

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE DESPORTOS  
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA  
EDUCAÇÃO FÍSICA BACHARELADO**

**VINICIUS SANTOS DA SILVA**

**EFEITO DE UM PROTOCOLO DE FADIGA NO TEMPO DE  
REAÇÃO, TEMPO DE RESPOSTA E IMPACTO DO CHUTE  
SEMICIRCULAR DE ATLETAS DE TAEKWONDO**

**FLORIANÓPOLIS  
2013**

**VINICIUS SANTOS DA SILVA**

**EFEITO DE UM PROTOCOLO DE FADIGA NO TEMPO DE  
REAÇÃO, TEMPO DE RESPOSTA E IMPACTO DO CHUTE  
SEMICIRCULAR DE ATLETAS DE TAEKWONDO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Educação Física como requisito parcial para obtenção de título de Bacharel em Educação Física. Departamento de Educação Física, Centro de Desportos, Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Diefenthaler

**FLORIANÓPOLIS  
2013**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC**

**CENTRO DE DESPORTOS – CDS**

**DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

**ELABORADO POR:**

Vinicius Santos da Silva

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Fernando Diefenthaeler - UFSC  
Orientador

---

Prof. Msdo. Jader Sant'Ana – UFSC  
Coorientador

---

Prof. Ms. Dndo. Juliano Dal Pupo – UFSC  
Examinador

---

Prof. Fabio S. Reibnitz  
Examinador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, por sempre estarem presentes quando necessitei, meu pai Valdecir Celso da Silva por ter sido por todos estes anos de minha vida o meu exemplo a seguir tanto como pessoa quanto como trabalhador, à minha mãe Mabel Santos da Silva, heroína que sempre me deu apoio, inspiração a minha determinação, incentivo e carinho nas horas difíceis. Definitivamente, a melhor mãe do mundo.

Ao meu irmão Rafael Celso da Silva, que apesar de viver em outro país, está sempre em minha memória como uma pessoa corajosa que abraçou o mundo sem medo do desconhecido. Aos meus irmãos de outras mães: Antônio, Willyan, Bruno, Alexandre, Tomás e Hélio, irmãos na amizade que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida, com certeza.

Obrigado a minha namorada Louise por ter me aturado e me amado mesmo nesses tempos de muito estresse!

Agradeço também ao Prof. Dr. Fernando Diefenthaeler, por ter aceitado me orientar nesse projeto colaborando com suas idéias e sugestões. E um agradecimento especial ao meu coorientador Prof. Msdo. Jader Sant'Ana, que me "adotou" por todos esses meses, ajudando-me de forma fundamental para a realização deste trabalho, deste a feitura da coleta de dados ao direcionamento de ideias e leituras.

Um muito obrigado a todos de coração e que Deus os ilumine!

# EFEITO DE UM PROTOCOLO DE FADIGA NO TEMPO DE REAÇÃO, TEMPO DE RESPOSTA E IMPACTO DO CHUTE SEMICIRCULAR DE ATLETAS DE TAEKWONDO

## RESUMO

Nas artes marciais, como no Taekwondo, o chute semicircular é uma das técnicas mais utilizadas em combates. Avaliar o tempo de reação (TR), tempo de resposta ( $T_{RESP}$ ) e o impacto do chute é muito importante. Sendo assim, o presente estudo investigou o efeito de um protocolo específico de fadiga no TR,  $T_{RESP}$  e no impacto do chute em atletas de Taekwondo. Seis atletas do sexo masculino ( $24,50 \pm 3,94$  anos;  $8,82 \pm 6,09$  anos de experiência, altura  $176,4 \pm 3,39$  cm; massa corporal  $73,67 \pm 5,99$  kg e gordura corporal  $11,66 \pm 1,44\%$ ) foram avaliados. O tempo de exaustão máximo ( $T_{LIM}$ ) correspondente a intensidade da frequência de chute máximo ( $FCH_{MAX}$ ) foi de  $227,5 \pm 24,5$  s e houve uma redução significativa ( $p < 0,01$ ) sobre o impacto do chute do pré para o pós protocolo de fadiga. Também foi observada uma correlação significativa ( $p < 0,01$ ;  $r = 0,628$ ) entre as medidas de  $T_{RESP}$  e os valores de impacto dos 18 chutes avaliados. Com isso, conclui-se que o protocolo específico  $T_{LIM}$  induziu os atletas de Taekwondo a uma situação de fadiga, refletindo um menor impacto do chute semicircular no ritmo correspondente a  $FCH_{MAX}$ . Além disso, a relação entre o impacto e  $T_{RESP}$  parece indicar que quanto maior a força aplicada pelo atleta maior será o tempo para atingir o alvo.

Palavras chave: Taekwondo, fadiga, tempo de reação, tempo de resposta, impacto.

# EFFECT OF A PROTOCOL OF FATIGUE IN REACTION TIME, TIME RESPONSE AND IMPACT OF THE ROUNDHOUSE KICK OF ATHLETES OF TAEKWONDO

## ABSTRACT

In martial arts like Taekwondo roundhouse kick is one of the most widely used techniques, being important evaluate the reaction time (RT), response time ( $T_{RESP}$ ) and the impact of kick in the athletes this sport. This study investigated the effect of a specific protocol of fatigue in TR,  $T_{RESP}$ , and impact of roundhouse kick in Taekwondo athletes. Six male athletes ( $24.50 \pm 3.94$  years;  $8.82 \pm 6.09$  years of practice; height  $176.4 \pm 3.39$  cm; body mass  $73.67 \pm 5.99$  kg and fat body  $11.66 \pm 1.44\%$ ) were evaluated. The maximal exhaustion time ( $T_{LIM}$ ) corresponding from the intensity in the frequency of kicking maxima ( $FK_{MAX}$ ) was  $227.5 \pm 24.5$  s and there was a significant reduction ( $p < 0.01$ ) on the impact of the kick from pre to post fatigue protocol. There was also a significant correlation ( $p < 0.01$ ,  $r = 0,628$ ) between measurements of  $T_{RESP}$  and the impact values of the 18 kicks evaluated. We suggest that the specific protocol  $T_{LIM}$  induced Taekwondo athletes to a situation of fatigue, reflecting a lesser impact of the roundhouse kick at rhythm corresponding to the  $FK_{MAX}$ . Furthermore, the relationship between  $T_{RESP}$  and impact seem to indicate that greater is the force applied by the athlete longer is the time to reach the target.

Keywords: Taekwondo, fatigue, reaction time, response time, impact.

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Análise Comparativa dos Cinco Diferentes Chutes, tabela adaptada do estudo de Falco (2011) .....24

**Tabela 2:** Média e desvio padrão da frequência de chutes máximo ( $FCH_{MAX}$ ), frequência de chutes máximo por min ( $FCH_{MAX.min^{-1}}$ ), frequência cardíaca máxima ( $FC_{MAX}$ ), o tempo limite ( $T_{LIM}$ ) e valores da lactato sanguíneo [La] após protocolo de fadiga dos atletas avaliados ( $n=6$ ).....33

**Tabela 3:** Valores do tempo de reação (TR) pré e pós, tempo de resposta ( $T_{RESP}$ ) pré e pós e impacto do chute *Bandal Tchagui* dos sujeitos que participaram da pesquisa ( $n=6$ ).....33

**Tabela 4:** Média e desvio padrão do tempo de reação (TR), tempo de resposta ( $T_{RESP}$ ) e impacto pré e pós protocolo de fadiga ( $n=6$ ).....34

## LISTA DE FIGURAS

**Figura 1:** Calculo do TR – Sinal Luminoso x Ativação Muscular.....30

**Figura 2:** Calculo do  $T_{RESP}$  e Impacto – Sinal Luminoso x Acelerômetro.....31

## LISTA DE ABREVIATURAS

FC<sub>MAX</sub>: Frequência Cardíaca Máxima

FCH<sub>MAX</sub>: Frequência de Chute Máximo

FCH<sub>MAX</sub>: Frequência de Chute Máximo por Min

TR: Tempo de Reação

T<sub>RESP</sub>: Tempo de Resposta

T<sub>LIM</sub>: Tempo de Exaustão

TET: Teste Progressivo Específico para Praticantes de *Taekwondo*

## SUMÁRIO

|   |     |
|---|-----|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b> .....  | 12  |
| <b>1.1 Objetivos</b> .....  | 12  |
| <b>1.2 Justificativa</b> .....  | 12  |
| <b>2. REVISÃO LITERÁRIA</b> .....   | 15  |
| <b>2.1 História do Taekwondo</b> .....                                      | 15  |
| <b>2.2 Características Fisiológicas do Taekwondo</b> .....                  | 16  |
| <b>2.3 Fadiga</b> .....   | 18  |
| <b>2.4 Tempo de Reação</b> .....  | 20  |
| <b>2.5 Tempo de Resposta</b> .....  | 20  |
| <b>3. MÉTODOS</b> .....   | 25  |
| <b>3.1 Caracterização da pesquisa</b> .....                                 | 25  |
| <b>3.2 Sujeitos do estudo</b> .....   | 25  |
| <b>3.3 Critérios de inclusão</b> .....                                      | 26  |
| <b>3.4 Critérios de exclusão</b> .....                                      | 26  |
| <b>3.5 Instrumentos de medidas</b> .....                                    | 26  |
| <b>3.6 Coleta de Dados</b> .....  | 27  |
| <b>3.7 Procedimentos da Coleta de Dados</b> .....                           | 28  |
| <b>3.8 Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo</b> ..... | 28  |
| <b>3.9 Determinação do Tempo de Reação e Tempo de Resposta</b> .....        | 29  |
| <b>3.10 Análise do Lactato Sanguíneo</b> .....                              | 31  |
| <b>4. ANÁLISE ESTATÍSTICA</b> .....   | 32  |
| <b>5. RESULTADOS</b> .....  | 33  |
| <b>6. DISCUSSÃO</b> .....   | 35  |
| <b>7. CONCLUSÃO</b> .....   | 39  |
| <b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....                                  | 40  |
| <b>9. ANEXOS</b> .....  | 406 |
| <b>9.1 Termo de Consentimento</b> .....                                     | 406 |

## 1. INTRODUÇÃO

O *Taekwondo* é uma arte marcial olímpica de origem coreana que consiste predominantemente no uso dos membros inferiores, disferindo chutes na cabeça e chutes e socos na região do tronco. A luta competitiva desta modalidade, segundo as Regras Oficiais da WTF – *World Taekwondo Federation*, é realizada em um tatame de dimensões 10 m x 10 m. O combate é realizado em três *rounds* com 2 min de duração cada com apenas 1 min de intervalo. O vencedor é concebido de três formas: (1) o atleta pode ganhar o combate por nocaute (contagem de 10 s após queda do oponente), (2) desclassificação, ou (3) aquele que acertar mais vezes o oponente recebendo a vitória por pontos. Em caso de empate, ocorre um quarto *round* com morte súbita (WTF, 2012). Ou seja, os *rounds* de pouca duração, levando os atletas a lutarem de forma intensa.

