

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

DANIELE DETANICO

**ASPECTOS NEUROMUSCULARES E FISIOLÓGICOS
INTERVENIENTES NA PERFORMANCE DO JUDÔ**

**FLORIANÓPOLIS
2010**

DANIELE DETANICO

**ASPECTOS NEUROMUSCULARES E FISIOLÓGICOS
INTERVENIENTES NA PERFORMANCE DO JUDÔ**

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

Orientadora: Dr^a Saray Giovana dos Santos

FLORIANÓPOLIS
2010

AGRADECIMENTOS

Ao final desta etapa registro aqui meus sinceros agradecimentos.

Primeiramente a Deus que fez meus dias parecerem mais fáceis, me dando coragem para seguir em frente.

À minha família, especialmente meus pais e minha tia, pelo voto de confiança e pelo apoio que nunca me faltou.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da UFSC que possibilitou minha formação acadêmica.

À professora Saray, minha orientadora e minha amiga. Por me ensinar a arte do judô, pela orientação em diversos aspectos nesses seis anos durante a graduação e o mestrado. Minha gratidão e meu carinho são enormes, difícil até de expressar em palavras.

Ao professor Moro, principalmente por me dar a oportunidade de ingressar no mestrado e pelas conversas sempre incentivadoras.

Ao professor Luis Guilherme, que sempre se mostrou prestativo, obrigada pelo auxílio na realização das coletas de dados.

Ao professor Emerson Franchini, pelo auxílio durante a qualificação, troca de e-mails e pela disponibilidade em contribuir com meu trabalho.

Aos meus colegas do BIOMEC Diogo, Tati, Rose, Adri, Stephanie e Gisele, obrigada pela troca de conhecimento, pela companhia, pelo café da tarde e pelas festas é claro. Em especial a Tati, minha irmã malquinha, e a Stephanie pela ajuda durante as coletas de dados.

Aos colegas do LAEF Juliano, Talita, Adri e Fran pela ajuda nas coletas e por estarem sempre prestativos. Em especial a Fran, minha amiga de todas as horas, que eu espero que sempre esteja por perto para muitas conversas ainda.

Aos amigos que vão estar sempre no meu coração: Susi que apareceu na minha vida e não pediu licença pra entrar. Obrigada por ter te conhecido e fazer parte da minha vida. Simone, amizade a primeira vista. Não esquecerei do nosso lema “seja fiel aos seus desejos”, como diria a Cilene.

Ao Pepe, pessoa inesquecível, que eu agradeço simplesmente por ter conhecido.

Ao Ju, que foi um presente na minha vida. Obrigada por toda ajuda na construção desse trabalho e por nunca medir esforços para que tudo desse certo.

Aos senseis Júlio da UNISUL, Pipoca do IEE e Paulo Casebre do Instituto Casebre de Joinville por terem cedido seus atletas e pela confiança nas avaliações.

Aos atletas que participaram deste estudo, meu sincero agradecimento, pois vocês foram a peça chave do meu trabalho.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

DETANICO, D. **Aspectos neuromusculares e fisiológicos intervinientes na performance do judô.** 2010. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação Física, UFSC, Florianópolis.

Introdução: uma prescrição adequada das cargas de treinamento é de extrema importância para judocas, principalmente quando o nível técnico-tático é equivalente, pois pequenas alterações em qualquer variável que influencie o desempenho podem determinar o resultado final de uma luta ou competição. Desse modo, este estudo objetivou investigar aspectos neuromusculares e fisiológicos intervinientes na performance de judocas de diferentes categorias de peso. **Método:** participaram deste estudo 18 judocas do sexo masculino (idade: $20,56 \pm 1,82$; tempo de prática: $9,36 \pm 4,72$ anos). Foram realizadas as seguintes avaliações: salto vertical (CMJ) sobre uma plataforma de força para a obtenção da potência muscular; simulação de puxada no *judogui*, por meio de uma célula de carga acoplada a um sistema de aquisição de dados para a obtenção da força máxima (Fmax) e da taxa de manutenção da força máxima (TMFmax); *Special Judo Fitness Test* (SJFT) para a obtenção do número de arremessos e percentual da frequência cardíaca máxima (%FCmax) mensurada um minuto após o teste; simulação de luta, onde foi obtido o pico de lactato sanguíneo após a luta (LACmax) e o percentual de diminuição de lactato sanguíneo (DLS); teste incremental em esteira rolante, no qual obteve-se a velocidade no limiar anaeróbio (VLAN) e o pico de velocidade (PV) atingido no teste. Para análise estatística, utilizou-se teste de *Shapiro-Wilk*, correlação linear de *Pearson*, teste “t” para amostras dependentes, análise de variância (ANOVA *one way*) a $p \leq 0,05$. **Resultados:** observou-se correlação significativa entre o número de arremessos no SJFT, a VLAN ($r = 0,60$; $p < 0,01$), o PV ($r = 0,70$; $p < 0,01$) e o CMJ ($r = 0,74$; $p < 0,01$), não sendo reportada correlação significativa com a Fmax e com a TMFmax nos lados dominante e não-dominante e com o LACmax. Não foi observada correlação significativa do %FCmax com a VLAN e com o DLS. Foi reportada correlação significativa inversa entre o LACmax e a VLAN ($r = -0,59$; $p = 0,01$), porém não foi verificada entre o DLS e a VLAN. Os valores do LACmax foram significativamente superiores na categoria médio/meio-pesado quando comparados com a categoria leve/meio-médio ($p < 0,05$) e o CMJ foi

significativamente inferior na categoria médio/meio-pesado quando comparados com as demais (ligeiro/meio-leve; leve/meio-médio) ($p < 0,05$). **Conclusões:** pode-se concluir que os níveis de potência muscular, a capacidade e a potência aeróbia foram os principais determinantes do número de arremessos realizado no SJFT. A força máxima e a resistência de força, assim como a capacidade glicolítica, não mostraram-se relacionados com o número de arremessos. Além disso, conclui-se que atletas com maior capacidade aeróbia apresentaram menor solicitação glicolítica durante a luta. A frequência cardíaca de recuperação após o SJFT e a diminuição de lactato sanguíneo após a luta não foram considerados bons indicadores da capacidade aeróbia, pois não foram relacionados com o limiar anaeróbio dos judocas. Por fim, entre as categorias, os judocas mais pesados solicitaram mais o metabolismo anaeróbio láctico durante a luta e apresentaram menor potência muscular quando comparados aos atletas mais leves.

Palavras-chave: judô, performance, aptidão aeróbia, potência muscular, força muscular.

ABSTRACT

DETANICO, D. **Neuromuscular and physiological aspects intervenient of the judo performance.** 2010. Master's Dissertation. Post-Graduate in Physical Education, UFSC, Florianópolis.

