_{MAX} encontrados em estudos anteriores (SANT' ANA, 2007; SANT' ANA, 2007; SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT' ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011). Além disso, em estudo anterior (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009), a FCH_{PDFC} identificada segundo o TET, não apresenta diferença significativa para Frequência de Chute de Limiar anaeróbio (FCH_{LAn}) com uma correlação forte ($r = 0,85$) entre o TET e um teste de carga constante, utilizando metodologia similar a do TET para determinar o LAn por meio de concentração fixa de $4,0\text{mmol.l}^{-1}$ (HECK et al., 1985). Isto reforça o fato de que esta variável pode ser utilizada como uma indicadora do LAn e de capacidade aeróbia específica em atletas de Taekwondo. No entanto, os valores absolutos de chutes no PDFC, que podem ser associados ao LAn de atletas de Taekwondo, quando normalizados em chutes por minuto ($16,37 \pm 4,82$ chutes $\cdot\text{min}^{-1}$ e $17,37 \pm 4,10$ chutes $\cdot\text{min}^{-1}$ no teste e reteste, respectivamente) identificados em nosso estudo, são divergentes do

número de chutes (entorno de 60 a 70 chutes·min⁻¹) reportados por Mota et al. (2011).

No estudo supracitado, os autores analisaram atletas de Taekwondo durante um teste incremental específico utilizando o gesto motor (chute *Bandal Tchagui*) do esporte para determinar o LAN. Foram utilizados dois métodos distintivos: análise da curva de lactato, adotando o método de estimativa visual e quebras das curvas de lactato (WARSEMANN, 1984), e o protocolo de lactato mínimo (TEGTBUR, NELSON; SILVERMAN, 1993) associado ao teste incremental específico. Os autores realizaram o teste incremental específico com estágios de 2 min. por 1 min. de intervalo, com os atletas iniciando o primeiro estágio do teste executando 15 chutes·min⁻¹ e a cada novo estágio ocorria um incremento de mais 15 chutes·min⁻¹. Os atletas atingiram em média 102 ± 6,3 chutes·min⁻¹ no teste incremental específico e 99,4 ± 7,8 chutes·min⁻¹ no protocolo de lactato mínimo. Os autores encontraram o limiar de lactato em intensidades entre 60 e 70% da máxima (número máximo de chutes realizados por minutos), ou seja, entorno de 60 a 70 chutes·min⁻¹. É importante ressaltar que no estudo de Mota e colaboradores o tempo dos estágios, e os incrementos relativamente altos adotados na progressão dos estágios, podem ter comprometido a cinética do lactato e os resultados encontrados pelos autores. Uma vez que, para determinar o limiar de lactato individual, deve-se utilizar testes com cargas progressivas em estágios de 3 min. de duração de acordo com a cinética do lactato sanguíneo (STEGMANN et al., 1981) e ou o avaliado deve ser submetido a um teste de cargas retangulares progressivas, composto no mínimo de dois estágios com duração de pelo menos 4 min. cada, sendo a concentração de lactato sanguíneo ao final de cada estágio determinado (CHICHARRO e ARCE, 1991).

O número de chutes (entre 60 e 70 chutes·min⁻¹) observados no estudo de Mota et al. (2011) parece superestimar os valores de LAN, principalmente se observarmos o estudo de Campos et al. (2012) no qual, durante uma simulação de combate (três *rounds*), atletas de Taekwondo em intensidades próximas às realizadas em competições desferiram, em média, 18 chutes e apresentaram uma [La] média de 5,6 ± 1,3 mmol·L⁻¹ ao longo dos combates. Levando em consideração os aspectos expostos anteriormente, o TET parece ser uma metodologia mais adequada para determinar o limiar de transição fisiológica (LTF) em atletas de Taekwondo em intensidades próximas às vivenciadas em combates, uma vez que há uma proximidade da FCH_{PDFC} identificada no TET com o número de técnicas realizadas durante competições e as

correspondentes concentrações de lactato. No entanto, estudos de validade de constructo para esta variável devem ser evidenciados para que possamos confirmar este pressuposto.

5.2 REPRODUTIBILIDADE DO TET NO ESTUDO DE REPRODUTIBILIDADE (G1)

Há fortes indicativos de reprodutibilidade das variáveis obtidas no TET, seja pelo fato de não terem sido constatadas diferenças significantes entre as variáveis obtidas durante teste e reteste, ou pelos baixos valores de coeficientes (g) de magnitude das diferenças obtidos para as variáveis analisadas. Por fim, o coeficiente de correlação intraclasse obtido ao relacionar as variáveis do TET obtidas no teste e reteste demonstra uma correlação forte para a variável Lac_{MAX} e correlação muito forte para todas as demais variáveis. Portanto, os achados do presente estudo suportam a confirmação da segunda hipótese do presente estudo.

Os limites de variação esperados a partir do erro típico de medida (ETM) em cada variável demonstram que na FCH_{MAX} o coeficiente de variação (CV) encontrado foi de 14%, ou seja, em intensidade máxima correspondente à potência aeróbia máxima, destes atletas, observa-se uma variação de até aproximadamente 5 chutes·min⁻¹, enquanto que na FCH_{PDFC} o CV encontrado foi de 16% entre teste e reteste ou aproximadamente 3 chutes·min⁻¹ na intensidade correspondente. Já para as variáveis FC_{MAX} e PDFC o CV foi de 4% entre o teste e o reteste. Os valores encontrados neste estudo são próximos dos reportados por Lambert e Lambert (2009), testando a reprodutibilidade da resposta da FC a um protocolo submáximo escalonado e intermitente de corrida. Os autores observaram um CCI variando de 0,96 a 0,99 e CV entre 1,3 a 2,4% para os estímulos. Resultados semelhantes também foram observados para o ciclismo (CV=0,9 a 3,0%) durante os estímulos do protocolo (LAMBERTS; LAMBERT, 2009).

Sendo assim, os resultados demonstram que há uma boa consistência e fidedignidade em relação às medidas obtidas a partir do TET, indicando que as variáveis obtidas a partir do TET como FC_{MAX} , FCH_{MAX} , PDFC e FCH_{PDFC} são reprodutíveis e podem de forma associada ser utilizadas como indicadoras da potência e capacidade aeróbia específica de atletas de Taekwondo, uma vez que, estas são obtidas durante modo de exercício que leva em consideração o gesto motor utilizado no esporte. Dessa forma, além de se aumentar o grau de

especificidade da avaliação em atletas deste esporte, torna-se possível a transferência e uso destas variáveis nas rotinas de treinamento dos atletas. No entanto, é importante que se realize mais estudos de reprodutibilidade do TET com um número maior de sujeitos e com situações em que os atletas sejam submetidos a medidas replicadas três vezes.