De forma geral, poucos esportes demandam a grande variabilidade de situações e movimentos como as lutas. Diferente das modalidades cíclicas, as artes marciais são complexas, entre tantos outros fatores, pela imprevisibilidade requerendo dos praticantes: concentração, agilidade, mobilidade, precisão e bom tempo de reação (SOUZA, 2003).

O Tempo de Reação (TR) é uma valência importante para qualquer modalidade de arte marcial, principalmente com relação ao estímulo visual (COJOCARIU, 2011). Segundo Schmidt & Wrisberg (2001), TR é o intervalo de tempo que decorre entre apresentação de um estímulo não antecipado até o início da resposta da pessoa. Representa também o tempo que um indivíduo leva para tomar decisões e iniciar ações, portanto, mostra uma medida do indicador da velocidade de processamento de informação. Sendo assim, é uma das medidas mais importantes no desempenho humano em muitas situações.

As respostas dos estímulos durante uma luta competitiva devem ser adequadas tendo em vista que o combate corpo a corpo pode ser decidido por uma resposta motora tardia, como por exemplo, não conseguir desviar rapidamente de um chute desferido pelo adversário. O retardamento da

ativação muscular, da perda de força ao realizar o chute ou até mesmo o aumento do tempo de resposta ( $T_{RESP}$ ) pode ser resultado da fadiga decorrente da falha de qualquer um dos processos envolvidos na contração muscular durante longo período em determinada intensidade de esforço físico. Esses processos abrangem diversos fatores que atuam simultaneamente desde o sistema cardiovascular, sistema muscular esquelético e sistema nervoso central. (WEINECK, 1999)

O controle destas medidas se faz importante tendo em vista o interesse dos preparadores físicos, professores e atletas na *performance* em busca de um aprimoramento técnico, tático e físico.

Logo, questiona-se: qual o TR, o tempo de resposta ( $T_{RESP}$ ) e o impacto do chute semicircular dos atletas de artes marciais, especificamente do Taekwondo, submetidos a um protocolo específico de fadiga?

## 1.1 Objetivos

- Objetivo Geral
  - Analisar o efeito de protocolo de fadiga em intensidade específica no TR,  $T_{RESP}$  e Impacto do chute de atletas de Taekwondo.
- Objetivo Específico:
  - Identificar a Frequência de Chutes máxima ( $FCH_{MAX}$ ) dos atletas a partir do Teste Específico para Taekwondo (TET).
  - Determinar o Tempo Limite ( $T_{LIM}$ ) dos atletas em protocolo específico na  $FCH_{MAX}$ ;
  - Comparar o TR,  $T_{RESP}$  e impacto do chute de atletas de Taekwondo pré e pós  $T_{LIM}$  na  $FCH_{MAX}$ ;
  - Verificar se há alguma correlação entre as variáveis analisadas.

## 1.2 Justificativa

Todo o intervalo de tempo, desde o estímulo até o início de uma resposta motora, é caracterizado tempo de reação. Quanto menor for o tempo total deste processamento, maior será a eficiência dos mecanismos relacionados ao gesto motor (MCARDLE; KACHT; KACHT, 1998).

Já o tempo de resposta é definido como o espaço de tempo transcorrido entre o início do tempo de reação e o final do tempo de movimento (Tempo de Reação + Tempo de Movimento = Tempo de Resposta, sendo o tempo de movimento como o tempo necessário para realizar um movimento voluntário a partir da apresentação de um estímulo (MAGILL, 2000)). Já o impacto, de acordo com Esteves et. al (2007) é o encontro de duas massas, sendo a primeira em movimento e a segunda também em movimento ou repouso.

As variáveis acima citadas são muito importante em esportes de combate, e, a partir da sincronização de estímulo visual, EMG e de um acelerômetro, é possível obter medidas de TR,  $T_{RESP}$  e impacto em atletas de modalidades de combate. Tais instrumentos podem auxiliar a determinar e verificar a resposta de tais variáveis em atletas de Taekwondo submetidos a diferentes situações, como em um protocolo específico de fadiga. Ao capturar o momento de encontro entre o chute e o saco de pancada, pode-se obter uma medida do impacto do chute do atleta e um indicativo de potência e força rápida do mesmo, uma vez que, segundo Carvalho e Carvalho (2006) a potência é definida por uma manifestação de força muscular, chamada força rápida.

Além disso, o controle das medidas de TR,  $T_{RESP}$  e impacto chute a um estímulo visual, de forma que, reproduza ou simule uma situação competitiva, pode ser decisivo para aquisição de sucesso por parte do atleta. Segundo Souza, (2003) estas são variáveis importantes em esportes de combate. Então como o chute semicircular é uma das técnicas mais utilizadas, é de fundamental importância avaliar o TR,  $T_{RESP}$  e o impacto deste chute em atletas de combate como o Taekwondo.

Alguns estudos têm investigado tais variáveis (FALCO, 2011; HERMAM et al., 2008) e apresentado os valores destas medidas em atletas de Taekwondo.

Lima *et al.* (2004) verificaram a influência de luta (Randori) após combates de 1 min e 30 s, 3 min e 5 min, no TR em atletas de judô de alto nível e não encontraram diferença significativa entre os registros de TR pré e pós luta. No entanto, há uma ausência de estudos que tenham verificado a influencia da fadiga sobre estas variáveis em atletas de Taekwondo, submetidos a protocolos específicos.

Ademais, é sabido que a fadiga prejudica o desempenho motor dos atletas, e se tratando de alto rendimento, no qual o corpo é levado a níveis extremos de esforço físico, havendo o declínio da atividade realizada, queda de força, espasmos musculares e aumento da percepção subjetiva de esforço (PAULA, 2004) assim que a homeostase não é mais possível em determinado tempo e intensidade. É de sumo interesse o conhecimento dos efeitos que ela pode proporcionar durante um combate dos profissionais da área.

Sendo assim, este estudo se torna ainda mais relevante, quando verificado o TR, o  $T_{RESP}$  e o impacto do chute semicircular dos atletas de artes marciais, especificamente do Taekwondo, submetidos a um protocolo específico de fadiga.

Nessa perspectiva, os resultados deste estudo, poderão propiciar uma importante contribuição acadêmica, abrindo caminho para o aperfeiçoamento do desempenho dos atletas e praticantes, e uma maior adequação dos treinamentos conduzidos pelos Profissionais de Educação Física, envolvidos. na modalidade do *Taekwondo*,

## 2. REVISÃO LITERÁRIA

### 2.1 História do Taekwondo

A criação desta arte marcial sucedeu-se numa sequência de fatos históricos a milhares de anos atrás, meados de 670 dC. A região da Coréia era dividida por Estados Tribais, chamadas Koguryo, Paekche e a pequena Silla que sofria constantes invasões das tribos maiores. Por questões militares, Silla resolveu criar tropas de elite nomeadas de Hwarang-Do especializadas em esgrima, arco e flecha, combate corporal e disciplina mental. A eficiência das tropas foi tão grande que Silla não só defendeu-se como conseguiu dominar e unificar todas as tribos formando a Coréia (FERREIRA, 2006).

Em 1909, a Coréia foi invadida por seu país vizinho, o Japão, no qual proibiu qualquer prática marcial coreana até o final da Segunda Guerra Mundial. Ao término dos chamados “Aliados”, Coréia novamente tornou-se livre e incorporou as artes marciais japonesas, no intuito de aperfeiçoar sua própria cultura marcial. Finalmente em 1955, através do general Choi Hong Hee, surgiu o *Taekwondo* que a partir 1970 ganharia o mundo enviando diversos mestres a diferentes países de todos os continentes, inclusive ao Brasil (FERREIRA, 2006).

O *Taekwondo* veio para o Brasil em 1970, através do Grão Mestre Sang Min Cho. O primeiro campeonato no território nacional, denominado I Campeonato Carioca, aconteceu em 1973, sendo ainda neste mesmo ano realizado o I Campeonato Brasileiro de Taekwondo. Em 28 de maio de 1973 em Seul na Coréia do Sul, o primeiro campeonato mundial, com a participação de 20 países em um total de 200 atletas (GOULART, 1994, KIM, 2000).

Após o reconhecimento do COI (Comitê Olímpico Internacional) à Federação Mundial de *Taekwondo*, a modalidade teve outro salto na sua divulgação com a participação como modalidade demonstrativa nas Olimpíadas de Seul (1988) e Barcelona (1992) sendo considerada oficial em Sidney (2000).

No Brasil, a modalidade continua crescendo graças à mídia e a ídolos que tem vinculado sua imagem ao esporte, como o atleta Diogo Silva que conquistou a primeira medalha de ouro do país no Pan Americano do Rio de Janeiro-RJ em 2007, e Natália Falavinha campeã mundial em 2005 tendo

conquistado em 2008 a primeira medalha de bronze olímpica para o Brasil, em Pequim, 2008 (REIBNITZ, 2009).

Portanto, percebe-se a grande ascensão desta arte marcial em nível nacional e mundial até os dias atuais.