Introduction: a suitable prescription of training loads is extremely important for judo athletes, especially when the technical and tactical level is equivalent, since small changes in any variable that influences the performance may determine the outcome of a fight or a competition. Thus, this study aimed to investigate neuromuscular and physiological intervenient aspects of judoists' performance in different weight categories. **Method:** eighteen male judoists of different weight categories participated of this study (age: 20.56 ± 1.82 years; time of practice: 9.36 ± 4.72 years). The following evaluations were realized: vertical jump (CMJ) on a force plate to obtain the muscle power; simulation of pulled in the *judogui* measured with a load cell to obtain the maximum strength (MS) and maximum strength maintenance rate (MSMR); Special Judo Fitness Test (SJFT) to obtain the number of throws and percentage of maximum heart rate (%HRmax) obtained one minute after the test; simulation of combat to obtain the blood lactate peak after the fight (LACmax) and the percentage of blood lactate decrease (BLD); incremental test on a treadmill to obtain the velocity at anaerobic threshold (AT) and peak speed (PS) reached in the test. For statistical analysis, Shapiro-Wilk test, Pearson correlation, t test for dependent samples, analysis of variance (ANOVA one way) at $p \leq 0.05$ were used. **Results:** significant correlations in the numbers of throws of SJFT with AT ($r = 0.60$; $p < 0.01$), PS ($r = 0.70$; $p < 0.01$) e CMJ ($r = 0.74$; $p < 0.01$) were observed, but there were no significant correlation with MS and MSMR of the dominant and non-dominant sides, as well as, with the LACmax. No significant correlations between %HRmax, AT and BLD were found. Significant correlation between LACmax and AT ($r = -0.59$; $p = 0.01$) was reported, but there was no significant correlation between BLD and AT. The LACmax was significantly higher in the middle weight / half-heavy weight categories than light weight / half-middle weight categories ($p < 0.05$) and the CMJ was significantly smaller in the middle weight / half-heavy categories than to the other (extra-light weight / half-light weight and light weight / half-middle weight) ($p < 0.05$). **Conclusions:** the indexes of muscle power,

aerobic ability and aerobic power were the main determinants of the number of throws in the SJFT. The maximum strength, the endurance strength and the glycolytic ability were not related with the number of throws. Moreover, it can be concluded that athletes with greater aerobic ability had lower glycolytic request during the fight. Heart rate recovery after SJFT and the blood lactate decreased after the fight were not considered good indicators of aerobic ability because they were not related to the anaerobic threshold of the judoists. Finally, among the categories, judoists' heavyweight requested more lactic anaerobic metabolism during the fight and had lower muscle power than athletes' lightweight.

Key-words: judo, performance, aerobic fitness, muscle power, muscle strength.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Contribuição energética relativa de cada sistema para o suprimento total de energia num determinado período de exercício máximo.....	25
Figura 2. Curva da relação força-tempo em uma contração isométrica.....	38
Figura 3. Curva da relação força-velocidade de Hill e de potência.....	39
Figura 4. Relação força-tempo durante contração isométrica lenta, normal e rápida.....	44
Figura 5. Plataforma de força utilizada na realização do salto vertical.....	53
Figura 6. Representação do sistema de aquisição de sinais Miotec e célula de carga.....	54
Figura 7. Esquema ilustrativo do teste SJFT.....	56
Figura 8. Representação da técnica de braço <i>Ipon-seoi-nage</i>	56
Figura 9. Esquema ilustrativo da realização do salto CMJ.....	58
Figura 10. Representação da puxada no <i>judogui</i>	59
Figura 11. Representação das variáveis Fmax e TMFmax em uma curva força x tempo.....	60
Figura 12. Força máxima atingida durante a puxada no <i>judogui</i> nos lados dominante e não-dominante.....	63
Figura 13. Taxa de manutenção da Fmax durante a puxada no <i>judogui</i> nos lados dominante e não-dominante.....	63
Figura 14. Concentrações de lactato sanguíneo após uma luta de judô.....	64
Figura 15. Relação entre número de arremessos no SJFT e PV.....	65
Figura 16. Relação entre número de arremessos no SJFT e VLAn...66	66
Figura 17. Relação entre número de arremessos no SJFT e CMJ....66	66
Figura 18. Relação entre número de arremessos no SJFT e Fmax no lado dominante.....	67
Figura 19. Relação entre número de arremessos no SJFT e Fmax no lado não-dominante.....	67
Figura 20. Relação entre número de arremessos no SJFT e manutenção da Fmax no lado dominante.....	68
Figura 21. Relação entre número de arremessos no SJFT e manutenção da Fmax no lado não-dominante.....	68
Figura 22. Relação entre número de arremessos no SJFT e LACmax.....	69
Figura 23. Relação entre %FCmax após o SJFT e VLAn.....	69
Figura 24. Relação entre %FCmax após o SJFT e DLS.....	70

Figura 25. Relação entre VLAN e LACmax.....	70
Figura 26. Relação entre VLAN e DLS.....	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Valores descritivos referentes às características dos atletas do estudo.....	52
Tabela 2. Valores descritivos das variáveis de desempenho no SJFT.....	62
Tabela 3. Valores descritivos do desempenho no CMJ.....	62
Tabela 4. Velocidade correspondente ao limiar anaeróbio e pico de velocidade.....	64
Tabela 5. Valores descritivos dos índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias de peso ligeiro/meio-leve, leve/meio-médio e médio/meio-pesado.....	72

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CAE	Ciclo alongamento-encurtamento
CMJ	<i>Counter Movement Jump</i>
CG	Centro de gravidade
DLS	Diminuição do lactato sanguíneo
FC	Frequência cardíaca
FCmax	Frequência cardíaca máxima
Fmax	Força máxima
FP	Força de puxada
FPM	Força de prensão manual
LACmax	Lactato máximo
[Lac]	Concentrações de lactato
LAn	Limiar anaeróbio
PCr	Fosfocreatina
PV	Pico de velocidade
RM	Repetição máxima
SJFT	<i>Special Judo Fitness Test</i>
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
TDF	Taxa de desenvolvimento de força
TMFmax	Taxa de manutenção da força máxima
UM	Unidade motora
VLAN	Velocidade no limiar anaeróbio
VO ₂ max	Consumo máximo de oxigênio
VO ₂	Consumo de oxigênio

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
1.1 Contextualização do problema	16
1.1 Objetivo geral.....	18
1.2 Objetivos específicos	18
1.3 Hipóteses.....	19
1.4 Justificativa	19
1.5 Definição de termos.....	21
1.6 Definição de variáveis.....	21
1.7 Limitações do estudo.....	22
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
2.1 Interação dos sistemas energéticos e contribuição em exercícios máximos	23
2.1.1 Sistema aeróbio e sua relevância para exercícios intermitentes de elevada intensidade.....	27
2.1.2 Sistema anaeróbio de transferência de energia.....	33
2.2 Índices neuromusculares e suas implicações no esporte	37
2.2.1 Força explosiva e potência muscular	37
2.2.2 Força isométrica máxima e resistência de força	44
2.3 Testes específicos para judocas	48
3 MÉTODO	51
3.1 Caracterização da pesquisa	51
3.2 Sujeitos do estudo	51
3.3 Instrumentos de medida	52
3.3.1 Obtenção das características antropométricas	52
3.3.2. Obtenção dos índices fisiológicos	52
3.3.3 Obtenção dos índices neuromusculares	53
3.4 Coleta de dados.....	54
3.5 Procedimentos para a coleta e tratamento dos dados.....	55
3.5.1 Protocolo de avaliação antropométrica	55
3.5.2 Protocolo do VLAN e PV.....	55
3.3.3 Protocolo do SJFT	55
3.5.4 Simulação de luta (handori).....	57
3.5.5 Protocolo do salto vertical CMJ	57
3.5.6 Protocolo da FP	59
3.6 Análise estatística.....	60
4 RESULTADOS	62
4.1 Apresentação das variáveis analisadas	62
4.3 Relações entre aspectos fisiológicos, neuromusculares e situações específicas do judô.....	65
4.4 Comparação dos índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias de peso	72

5. DISCUSSÃO	73
5.1 Relações entre aspectos fisiológicos e situações específicas do judô.....	73
5.2 Relações entre aspectos neuromusculares e situações específicas do judô.....	79
5.3 Comparação dos índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias de peso	84
6 CONCLUSÕES	88
REFERÊNCIAS.....	90
ANEXO.....	103
APÊNDICE	104

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do problema

As características do judô de desporto aberto e acíclico, que combina diversas qualidades físicas vêm sendo foco de estudo em diferentes aspectos, tais como a análise de variáveis fisiológicas voltadas à performance (CALLISTER et al., 1991; LITTLE, 1991; STERKOWICZ et al., 1999; FRANCHINI, 2001) ou investigações a cerca de fatores neuromusculares intervenientes no desempenho durante as lutas (FRANCHINI et al., 2004b; BLAIS et al., 2007; MONTEIRO et al., 2007).