5.3 VARIÁVEIS DO TET E TI OBTIDAS NO TESTE DE VALIDADE CONCORRENTE (G2)

Os valores de $VO_2\text{max}$ entre o TET e TI ($49,16 \pm 5,26 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $50,49 \pm 4,42 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente) não apresentaram diferenças significantes ($p < 0,05$), o que permite a confirmação da terceira hipótese formulada para o presente estudo. O $VO_2\text{max}$ dos atletas desta pesquisa foram superiores aos encontrados por Thompson e Vinuesa (1991) e Noorul et al. (2011) ($44,0 \pm 6,8 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $42,2 \pm 7,9 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente) em atletas de Taekwondo de nível regional, sendo próximos dos encontrados por Butios e Tasika (2007) em atletas nacionais e internacionais e Cetin et al. (2005) e Heller et al. (1998) em atletas nacionais ($53,92 \pm 3,98 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, $51,79 \pm 2,12 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $53,9 \pm 4,4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente) e inferiores aos valores reportados por Bouhleb et al. (2006) e Chiodo et al. (2011) ($56,22 \pm 2,57 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $61,03 \pm 7,04 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$, respectivamente) em atletas de nível internacional. Essas diferenças observadas no $VO_2\text{max}$ podem ser atribuídas ao tipo de treino e ao tempo de experiência dos praticantes pesquisados, bem como, da demanda em relação a tal capacidade, pois se observa que, quando há uma mudança em relação ao nível competitivo dos atletas, há modificação em relação aos valores de $VO_2\text{max}$ obtidos em atletas de Taekwondo durante testes incrementais máximos.

A FC_{MAX} dos atletas do G2 identificadas ($\sim 97\%$ e $\sim 99\%$ da FC_{MAX} predita pela idade para TET e TI, respectivamente), associada aos valores de lactato ($8,91 \pm 1,70 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ e $11,10 \pm 2,34 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$, para TET e TI respectivamente), R ($1,12 \pm 0,06$ e $1,19 \pm 0,11$ para TET e TI, respectivamente) obtidos ao final dos testes, além da exaustão voluntária dos atletas permitem afirmar que os atletas atingiram intensidade máxima (LAURSEN et al., 2002) em ambos os testes. O PDFC foi identificado em todos os indivíduos do G2 e ficou em média ($90,91 \pm 2,05\%$ e $88,34 \pm 2,71\%$ para TET e TI, respectivamente) da FC_{MAX} . Os valores relativos de PDFC, os valores de FCH_{MAX} ($34,22 \pm$

3,88) e FCH_{PDFC} ($19,11 \pm 3,96$), bem como, os % da FC_{MAX} predita pela idade são similares aos encontrados no G1 e aos valores dos estudos anteriores realizados com o TET (SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT' ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011).

Considerando que o Taekwondo é um esporte de exigências aeróbio-anaeróbio combinadas (BOUHLEL et al., 2006; BRIDGE; JONES; DRUST, 2009; CAMPOS et al., 2011) e que em estudo prévio (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005) foi demonstrada associação entre pico de velocidade indicador de potência aeróbia e aquisição de performance, sucesso em competições de nível internacional é essencial a realização de avaliações que contemplem a potência e a capacidade aeróbia neste esporte. Além disso, observa-se que conforme há um aumento do nível competitivo dos atletas (competições regionais, nacionais e internacionais) maiores valores de VO_2max são reportados (THOMPSON; VINUEZA, 1991; NOORUL et al., 2011; CETIN et al., 2005; BUTIOS; TASIKA, 2007; HELLER et al., 1998; BOUHLEL et al., 2006; CHIODO et al., 2011) indicando a importância desta medida em atletas desta modalidade.

O presente estudo também demonstra que os resultados de VO_{2PDFC} identificados no G2 não apresentaram diferença significativa entre o TET e o TI (tabela 7), confirmando a quarta hipótese emergida para este estudo. Porém, os valores de VO_{2PDFC} do presente estudo são superiores aos observados por Drabik (1995). O autor avaliou sete atletas de Taekwondo a partir de diferentes métodos de determinação do LTF. Utilizando o protocolo de Conconi et al., (1982), Drabik encontrou o LTF a $90,9 \pm 4,2\%$ da FC_{MAX} , similar aos valores encontrados no presente estudo. Contudo, o valor de consumo de oxigênio relativo ($\%VO_2max$) foi de $76,9 \pm 15,1\%$. Possivelmente, a diferença observada entre o $\%VO_2max$ do presente estudo e o de Drabik estejam associados ao fato que o VO_{2PDFC} no presente estudo foi medido diretamente, enquanto que no estudo de Drabik foi estabelecido a partir de uma equação de regressão linear das respostas de VO_2 e FC, em protocolo incremental realizado em cicloergômetro, para somente então serem relacionados ao PDFC obtido no protocolo de Conconi.

Além disso, o LTF utilizado por Drabik parece estar associado ao LV_1 , descrito como a carga de trabalho representada pelo primeiro ponto em que a ventilação inicia um aumento não linear. Esta intensidade é associada à intensidade de exercício onde existe um aumento da VE/VO_2 sem uma mudança equivalente do VE/VCO_2 (McLLELAN, 1985). Normalmente essa medida representa o primeiro limiar de lactato, enquanto que a intensidade correspondente ao PDFC

normalmente está mais associada ao segundo limiar de lactato (frequentemente definido como LAn) que por sua vez, quando determinado a partir de diferentes métodos, é encontrado em intensidades entorno de 88 a 93% da FC_{MAX} (WELTMAN, 1987; BUNC et al., 1995; HECK et al., 1988), conforme observado no presente estudo. Portanto, uma vez que no estudo de Drabik o $\%VO_2max$ medido durante o protocolo realizado em cicloergômetro foi identificado a $84,4 \pm 5,5\%$ da FC_{MAX} e $57,1 \pm 4,5\%$ $\%VO_2max$ a estimativa do $\%VO_2max$ identificada por este autor, a partir da equação de regressão linear, deve ter subestimado os valores em relação ao VO_2 de PDFC do protocolo de Conconi.

Em outros dois estudos (MARKOVIC; VUCETIC; CARDINALE, 2008; MARKOVIC; MIGIGOJ-DURAKOVIC; TRNINIK, 2005), realizados com atletas da seleção Croata de Taekwondo, o LV_1 foi encontrado entre 81 e 83% do VO_2max , valores esses mais próximos aos reportados no presente estudo. É importante ressaltarmos que os valores apresentados nas pesquisas supracitadas estão mais associados ao LV_1 do que ao LV_2 . O LV_2 é que representa a intensidade de exercício onde ocorre um aumento concomitante no VE/VO_2 e no VE/VCO_2 (McLLELAN, 1985) e está mais associada ao LAn e ao PDFC. Fernandes et al., (2009) observaram em jogadores de futebol que jogam em diferentes posições valores de LAn entre $82,0 \pm 5,0\%$ a $84,0 \pm 4,7\%$ do VO_2max . Londeree et al. (1995) ao submeter indivíduos à sete protocolos máximos diferentes, entre eles ciclismo, esteira e remoergômetro, verificaram uma relação de $\%VO_2max$ correspondente à 90% da FC_{MAX} , variando entre 81,4 a 85,4% do VO_2max . Já Helgerud et al. (2001) identificaram em 19 atletas juniores de futebol o LAn entre 82,4% a 86,3% do VO_2max e 87,4% e 89,2% da FC_{MAX} . Estes valores são similares quando comparados aos observados no presente estudo para o TET (91% da FC_{MAX} e $\sim 88\%$ do VO_2max) e para o TI ($\sim 88\%$ da FC_{MAX} e $\sim 84\%$ do VO_2max).