## **2.2 Características Fisiológicas do *Taekwondo***

Tendo como base o estudo realizado por Reibnitz (2009) na prática do Taekwondo, de caráter ainda exploratório, tendo por objetivo identificar a intensidade e o gasto energético do treinamento voltado à competição de forma individual. Participaram deste estudo três atletas faixas pretas do sexo masculino ( $26 \pm 1,64$  anos,  $1,76 \pm 0,06$  m,  $68,87 \pm 6,9$  kg e  $9,17 \pm 2,05\%$  gordura).

Antes da coleta dos dados, referente aos treinamentos, os atletas foram avaliados em teste ergoespirométrico para identificação dos limiares ventilatórios. Os limiares foram obtidos por meio dos equivalentes respiratórios. A partir das relações entre os limiares e a frequência cardíaca (FC) foi identificada, a intensidade de esforço dos atletas durante três sessões de treinamento. Utilizou-se uma filmadora para registrar o tempo e os exercícios dos treinos. Os atletas apresentaram valor médio de consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2MAX}$ ) de  $59,40 \pm 1,06$  ml·kg<sup>-1</sup>·min<sup>-1</sup> e segundo limiar ventilatório (LV2) de  $76,06 \pm 10,22\%$   $VO_{2MAX}$ , mostrando boa potência e capacidade aeróbia. Os resultados dos treinos mostraram que os exercícios com chutes na raquete e a luta possuem intensidades próximas, pertencendo ambas ao domínio severo.

Já o estudo de Bridge; Jones e Drust (2009) investigou as respostas fisiológicas e esforço percebido durante a competição de Taekwondo internacional utilizando oito sujeitos com nível internacional de competição, todos faixas pretas de *Taekwondo*. Os combates foram de três *rounds* de 2 min, com 30 segundos de recuperação entre cada *round*. A FC e a percepção subjetiva de esforço (PSE), por meio da escala de Borg de 6 a 20, foram registradas nos intervalos durante os combates. Amostras de lactato sanguíneo foram coletadas 1 min antes da competição, após cada *round* e 1 min após a

competição. Assim, os valores de FC nos *rounds* 1 e 3 foram  $175 \pm 15$  e  $187 \pm 8$  bpm ( $p < 0,05$ ); percentual da frequência cardíaca máxima ( $\%FC_{MAX}$ )  $89 \pm 8$  e  $96 \pm 5\%$   $FC_{MAX}$  ( $p < 0,05$ ), lactato sanguíneo [La]  $7,5 \pm 1,6$  e  $11,9 \pm 2,1$  mmol ( $p < 0,05$ ) e escala de Borg  $11 \pm 2$  e  $14 \pm 2$  ( $p < 0,05$ ), respectivamente. Logo estes atletas de *Taekwondo*, que participam de competições de nível internacional, apresentaram respostas cardiovasculares e [La] elevadas, além de aumentos da PSE ao longo do combate. Os autores concluíram ser importante incluir exercícios que estimulem o metabolismo aeróbico e anaeróbico nos treinamentos de *Taekwondo*.

Outro estudo feito por Campos et al. (2011) investigou quais eram as contribuições do sistema energético e os custos de energia em situações de combate no *Taekwondo*.

A amostra consistiu de 10 atletas do sexo masculino que competiam no nível nacional e internacional. Para estimar as contribuições de energia, e o custo total de energia das lutas, os atletas realizaram uma simulação de competição consistindo em três *rounds* de 2 min com intervalo de 1 min entre cada *round*. Os combates foram filmadas para quantificar o tempo real gasto no combate a cada *round*. A contribuição aeróbica, anaeróbica alática e anaeróbia lática dos sistemas de energia foram estimadas por meio do  $VO_{2MAX}$  durante a atividade, o componente de consumo de oxigênio em excesso pós-exercício, e a mudança na [La] em cada *round*, respectivamente. A razão média das ações de alta intensidade para momentos de baixa intensidade e alta intensidade (esforço e pausas) era de 1:7.

E ainda, a contribuição aeróbica, anaeróbica alática e anaeróbia lática dos sistemas de energia foram estimadas como sendo de  $66 \pm 6\%$ ,  $30 \pm 6\%$ ,  $4 \pm 2\%$ , respectivamente.

Segundo os autores as sessões devem ser direcionadas principalmente para a melhoria do sistema anaeróbio alático (responsável pela alta intensidade das ações) e do sistema aeróbio (responsável pelo processo de recuperação entre as ações de alta intensidade).

### 2.3 Fadiga

Segundo Weineck (1999) a fadiga é a "redução reversível de capacidade de desempenho físico e/ou psicológico, que, no entanto, ao contrário do esgotamento, ainda possibilita uma continuação da carga embora com um gasto de energia em parte bem maior e com a coordenação prejudicada". De acordo com o próprio Weineck (1999), existe um processo complexo que envolve a contração muscular voluntária que vai do cérebro ao músculo, por isso, a fadiga pode estar relacionada a diferentes mecanismos relacionados ao Sistema Nervoso Central (S.N.C.) (neuromuscular), ao metabolismo e ao acúmulo de subprodutos.

Existem evidências na qual a fadiga muscular localizada acontece na placa motora sendo mais frequente nas unidades de fibras contração rápida (CR). A rápida perda de força quando estimulada de forma intensa tem a sua provável causa na falha de condução do potencial de ação do sarcolema devido desarmonia nas concentrações de potássio e sódio. Contudo, a fadiga acontece também quando há baixa frequência, mesmo com uma estimulação adequada e observando um crescente e progressivo recrutamento de fibras em paralelo, provavelmente devido à perda da homeostase ao nível da atividade celular, com a queda da produção de energia para o trabalho (PAULA, 2004).

A célula precisa de energia para entrar em homeostase e realizar a manutenção do mesmo e isto se dá através da hidrólise de ATP pela ação das ATP-ases, na qual é fundamental a reposição de seus estoques. Parte dessa energia é usada no transporte de substâncias como o sódio e cálcio e o restante volta-se para contração muscular específica, deslizando os filamentos de actina sob os de miosina. Dependendo da intensidade ou do tempo da execução do exercício a oferta de ATP pode ser insuficiente, resultando num acúmulo de substâncias que desregulam sua atividade e de outras enzimas (PAULA, 2004).

O acúmulo de lactato parece ter uma disposição maior nas fibras de CR, o que contribuiria para uma redução desempenho anaeróbio. O ácido láctico poderia deteriorar a função muscular. Com o aumento de ácido láctico há a maior concentração de íons de hidrogênio (H<sup>+</sup>), diminuindo o pH intracelular. Fato este associado com a inibição da enzima PFK (fosfofrutoquinase), e

a redução na glicólise. Nesse mecanismo de inibição da glicólise, pelo decréscimo do pH, previne-se a acidez dentro da célula, que pode ser letal para a mesma ou contribuir com o processo de fadiga precoce (SAHLIN, 1992 e PAULA, 2004).

A falência das possibilidades do sistema ATP-CP em fornecer energia, como o fim da atividade quando a realização de exercícios que sejam intensos o suficiente para extrapolar a cinética da glicólise, implica em cargas altas e de curta duração. As ATP-translocases, enzimas responsáveis pelo seu transporte tendem a ficar saturadas em alta intensidade de trabalho, dificultando essa reposição local, na qual é proporcional a intensidade da atividade. (WENGER; REED, 1976 apud FARINATTI; MONTEIRO, 1992). Logo foi notada uma queda na força e na frequência de contração (FARINATTI, 1992). A recuperação da força após trabalho intenso dessa natureza é rápida, associada à recuperação do ATP, com fibras rápidas sendo beneficiadas devido às suas maiores concentrações de enzimas como a miocina e o CPK (FARINATTI, 1992).

Já o sistema oxidativo de produção de energia também é passível de ser interrompido devido a ações ocorrentes de inúmeros fatores. Durante um exercício de longa duração as reservas musculares de glicogênio dentro das fibras recrutadas no exercício são quase completamente depletadas. (ROBERTS; SMITH, 1989, apud FARINATTI, 1992). Há muitos sinais de relação causal entre a diminuição de seus estoques intramusculares e fadiga. Entretanto, existem meios de retardar essa fadiga. Um dos mais importantes é a mobilização dos ácidos graxos como substrato para a oxidação. O fator mais importante para utilização é a capacidade de mobilizá-lo a partir do tecido adiposo, o que justifica uma maior atividade da lipoproteína lipase (LPL) e da carnitina durante a atividade e após o treinamento (HEARGRAVES E COL, 1984 apud FARINATTI, 1992).

Ao decorrer da atividade física, as mudanças intracelulares que acontecem no meio, são dirigidas para cérebro, SNC, através dos nervos sensoriais. Ao chegar, o cérebro responde a informação, reenviando sinais inibitórios para o sistema esquelético sobrecarregado e recrutando outras fibras descansadas para o trabalho, com intuito de protegê-las, até o momento que a harmonia do metabolismo torna-se insustentável. Ou seja, há uma queda na produção de trabalho na musculatura até o aborto da execução. Assim, durante

um repouso, novos sinais são enviados do cérebro da maneira a facilitar o trabalho, pois se restauram gradativamente os distúrbios ocorridos nos locais na qual a musculatura foi solicitada, diminuindo-se a fadiga ou até seu total desaparecimento. Resultando na volta parcial ou total da eficiência e desempenho do trabalho muscular (PAULA, 2004).

## 2.4 Tempo de Reação

De acordo com Schmidt & Wrisberg (2001) tempo de reação (TR) é o intervalo de tempo que decorre entre apresentação de um estímulo não antecipado até o início da resposta da pessoa. Já Mcardle, Katch e Katch (1998) diz que o TR pode ser considerado como o intervalo entre a apresentação de um estímulo não antecipado e o início da resposta motriz.