Em relação as variáveis fisiológicas, observando as características temporais das lutas de judô, que podem durar alguns segundos até cinco minutos (CBJ, 2009), torna-se complexa a descrição de um único modelo fisiológico que quantifique o esforço (AZEVEDO et al., 2007). Além disso, geralmente o atleta compete diversas vezes em um mesmo dia, o que dificulta ainda mais a análise da intensidade das lutas.

A intermitência, as durações curtas e as intensidades elevadas durante as lutas determinam alta solicitação do metabolismo anaeróbio, o que pode ser demonstrado pelas elevadas concentrações de lactato verificadas após os mesmos (FRANCHINI et al., 1999; FRANCHINI et al., 2005a; SBRICCOLI et al., 2007). Nesses eventos, a manutenção prolongada da taxa de liberação de energia é determinada em grande parte a partir da utilização dos estoques anaeróbios aláticos e lácticos. Altos valores de lactato sanguíneo após um esforço máximo indicam elevada participação da glicólise anaeróbia, o que pode estar associado à capacidade anaeróbia do indivíduo, visto que mais energia foi liberada para a contração muscular (GASTIN, 2001). No entanto, é importante ressaltar que as concentrações de lactato sanguíneo sugerem apenas o quanto a glicólise foi solicitada, não permitindo nenhum indicativo do uso dos fosfagênios (DE-OLIVEIRA et al., 2006).

Embora o sistema anaeróbio seja o metabolismo determinante em exercícios de elevada intensidade, como as lutas de judô, tem-se sugerido que o sistema aeróbio responde rápido à demanda energética do exercício, tendo um papel importante também em esforços máximos de curta duração (GAITANOS et al., 1993; BOGDANIS et al., 1996; GASTIN, 2001). Além disso, esse componente é importante quando a luta se prolongar por mais

tempo (5 min) e houver uma sequência de lutas em um mesmo dia de competição.

Considerando esse aspecto, Degoutte et al. (2003) verificaram que, além da utilização de glicogênio muscular como fonte energética em combates, houve um aumento da utilização de triglicérides, ácidos graxos livres e glicerol, o que indica aumento na demanda aeróbia, principalmente no final da luta.

A aptidão aeróbia de atletas de judô também tem sido relacionada a processos de recuperação metabólica. Estudos prévios têm demonstrado que a capacidade aeróbia parece estar relacionada a um menor acúmulo de lactato sanguíneo após simulações de luta (FRANCHINI et al., 1998) e a maior remoção de lactato após a luta em judocas que utilizaram recuperação ativa (FRANCHINI et al., 2001b). Além disso, judocas com maior potência aeróbia podem levar vantagem em períodos do combate com duração máxima (5 min), pois o esforço supramáximo absoluto poderá representar menor intensidade quando comparado com atletas com menor potência aeróbia (FRANCHINI et al., 2007). Tais aspectos podem contribuir para que o judoca mantenha a intensidade na sequência das lutas, contribuindo no controle do processo de fadiga muscular.

Além das qualidades físicas relacionadas ao metabolismo energético, fatores neuromusculares também podem ser considerados componentes essenciais para a performance no judô, como a potência muscular, a qual está relacionada a um maior número de ataques e maior eficácia nos golpes (FRANCHINI; DEL VECCHIO, 2008). A potência é determinada por uma combinação ótima entre força e velocidade gerada pelos músculos, sendo que fatores como a capacidade de recrutamento neural, o aproveitamento do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) e a taxa de liberação de energia por meio da via metabólica anaeróbia poderão determinar a potência a ser produzida (KOMI, 2000).

Outra variável neuromuscular está presente na pegada no *judogui* (vestimenta utilizada no judô), considerada componente importante para o sucesso em uma luta, pois uma pegada que imponha dificuldades ao adversário influenciará positivamente na execução das técnicas (FRANCHINI; DEL VECCHIO, 2008). Tem-se verificado que a força de pegada depende de vários fatores, como a força isométrica máxima de preensão manual, a resistência de força e a força dinâmica, visto que além da contração isométrica dos músculos do antebraço, as regiões do braço e do tronco realizam ações dinâmicas durante a pegada em uma luta (FRANCHINI et al., 2004b).

Tendo em vista que o judô é uma modalidade na qual os confrontos são divididos por categorias de peso, fatores associados à performance podem diferir muito entre as categorias, porém poucos estudos analisaram tais aspectos. Callister et al. (1991) compararam algumas características físicas entre as categorias leves e pesadas e constataram, de maneira geral, uma relação inversa entre a categoria de peso e a potência aeróbia, além de uma relação positiva entre a gordura corporal e a categoria de peso; no sexo feminino, em particular, foi verificado que as judocas de categorias mais pesadas apresentaram maior força máxima absoluta de membros superiores quando comparadas às de categorias mais leves. Tais resultados indicam que os perfis fisiológicos de judocas diferem muito entre as categorias de peso, sugerindo que os fatores responsáveis pelo sucesso são bem específicos para cada categoria.

Partindo dos pressupostos destacados sobre a importância da investigação de parâmetros associados à performance de atletas de judô, a fim de que possam ser utilizados como controle e prescrição das cargas de treinamento, formulou-se as seguintes questões a investigar: quais as relações entre as respostas fisiológicas e os índices neuromusculares com situações específicas do judô? Será que existem diferenças nesses índices entre as categorias de peso?

1.1 Objetivo geral

Investigar aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na performance de judocas em diferentes categorias de peso.

1.2 Objetivos específicos

- Identificar e comparar a força de puxada no *judogui* entre os lados dominante e não-dominante;
- Identificar e relacionar o número de arremessos, obtido em teste específico, com as variáveis neuromusculares (potência muscular e força de puxada no *judogui*) e fisiológicas (velocidade no limiar anaeróbio e pico de velocidade em teste progressivo e pico de lactato sanguíneo obtido após simulação de luta);
- Identificar e relacionar a frequência cardíaca após teste específico com as variáveis velocidade no limiar anaeróbio e diminuição de lactato sanguíneo após simulação de luta;

- Relacionar os índices pico de lactato e diminuição de lactato sanguíneo após simulação de luta com a velocidade no limiar anaeróbio;
- Comparar as variáveis fisiológicas e neuromusculares entre as categorias de peso.