Ainda observa-se que a FCH_{PDFC} , intensidade relativa ao PDFC, dos atletas do G2, ficou em média $55,45 \pm 6,81\%$ da FCH_{MAX} , similares aos valores encontrados no G1 ($52,41 \pm 5,26\%$ e $54,15 \pm 4,78\%$ para teste e reteste, respectivamente). Já os valores de V_{Dmax} do G2 ficaram, em média $74,12 \pm 4,77\%$ da V_{MAX} . Esses valores são similares aos encontrados durante testes incrementais realizados em outros ergômetros (i.e. esteira e bicicleta) e onde estas intensidades submáximas tradicionalmente são encontradas em intensidades entre 75% a 85% do valor pico (LONDEREE et al., 1995). O TET tem apresentado valores menores para intensidade relativa ao PDFC.

Provavelmente esta diferença ocorre em função do modo de exercício, ratificando a importância do TET com respostas mais específicas para o treinamento de capacidade aeróbia, em intensidade relativa diferente dos protocolos tradicionais da literatura. Portanto, a determinação do PDFC e da intensidade relativa (FCH_{PDFC}), a partir do TET, pode ser mais precisa e útil na determinação do LTF de atletas de Taekwondo, permitindo prescrever e controlar as intensidades relativas do treinamento destes atletas em situações próximas das vivenciadas durante combate.

Conforme estudo de Butios e Tasika (2007), em competição as respostas de FC variam de 165 ± 5 até 192 ± 9 bpm e a $[La]$ varia de $2,14 \pm 1,33$ a $4,20 \pm 2,42$ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ imediatamente o fim dos *rounds* 1, 2, 3 e após o 5º min. de recuperação. Os autores destacam que os atletas de Taekwondo devem ser capazes de tolerar um nível de $[La]$ que está perto de seu limiar de lactato (aproximadamente $3,5$ $\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$) e um nível de FC média de 86% de sua FC_{MAX} (aproximadamente 160 bpm). Isto reforça a necessidade de se conhecer o LTF dos atletas de Taekwondo em situações mais específicas, a fim de, aumentar o controle das intensidades de treino dos atletas. O TET demonstra ser uma metodologia mais específica para realizar a avaliação aeróbia de atletas de Taekwondo, apresentando características específicas da modalidade que permite a transferência dos indicadores determinados em avaliação para as rotinas de treinamento.

5.4 VALIDADE CONCORRENTE DO TET ESTABELECIDO A PARTIR DE TI EM ESTEIRA

O fato das variáveis VO_{2max} , VO_{2PDFC} e PDFC não apresentarem diferença significativa, bem como, a magnitude das diferenças entre os valores para estas variáveis, apresentarem coeficientes baixos, conjuntamente com os CCI obtidos e classificados como forte e muito forte para as variáveis obtidas durante TET e TI, avigoram a validade do TET para avaliação aeróbia e obtenção de variáveis específicas em atletas de Taekwondo. O fato da FC_{MAX} ser diferente entre TET e TI e apresentar uma magnitude de diferença classificada como moderada, possivelmente esteja associado às diferenças entre o modo de exercício, como observado em outros estudos. Quando comparadas as respostas de FC_{MAX} , em diferentes protocolos de teste máximo, observa-se que os maiores valores de FC_{MAX} foram encontrados em protocolos de incrementos progressivos e de natureza contínua realizado em esteiras

(ARAÚJO et al., 1980 apud ARAÚJO; PINTO, 2005; LONDEREE et al., 1995). Segundo McArdle, Katch e Katch (2002) muitas vezes o que explica estes achados é o fato de que em esteira existe maior movimentação de massa muscular, sustentação do peso corporal e movimentação dos braços e isto se confirma principalmente quando comparado às respostas de FC_{MAX} obtidas em esteiras e cicloergômetro, onde o indivíduo se mantém sentado, com os braços apoiados e realizando somente trabalho com os membros inferiores, atenuando o trabalho em comparação com a esteira.

Porém, apesar de ter havido menores valores de FC_{MAX} durante o TET, os valores de VO_2max do presente estudo não apresentaram diferenças entre TET e TI, provavelmente em função do duplo produto frequência cardíaca e pressão arterial (PA). Ou seja, isto pode ter ocorrido em função de algum mecanismo de compensação do débito cardíaco. As respostas de PA, mais especificamente a pressão arterial sistólica (PAS), durante atividades contínuas de intensidade progressiva aumentam em proporção direta à intensidade do exercício. Isto ocorre em função de uma elevação do débito cardíaco (ACSM, 2000), expresso como o produto da FC e do volume sistólico. Sendo assim, quanto maior for o débito cardíaco maior será a quantidade de sangue bombeada pelo coração a cada minuto, causando maiores valores de VO_2 sob condições normais (MOLINARI, 2000). Dessa forma, sugerimos que durante o TET deve ter havido uma maior resposta da PAS dos atletas levando há uma redução da resposta da FC e refletindo em valores similares de VO_2max . Isto provavelmente ocorre em função das diferenças entre os protocolos e o modo de exercício realizado, porém como não foi verificada a PA dos atletas durante os testes não é possível afirmar que realmente tais mecanismos ocorreram.

Os limites de concordância encontrados (+95%LC) relativos às variáveis VO_2max e VO_{2PDFC} foram de 11 e 17%, respectivamente. Ou seja, em intensidades correspondentes a potência e capacidade aeróbia destes atletas pode-se observar uma variação de até aproximadamente $5,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ e $7,16 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ de VO_2 entre os protocolos TET e TI, conforme observado a partir dos graus de concordância estabelecidos a partir do gráfico de Bland e Altman (Figuras 6 e 7, respectivamente).

A Figura 6 demonstra uma variação média de $1,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ no grau de concordância entre TET e TI quando comparados ambos os testes, sendo esperado como limite de variação até $5,3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para as medidas de VO_2max . Comparando os resultados encontrados nesse estudo aos de VO_2max , por meio de mensuração direta visando

obtenção de medidas de reprodutibilidade desta variável, foi observado resultados com média de erro preditivo intertestes entre 4 e 7% (BILLAT et al., 1994; RENOUX et al., 2000). Sendo assim, podemos inquirir que os resultados de $VO_2\text{max}$ obtidos a partir do TET apresentam compatibilidade para com os valores durante o TI, estando seu erro provavelmente associado à variabilidade biológica da medida e as diferenças entre os modos de exercícios.

A Figura 7 demonstra uma variação média de $-0,78 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ no grau de concordância entre TET e TI quando comparados os testes, sendo esperado como limite de variação até $7,16 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{min}^{-1}$ para as medidas de $VO_{2\text{PDFC}}$. No entanto, observando a figura de forma mais detalhada, observa-se uma pequena variação intraindividual na maioria dos sujeitos da pesquisa nos graus de concordâncias para o $VO_{2\text{PDFC}}$, quando identificados a partir dos dois métodos, reforçando assim a fidedignidade do $VO_{2\text{PDFC}}$ obtido com o TET.