De acordo com Weineck (1999) o tempo de reação simples (TR) é definido como o intervalo de tempo referente à reação a um determinado sinal, podendo ser um estímulo visual, auditivo ou tátil, e dependente de características fisiológicas que delimitam. O TR é definido como sendo o intervalo de tempo decorrente de um estímulo até o início de uma resposta (MAGILL, 2000). Portanto é uma capacidade motora essencial para que os atletas obtenham um bom resultado competitivo e um indicativo de velocidade e eficácia da tomada de decisão (MYAMOTO e JUNIOR, 2003 *apud* PORTELA, 2005).

Depois de um sinal visual, auditivo ou sensorial, percebido pelo indivíduo, a informação é decodificada por esses sistemas no qual dirige por meio dos neurônios aferentes para uma determinada região cerebral, ocorrendo diferentes processos químicos, físicos e mecânicos para tal. Após recebimento das informações, a resposta na unidade motora percorre um caminho pelos neurônios eferentes que entram na medula através da raiz dorsal ou sensorial realizando as sinapses por vários níveis até a respectiva fibra muscular. Todo esse intervalo de tempo, desde o estímulo qualquer ao início da resposta, é caracterizado como TR, que quanto menor for o tempo total deste processamento, maior será a eficiência dos mecanismos relacionados ao gesto motor. (MCARDLE, KACHT; KACHT; 1998 *apud* PORTELA,2005)

Entretanto, Magill (2000) ainda define outros tipos de TR como a Discriminação e a de Escolha. Tempo de Reação de Discriminação, segundo ele, é o tempo de percepção de diversos estímulos até uma única resposta. E Tempo de Reação de Escolha como o tempo de percepção de diversos estímulos também, porém com uma resposta para cada um desses sinais.

Nesse contexto, Junior (2011) destaca que outros fatores influenciam na velocidade do TR e conseqüentemente na velocidade da resposta motora, idade com ápice entre 20 a 30 anos (SPARROW et al., 2006), o tipo de treino e a modalidade praticada pelo atleta (BORYSIUK,2008), o condicionamento físico quanto mais treinado mais breve é o TR (HASCELIK et al., 1989), o nível de fadiga do indivíduo quanto mais cansado mais lento é o TR (SILVA et al., 2006), o nível cognitivo os mais inteligentes possuem o TR mais breve (RIBEIRO e ALMEIRA, 2005).

Nota-se que os autores supracitados revelam alguns aspectos inerentes que influenciam no tempo de reação. Entretanto o TR pode ser melhorado com treinamento cerca de 10 a 20%. O treinamento e essa melhora tem importância para muitos esportes, tendo em vista que o sujeito que obter o menor TR terá vantagem no seu desempenho (JUODZBALIENE, 2006 e BARBANTI, 2010 *apud* JUNIOR, 2011).

Estudo feito por Lima et al (2004) teve o objetivo de verificar a influência das concentração do Lactato [La] sanguíneo , após estímulo de luta (Randori) de 1min e 30s, 3min e 5min, no TR em atletas de judô de alto nível. Foram analisados 11 indivíduos masculinos, competidores, saudáveis, com idade média de  $23,4 \pm 2$  anos. Para o registro do TR simples foi utilizado o sistema *Cybex Reactor*. Para os registros do [La] foi utilizado um lactímetro portátil. A análise da variância mostrou diferença significativa entre o La antes e após a luta ( $p < 0,05$ ) e na comparação do número de erros em repouso, imediatamente após as lutas e após 3 min do final ( $p < 0,05$ ), demonstrando a correlação significativa entre estas variáveis ( $p < 0,05$ ;  $r = 0,9341$ ).

Contudo, não houve diferença significativa entre os registros de TR pré e pós-lutas ( $p > 0,05$ ). Conclui-se que a [La] não influencia a capacidade dos atletas de reagir rapidamente ao estímulo visual, mas faz com que haja uma diminuição na eficiência na tarefa de TR, provavelmente devido à diminuição

na capacidade de concentração dos atletas de judô após condição fatigante de luta.

Já o objetivo do estudo de SILVA et al., 2006 foi verificar os efeitos da fadiga muscular no tempo de reação muscular (TRM) dos músculos fibulares, que são os primeiros a responder a um estresse em inversão do tornozelo. Foram estudados 14 indivíduos saudáveis masculinos que tiveram seus TRM avaliados por meio de eletromiografia (EMG) de superfície. O início da atividade muscular foi definido como a média da ativação muscular de repouso mais três vezes o desvio-padrão. O TRM dos fibulares foi mensurado após uma inversão súbita de 20° realizada em uma plataforma. A inversão súbita foi realizada antes e depois da fadiga muscular, que foi induzida por exercícios localizados dos fibulares até a exaustão. Os resultados mostraram que houve um aumento significativo do tempo de reação muscular após a fadiga ( $p < 0,01$ ). Logo, durante atividades esportivas prolongadas e durante o processo de reabilitação, deve-se ter cautela na realização de tarefas que requeiram respostas musculares extremamente rápidas sob condições de fadiga muscular.

Sendo que, o estudo realizado por Portela (2005) teve o objetivo de ver a influência da fadiga no TR de praticantes de distintos tempos de experiência em escalada em rocha, por meio do estímulo visual e auditivo simples e de discriminação visual e auditiva também.

Foram selecionados 20 atletas e a coleta foi realizada por meio de um software de avaliação do tempo de reação, um questionário para caracterização dos escaladores, inventário de ansiedade estado – IDATE, escala de BORG e uma parede artificial de escalada em rocha. A média do TR dos escaladores para os estímulos visuais, auditivos e de discriminação, foi de  $315 \pm 48,03$  ms,  $304 \pm 52,22$  ms e  $347 \pm 49,45$  ms, respectivamente.

Conclui-se que a influencia da fadiga no tempo de reação é negativa e significativa para o desempenho dos escaladores, comprovando-se que quanto maior o esforço, maior a influencia, mas os diferentes níveis de experiência dos atletas nesta modalidade não foram um fator de interferência positiva no desempenho do tempo de reação.

## 2.5 Tempo de Resposta

O autor Magill (2000) definiu o tempo de resposta como o espaço de tempo transcorrido entre o início do tempo de reação e o final do tempo de movimento (Tempo de Reação + Tempo de Movimento = Tempo de Resposta, sendo o tempo de movimento como o tempo necessário para realizar um movimento voluntário a partir da apresentação de um estímulo (MAGILL, 2000).

No que se refere ao estudo elaborado por Bessa (2009) , teve por objetivo avaliar e comparar o tempo de reação simples, tempo de movimento e tempo de resposta entre os atletas com experiência competitiva e atletas sem experiência competitiva no caratê. Participaram no estudo 26 atletas praticantes da modalidade, divididos nos seguintes grupos: grupo 1 – com experiência competitiva, grupo 2 – sem experiência competitiva. Todos os participantes eram do sexo masculino, destros, entre 16 e 33 anos, praticantes de caratê. Dos 26 participantes, 18 eram faixas pretas de 1º a 3º dan, enquanto os outros oito eram faixas laranjas a marrons (7º a 1º kyu). A avaliação foi realizada com uma adaptação de um instrumento desenvolvido por Roosen et al. (1999), apontando para o treino de TR no caratê.

Após analisados os vídeos dos quatro testes executados gyaku zuki esquerdo (1) e direito (2), mawashi gueri esquerdo (3) e direito (4)]. Ao final os resultados demonstraram que existem diferenças significativas no que se refere à vantagem dos atletas experientes, relativo aos não experientes, em exceção ao teste 2. Apesar da diferença entre as médias serem pequenas, nos testes 1, 3 e 4; um atleta com experiência em competições é em geral mais rápido nos valores de TR simples, de tempo de movimento e de tempo de Resposta.

O autor Hermann et al. (2008) propôs analisar o Tempo de Reação e Tempo de *Performance* no Sucesso do Chute “Baldal Tchagui” em nove atletas de Taekwondo de ambos os sexos (6 do sexo masculino e 3 do sexo feminino) da Seleção Nacional da Alemanha. Analisando os movimentos do tornozelo, quadril e ombros por meio de três câmeras, os atletas realizaram o gesto técnico ora com a perna dominante ora não dominante no momento em que o sinal externo (LED) foi acionado, acertando o alvo, no qual era o aparador de chutes. Foi apresentado os valores em média do TR para o tornozelo de 0,34 s, para o quadril de 0,26 s e os ombros de 0,23 s e o tempo de *performance* de

0,31 s. A maior variação do tempo de reação ficou por conta dos tornozelos (0,26 até 0,54 s), indicando que a maior redução desta variável treinável pode aumentar e aprimorar a probabilidade de sucesso do golpe.

E a pesquisa desenvolvida por Falco (2011) teve o objetivo de analisar o TR, tempo de execução e  $T_{RESP}$  dos cinco chutes mais frequentes da modalidade do Taekwondo em competição. Foram selecionados oito atletas faixas pretas de alto nível. Os cinco chutes comparados foram: chute semicircular, chute giro lateral com salto, chute giro gancho com salto, chute martelo com a perna da frente, chute martelo fechado por meio de cinemetria. O TR no estudo ficou definido como primeiro movimento dos pés a partir do sinal do LED, tempo de execução foi o período entre o primeiro movimento dos pés até o momento anterior ao impacto ao alvo e, portanto, o  $T_{RESP}$  como o somatório de ambos os tempos. O estudo obteve como conclusão que a sequência de chutes de menor  $T_{RESP}$  para o maior foi: chute semicircular, chute giro lateral com salto, chute giro gancho com salto, chute martelo com a perna da frente, chute martelo fechado sem uma diferença estatística significativa no TR, execução e  $T_{RESP}$  entre eles, porém o interessante que os chutes com rotação demonstram-se ser mais velozes que os chutes diretos.