1.3 Hipóteses

As principais hipóteses formuladas neste estudo foram:

- H1: existe correlação entre o número de arremessos e as variáveis velocidade no limiar anaeróbio e pico de velocidade.
- H2: existe correlação entre o número de arremessos e a potência muscular.
- H3: existe correlação entre o número de arremessos e o pico de lactato sanguíneo após simulação de luta.
- H4: existe correlação entre o número de arremessos, a força máxima e a resistência de força na puxada no *judogui*.
- H5: existe correlação entre as variáveis frequência cardíaca após teste específico, velocidade no limiar anaeróbio e diminuição de lactato sanguíneo após simulação de luta.
- H6: existe diferença nos índices fisiológicos entre as categorias de peso.
- H7: existe diferença nos índices neuromusculares entre as categorias de peso.

1.4 Justificativa

Uma das preocupações de pesquisadores da área de performance esportiva trata da utilização de métodos de preparação técnica, tática e física que façam com que o atleta atinja seu melhor desempenho nas competições-alvo determinadas. No entanto, quando o nível técnico-tático dos atletas é equivalente, uma preparação física adequada torna-se ainda mais importante e pequenas alterações em qualquer variável que influencie o desempenho podem determinar o resultado final de uma luta ou competição. Dessa forma, é imprescindível que se tenha uma avaliação precisa das variáveis associadas à performance, a fim de que seja possível uma prescrição adequada das cargas de treinamento.

Analisando as características específicas do judô, algumas variáveis têm se destacado na melhora de desempenho durante as lutas. A capacidade e a potência anaeróbia e as diferentes manifestações de força muscular (força máxima, resistência de força

e potência) são tradicionalmente determinantes de ações decisivas nas lutas (LITTLE, 1991; CALLISTER et al., 1991; FRANCHINI; DEL VECCHIO, 2008). Desse modo, a investigação a cerca da influência dessas variáveis tornam-se importante na tentativa de explicar a performance e de estabelecer intensidade e volume de treinamento adequadas.

Variáveis relacionadas ao sistema aeróbio, considerados até pouco tempo sem contribuição nas lutas de judô, tem sido analisadas com o intuito de explicar a demanda energética durante o combate e na tentativa de aperfeiçoar o desempenho, por meio de treinamento específico. A capacidade aeróbia tem sido relacionada ao menor acúmulo de lactato sanguíneo após a luta (FRANCHINI et al., 1998), enquanto a potência aeróbia parece ser uma das variáveis determinantes na manutenção da intensidade em lutas com duração máxima (5 min) (FRANCHINI et al., 2007). Considerando esse aspecto, são necessários mais estudos que analisem a relação de índices aeróbios nas situações específicas do judô, a fim de que possam ser utilizados para a determinação das cargas de treinamento.

Este estudo pretende contemplar a lacuna de estudos que tratam das relações entre as características neuromusculares e fisiológicas dos atletas de judô com situações específicas da modalidade. De acordo com Azevedo et al. (2004), a falta de estudos científicos no treinamento de judô acaba dificultando o entendimento do processo de treinamento e de suas variáveis por parte dos treinadores, que acabam realizando treinamentos com pouca sustentação científica. Segundo os mesmos autores, muitos treinamentos são baseados em experiências pessoais. Além disso, geralmente o treinador acaba adaptando metodologias de distribuição de carga de treinamento e modelos de avaliação dos efeitos de treinamento de carga, validados de acordo com as características específicas de outras modalidades, quase sempre de difícil adaptação às ações motoras peculiares do judô.

Outro aspecto que geralmente não é considerado ao se estabelecer cargas de treinamento são as especificidades fisiológicas e neuromusculares entre judocas de diferentes categorias de peso. É importante que sejam verificadas essas diferenças entre os atletas, pois durante as lutas são observadas características diferenciadas para categorias de peso mais leves e mais pesadas (STERKOWICZ; FRANCHINI, 2000).

De maneira geral, este estudo pretende fornecer informações que poderão ser utilizadas como parâmetros de efeito de treinamento ou na prescrição das cargas de treinamento dos

atletas avaliados, assim como servir de referência para pesquisas futuras. Ainda, os resultados provenientes deste estudo poderão auxiliar os técnicos e preparadores físicos de judô na elaboração de programas de treinamento com maior embasamento científico e aplicabilidade prática.

1.5 Definição de termos

Dojô: local onde se pratica o judô (ARPIN, 1970);

Ipon-seoi-nague: técnica de projeção realizada “por cima da escápula” (ROBERT, 1983);

Judogui: vestimenta utilizada para a prática do judô (ARPIN, 1970);

Kuzushi: fase de aplicação da técnica que corresponde ao desequilíbrio (ROBERT, 1983);

Sensei: professor (ROBERT, 1983);

Shiai: competição, torneio (ARPIN, 1970);

Handori: simulação de luta (ARPIN, 1970)

Tori: aquele que ataca (ARPIN, 1970);

Uke: aquele que é atacado (ARPIN, 1970).

1.6 Definição de variáveis

a) Velocidade do limiar anaeróbio (VLAN)

Conceitual: representa a intensidade de exercício correspondente a $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ de lactato no sangue (HECK et al., 1985).

b) Pico de velocidade (PV)

Operacional: foi considerada a máxima velocidade que o atleta atingiu, referente ao último estágio do teste incremental em esteira rolante.

c) Lactato máximo (LACmax)

Conceitual: indicador da taxa de solicitação da glicólise anaeróbia durante exercícios anaeróbios de alta intensidade (FRIEDMANN et al., 1997).

Operacional: considerou-se o pico da concentração de lactato sanguíneo obtido até o 15º minuto de recuperação, após realização das simulações de luta.

d) Diminuição da concentração de lactato sanguíneo (DLS)

Conceitual: taxa de remoção de lactato após exercício máximo anaeróbio (PELAYO et al., 1996).

Operacional: foi calculado pelo quociente entre pico de lactato menos o valor de lactato no 15º min pelo valor de pico.

e) Força de puxada (FP)

Operacional: para a análise da FP foi considerada a força máxima (Fmax) de puxada na gola e na manga do *judogui* e a taxa de manutenção da Fmax (TMFmax) durante 10 s, medida com uma célula de carga.

f) *Counter Movement Jump* (CMJ)

Conceitual: salto vertical realizado com contra-movimento com a contribuição do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (BOSCO, 1999).

Operacional: representa a altura máxima de elevação do centro de gravidade durante o salto realizado com contra-movimento, considerada indicadora da potência muscular do atleta associada à ocorrência do CAE.

g) Categorias de peso

Conceitual: as categorias no judô masculino são divididas conforme a massa corporal, sendo admitidas sete categorias no naipes masculino: ligeiro (até 60 kg), meio-leve (60-66 kg), leve (66-73 kg), meio-médio (73-81 kg), médio (81-90 kg), meio-pesado (90-100 kg) e pesado (acima de 100 kg) (CBJ, 2009).

Operacional: agrupou-se as categorias de peso em três: 1) ligeiro e meio-leve; 2) leve e meio-médio e; 3) médio e meio-pesado.

1.7 Limitações do estudo

Alguns fatores podem ter influenciado os resultados do presente estudo.

- O número reduzido de atletas por categoria de peso pode ter contribuído no fato de haver poucas diferenças dos índices entre as categorias.