Nas variáveis FC_{MAX} e PDFC o LC observado foi de 4 e 7%, respectivamente. Ou seja, em intensidade máxima correspondente à potência aeróbia e à capacidade aeróbia destes atletas, pode-se observar uma variação de até aproximadamente 7 bpm e 12 bpm com os graus de concordância estabelecidos a partir do gráfico de Bland e Altman, conforme ilustrado nas Figuras 8 e 9. Uma variação média de 3 bpm no grau de concordância entre TET e TI é assumida quando comparados os testes e conforme mencionado anteriormente na variável FC_{MAX} . Além disso, FC_{MAX} apresenta diferença significativa entre o valor obtido no TET e no TI, refletindo em uma maior variação no grau de concordância intraindividual (Figura 8) entre os métodos ao obter esta medida. Porém, esta variável não demonstrou diferença significativa entre teste e reteste, bem como, o $VO_2\text{max}$ dos atletas durante TET e TI não diferiram. Isto acresce sobre o pressuposto de que em função dos diferentes protocolos, em modos de exercícios distintos, uma compensação em função de um maior volume sistólico deve ocorrer durante a realização do TET, refletindo, conseqüentemente, em menor resposta de FC durante este modo de exercício. Isto pode ser um fator muito importante, pois aumenta o grau de especificidade do protocolo para obtenção de respostas máximas em atletas de Taekwondo em teste específico com padrão de movimento similar aos realizados em competições.

Para o PDFC foi observada uma variação média de -2 bpm no grau de concordância entre TET e TI quando comparados os testes, sendo esperado como limite de variação até 12 bpm (Figura 9). Apesar dos resultados do PDFC não apresentarem diferenças entre o TET e o TI é possível observar uma variação intraindividual entre os graus de

concordância. Como mencionado anteriormente, esta variação pode estar associada ao débito cardíaco na intensidade submáxima.

Por fim, é possível verificar uma boa relação de concordância entre as situações TET e TI, principalmente para as variáveis de VO_2 . Portanto, os achados do presente estudo suportam a confirmação de sua principal hipótese, o conjunto de resultados apresentados neste trabalho permite afirmar que há uma boa consistência e fidedignidade em relação às medidas obtidas a partir do TET, indicando que as variáveis obtidas a partir do TET como FC_{MAX} , FCH_{MAX} , PDFC e FCH_{PDFC} são reprodutíveis, além de o TET apresentar uma relação de validade para variáveis obtidas a partir do protocolo, principalmente pelo fato de não ter sido apresentadas diferenças significativas, apresentar forte associação e um bom grau de concordância entre os valores do TET e TI.

5.5 CORRELAÇÕES ENTRE VARIÁVEIS DO TET E DO TI

Os resultados apresentados na Tabela 8 mostram uma forte correlação ($r= 0,852$) entre a FCH_{MAX} com a FCH_{PDFC} . Tal informação indica que há uma forte relação entre estas variáveis, sugerindo que os atletas com melhor desempenho em relação à FCH_{PDFC} (variável que pode representar uma medida aeróbia submáxima dos atletas) apresentarão melhores resultados para FCH_{MAX} (variável que representa uma medida da potência aeróbia dos atletas). Estudos realizados com atletas de modalidades que envolvem diferentes modos de exercícios demonstram associação entre o desempenho em variáveis submáximas com o desempenho em variáveis máximas. A velocidade de pico em esteira, por exemplo, tem demonstrado uma associação com a velocidade de limiar anaeróbio em teste de rampa em esteira (LIMA SILVA; LOTUFO; De OLIVEIRA, 2002). Sendo assim, futuramente a partir da FCH_{MAX} identificada no TET talvez possa ser previsto o FCH_{PDFC} de atletas de Taekwondo.

Verificou-se também correlação moderada ($r= 0,51$) entre a FCH_{MAX} e a V_{MAX} dos atletas, o que demonstra uma relação às intensidades máximas que os atletas atingiram, em ambos os modos de exercício, intensidades estas correspondentes à potência aeróbia. Isto aponta para o fato que os atletas com melhor desempenho no TET obtiveram também o melhor desempenho no TI, mesmo se tratando de protocolos que induziram os indivíduos há intensidades máximas, a partir de modos de exercícios bem diferentes. No caso do TET em

situações próximas das vivenciadas por atletas de Taekwondo em competições (realizando saltitos e chutes, ações muito mais específicas para atletas deste esporte), enquanto que no caso do TI durante corrida, ação motora que não é realizada durante competições de Taekwondo. Estes achados são importantes uma vez que estudos anteriores (MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005) demonstraram associação entre variáveis indicadoras de potência aeróbia, pico de velocidade, e resultados expressivos em competições de nível internacional em atletas de Taekwondo. Provavelmente se esta relação fosse estabelecida a partir de um protocolo específico, como o TET, uma associação entre os índices aeróbios específicos (FCH_{PDFC} e FCH_{MAX}) e capacidade discriminatória em relação à obtenção de resultados expressivos em competições poderia ser mais evidente ainda, no entanto, estudos futuros são necessários para confirmação desta hipótese.

O VO_2max durante o TET também demonstrou correlação moderada com a FCH_{MAX} ($r= 0,47$) e apresentou forte correlação com V_{MAX} ($r= 0,67$) e VO_2max do TI ($r= 0,87$). Estes fatores associados podem ser um indicativo de que os atletas atingiram o VO_2max durante o TET, uma vez que, os valores de VO_2max obtidos no TET estão associados aos obtidos em esteira e são correlacionados com máxima velocidade atingida pelos atletas durante o TI. Além disso, uma forte correlação foi observada entre o VO_2max do TET e o VO_{2PDFC} do TET ($r= 0,89$) e VO_{2PDFC} do TI ($r= 0,77$), indicando que os atletas com maiores valores de VO_2 relativos tanto no TET como no TI são também os que apresentam maiores valores de VO_{2MAX} durante o TET.

Por fim, observa-se correlação moderada do VO_{2PDFC} do TET com V_{MAX} ($r= 0,52$) e V_{DMAX} ($r= 0,52$) e forte correlação com VO_2max do TI ($r= 0,80$) e VO_{2PDFC} do TI ($r= 0,77$). Estes achados demonstram que atletas de Taekwondo com maiores valores de VO_{2PDFC} durante o TET apresentam maiores valores de VO_{2PDFC} e VO_2max durante TI, além de indicar que, os atletas deste estudo com maiores valores VO_{2PDFC} no TET tendem a apresentar maiores V_{MAX} e V_{DMAX} .

Com isto, há fortes indícios de que o TET é um bom protocolo para estimar a capacidade e potência aeróbia em atletas de Taekwondo. No entanto, são necessários mais estudos de correlação utilizando atletas de Taekwondo. Isto poderá permitir estabelecer mais claramente a relação entre as variáveis obtidas a partir do TET com desempenho em outros protocolos máximos e com aquisição de performance em atletas de Taekwondo.