Tabela 1: Média e desvio padrão da análise comparativa dos cinco chutes avaliados

|               | Semi Circular | Giro Lateral com Salto | Giro Gancho com Salto | Martelo com a Perna da Frente | Martelo Fechado |
|---------------|---------------|------------------------|-----------------------|-------------------------------|-----------------|
| <b>TR (s)</b> | 0,281 ± 0,061 | 0,0264 ± 0,076         | 0,272 ± 0,102         | 0,299 ± 0,065                 | 0,274 ± 0,055   |
| <b>TM (S)</b> | 0,460 ± 0,095 | 0,608 ± 0,100          | 0,839 ± 0,121         | 0,509 ± 0,063                 | 0,540 ± 0,081   |
| <b>TT (S)</b> | 0,740 ± 0,086 | 0,876 ± 0,088          | 1,119 ± 0,122         | 0,808 ± 0,092                 | 0,809 ± 0,186   |

TR = Tempo de Reação; TM = Tempo de Movimento; TT = Tempo Total; s = Segundos Valor de Significância  $p < 0,05$  (adaptada de Falco (2011)).

### 3. 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 caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa. A pesquisa quantitativa é aquela que traduz em números as opiniões e informações para classificá-las e analisá-las (THOMAS E NELSON, 2002).

Quanto aos objetivos, este estudo classifica-se como pesquisa descritiva.

Para 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 estabelece-se uma relação entre elas. (THOMAS, NELSON, SILVERMAN, 2007).

#### 3.2 Sujeitos do estudo

Foram selecionados de forma probabilística seis atletas de *Taekwondo*, de nível competitivo regional e nacional. Todos do sexo masculino, residentes na região da grande Florianópolis ( $24,50 \pm 3,94$  anos;  $8,82 \pm 6,09$  anos de experiência, altura  $176,4 \pm 3,39$  cm; massa corporal  $73,67 \pm 5,99$  kg e gordura corporal  $11,66 \pm 1,44\%$ ).

### 3.3 Critérios de inclusão

Para participar do estudo o sujeito deveriam ter idade mínima de 18 anos, ser saudável, ter experiência mínima de 2 anos com *Taekwondo* e aceitar participar de forma voluntária.

### 3.4 Critérios de exclusão

Foi adotado como critério de exclusão do estudo os sujeitos com algum problema de saúde ou que tenham tido alguma lesão muscular ou articular que comprometa a realização dos testes físicos.

### 3.5 Instrumentos de medidas

Para aplicar o Teste Progressivo Específico para Taekwondo (TET) foi utilizado uma área de 2 x 2 m demarcada por tatame, com uso de saco de “pancada” de 1,00 X 0,90 m e um colete de Taekwondo entorno do saco de pancada para ajuste da altura do chute. Foi utilizado um aparelho de som com CD para determinar o ritmo de chute ditado por sinais sonoros (SANT’ ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009).

Quanto a coleta do lactato sanguíneo, foram utilizados capilares heparinizados e microtubos de polietileno com tampa (tipo Eppendorff). A atividade elétrica dos músculos foi avaliada por meio da eletromiografia de superfície (EMG) com objetivo de obter o tempo de reação dos atletas. Para aquisição dos dados, foi utilizado um sistema de quatro canais Miotool (Miotec Equipamentos Biomédicos Ltda., Porto Alegre, Brasil) com frequência de amostragem de 2000 Hz.

E por fim, para determinar o tempo de resposta dos atletas, foi fixado no tornozelo da perna de dominância dos atletas um acelerômetro triaxial com transdutor piezoelétrico (Brüel & Kjaer<sup>TM</sup>, modelo 4321), com dimensões de 28,6 x 28,6 x 17 mm, com capacidade máxima de choque de 1000 g (aceleração da gravidade).

### 3.6 Coleta de Dados

As coletas de dados foram realizadas nos Laboratórios de Esforço Físico (LAEF) e Laboratório de Biomecânica (BIOMEC) nas dependências do Centro de Desporto (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

A pesquisa foi realizada no laboratório de Biomecânica do Centro de Desportos em dois dias. No primeiro dia foi realizado o TET. No segundo dia os atletas realizarão protocolo específico para determinação do TR e  $T_{RESP}$  antes e após protocolo de  $T_{LIM}$  em intensidade correspondente a  $FCH_{MAX}$  identificada a partir do TET. Os atletas foram instruídos a não realizarem nenhum outro tipo de esforço físico 24 horas que antecederesse as coletas de dados.

Para a aquisição dos dados da eletromiografia de superfície, eletrodos de Ag/AgCl com diâmetro de 22 mm, colocados em configuração bipolar, foram fixados sobre o ventre do músculo reto femoral (RF) seguindo o alinhamento das fibras musculares, e um eletrodo de referência (terra) foi fixado em uma protuberância óssea determinada. Anteriormente à colocação dos eletrodos, a impedância elétrica da pele foi reduzida, mediante a tricotomia e a limpeza da pele com álcool, com o intuito de remover as células mortas e a oleosidade da pele no local do posicionamento dos eletrodos. A seguir, os eletrodos foram fixados na pele e uma leve pressão manual foi aplicada sobre eles para aumentar o contato entre o gel do eletrodo e a pele. As técnicas de preparação e aplicação dos eletrodos estavam de acordo com as recomendadas pela SENIAM (MERLETTI, 1997). Concluídas as etapas de fixação dos eletrodos e posicionamento dos cabos, os ganhos no eletromiografo foram ajustados para o RF. Para análise do sinal eletromiográfico, foi utilizado um filtro passa-banda de 20-500 Hz. O filtro digital utilizado foi um *Butterworth* de 4ª ordem conforme recomendado na literatura (DIEFENTHAELER, 2008), com janelas de 15 s.

As medidas obtidas a partir do acelerômetro se deram por meio da amplificação dos sinais, na qual se utilizou um pré-amplificador para o eixo (x-antero-posterior;) (Brüel & Kjaer™, modelo 2635). Os sinal foi aqusitado por meio de um módulo MCS1000 (Lynx®, São Paulo, Brasil), composto por 16 canais de até  $\pm 10$  V com frequência de amostragem de 1000 Hz por canal, e processados pelo programa de Aquisição de Sinais AqDados 7.02.

Sendo que, a análise e processamento dos sinais EMG e do acelerômetro todos os dados obtidos foram exportados e utilizou-se o MATLAB 7.9.versão para gerar as rotinas necessárias à determinação do TR e  $T_{RESP}$ .

### 3.7 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). Então, 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.

### 3.8 Teste Progressivo Específico para Praticantes de Taekwondo

O Teste Progressivo Específico de *Taekwondo* (TET) foi 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 iniciaram o TET com a perna direita, o primeiro estágio iniciou com frequência de seis chutes, alternando as pernas, com incremento de quatro chutes a cada novo estágio, os testados mantiveram-se em *step* (posição de luta saltitando). O ritmo de chute foi ditado por sinais sonoros emitidos com intervalos fixos e que ficarão mais curtos a cada (estágio). Cada atleta acompanhou o ritmo do protocolo até a exaustão, sendo motivados a realizarem o chute com máxima força e velocidade.

A FC foi registrada por um cardiófrecuencímetro a cada 5 s ao longo do protocolo. Foi considerada como  $FC_{MAX}$  a FC de pico registrada no término do teste. E o maior número de chutes atingido durante o teste foi denominado de frequência de chute máxima ( $FCH_{MAX}$ ).

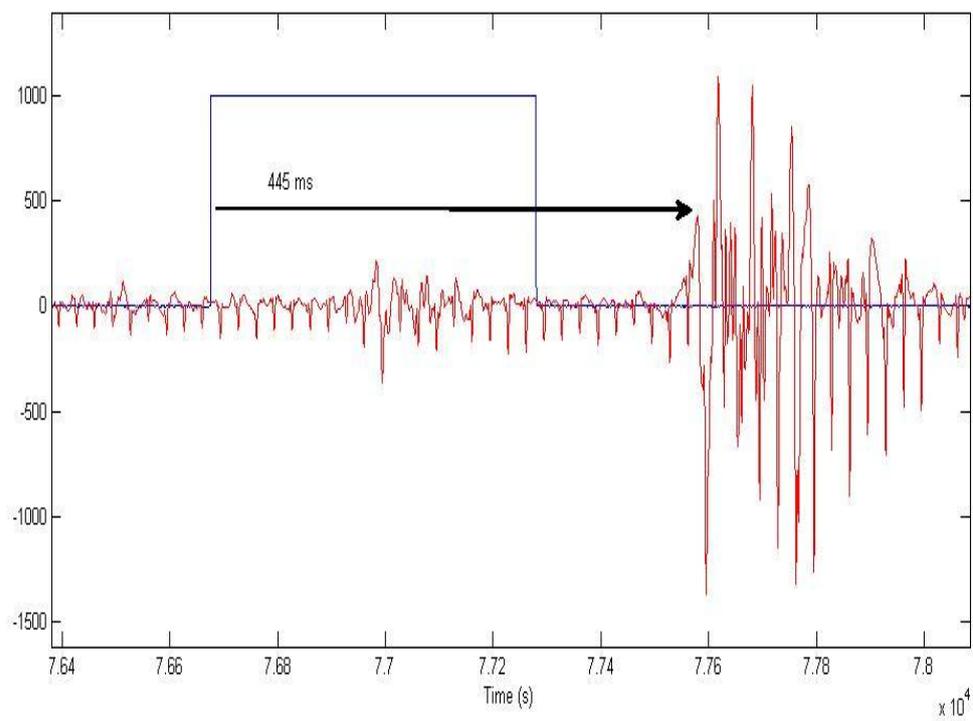
### 3.9 Determinação do Tempo de Reação e Tempo de Resposta

Após 24 horas da identificação da  $FCH_{MAX}$ , os atletas foram submetidos a protocolo de  $T_{LIM}$  nesta intensidade. O protocolo consistiu na realização de chutes no ritmo correspondente a  $FCH_{MAX}$  até a exaustão voluntária ou não manutenção do ritmo por parte do atleta. O ritmo foi determinado por sinal sonoro utilizando um CD gravado na intensidade da  $FCH_{MAX}$  de cada atleta. No momento em que o atleta ouvia o sinal sonoro este realizava o chute *bandal tchagui* no saco de pancada até exaustão.