- O fato da maioria dos atletas treinarem juntos e já terem conhecimento do estilo de luta do seu oponente pode ter influenciado na demanda energética durante o combate.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Para compor o referencial teórico, selecionou-se os seguintes tópicos: interação dos sistemas energéticos e contribuição em exercícios máximos (sistema aeróbio de transferência de energia; sistema anaeróbio de transferência de energia); índices neuromusculares e suas implicações no esporte (força explosiva e potência; força de resistência e força isométrica máxima); testes específicos para o judocas.

2.1 Interação dos sistemas energéticos e contribuição em exercícios máximos

Este capítulo abordará a participação dos sistemas energéticos em exercícios máximos e supramáximos, assim como aspectos referentes a aptidão aeróbia e anaeróbia nesse tipo de exercício, os quais representam diferentes estímulos em esportes intermitentes de elevada intensidade. Inicialmente, é importante ressaltar como ocorre o processo de transferência de energia a partir da solicitação da musculatura esquelética durante o exercício.

O fornecimento de energia para a contração muscular é advindo de reações químicas que tem como produto final a molécula de ATP (POWERS; HOWLEY, 2000). O ATP se concentra em pequena quantidade nos músculos e sua degradação não pode ser completa nesse tecido. Sendo assim, existem três sistemas de produção de ATP que operam integrados para satisfazer a demanda energética dos músculos para que ocorra o movimento, porém obedecem a uma sequência de ativação.

O primeiro processo de transferência de energia envolve a produção anaeróbia alática de ATP, a partir da reação química ADP mais fosfocreatina (PCr), fornecendo ATP para a fase inicial do exercício e em exercícios de curta duração e alta intensidade. O termo anaeróbio alático é devido a não utilização de oxigênio e a não produção de lactato. A segunda via metabólica capaz de produzir ATP rapidamente sem envolvimento de oxigênio, utiliza glicose ou glicogênio muscular como fonte energética para formar moléculas de piruvato e lactato. O terceiro processo, metabolismo oxidativo ou aeróbio, envolve a quebra de carboidratos, gorduras e em alguns momentos proteínas na presença de oxigênio (GASTIN, 2001).

Os processos anaeróbios de transferência de energia são capazes de ressintetizar ATP mais rapidamente que o sistema aeróbio, porém, a capacidade de transferência de energia pela via anaeróbia é limitada no organismo. O ritmo de produção anaeróbia de ATP é crítico para desenvolver altas potências (GASTIN, 2001). A degradação da PCr atinge o máximo logo no início da contração e começa a declinar após apenas 1,3 s. Em contrapartida, a transferência de energia a partir da glicólise não atinge o ritmo máximo antes de 5 s, que é mantido por vários segundos (GLAISTER, 2005; SPENCER et al., 2005).

Embora os estoques e energia derivada de ATP e PCr sejam limitados, acredita-se que o ritmo e a energia total transferida a partir da glicólise anaeróbia também podem ser limitados, quer seja devido à inibição das enzimas glicolíticas ou à falta de ativação da glicólise (GASTIN, 2001). Durante exercícios máximos, o ritmo da glicólise pode aumentar até 100 vezes quando comparado ao repouso, embora o ritmo não possa ser sustentado. A rápida diminuição do pH reduz a atividade das enzimas glicolíticas, em particular a fosforilase e a fosfotusquinase, resultando na redução do ritmo de ressíntese de ATP (GLAISTER, 2005). Os processos glicogenolíticos que resultam na formação do lactato são iniciados nos primeiros segundos de exercício dinâmico máximo, tornando praticamente impossível distinguir entre os componentes alático e láctico. Por outro lado, o sistema aeróbio é capaz de produzir ATP em larga escala, ainda que limitado pela fosforilação oxidativa e os sistemas respiratório e cardiovascular para liberar oxigênio para o músculo (GASTIN, 2001).

No conjunto, os três sistemas energéticos são capazes de sustentar diversas demandas energéticas solicitadas durante diferentes níveis de esforço. A contribuição relativa de cada sistema depende da intensidade e duração do esforço, no qual o prolongamento da atividade implica aumento da contribuição aeróbia e diminuição da intensidade que pode ser mantida (POWERS; HOWLEY, 2000). Durante curtos períodos de esforço máximo, a disposição de ATP é mantida por meio de uma complexa integração de vários processos metabólicos, os quais trabalhando juntos atingem o pico de ATP num ritmo de rotatividade de cerca de 15 mmol ATP.kg⁻¹ de músculo seco.s⁻¹ (GLAISTER, 2005). Segundo o mesmo autor, nessa intensidade o sistema aeróbio responsável por aproximadamente 9% do total de ATP produzido, sendo o restante advindo das vias metabólicas anaeróbias e da hidrólise do ATP.

As áreas ilustradas na Figura 1 mostram a contribuição energética relativa de cada sistema para o total de energia suprida no período de 0 a 300 segundos de um exercício máximo.

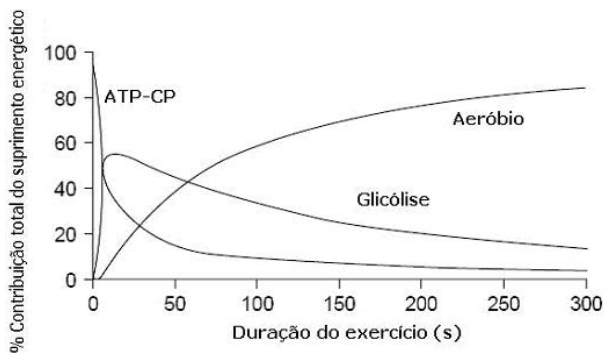


Figura 1. Contribuição energética relativa de cada sistema para o suprimento total de energia num determinado período de exercício máximo (Adaptado de Gastin, 2001).

Desde a década de 70, vem sendo investigada a duração do exercício máximo que resulta em um ponto de igual contribuição de energia advinda dos sistemas anaeróbio e aeróbio. Recentemente, Gastin (2001), com base em cálculos de utilização da energia anaeróbia, sugeriu que esse ponto ocorreria próximo a 75 s (Figura 1). Porém, este tempo não seria fixo, mas provavelmente dependente do estado (sedentários vs. atletas) e especificidade (velocidade vs. resistência) do treinamento (CAPUTO et al., 2009).

Deste modo, tem sido demonstrado que o sistema aeróbio responde surpreendentemente rápido à demanda energética ao início do exercício, tendo um importante papel também durante exercícios de alta intensidade (BALSOM et al., 1999; GASTIN, 2001; TOMLIN; WENGER, 2002; CAPUTO et al., 2009).

Alguns estudos analisaram a contribuição aeróbia em exercícios de elevada intensidade, como o de Bogdanis et al. (1996), ao analisarem a contribuição da PCr e do metabolismo aeróbio em oito sujeitos do sexo masculino. Foram realizados dois *sprints* de 30s em um cicloergômetro, realizando-se as medidas de PCr e de VO_2 logo após os mesmos. Após o primeiro *sprint*, a PCr foi totalmente ressintetizada, porém no segundo *sprint* houve significativa redução das fontes PCr, resultando em uma queda de 45% nas fontes anaeróbias, porém reduzindo apenas 18% o trabalho realizado no segundo *sprint*. Esta baixa queda parece ter

sido parcialmente compensada pelo aumento no VO_2 no segundo *sprint*. Esses dados sugerem que o metabolismo aeróbio forneceu uma parcela significativa (aproximadamente 49%) de energia durante o segundo *sprint*, considerando que a PCr é importante para produzir elevadas potências durante os 10s iniciais.