5.6 CONTEXTUALIZAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O TET

Tendo em vista os achados do presente estudo, pode-se confirmar a validade do TET na avaliação de atletas de Taekwondo. Há fortes indícios que as variáveis obtidas no TET devem ser utilizadas para avaliação mais específica da potência e capacidade aeróbia de atletas de Taekwondo. O TET é um protocolo que reproduz o gesto motor dos atletas de Taekwondo em situação similar à competição.

A fim de aumentar o grau de especificidade na avaliação de desempenho nas diversas modalidades esportivas têm sido apresentados na literatura alguns testes específicos (BANGSBO, 1996; CARMINATTI et al., 2004; LEGÉR; LAMBERT, 1982). Tais testes elevam o grau de motivação dos avaliados, facilitam a aplicação e, principalmente, reduzem o custo da avaliação (AHMAIDI et al., 1992; BERTHOIN et al., 1996; CARMINATTI et al., 2004; KRUSTRUP et al., 2003). No Taekwondo, na maioria das vezes, o teste empregado na avaliação do atleta não considera tais aspectos (BOUHLEL et al., 2006; BUTIOS, TASIKA, 2007; MARKOVIĆ; MISIGOJ-DURAKOVIĆ; TRNINIĆ, 2005; MELHIM, et al., 2001). Este fato pode comprometer a validade ecológica do mesmo, uma vez que o gesto motor mais utilizado nas competições, o chute *Bandal Tchagui* (LEE, 1983), não é contemplado. Além disso, a não especificidade do teste dificulta a aplicação prática dos índices fisiológicos obtidos como indicadores de desempenho aeróbio específico e na preparação física dos atletas.

Na literatura há poucos modelos específicos para avaliação aeróbia de atletas de combate, mais especificamente, de Taekwondo. Como durante o combate de Taekwondo 66% do fornecimento de energia é proveniente do sistema aeróbio (CAMPOS et al., 2012) é necessário avaliar a potência e a capacidade aeróbia em atletas desta modalidade, identificar índices aeróbios mais específicos e determinar limiares de treino, para permitir a prescrição de um treinamento adequado, em intensidade específica, a fim de gerar adaptações orgânicas que possam melhorar índices fisiológicos nestes atletas, permitindo retardar a fadiga durante a competição de Taekwondo e auxiliar na performance do atleta.

Motta et al. (2011) apresentaram uma metodologia para determinar o LTF de atletas de Taekwondo. No entanto, os valores relativos à intensidade de limiar propostas por esses autores parecem superestimar os valores LAn. O número de chutes por minuto observado no estudo supracitado parece estar bem acima dos encontrados no TET e

do número de chutes realizados em competições de Taekwondo e suas correspondentes [La] durante competições.

Outro protocolo indicado para atletas de combate é o apresentado por Nunan (2006), no qual atletas de Karatê foram submetidos à avaliação da capacidade aeróbia utilizando movimentos específicos (soco e chute) requeridos em competição. Nesse teste a progressão na intensidade do teste é determinada por sinal sonoro, similar ao do TET, e que determina o início da sequência de golpes e o tempo de intervalo para uma nova sequência. O intervalo para o início da sequência vai ficando cada vez menor. Porém, uma observação a ser feita sobre este estudo é que o tempo de exaustão neste protocolo é superior quando comparado ao tempo de exaustão durante a realização do TET, que tem variado entre 9 e 13 min (SANT' ANA, 2007; SANT' ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009; SANT' ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011).

Sendo assim, os achados do presente estudo sustentam que as variáveis do TET não diferem das obtidas durante o TI e os indicadores do TET como a FCH_{MAX} e a FCH_{PDFC} podem fornecer respostas precisas para a prescrição e controle dos efeitos do treinamento. Os estudos realizados até o momento dificultavam a transferência das variáveis mensuradas nas avaliações (i.e. cicloergômetro e esteira) para as rotinas de treinamento, pois é fundamental que o atleta de Taekwondo realize a maioria dos seus treinos em ambiente similar a competição (tatame), reproduzindo os gestos motores. Além disso, o TET é uma metodologia de aplicação prática e que pode ser empregada às rotinas de treinamento, com um baixo custo de realização, servindo tanto no controle, como na determinação de intensidades específicas para prescrição do programa de treinamento dos atletas.

6 CONCLUSÃO

Os valores relativos de FC_{MAX} , $[La]$ e R , além da exaustão voluntária, indicam que o TET submete atletas de Taekwondo à potência aeróbia máxima. O TET é um teste reprodutível e válido para avaliação aeróbia específica de atletas de Taekwondo com a variável VO_2max obtidas durante TET e TI apresentando bom grau de concordância. Além disso, o TET apresenta-se como uma metodologia mais específica para a avaliação da potência e capacidade aeróbia de atletas desta modalidade, onde as variáveis FCH_{MAX} e FCH_{PDFC} podem ser utilizadas para a prescrição e controle dos efeitos do treinamento de atletas desta modalidade.

REFERÊNCIAS

ACSM. **Guidelines for Exercise Testing and Prescription**. Lippincott 6.ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2000.

AHMAIDI, S.; COLLOMP, K.; CAILLAUD, C.; PRÉFAUT, C. Maximal and functional aerobic capacity as assessed by two graduated field methods in comparison to laboratory exercise testing in moderately trained subjects. **International journal of sports medicine**, v. 13, p. 243-248, 1992.

ATKINSON, G.; NEVILL, A. M. Statistical methods for assessing measurement error (reliability) in variables relevant to sports medicine. **Sports Medicine**, v.26, n.4, p. 217-38,1998.

ARAÚJO, C. G. S.; BASTOS, M. A. P. M.; PINTO, N. L. S.; CAMARA, R. S. A frequência cardíaca máxima em nove diferentes protocolos de teste máximo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.2, p. 20-31, 1980.

ARTEAGA, R.; DORADO, C.; CHAVARREN, J.; CALBET, J. A. Reliability of jumping performance in active men and women under different stretch loading conditions. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.40, n.1, p.26-34, 2000.

ASTRAND, P. O. Human physical fitness with special reference to sex and age. **Physiological Reviews**, v.36, p.307-36, 1956.

ASTRAND, P. O.; RODAHL, K. **Tratado de fisiologia do exercício**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

ALVAREZ BEDOLLA, A. Selección de los contenidos para el desarrollo óptimo de la preparación física en competidores de Taekwondo. **Revista Digital** - Buenos Aires - Año 8 - N° 58, mar. 2003 Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/>>. Acesso em: 10 out. 2012.

BALSOM, P. D.; SEGER, J. Y.; SJÖDIN, B.; EKBLÖM, B. Maximal-intensity intermittent exercise: effect of recovery duration. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, n.7, p.528-533, 1992.

BANGSBO, J. **YO-YO tests**. HO + Storm, Bagsvaerd. Copenhagen: August Krogh Institute - Copenhagen University, 1996.

BAR-OR, O. The Wingate anaerobic test: an update on methodology, reliability and validity. **Sports Medicine**, v.4, p.381-394, 1987.

BASES. British Association of Sport and Exercise Sciences. Physiological Testing Guidelines. Eds: Bird, S. and Davison, R. 3rd edition. Leeds, 1997.