Para determinar o TR e  $T_{RESP}$  foi realizada uma sincronização entre o sinal luminoso para determinar o início da ação motora e os sistemas de aquisição utilizados para obtenção do sinal eletromiográfico e o impacto obtido pelo acelerômetro.

A fim de identificar o TR (definido como o intervalo de tempo entre o estímulo visual e o sinal ativação eletromiográfico do músculo) foi identificado o sinal de ativação do RF gerado em cada chute executado. Como critério para determinação do TR adotou-se o valor de ativação muscular correspondente a cinco vezes o desvio padrão da média 150ms da linha de base em relação atividade basal do sinal EMG.

O  $T_{RESP}$  (definido como o intervalo de tempo entre o sinal luminoso e o pico de impacto do chute) e impacto do chute foi identificado a partir do pico de impacto gerado em cada chute executado pela perna em que estava fixado o acelerômetro. Para posterior comparação o TR e  $T_{RESP}$  foram coletados antes (2 repetições) e após (1 repetição) o protocolo na  $FCH_{MAX}$ , sendo os atletas orientados a realizarem em todos os chutes o máximo de força e velocidade.

**Figura 1:** Calculo do TR – Sinal Luminoso x Ativação Muscular

**Figura 2:** Cálculo do  $T_{RESP}$  e Impacto – Sinal Luminoso x Acelerômetro



### 3.10 Análise do lactato sanguíneo

A fim de estimar se os atletas atingiram níveis máximos durante o TET e ter um indicador de fadiga para o protocolo de  $T_{LIM}$  foi coletado amostras de 25  $\mu\text{L}$  de sangue do lóbulo da orelha com um capilar heparinizado em repouso e após os testes. O sangue foi armazenado em microtúbulos de polietileno com tampa (tipo *ependorff*) de 1,0 ml, contendo 50  $\mu\text{l}$  de solução hemolisante (fluoreto de sódio, 1%) e em seguida armazenadas a  $-70^{\circ}\text{C}$ , sendo posteriormente realizada a leitura da concentração de lactato sanguíneo em um analisador eletroquímico YSI 2700 model Stat Select (YSY Incorporate, Yellow Springs, USA). Todos os procedimentos de higienização e cuidados com materiais perfurantes e amostras de sangue foram devidamente seguidos.

#### 4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para apresentação dos dados será utilizada estatística descritiva (média e desvio-padrão) sendo a normalidade dos mesmos, verificada mediante o teste de *Shapiro-Wilk*. Para verificar as diferenças entre os valores médios de *TR*, o teste *Wilcoxon* foi utilizado. A correlação linear de Pearson foi aplicada para relacionar a variável do  $T_{RESP}$  e impacto obtidos no TET e no protocolo de treinamento. Para verificar se há diferença entre os valores médios do tempo de resposta e impacto antes e após treinamento acima da  $FCH_{MAX}$  foi utilizado o teste t para amostras dependentes. Foi adotado nível de significância  $p < 0,05$ .

## 5. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os valores médios ( $\pm$ DP) da frequência de chutes máximo ( $FCH_{MAX}$ ), frequência de chutes máximo por min ( $FCH_{MAX}\cdot\text{min}^{-1}$ ), frequência cardíaca máxima ( $FC_{MAX}$ ), o tempo limite ( $T_{LIM}$ ) após o TET e valores da lactato sanguíneo [La] dos atletas após o protocolo de fadiga.

**Tabela 2:** Média e desvio padrão da frequência de chutes máximo ( $FCH_{MAX}$ ), frequência de chutes máximo por min ( $FCH_{MAX}\cdot\text{min}^{-1}$ ), frequência cardíaca máxima ( $FC_{MAX}$ ), o tempo limite ( $T_{LIM}$ ) após o TET e valores da lactato sanguíneo [La] após o protocolo de fadiga dos atletas avaliados (n=6).

|              | $FCH_{MAX}$<br>(chutes) | $FCH_{MAX}$<br>chutes $\cdot\text{min}^{-1}$ | $FC_{MAX}$<br>(bpm) | $T_{LIM}$<br>(s) | [La] pós<br>( $\text{m}\cdot\text{mol}^{-1}$ ) |
|--------------|-------------------------|--|---------------------|------------------|--|
| <b>Média</b> | 37,33                   | 33,73  | 195,33              | 227,5            | 9,84   |
| <b>DP</b>    | 8,55                    | 8,47   | 6,8                 | 24,53            | 1,2  |

Na Tabela 3 são apresentados os valores de melhor *performance* pré e pós do tempo de reação, tempo de resposta, além do Impacto do chute *Bandal Tchagui* dos seis sujeitos que participaram da pesquisa.

**Tabela 3:** Valores do tempo de reação (TR) pré e pós, tempo de resposta ( $TR_{RESP}$ ) pré e pós e do impacto do chute *Bandal Tchagui* dos sujeitos que participaram da pesquisa (n=6).

|          | TR Pré<br>(ms) | TR Pós<br>(ms) | $T_{RESP}$ Pré<br>(ms) | $T_{RESP}$ Pós<br>(ms) | Impacto Pré<br>(g) | Impacto Pós<br>(g) |
|----------|----------------|----------------|------------------------|------------------------|--------------------|--------------------|
| <b>1</b> | 135            | 149            | 622                    | 636                    | 19,88              | 7,07               |
| <b>2</b> | 254            | 295            | 866                    | 1112                   | 82,15              | 34,83              |
| <b>3</b> | 135            | 141            | 917                    | 698                    | 11,49              | 5,32               |
| <b>4</b> | 105            | 79             | 802                    | 577                    | 58,02              | 7,07               |
| <b>5</b> | 134            | 476            | 993                    | 748                    | 78,12              | 10,60              |
| <b>6</b> | 142            | 256            | 1029                   | 911                    | 14,94              | 10,68              |

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios do TR pré e pós, que apresentaram um aumento, por outro lado os valores de  $T_{RESP}$  apresentaram uma redução pré e pós, mas sem significância. Por fim, os valores médios pré e pós de impacto que reduziram significativamente após protocolo específico de fadiga.

Além disso, uma correlação positiva ( $p < 0,05$ ,  $r = 0,881$ ) do  $T_{RESP}$  e Impacto pós protocolo de fadiga foi observada. Verificou-se também uma correlação significativa  $p < 0,01$  ( $r = 0,628$ ) entre os valores de impacto e  $T_{RESP}$  dos 18 chutes avaliados (2 chutes pré e 1 pós).

**Tabela 4:** Média e desvio padrão do tempo de reação (TR), tempo de resposta ( $T_{RESP}$ ) e impacto pré e pós protocolo de fadiga (n=6).

|                                   | <b>Pré</b><br>Média±DP | <b>Pós</b><br>Média±DP |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|
| <b>TR (ms)</b>                    | 150,83 ± 52,17         | 232,50 ± 143,23        |
| <b><math>T_{RESP}</math> (ms)</b> | 871,25 ± 147,34        | 779,92 ± 198,60        |
| <b>Impacto (g)</b>                | 44,10 ± 32,55          | 12,60 ± 11,10*         |

\*Diferença significativa entre pré e pós ( $p < 0,01$ ).

## 6. DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi verificar o efeito de uma sessão de treinamento em intensidade específica no TR,  $T_{RESP}$  e impacto do chute de atletas de Taekwondo. Para o nosso conhecimento esse foi o primeiro estudo que procurou verificar o efeito de um protocolo específico de  $T_{LIM}$  no TR,  $T_{RESP}$  e impacto do chute semicircular em atletas de Taekwondo.

Os nossos resultados de  $FCH_{MAX}$  ( $37,33 \pm 8,55$  chutes) são similares aos achados em estudo realizado com os atletas da Seleção Catarinense de Taekwondo ( $33 \pm 4$  chutes) (SANT'ANA; FERNANDES; GUGLIELMO, 2009), e aos valores encontrados em quatro atletas de Taekwondo antes e após período de 12 semanas de treinamento de resistência específica ( $32 \pm 4$  e  $42 \pm 3$ , respectivamente) (SANT'ANA; LIBERALI; NAVARRO, 2011). A  $FCH_{MAX}$  é um indicativo da intensidade máxima que esses atletas são capazes de se exercitar utilizando gesto motor específico durante o TET, representando uma medida da potência aeróbia destes. Sendo o Taekwondo um esporte que solicita conjuntamente o metabolismo aeróbio e anaeróbio de fornecimento de energia (BRIDGE.; JONES; DRUST, 2009), e onde segundo estudo de Campos et al. (2012) que tem observado durante a luta 66% do fornecimento de energia oriundo do sistema aeróbio, é de fundamental importância o controle de indicadores aeróbio em atletas deste esporte e de preferência que isto ocorra de forma específica.

O tempo de exaustão na  $FCH_{MAX}$  ( $227,5 \pm 24,53$  s) dos atletas identificados neste estudo é inferior ao valor médio encontrado em protocolos máximos envolvendo atletas de natação ( $243,2 \pm 30,50$  s) (FERNANDES et al., 2008), corrida ( $325,7 \pm 144,0$  s) (CAPUTO; DENADAI, 2004) e ciclismo ( $424 \pm 124$  s) (DIEFENTHALER et al., 2012). Provavelmente o menor tempo para  $T_{LIM}$  encontrado no estudo com os atletas de Taekwondo se dá em função da complexidade motora do gesto motor, que possivelmente exige um esforço maior para sua realização, do que em outro modo de exercícios como a corrida, natação e ciclismo.