Resultados semelhantes já tinham sido verificados por Gaitanos et al. (1993), ao analisarem o metabolismo muscular durante exercícios máximos intermitentes. Participaram do referido estudo oito sujeitos, no qual realizaram 10 repetições de 6s de *sprints* máximos com intervalo de recuperação de 30s em um cicloergômetro. Os autores verificaram que a energia requerida para sustentar a alta intensidade no primeiro *sprint* foi gerada a partir da PCr e da glicólise anaeróbia, sendo que a PCr caiu 57% nos primeiros 6s e a concentração de lactato muscular aumentou significativamente nos *sprints* seguintes. No entanto, no 10º *sprint* não houve diferença na concentração de lactato muscular e a intensidade foi reduzida a 73% do primeiro *sprint*, o que indica que no último *sprint* a intensidade foi suportada pela energia derivada da degradação da PCr e do metabolismo aeróbio.

Franchini et al. (2003) investigaram o consumo máximo de oxigênio, o lactato sanguíneo, a frequência cardíaca, a contribuição aeróbia, a potência média relativa e a potência de pico relativa durante quatro testes de Wingate para membros superiores com três minutos de intervalo entre eles em 15 judocas. Entre os principais achados, verificou-se diminuição da potência média com o decorrer dos testes, exceto do teste 3 para o 4, enquanto a potência pico não mostrou diferença significativa. Houve um aumento na concentração de lactato no decorrer dos testes, porém o delta de lactato diminuiu ao longo dos testes, o que pode ser explicado pelo aumento da contribuição aeróbia no decorrer dos testes. Os autores concluíram que a queda da potência pico durante os testes parece depender essencialmente da ressíntese dos estoques de PCr durante o período de recuperação, enquanto a potência média parece estar relacionada à diminuição da ativação da via glicolítica e aumento da contribuição aeróbia. Porém, neste estudo o aumento da contribuição aeróbia não foi suficiente para manter a intensidade dos exercícios subsequentes, o que pode ser explicado pelo fato de que o metabolismo aeróbio possui menor potência do que o sistema glicolítico e, nesse sentido, resulta em menor transferência de energia no período do teste e assim em menor desempenho.

Com base nos estudos supracitados, pode-se verificar que o sistema aeróbio contribui na demanda energética também em exercícios intermitentes de elevada intensidade e que pode ser

considerado importante para a performance nesse tipo de esforço, embora haja uma diminuição da intensidade do exercício, devido ao processo mais lento na liberação de energia por meio do metabolismo oxidativo.

2.1.1 Sistema aeróbio e sua relevância para exercícios intermitentes de elevada intensidade

O metabolismo aeróbio ou oxidativo envolve a quebra de carboidratos, gorduras e em alguns momentos proteínas na presença de oxigênio para a transferência de energia. Os eventos esportivos com maiores durações são considerados predominantemente aeróbios, embora também tenha sido verificado elevada contribuição do sistema aeróbio também em exercícios de alta intensidade (GASTIN, 2001).

Dentre os exercícios, no qual a maior solicitação de energia é advinda do metabolismo aeróbio, inicialmente é importante destacar os conceitos de potência e capacidade aeróbia. Apesar de relacionados, a potência e a capacidade aeróbia devem ser tratadas distintamente, pois dependendo da intensidade, duração e modo do exercício tornam-se mais ou menos solicitados (CAPUTO et al., 2009).

A potência representa a quantidade máxima de energia que pode ser transferida pelo metabolismo aeróbio por uma determinada unidade de tempo, sendo o consumo máximo de oxigênio (VO_{2max}), o índice que melhor descreve esse aspecto, por se tratar do limite superior de transformação de energia através do metabolismo aeróbio (DENADAI, 2000).

No entanto, o VO_{2max} parece não discriminar a performance em esportes de característica intermitente, devido a características descontínuas, intercalando exercícios de diferentes intensidades, elevando a solicitação do metabolismo anaeróbio, assim como diferentes períodos de recuperação, em relação a duração e intensidade (ALVARÉZ; ALVARÉZ, 2003). Desse modo, a intensidade relativa ao VO_{2max} (IVO_{2max}), definida como a mínima velocidade em que há a ocorrência do VO_{2max} , tem sido considerada como o índice que melhor descreve a associação entre potência aeróbia máxima e economia de movimento, pois indivíduos com VO_{2max} semelhantes podem apresentar valores distintos de IVO_{2max} , ou seja, diferentes performances aeróbias (BILLAT, 1994).

Outro índice utilizado como discriminador de potência aeróbia é pico de velocidade (PV), ou seja, a maior velocidade

atingida em teste com incremento de carga. Embora relacionados, o PV e a $IVO_2\text{max}$ não podem ser confundidos, pois o PV trata-se da velocidade que o atleta finaliza o teste, enquanto a $IVO_2\text{max}$ corresponde à mínima velocidade em que há a ocorrência do $VO_2\text{max}$ (BILLAT, 1994). Desse modo, o PV poderia ocorrer em cargas superiores que a $IVO_2\text{max}$, em virtude de uma possível suplementação anaeróbia, sendo influenciado ainda por fatores neuromusculares, como a potência muscular (JONES; CARTER, 2000).

Em relação à capacidade aeróbia, pode-se defini-la como a quantidade total de energia que pode ser fornecida pelo sistema aeróbio (DENADAI, 2000). Os índices que melhor predizem a capacidade aeróbia são os limiares de transição fisiológica, obtidos através da concentração de lactato sanguíneo. Dentre eles, a máxima fase estável de lactato (MLSS) tem sido reconhecida como o principal indicador fisiológico, sendo um importante índice para o controle do treinamento (BENEKE, 2003). No entanto, sua mensuração em laboratório costuma ter elevado custo financeiro, além de necessitar de avaliadores especializados, sendo crescente a utilização de metodologias indiretas para a estimativa da intensidade da MLSS a partir de testes específicos.

Entre as metodologias indiretas, o limiar anaeróbio (LAn) tem demonstrado ser um bom preditor da capacidade aeróbia (DENADAI et al., 2002). O LAn pode ser definido como a intensidade do exercício em que a concentração de lactato sanguíneo atinge valores de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ durante um teste com incremento de carga (HECK et al., 1985).

Em esportes determinantemente anaeróbios, tanto a capacidade quanto a potência aeróbia têm sido relacionadas à performance (TOMLIN; WENGER, 2002; MATT GREEN et al., 2003), sendo que a potência é mais dependente de adaptações cardiorrespiratórias (central), como a mudança no $VO_2\text{max}$, enquanto a capacidade sofre maior influência de fatores periféricos, como maior recrutamento de fibras rápidas, alta frequência glicolítica e grande aumento da produção de lactato (WELTMAN et al., 1992).