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

BATTERHAM, A.; HOPKINS, W.G. Making meaningful inferences about magnitudes. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, v.1, p.50-57, 2006.

BENEKE, R. Anaerobic threshold, individual anaerobic threshold, and maximal lactate steady state in rowing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n. 6, p. 863-867, 1995.

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

BERTHOIN, S.; PELAYO, P.; LENSEL-CORBEIL, G.; ROBIN, H.; GERBEAUX, M. Comparison of maximal aerobic speed as assessed with laboratory and field measurements in moderately trained subjects. **International Journal of Sports Medicine**, v.17, n. 7, p. 525-529, 1996.

BILLAT, V.; RENOUX, J. C.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; KORALSZTEIN, J. P. Times to exhaustion at 100% of velocity at VO₂max and modelling of the time-limit/velocity relationship in elite long-distance runners. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, Berlin, v.69, n.3, p.271-3, 1994.

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

BODNER, M. E.; RHODES, E. C. A review of the concept of the heart rate deflection point. **Sports Medicine**, v.30, n.1, p.31-46, 2000.

BOUHLEL, E.; JOUINI, A.; GMADA, N.; NEFZI, A.; ABDALLAH, B. K.; 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**, v.21, 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 of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.47, n.2, p.179-85, 2007.

BUNC, V.; HOFMANN, P.; LEITNER, H.; GAISL, G. Verification of the heart rate threshold. **European Journal of Applied Physiology**, Berlin, v.70, n.3, p.263-9, 1995.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CAMPOS, F. A. D.; BERTUZZI, R.; DOURADO, A. C.; SANTOS, V. G. F.; FRANCHINI, E. Energy demands in Taekwondo athletes during combat simulation. **European Journal of Applied Physiology**, v.112, n.4, p.1221-8, 2012.

CARMINATTI, L. J.; LIMA-SILVA, A. E.; DE-OLIVEIRA, F. R. Aptidão Aeróbia em Esportes Intermitentes - Evidências de validade de construto e resultados em teste incremental com pausas. **Revista Brasileira de Fisiologia do Exercício**, v.3, n.1, p.120, 2004.

CASOLINO, E.; LUPO, C.; CORTIS, C.; CHIODO, S.; MINGANTI, C.; CAPRANICA, L.; TESSITORE, A. Technical and tactical of young Taekwondo performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.6, p.1489-1495, 2012.

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.

CHAABENE, H.; HACHAN, Y.; FRANCHINI, E.; MKAOUER, B.; MONTASSAR, M.; CHAMARI, K. Reliability and construct validity of the karate specific aerobic test. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.26, n.12, p.3454-3460, 2012.

CHICHARRO, J. L.; ARCE, J. C. L. **Umbral anaerobio bases fisiologicas y aplicacion**. Madrid, Interamericana, 1991.

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, p.334-339, 2011a.

CHIODO, S.; TESSITORE, A.; CORTIS, C.; CIBELLI, G.; LUPO, C.; AMMENDOLIA, A.; DE ROSAS, M.; CAPRANICA, L. Stress-related hormonal and psychological changes to official youth Taekwondo competitions. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v.21, p.111-119, 2011b.

CONCONI, F.; FERRARI, M.; ZIGLIO, P. G.; DROGHETTI, P.; CODECA, L. Determination of anaerobic threshold by noninvasive field test in runners. **Journal of Applied Physiology: Respirat Environ Exercise Physiology**. V.52, n.4, p.869-873, 1982.

CONCONI, F.; GRAZZI, G.; GUGLIELMINI, C.; BORSETTO, C.; BALLARIN, E.; MAZZONI, G. The Conconi Test: Methodology after 12 years of application. **International Journal of Sports Medicine**, v.17, p.509-19, 1996.

CRISAFULLI, A.; VITELLI, S.; CAPPAL, 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, p.143–150, 2009.

CRONIN, J. B.; HING, R. D.; MCNAIR, P. J. Reliability and validity of a linear position transducer for measuring jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.3, p.590-3, 2004.

DENADAI, B. S.; GUGLIEMO, L. G. A.; DENADAI, M. L. D. R. Validade do teste de Wingate para a avaliação da performance em corridas de 50 e 200 metros. **Motriz**, v.3, n.2, p.83-94, 1997.

DENADAI, B. S. **Índices fisiológicos de avaliação aeróbia: conceitos e aplicações**. Ribeirão Preto, 1999.

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 of Applied Physiology**, v.107, p.603–610, 2009.

DRABIK, P. Estimation of the anaerobic threshold in male Taekwondo athletes by using six different methods. **Biology of Sports**, v.12, n.1, 1995.

FAULKNER, J. A. Physiology of swimming and diving. In: _____. FALLS, H. **Exercise Physiology**, Baltimore: Academic Press, 1968.

FERNANDES, J. S.; GUGLIELMO, L. G. A.; FLORIANO, L. T.; ARINS, F. B.; DITTRICH, N. Aptidão aeróbia e capacidade de sprints repetidos no futebol: comparação entre as posições. **Motriz**, Rio Claro, v.15, n.4, p.861-870, 2009.

FOX. **Bases fisiológicas do exercício e do esporte**. Ed. Guanabara Koogan, 2000.

GASTIN, P. B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, v.31, n.10, p.725-741, 2001.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GÓMEZ CASTAÑEDA, P. **Análisis del trabajo de la resistencia especial como aspecto importante para el rendimiento competitivo en atletas de la selección nacional juvenil de Taekwondo**. Tesis de Maestría. ICFS “Manuel Fajardo” La Habana, Cuba, 2001.

GÓMEZ CASTAÑEDA, P. Tendencias actuales en el entrenamiento del Taekwondo. Disponível em: <www.masTaekwondo.com/23551>. Acesso em: 08 abr. 2012.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em Educação Física**. Manole: São Paulo, 2006.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MUCKE, S.; MULLER, R.; HOLMANN, W. Justification of the 4mmol/l lactate threshold. **International Journal of Sports Science**, v.6, p.117-130, 1985.

HECK, H.; TIBERI, M.; BECKERS, K.; LAMMERSCHMIDT, W.; PRUIN, E.; HOLLMANN, W. Lactic acid concentration during bicycle-ergometer exercise with preselected percentages of the Conconi-threshold (Abstract). **International Journal of Sports Medicine**, v. 9, p. 367, 1988.

HEDGES, L. V.; OLKIN, I. **Statistical methods for meta-analysis**. Orlando, FL: Academic Press, 1985.

HELGERUD, J.; ENGEN, L. C.; WISLOFF, U.; HOFF, J. Aerobic endurance training improves soccer performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.33, n.11, p.1925—1931, 2001.

HELLER, J.; PERIC, T.; DLOUHÁ, R.; KOHLÍKOVÁ, E.; MELICHNA, J.; NOVÁKOVÁ, H. Physiological profiles of male and female Taekwondo (ITF) black belts. **Journal of Sports Sciences**, v.16, p.243-249, 1998.

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

KARA, M.; GÖKBEL, H.; BEDİZ, C.; ERGENE, N.; UÇOK, K.; UYSAL, H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.36, n.1, p.31-4, 1996.