Os valores do TR observados no presente estudo, tanto no momento pré como no pós, estão de acordo com os resultados encontrados na literatura para resposta a estímulos visuais, que ficam em torno de 200 ms (SCHMITD;

WRISBERG, 2011). Hermann et al. (2008) ao analisar o TR do chute semicircular em seis atletas de Taekwondo do sexo masculino pertencentes a Seleção Nacional da Alemanha, analisando o movimento do quadril e da perna dominante após sinal visual por meio de cinemetria, encontraram valores de  $259 \pm 31$  ms. Outro estudo, utilizando a metodologia supracitada, analisou o TR do chute semicircular em oito atletas faixas pretas de alto nível e encontrou valores de  $281 \pm 61$  ms (FALCO et al., 2011). Os estudos supracitados demonstraram valores superiores para o TR durante o chute semicircular quando comparados aos do presente estudo. A diferença para os resultados encontrados pode estar relacionada às diferentes metodologias aplicadas (cinemetria x EMG). Nossos dados sugerem que o TR estimado a partir da variação da linha de base do sinal EMG é uma metodologia mais sensível quanto comparada com a cinemetria, em função do número de amostras por segundo ser superior à cinemetria. Nos estudos supracitados os autores utilizaram filmadoras com frequência de amostragem de 150 Hz (HERMANN et al., 2008) e 300 Hz (FALCO et al., 2011), enquanto que no presente estudo o sinal eletromiográfico foi adquirido a 2000 Hz. E tal qual estudo feito por Lima (2004), não foi encontrado diferença significativa entre o TR pré e pós protocolo de fadiga, com aumento das concentrações de lactato sanguíneo.

Contudo, como forma de limitação do presente estudo, não podemos afirmar que o tempo de movimento dos atletas avaliados tenha sido ou não diferente após o protocolo de fadiga. Isso porque a variação da ativação muscular isolada não pode ser um sinônimo do início do gesto motor. O ideal para este tipo de análise seria o uso de cinemetria (com alta frequência de amostragem) sincronizado com uma plataforma de força.

Os  $T_{RESP}$  dos atletas avaliados no presente estudo são maiores do que os valores médios apresentados pelos atletas da seleção Alemã de Taekwondo (646 ms) (HERMANN et al., 2008) porém, similares aos valores médios (740 ms) identificados na seleção de Taekwondo da Espanha (FALCO et al., 2011) durante execução do chute semicircular ao estímulo visual.

Tal fato pode ser explicado pelo maior condicionamento físico desses grupos, de nível competitivo internacional, já que o  $T_{RESP}$ , assim como o TR, pode melhorar de 10% até 20% com o treinamento (JUODZBALIENE, 2006;

BARBANTI, 2010 *apud* JUNIOR, 2011).

Os atletas apresentaram após o protocolo  $T_{LIM}$  uma significativa redução no impacto dos chutes ( $44,10 \pm 32,55$  para  $12,60 \pm 11,10$ ,  $p < 0,05$ ). A exaustão voluntária dos atletas em  $FCH_{MAX}$  durante o protocolo de  $T_{LIM}$  associada a  $[La]$  observada ao final do protocolo ( $9,84 \pm 1,2$  mmol) sinaliza um processo de fadiga participantes da pesquisa. A  $[La]$  é um importante estimador utilizado para a contribuição do metabolismo glicolítico durante o exercício físico, pois quando o ácido láctico alcança uma alta concentração no sangue e nos músculos, surge à fadiga com uma queda na *performance* e um aumento na percepção de esforço (DAVIS; BAILEY, 1997).

Sendo o impacto o produto de duas massas, a primeira em movimento e a segunda também em movimento ou repouso (ESTEVES et al., 2007), e tendo o presente estudo apresentado para o pós protocolo de  $T_{LIM}$  um aumento do TR, mesmo que não significativo ( $p < 0,11$ ), e redução significativa do impacto do chute semicircular, podemos inquirir que um clássico modelo de fadiga foi instaurado nos atletas com redução na capacidade de gerar força, refletindo na queda de potência do golpe; potência esta, que de acordo com Zatsiorskij (1999) é o produto da força (F) pela velocidade (V)  $P = F.V$ . Então parece que temos como resultante do protocolo específico de  $T_{LIM}$  uma redução da componente força muscular; classificada por Carvalho e Carvalho (2006) como força muscular rápida, após o protocolo de fadiga e um retardo no sinal de ativação muscular EMG.

Segundo Paula (2004), a fadiga muscular localizada acontece na placa motora sendo mais frequente nas unidades de fibras contração rápida e a rápida perda de força quando estimulada de forma intensa tem a sua provável causa na falha de condução do potencial de ação do sarcolema devido desarmonia nas concentrações de potássio e sódio. Logo, tais mecanismos podem ter prejudicado a produção de força por unidade de tempo, diminuindo a potência (impacto) do chute e levado a um aumento do TR no presente estudo.

Por fim, a correlação significativa ( $p < 0,05$ ;  $r = 0,881$ ) encontrada entre o  $T_{RESP}$  e impacto pós protocolo de fadiga e ( $p < 0,01$ ;  $r = 0,628$ ) entre os valores de impacto e  $T_{RESP}$  dos 18 chutes avaliados (2 chutes pré e 1 pós) neste estudo, parecem indicar que quanto maior o impacto do chute, maior é o tempo que os

atletas levam para atingir o alvo. O que poderia provavelmente explicar tal comportamento seria o impulso do pé da perna de chute no solo, ou seja, a fim de gerar mais força o atleta impulsiona mais o solo perdendo mais tempo em prol de um maior acúmulo de energia na unidade músculo-tendínea que por sua vez reflete em maior impacto do chute, porém gerando um maior  $T_{RESP}$ .

Tal explicação baseia-se em estudos realizados com salto vertical observou-se uma correlação entre impulsão vertical e o aumento da duração da fase propulsiva do salto (FELTNER et al., 2004), aumento da velocidade vertical antes de saltar (BOBBERT et al., 2008) e valores superiores para altura do salto contra movimento (KIRBY et al., 2011). Segundo Bobbert et al. (1996) aumentar a profundidade de agachamento, durante o salto faz com que os músculos sejam capazes de construir um nível elevado de estado ativo e força antes do início do encurtamento, permitindo assim maior trabalho durante a primeira fase de encurtamento muscular.

Como a potência é um produto da força e da velocidade gerado durante a fase concêntrica, aumentar o tempo de contato e a profundidade (flexão da perna de chute empurrando o solo) do pé da perna de chute pode ser responsável por um aumento na geração de força, que associado a uma velocidade ideal, resultou em maiores níveis de potência (impacto do chute). Este mecanismo pode ser verificado no estudo de Kirby et al. (2011) que observaram maiores valores de pico de potência para o salto vertical quanto se aumentou o grau de agachamento (0,15 m para 0,30 m). No entanto, os autores observaram queda da mesma, quando valores de profundidade maiores do que 0,30 m foram utilizados. De acordo com os autores, ao aumentar a profundidade do agachamento maior força foi gerada durante a iniciação de encurtamento muscular. No entanto, porque a força era em seguida, aplicado sobre uma fase mais concêntrica, isso não resultou em um valor elevado de força pico.

Com isto, a partir do presente estudo, pode-se observar a resposta em variáveis importantes como TR,  $T_{RESP}$  e impacto do chute semicircular de atletas de Taekwondo submetidos a um protocolo de fadiga específica, na qual o gesto motor mais utilizado nas competições foi empregado, possibilitando assim discutir e compreender os mecanismos e aspectos que podem influenciar na *performance* deste movimento.

## 7. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados do presente estudo, podemos concluir que o protocolo específico de  $T_{LIM}$  apresenta características que reproduzem o gesto motor da modalidade, induzindo os atletas de Taekwondo a um quadro de fadiga, no qual refletiu em um menor impacto do chute semicircular.

Além disso, as relações entre o  $T_{RESP}$  e o impacto indicam que, provavelmente quanto maior a força aplicada, por parte do atleta, mais tempo este leva para atingir o alvo, caracterizando uma redução no tempo em que a técnica de chute leva para atingir o alvo.

Os indicadores encontrados no TET e na EMG corroboram com a literatura já existente.

Contudo, estudos futuros com um maior número de atletas, protocolos com situações reais de competição (visto que o estado psicológico exerce influência sobre o desempenho) e, com auxílio de outros instrumentos como os cinemáticos e plataformas de força, são mecanismos essenciais para um resultado mais fidedigno, resultando no enriquecimento acadêmico sobre o tema discutido neste estudo.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BESSA, L. M.P.S., Tempo de Reação Simples e Tempo de Movimento no Karate, Estudo Comparativo Entre Atletas Com ou Sem Experiência Competitiva, 2009. Trabalho de Conclusão de Curso de Educação Física Licenciatura, Universidade do Porto, Porto, 2009.

BOBBERT, M.F., CASIUS, L.J.R., SIJPKENS, I.W.T., & JASPERS, R.T. Humans adjust control to initial squat depth in vertical squat jumping. *Journal of Applied Physiology*, 105, 1428–1440, 2008.

BOBBERT, M.F., GERRITSEN, K.G.M., LITJENS, M.C.A., & VAN SOEST, A.J. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 28, 1402–1412, 1996.

BORYSIUK, Z.; WASKIEWICZ, Z. Information processes, stimulation and perceptual training in fencing. *J Hum Kinetic*. v. 19, n. -, p. 63-82, 2008.

BRIDGE, C.A.; JONES, M.A.; DRUST, B. Physiologic Responses and Perceived Exertion During Internacional Taekwondo Competition. *Journal Of Sports Physiologic and Performance*, v4, p. 485-493, 2009.

BUENO, F.S. Dicionario Escolar da Língua Portuguesa. 11 ed. Rio de Janeiro: FENAME, 1983.

CAMPOS, F. A. D, BERTUZZI, R., DOURADO, A.C., SANTOS, V.T.F., FRANCHINI, E. Energy Demands in Taekwondo Athletes During Combat Simulation. *European Journal of Applied Physiology*, 112(4):1221-8, 2012.

CAPUTO, F., DENADAI, B.S., Resposta do  $VO_{2max}$  e Tempo de Exaustão Durante a Corrida Realizada na Velocidade Associada ao  $VO_{2max}$ : Aplicações para o Treinamento Aeróbio de Alta Intensidade. *Revista Brasileira Ciência do Esporte*, v.26, n.1, p. 19-31, Campinas, SP, 2004.