Considerando esse aspecto, Matt Green et al. (2003) analisaram atletas treinados anaerobiamente, atletas aeróbios e indivíduos destreinados. Os autores investigaram o $VO_2\text{max}$ e o valor relativo de consumo de oxigênio no limiar ventilatório, verificando que os valores de $VO_2\text{max}$ foram maiores nos competidores aeróbios que os destreinados, enquanto o grupo anaeróbio ficou entre eles. Os valores relativos de consumo no limiar ventilatório mostraram-se similares entre competidores

aeróbios e anaeróbios. Os menores valores de $VO_2\text{max}$ no grupo anaeróbio em relação ao aeróbio é explicado, em parte, em função da aplicação de apenas moderados estímulos ao sistema cardiorrespiratório e ao metabolismo aeróbio durante o treinamento daquele grupo. Por outro lado, as adaptações periféricas induzidas pelo treinamento anaeróbio podem explicar um consumo elevado de oxigênio na intensidade do limiar ventilatório.

Desse modo, parece que exercícios predominantemente anaeróbios são mais dependentes da capacidade aeróbia do que propriamente do $VO_2\text{max}$. Porém, embora não seja considerada uma aptidão essencial para atletas de esportes predominantemente anaeróbios, valores mínimos de $VO_2\text{max}$ são importantes para a manutenção da intensidade do exercício (MATT GREEN, et al., 2003).

Um fator importante do treinamento aeróbio para atletas de esportes anaeróbios tem sido associado à capacidade de recuperação do organismo para o esforço seguinte (SALHIN, 1992; MCMAHON; WENGER, 1998; TOMLIN; WENGER, 2001). Segundo Tomlin e Wenger (2001), três mecanismos relacionados à aptidão aeróbia ($VO_2\text{max}$ e LAn) são responsáveis pela melhora da recuperação após exercícios de elevada intensidade, sendo eles: aumento da resposta aeróbia do VO_2 após o exercício, aumento na remoção do lactato sanguíneo e aumento na ressíntese de PCr.

Holloszy e Coyle (1984) observaram que atletas com elevada potência aeróbia tiveram aumento das concentrações de enzimas relacionadas ao metabolismo aeróbio, aumento do número de mitocôndrias e mioglobina, contribuindo para melhora oxigenação do músculo. O treinamento aeróbio também pode resultar no aumento do fluxo sanguíneo para o músculo, aumentando o débito cardíaco máximo, a capilarização dos tecidos e melhora da capacidade de vasodilatação (TOMLIN; WENGER, 2001).

Na prática existem algumas controvérsias na literatura quando se analisa a aptidão aeróbia e a rápida capacidade de recuperação após exercícios máximos. Cooke et al. (1997) investigaram a influência do $VO_2\text{max}$ na recuperação dos músculos da panturrilha após exercícios de alta intensidade utilizando o *Phosphorus magnetic resonance spectroscopy* (^{31}P -MRS) para examinar as propriedades musculares (ressíntese de PCr, pH e capacidade oxidativa). Para isso, fizeram parte do estudo dois grupos de indivíduos: sedentários moderados, com baixa aptidão aeróbia (LAP) e atletas de *endurance*, com elevada aptidão aeróbia (HAP). Entre os principais achados, os autores verificaram que após 2 min de exercício de alta intensidade não houve diferença

significativa no ritmo de ressíntese da PCr e na restauração do pH nos músculos da panturrilha entre os indivíduos LAP e HAP, o que mostra que o $VO_2\text{max}$ é um baixo preditor da recuperação da PCr e do pH. Porém, os próprios autores justificam que possivelmente, os indivíduos treinados possuam níveis iniciais de PCr maiores que os indivíduos sedentários.

Em contrapartida, Takahashi et al. (1995), utilizando a mesma metodologia, encontraram correlação positiva entre o $VO_2\text{max}$ e a ressíntese da PCr na musculatura do quadríceps após exercícios exaustivos em atletas de *endurance* e indivíduos maior-treinados. No entanto, os indivíduos treinados mostraram maior rapidez tanto na ressíntese da PCr quanto na restauração do pH.

Gariod et al. (1995) utilizaram método semelhante (^{31}P -NMR) para analisar o perfil energético de dois grupos de judocas – perfil de “*endurance*” (judocas que venciam as lutas no final do combate) e perfil “explosivo” (vencedores no início do combate). Foi constatado que o grupo de judocas de *endurance* apresentou menor decréscimo da PCr a 80% da contração voluntária máxima quando comparado ao grupo do perfil explosivo. Além disso, os judocas de *endurance* tiveram menor acidose intracelular e aumento do ritmo de ressíntese de PCr após o exercício. Os resultados do NMR foram correlacionados apenas com o $VO_2\text{max}$, não reportando correlação com testes anaeróbios, o que confirma a hipótese do estudo de que judocas com o perfil de *endurance* utilizaram o metabolismo aeróbio como via preponderante.

McMahon e Wenger (1998) analisaram a relação entre a potência aeróbia e recuperação durante exercício intermitente máximo em 20 jogadores de futebol e rugby. Foram analisados 6 *sprints* de 15 s em intensidade máxima em um ciclo ergômetro com 90 s recuperação ativa entre as repetições, verificando associação entre $VO_2\text{max}$ e potência média nos *sprints* finais, entre $VO_2\text{max}$ e pico de potência nos *sprints* finais e entre o percentual de VO_2 e os períodos de recuperação entre os *sprints*. Diante disso, os autores concluíram que a potência aeróbia é um importante determinante da performance de exercícios intermitentes e na capacidade de recuperação entre as repetições.

Bishop et al. (2004) encontraram resultados semelhantes no que diz respeito à relação entre aptidão aeróbia e capacidade de realizar *sprints* repetidos, porém verificaram que a capacidade de tamponamento de íons H^+ também pode ser considerada um componente importante para a performance nesse tipo de exercício. Os autores analisaram 34 sujeitos não-treinados, os quais realizaram 5 séries de *sprints* de 6 s com intervalo de 30 s de

recuperação entre as séries. Foi verificada forte correlação ($r=0,87$; $p<0,05$) entre a capacidade de realizar *sprints* repetidos e a capacidade de tamponamento de H^+ , entre *sprints* repetidos e o VO_2 pico ($r=0,60$; $p<0,05$) e o LAn ($r=0,55$; $p<0,05$). Segundo os autores, a potência aeróbia pode estar relacionada a um aumento no ritmo na ressíntese de PCr enquanto a capacidade aeróbia pode estar associada a fatores periféricos como a porcentagem de fibras de contração lenta, a capacidade oxidativa do músculo e também no aumento da ressíntese de PCr.

Outros estudos em atletas de *endurance* (BELL et al., 1997; WADLEY; LE ROSSIGNOL, 1998) não encontraram relação entre índices de aptidão aeróbia (VO_2 max e limiar ventilatório) com mecanismos de recuperação metabólica após exercício intermitente de alta intensidade. Tais achados sugerem, segundo Bell et al. (1997), que em atletas de *endurance* talvez não seja apropriado assumir a relação entre aptidão aeróbia e capacidade de recuperação metabólica, tendo em vista que a aptidão aeróbia depende de fatores associados com o sistema cardiorrespiratório, como o débito cardíaco, oxigenação do sangue, fluxo sanguíneo e fatores periféricos associados com a capacidade de oxidação pelo músculo esquelético, já a capacidade de recuperação após exercícios de alta intensidade depende, principalmente da restauração de ATP, PCr e pH.