KRUSTRUP, P.; MOHR, M.; AMSTRUP, T.; RYSGAARD, T.; JOHANSEN, J.; STEENSBERG, A.; PEDERSEN, P. K.; BANGSBO, J. The Yo-Yo intermittent recovery test: Physiological response, reliability and validity. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, p.697-705, 2003.

KWOK, H. H. M. Discrepancies in fighting strategies between Taekwondo medalists and non-dedalists. **Journal of Human Sport and Exercise**, v.7, n.4, p.806-814, 2012.

LAMBERTS, R. P.; LAMBERT, M. I. Day-to-day variation in heart rate at different levels of submaximal exertion: Implications for monitoring training. **Journal of Strength and Conditioning Research, Champaign**, v.23, n.3, p.1005-10, 2009.

LAURSEN, P. B.; SHING, C. M.; PEAKE, J. M.; COOMBES, J. S.; JENKINS, D. G. Interval training program optimization in highly trained endurance cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 34, n. 11, p.1801-1807, 2002.

LÉGER, L.; LAMBERT, J. A maximal multistage 20 mshuttle run test to predict VO₂max. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.49. p.1-12, 1982.

LEE, S. K. Frequency analysis of the Taekwondo techniques used in a tournament. **Journal of Taekwondo**, v.46, p.122–130, 1983.

LIMA SILVA, A. E.; LOTUFO, R. F.; De OLIVEIRA, F. R. Predição do segundo limiar ventilatório a partir do pico de velocidade em teste progressivo em esteira. In: CONGRESSO SUL-BRASILEIRO DE MEDICINA DO ESPORTE, 4. Blumenau. **Anais...** Blumenau: SCME, Sociedade Catarinense de Medicina do Esporte, agosto, 2002.

LIN, W. L.; YEN, K. T.; DORIS LU, C. Y.; HUANG, Y. H.; CHANG, C. K. Anaerobic capacity of elite Taiwanese **Taekwondo athletes. Science and Sports**, v.21, p.291-293, 2006.

LONDEREE, B. R.; THOMAS, R. T.; ZIOGAS, G.; SMITH, T. D.; ZIOAS, G. %VO₂max versus %HRmax regression for six modes of exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 27, n. 3, p. 458-461,1995.

McARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. **Fundamentos de Fisiologia do Exercício**. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.

MARKOVIĆ, G.; MISIGOJ-DURAKOVIĆ, M.; TRNINIĆ, S. Fitness profile of elite Croatian female Taekwondo athletes. **Collegium Antropologicum**, v.29, p.93-9, 2005.

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

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

McLELLAN, T. M. Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, p.30-35, 1985.

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

MOTA, G. R.; MAGALHÃES, C. G.; AZEVEDO, P. H. S. M.; IDE, B. N.; LOPES, C. R.; CASTARDELI, E.; NETO BARBOSA, O.; MAROCOLO JUNIOR, M.; BALDISSERA, V. Lactate Threshold in Taekwondo through Specifics Tests. **Journal of Exercise Physiology**, v.14, n. 3, 2011.

MOLINARI, B. **Avaliação Médica e Física Para Atletas e Praticantes de Atividades Físicas**. São Paulo: Editora Roca Ltda, 2000.

NOORUL, H. R.; PIETER, W.; ERIE, Z. Z. Physical fitness of recreational adolescent Taekwondo athletes. **Brazilian Journal of Biomotrcity**, v.2, n.4, p.230-240, 2008.

NUNAN, D. **Development of a sports specific aerobic capacity test for karate** – A pilot study. *Journal of Sports Science and Medicine*. Combat Sports Special Issue, 01 July 2006.

PEREIRA, B.; SOUZA JUNIOR, T. P. **Metabolismo celular e exercício físico, aspectos bioquímicos e nutricionais**. 2.ed. São Paulo: Phorte, 2007.

PIETER, W.; TAAFFE, D.; HEIJMANS, J. Heart rate response to Taekwondo forms and technique combinations. A pilot study. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.30, p.97-102,1990.

PIETER, W. Performance Charateristics of Elite Taekwondo Athletes. **Korean Journal of Sport Science**, v.3, p.94-117, 1991.

POWERS, S. E.; HOWLEY E. T. **Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho**. 5a. ed. Barueri, SP: Manole, 2005.

REINBNITZ, F. S. **Intensidade do treinamento pré-competição de Taekwondo**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Federal de Santa Catarina-UFSC, Florianópolis, 2009.

RENOUX, J. C.; PETIT, B.; BILLAT, V.; KORALSZTEIN, J.P. Calculation of times to exhaustion at 100 and 120% maximal aerobic speed. **Ergonomics, London**, v.43, n.2, p.160-6, 2000.

RIBEIRO, J. P.; FIELDING, R. A.; HUGHES, V.; BLACK, A.; BOCHESE, M. A.; KNUTTGEN, H. G. Heart rate break point may coincide with the anaerobic threshold and not the aerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.6, p.220-24, 1985.

RIBEIRO, J. P. . Limiares metabólicos e ventilatórios durante o exercício. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 64, p. 171-181, 1995.

ROH, J. O.; WATKINSON, E. J. Video analysis of blows to the head and face at the 1999 World Taekwondo Championships. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.42, n.3, p.348-353, 2002.

SANT' ANA, J. **Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade do Estado de Santa Catarina UDESC, Florianópolis, 2007.

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

SANT' ANA, J.; LIBERALI, R.; NAVARRO, F. TREINAMENTO DE RESISTÊNCIA AERÓBIA PARA ATLETAS DE TAEKWONDO. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, São Paulo, v.5, n.28, p.308-316, 2011.

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

SANTOS, S. G. (org) **Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à educação física**. 1ª ed. Florianópolis/SC, 2011.

SAWREY, J. M.; TELFORD, C.W. **Medidas educacionais**. Rio de Janeiro: Livros Tecnicos e Cientificos, 1978.

SHIN, J. K. Train to be a champion. **World Taekwondo-Do Federation Magazine**, v.47, p.63-66,1993.

SILVA, A. C.; TORRES, F. C. Ergoespirometria em atletas paraolímpicos brasileiros. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v.8, n.03, p.107-116, 2002.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W.; SHNABEL, A. Lactate kinetics and individual anaerobic threshold. **International Journal of Sports Medicine**, v.2, p.160 -165, 1981.

TEGTBUR, U.; BUSSE, M.W.; BRAUMANN, K.M. Estimation of an individual equilibrium between lactate production and catabolism during

exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.25, n.5, p.620-627, 1993.

THOMAS, J. R.; NELSON, J. K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Porto Alegre: ARTMED, 2002.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K.; SILVERMAN, S.J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 5.ed. Ed. Porto Alegre, RS: Artmed, 2007.

THOMPSON, WR.; VINUEZA, C. Physiologic profile of tae kwon do Black belts. **Sports Medicine Training and Reability**, v.3, p.49-53, 1991.

THODEN, J. S. Testing aerobic power. In: _____. **Physiological testing of the high-performance athlete**. 2. ed. Champaign: Human Kinetics Books, p.107-173, 1991.