CARVALHO, C; CARVALHO, A. Não se deve identificar força explosiva com potencia muscular ainda que existam algumas relações entre ambas. *Revista Portuguesa de Ciência Desportiva*, pag. 241-248, 2006.

COJOCARIU, A. Measurement of Reaction Time In Qwan Ki Do. *Bio Sports*, v.28, pg 139-143, 2011.

CRUZ, E.M.; BANKOFF, A.D.P. Estudo do Salto Vertical Máximo: Análise da Correlação de Forças Aplicadas. *Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP, Campinas*, v. 8, n. 1, p. 38-53, jan./abr. 2010

DAVIS, J.M; BAILEY, S.P. Possible mechanisms of central nervous system fatigue during exercise. *Medicine Science of Sports Exercise*, v.29, 1997.

DIEFENTHAELER, F.; BINI, R.R.; KAROLCZAK, A.P.B.; CARPES, F.P. Ativação muscular durante a pedalada em diferentes posições do selim. 2008.

ESTEVES, A.C.; NASCIMENTO, A.; MOREIRA, F.D.; REIS, D. Impacto no eixo antero-posterior no chute Bandal Tchagui do Taekwondo. *Educación Física y Desporte*, v. 104, 2007.

FALCO, C.; ESTEVAN, I.; VIETEN, M. Kinematical Analysis of Five Kicks in Taekwondo. *Postuguese Journal of Sports Sciences*, v. 11, pg 219-222, 2011.

FARINATTI, P.T.V.; MONTEIRO, W. *Fisiologia e avaliação funcional*. Vol.1. Rio de Janeiro: Sprint, 1992.

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

FELTNER, M.E., BISHOP, E.J., & PAREZ, C.M. Segmental and kinetic contributions in vertical jumps performed with and without an arm swing. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 75,216–230, 2004.

FERREIRA, G. S., *A Contribuição da Arte Marcial Olimpica Taekwondo no Desenvolvimento da Criança no Primeiro Ciclo do Ensino Fundamental*, 2006. Trabalho de Conclusão de Curso de Ed. Física Licenciatura, Universidade Augusto Motta, Rio de Janeiro, RJ, 2006.

FERNANDES R.J., KESKINEN, K.L., COLAÇO, P., QUERIDO, A.J., MACHADO, L.J., MORAIS, P.A., NOVAIS, D.Q., MARINHO, D.A., VILAS BOAS, J.P. Time limite at VO<sub>2</sub><sub>max</sub> in elite swimmers. *Internacional Journal Sports Medicine*, v.29, pag 145-150, Fevereiro, 2008.

FOX, E. L., BOWERS, R., FOSS, M. L. Bases fisiológicas da Educação Física e dos desportos. 4a edição, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,1991.

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

GOULART, F. Taekwondo – técnicas básicas de competição. São Paulo: Zorx, 1994

GUYTON A.C., MCARDLE, W.D., KATCH, F.I., KATCH, V.L. Fisiologia do Exercício, Energia, Nutricao e Desempenho Humano. Rio de Janeiro, 1998.

HASCELIK, Z.; BASGOZE, O.; TURKER, K.; NARMAN, S.; OZKER, R. The effects of physical training on physical fitness tests and auditory and visual reaction times of volleyball players. *J Sports Med Physic Fit.* v. 29, n. 3, p. 234-239, 1989.

HERMANN, G., SCHOLZ M., VIETEN M., KOHLOEFFEL M., Reation and Performance Time of TAEKWONDO Top Athletes Demonstrating the Baldung Chagi, 14-18 Julho, Seoul, Korea, 2008.

KARA, M.; GÖKBEL, H.; BEDIZ, C.; ERGENE, N.; UÇOK, K.; UYSAL, H. Determination of the heart rate deflection point by the Dmax method. *J Sports Med Phys Fitness.* v.36, n.1, p.31-4, 1996.

KIM, Y.J.; SILVA, E. Arte marcial coreana TAEKWONDO. São Paulo: Roadie Crew, 2000.

KIRBY, T.J., MCBRIDE, J.M., HAINES, T.L., Dayne, A.M. Relative Net Vertical Impulse Determines Jumping Performance. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 207-214, 2011.

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

LIMA, E.V.; TORTOZA, C.; ROSA, L.; LOPES-MARTINS, R.A.B. Estudo da Correlação Entre a Velocidade de Reação Motora e o Lactato Sanguíneo, em Diferentes Tempos de Luta no Judô. *Rev Bras Med Esporte*, v. 10, Nº 5 – Set/Out, 2004.

MAGILL, R.A. *Aprendizagem Motora: Conceito e Aplicações*. Edgard Blucher, 5ed, SP, 2000.

MCARDLE, W. D.; KATCH, F. I.; KATCH, V. L. *Fisiologia do Exercício, Nutrição e Desempenho Humano*. Rio de Janeiro: filiada, 1998.

MERLETTI, R. Standards for reporting EMG data. *J Electromyogr Kinesiol* 1997;7(2):1-11.

JUNIOR, N. K. M., Tempo de Reação no Esporte: Uma Revisão. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires, v.16, Nº 163, 2011.

PAULA, A. H. A Fadiga no Esporte. *EFDeportes*, v. 10, n. 70, março, 2004.

PORTELA, A. A Influencia da Fadiga no Tempo de Reação de Praticantes de Escalada em Escaladores, 2005. Trabalho de Conclusão de Mestrado em Ciencias do Movimento Humano, Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2005.

POWERS, S, K. & HOWLEY, E, T. *Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e desempenho*. 3ª edição, São Paulo. Manole. 2000.

REIBNITZ, F. S. Protótipo de um Sistema para Competição de Taekwondo, 2005. Trabalho de Conclusão de Curso Ed. Fisica Bacharelado, UNISUL, Palhoça, SC, 2005.

REIBNITZ, F. S. INTENSIDADE DO TREINAMENTO PRÉ-COMPETIÇÃO DE TAEKWONDO. Trabalho de Conclusão de Curso Ed. Física Licenciatura, UFSC, Florianópolis, SC, 2009.

RIBEIRO, R.; ALMEIDA, L. Tempo de reação e inteligência. *Aval Psicol.* v. 4, n. 2, p. 95-103.

SAHLIN K., Metabolic factors in fatigue. *Sports Méd.*, v.13, p. 99-107, 1992.

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

SANT' ANA, J.; FERNANDES, F.; NAVARRO, F., Treinamento de resistência aeróbia para atletas de Taekwondo. *Revista Brasileira de Prescrição de Exercícios*, v.5, n.28, 2011.

SCHMITD, R. J., WRISBERG, C. A., *Aprendizagem e Performance Motora: Uma Abordagem da Aprendizagem Baseada na Situação*. 4ª ed, Artmed, SP, 2011.

SILVA, B.A.R.S, MARTINEZ, F.G., PACHECO, A.M., PPACHECO, I. Efeitos da Fadiga Muscular Induzida por Exercícios no Tempo de Reação Muscular dos Fibulares em Indivíduos Sadios. *Rev Bras Med Esporte*, Vol. 12, n 2, Mar/Abr, 2006.

SINGER, R. N. *Psicologia dos esportes: mitos e verdades*. 2a ed. São Paulo: Harbra,1977.

SOUZA, V. F. T., *Tempo de Reação e Tomada de Decisão no Taekwondo: Efeitos do Número de Alternativas e Complexidade da Tarefa*, 2003. Trabalho de Conclusão de Curso de Ed. Física Licenciatura Plena, Faculdade de Ciências da Unesp, São Paulo, SP, 2003.

SPARROW, W.; BEGG, R.; PARKER, S. Aging effects on visual reaction time in a single task condition and when treadmill walking. *Mot Contr.* v. 10, n. 3, p. 201-211, 2006.

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.

ZATSIORSKIJ, W.M. Ciência e Prática do Treinamento de Força. São Paulo: Phorte. 1999.

WEINECK, J. Treinamento Ideal. 9º edição, São Paulo: Manole. 1999.

WTF. The World Taekwondo Federation. <<http://www.wtf.org>> acesso em 10/05/2012.

## **9. ANEXOS**

### **9.1 Termo de Consentimento**

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: EFEITO DE UM PROTOCOLO DE FADIGA NO TEMPO DE REAÇÃO, TEMPO DE RESPOSTA E IMPACTO DO CHUTE SEMICIRCULAR DE ATLETAS DE TAEKWONDO.**

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada **“EFEITO DE UM PROTOCOLO DE FADIGA NO TEMPO DE REAÇÃO, TEMPO DE RESPOSTA E IMPACTO DO CHUTE SEMICIRCULAR DE ATLETAS DE 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 4 sessões, todas realizadas no CDS/UFSC, com duração de aproximadamente 60 mins. 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 duas, 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 frequencímetro 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 coletados a partir do lóbulo de sua orelha de 25µl de sangue arterializados afim de obter medidas de concentração de lactato sanguíneo.

Na ultima sessão você será submetido a protocolo para determinar o tempo de reação pré e pós-treinamento específico que consistirá na realização de 3 rounds de 4 mins realizando chutes na FCH do estágio acima da FCHpdfc identificada no TET, por 1 min de intervalo. O tempo de reação ( $T_{rec}$ ) e o tempo de resposta ( $T_{res}$ ) serão determinados a partir da sincronização entre sinal luminoso para determinar o inicio da ação motora (técnica Bandal Tchagui) e os sistemas de aquisição utilizados para obtenção do sinal eletromiográfico e o impacto obtido pelo acelerômetro.

Quanto aos riscos ao participar desta pesquisa, 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: Vinicius Santos da Silva, o professor 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:**

Vinicius Santos da Silva. E-mail: [vinesantos@gmail.com](mailto:vinesantos@gmail.com) Tel.: (48) 99142212

Professor: Jader Sant' Ana. E-mail: [jader\\_sancorpore@hotmail.com](mailto:jader_sancorpore@hotmail.com). Tel.: (48) 91047737

Prof. Dr. Fernando Diefenthaler. E-mail: [fdiefenthaler@gmail.com](mailto: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), \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_