TRITSCHLER, K.A. **Medida e Avaliação em Educação Física e Esportes de Barrow & McGee**. Barueri, São Paulo: Manole, 2003.

TUCKMAN, B.W. **Manual de investigação em educação**. Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2000.

WASSERMAN, K. The anaerobic threshold measurement to evaluate exercise performance. **American Review of Respiratory Disease**, v.129, n2, p.35-40, 1984.

WELTMAN, A. Prediction of Lactate Threshold and Fixed Blood Lactate Concentrations from 3200-m Running Performance in Male Runners. **International Journal Sports Medicine**, v.8, p.401-406, 1987.

WTF. **Competition Rules**. Disponível em:

<http://www.wtf.org/wtf_eng/site/rules/competition.html>. Acesso em: 1 ago 2012.

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal de Santa Catarina
Departamento de Educação Física

Centro de Desportos



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título do Projeto: **VALIDAÇÃO DO TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICOS PARA TAEKWONDO**

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada **“VALIDAÇÃO DO TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICOS PARA TAEKWONDO”**, a ser realizada junto ao Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e ao Laboratório de Biomecânica (BIOMEC), vinculado ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Com sua adesão ao estudo, você terá que ficar disponível para a pesquisa em 3 sessões, todas realizadas no CDS/UFSC, com duração de aproximadamente 60 minutos. Você não poderá se submeter a nenhum esforço intenso em um período de 24 horas antecedentes aos testes.

Na primeira sessão, realizada no LAEF, um avaliador preencherá uma ficha com seus dados pessoais. Logo após, você será submetido à avaliação antropométrica, na qual serão realizadas medidas de massa corporal, estatura e dobras cutâneas. Em seguida, será realizado com você um teste progressivo máximo em esteira ergométrica.

Nas outras 2 sessões você irá realizar o **TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICOS PARA TAEKWONDO (TET)**, você deverá estar com Dobok (uniforme de Taekwondo). O mesmo será realizado em uma área de 2 x 2 m, localizado dentro de um ginásio, sala ou espaço físico, com um saco de “pancada” de 1,00 X 0,90 m. Os chutes devem ser executados em altura entre a cicatriz umbilical e os mamilos. Você irá iniciar o teste com a perna direita e frequência de seis chutes no primeiro estágio, alternando as pernas com incremento de quatro chutes a cada novo estágio, onde você deverá manter-se sempre em ‘step’ (posição de luta saltitando). O ritmo de chute será ditado por sinais sonoros, emitidos com intervalos fixos e que ficarão mais curtos a cada estágio. Cada atleta deverá acompanhar o ritmo do protocolo até a exaustão.

Pretende-se obter, com isto, medidas de consumo de oxigênio com a utilização de aparelho K4 Cosmed portátil e sendo registrada sua frequência cardíaca com um cardio freqüencímetro da marca Polar Electro® - modelo S610. Isto ocorrerá ao longo do protocolo até a interrupção do teste. Serão utilizados os seguintes critérios para a finalização do teste: a) o praticante que não conseguir acompanhar a frequência de chutes (determinada por sinal sonoro); b) não alcançar a altura previamente estipulada; c) e/ou em caso de exaustão voluntária. Em repouso e ao final do teste serão coletado a partir do lóbulo de sua orelha de 25µl de sangue arterializados afim de obter medidas de concentração de lactato sanguíneo.

Para participar deste estudo, você deverá estar ciente que poderá apresentar náuseas e vômitos decorrentes do esforço físico na realização dos testes. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto extremo durante testes dessa natureza (*American College of Sports Medicine*).

A sua identidade será preservada, pois cada indivíduo da amostra deverá ser identificado por um número. Se houver necessidade de tirar fotos ou filmar algum procedimento do estudo, serão utilizados recursos pertinentes à ocultação da identidade dos sujeitos envolvidos.

Os benefícios e as vantagens em participar deste estudo, serão a sua contribuição, de forma única, para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e o avanço das pesquisas. Além disto, você tomará conhecimento de sua composição corporal e zonas de transição metabólica norteadoras do treinamento físico, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

As pessoas que estarão lhe acompanhando serão os professores: Jader Sant' Ana e o professor Fernando Diefenthaler, além de alguns colaboradores do BIOMEC.

Salientamos ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos. A sua privacidade será mantida através da não-identificação do seu nome.

Agradecemos desde já a sua participação e colaboração.

CONTATOS:

Professor: Jader Sant' Ana. E-mail: jader_sancorpore@hotmail.com. Tel.: (48) 91047737

Prof. Dr. Fernando Diefenthaler. E-mail: fdiefenthaler@gmail.com

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa; que recebi, de forma clara e objetiva, todas as explicações pertinentes ao projeto; e que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que, neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos serão feitas em mim.

Declaro, ainda, que fui informado da possibilidade de poder me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome por extenso _____

Assinatura _____

Florianópolis (SC), _____ / _____ / _____

APÊNDICE A- Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa da UFSC

Plataforma Brasil - Ministério da Saúde

Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

PROJETO DE PESQUISA

Título: VALIDAÇÃO DO TESTE PROGRESSIVO ESPECÍFICO PARA TAEKWONDO

Área Temática:

Pesquisador: FERNANDO DIFENTHAELER

Versão: 1

Instituição:

CAAE: 01821612.8.0000.0121

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Número do Parecer: 31666

Data da Relatoria: 28/05/2012

Apresentação do Projeto:

Trata-se de estudo para dissertação de Mestrado em Educação Física, caracterizado como pesquisa aplicada descritiva. Os participantes serão 25 atletas de Taekwondo, do sexo masculino, com idade entre 18 e 30 anos. Para coleta de dados e validação do Teste Progressivo Específico para Taekwondo (TET), os participantes serão submetidos a três sessões de testes. Na primeira, serão realizadas medidas antropométricas e o teste máximo em esteira ergométrica, no Laboratório de Esforço Físico (LAEF), na segunda e terceira sessões os atletas realizarão o TET no Laboratório de Biomecânica (BIOMEC), ambos na UFSC. Também serão realizados testes laboratoriais para análise do lactato sanguíneo através de 3 amostras de 25 µL de sangue, coletado no lóbulo da orelha com um capilar heparinizado em repouso, no 1º minuto e no 3º minutos, após ambos os testes.

Objetivo da Pesquisa:

Investigar a validade do Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo como um método para predição da performance aeróbia em atletas de Taekwondo.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Os riscos estão relacionados à possível exaustão física, como náuseas e vômito e alterações significativas na frequência cardíaca e estão informados no TCLE. Os benefícios aos participantes referem-se ao conhecimento sobre sua "composição corporal e zonas de transição metabólica norteadoras do treinamento físico", nas palavras dos pesquisadores.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O projeto está bem elaborado, com metodologia detalhada e referências atualizadas. Os testes aos quais os atletas serão submetidos são utilizados corriqueiramente em outros países e poderão ser validados para o Brasil a partir deste estudo, tornando-o assim relevante para a área da Educação Física e treinamento de atletas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Todos os documentos foram apresentados e o TCLE está explicativo e adequado à compreensão dos participantes.

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não se aplica

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Aprovado parecer do relator