Por outro lado, em atletas de esportes altamente anaeróbios, como o judô, no qual os períodos de recuperação entre as lutas em competições duram cerca de 15 min, a PCr é totalmente ressintetizada, porém as concentrações de lactato ([Lac]) ainda permanecem elevadas mesmo após esse período. Foram verificadas [Lac] em torno de 6 mmol.L^{-1} em judocas da Seleção Brasileira Feminina (FRANCHINI et al. 2001a); $5,8 \text{ mmol.L}^{-1}$ em judocas masculinos de elite e 8 mmol.L^{-1} em judocas de não-elite (FRANCHINI et al. 2004a) após 15 minutos de recuperação passiva em ambos os estudos.

Estudos, como o de Franchini et al. (1998), têm associado a capacidade aeróbia dos atletas de judô a um menor acúmulo de lactato após esforço anaeróbio. Os autores analisaram judocas de diferentes categorias (juvenil, júnior e sênior) e verificaram uma correlação inversa ($r= -0,66$; $p= 0,01$) entre a velocidade do limiar anaeróbio (LAn) e o pico da concentração de lactato após cada uma das três lutas realizadas pelos atletas, sugerindo que o aperfeiçoamento da capacidade aeróbia pode estar associado a um menor acúmulo de lactato.

Em contrapartida, Franchini et al. (2004a) analisaram a remoção do lactato sanguíneo durante a recuperação ativa e a recuperação passiva após uma luta de judô. Entre os principais achados, foi verificada superioridade da recuperação ativa em relação à recuperação passiva quanto à diminuição da concentração de lactato após a luta. No entanto, não foram encontradas correlações entre os índices de aptidão aeróbia (VO_2 pico e LAN) e a diminuição do lactato sanguíneo. Segundo os próprios autores, a relação entre essas variáveis é controversa na literatura e tem sido evidenciada apenas em estudos longitudinais.

Tradicionalmente, a produção do lactato está relacionada à liberação dos íons H^+ e à diminuição do pH intramuscular, os quais são agentes depressores da contração, por meio da inibição da liberação de Ca^{2+} , no aumento do Ca^{2+} livre, na inibição do motoneurônio, no tempo de transição do estado de ligação das pontes cruzadas de forte para fraca e na inibição das enzimas associadas à glicogenólise e à glicólise (BERTUZZI et al., 2009). Tais aspectos estariam diretamente relacionados ao processo de fadiga muscular e interrupção do exercício (GASTIN, 2001; CAPUTO et al., 2009).

Por outro lado, a associação entre o ácido láctico, os íons H^+ e processo de fadiga tem sido questionado. Recentemente, Robergs et al. (2004) sugeriram que o processo de acidose láctica não seria determinante da fadiga muscular por dois fatores: a) a glicólise isoladamente não seria capaz de produzir todos os prótons (H^+) causadores da acidose e; b) a enzima lactato-desidrogenase (LDH) atuaria como uma substância tampão e não acidificante do citoplasma, pois durante a formação do lactato via LDH há o consumo de H^+ , ou seja, a formação de lactato retardaria o desenvolvimento da acidose celular por agir como uma substância tampão.

Além disso, conforme diversos estudos apresentados por Westerblad et al. (2002), o aumento do fosfato inorgânico (Pi) aparece como a principal causa da fadiga muscular durante exercício intenso. Segundo os autores, o aumento do Pi, oriundo da quebra da PCr, atuaria diretamente nas miofibrilas e nos mecanismos relacionados a sensibilidade e consumo de Ca^{2+} . No entanto, cabe ressaltar que as condições experimentais em que os músculos esqueléticos foram estimulados nesses estudos não se assemelham fisiologicamente ao exercício físico voluntário (BERTUZZI et al., 2009), necessitando assim mais investigações.

O processo de remoção de lactato sanguíneo e controle do pH são realizados pelo músculo esquelético por meio de vários

mecanismos, como o processo químico do bicarbonato, fosfatos, proteínas e hemoglobinas presentes nas células sanguíneas (ROSS et al., 2001). Contudo, outro mecanismo de remoção de lactato e H^+ é realizado por meio do transporte desses subprodutos pelas proteínas MCTs (isoformas de transportadores de monocarboxilatos), especificamente pelas isoformas MCT1 e MCT4, presentes no músculo esquelético (FROLLINI et al., 2008).

As isoformas MCT1 e MCT4 estão relacionadas com maior remoção de lactato, por meio da troca de lactato entre as células, tecidos e órgãos, sendo que o treinamento aeróbio em sujeitos sedentários parece aumentar as concentrações dos transportadores MCT1 (DUBOCHAUD et al., 2000), enquanto o treinamento intervalado de alta intensidade parece induzir ao aumento tanto no MCT1 como no MCT4, além do aumento do fluxo sanguíneo no músculo esquelético (MESSONNIER et al., 2007). Tais alterações nos MCTs contribuem para a remoção de lactato e regulação iônica, fatores importantes para o controle do pH e consequentemente na manutenção da intensidade do exercício.

De maneira geral, conforme visto neste capítulo, em eventos intermitentes de elevada intensidade, tanto a capacidade quanto a potência aeróbia têm sido relacionadas à performance. Além disso, a aptidão aeróbia tem sido relacionada à capacidade de recuperação (ressíntese de ATP e PCr; recuperação do pH e remoção de lactato) após exercícios máximos, apesar de mostrar resultados controversos nos estudos supracitados, pois esta é influenciada por diferentes fatores como a natureza do exercício e a duração dos períodos de recuperação.

2.1.2 Sistema anaeróbio de transferência de energia

O sistema anaeróbio é caracterizado por duas vias metabólicas capazes de fornecer energia sem a presença de oxigênio na célula. A primeira, denominada alática, envolve a quebra dos fosfatos de alta energia, a chamada fosfocreatina (PCr), que junto com os estoques de ATP celular provém energia rápida para exercícios explosivos e de alta intensidade. A segunda via, denominada láctica, envolve a utilização dos processos glicolíticos, com a quebra incompleta de glicose muscular para a transferência de energia, tendo como produto final a formação de subprodutos, entre os eles o ácido láctico (GASTIN, 2001).

Os eventos esportivos de alta intensidade são classificados como altamente anaeróbios, sendo fortemente dependentes da

potência e capacidade destes sistemas (TOMLIN; WENGER, 2001). A potência anaeróbia pode ser definida como o máximo de energia liberada por unidade de tempo pelas fontes intramusculares dos fosfagênios (ATP e PCr) e pela glicólise anaeróbia, enquanto a capacidade anaeróbia pode ser definida como a quantidade total de energia disponível nesse sistema. Tais fontes de energia proporcionam realização de exercício de alta intensidade, porém, por serem limitadas, a rápida redução dos estoques de ATP-CP e o acúmulo de lactato com concomitante redução no pH poderá interromper o exercício ou diminuir a quantidade de trabalho realizado (GASTIN, 2001), conforme discutido no capítulo anterior.

Ao contrário dos índices de aptidão aeróbia, os métodos para quantificar a aptidão anaeróbia são menos precisos pela limitação de se acessar os marcadores fisiológicos que melhor os represente (BERTUZZI et al., 2009). Além disso, como os testes geralmente são realizados em intensidades supramáximas (acima do VO_2max) aumenta a dificuldade de separar e definir quantitativamente a contribuição dos sistemas aeróbio e anaeróbio (GASTIN, 2001). Nessa abordagem, diversas técnicas têm sido utilizadas para prever a capacidade anaeróbia, dentre elas, métodos diretos como a biópsia muscular e métodos indiretos como o máximo déficit acumulado de oxigênio (MAOD), o pico de concentração de lactato sanguíneo ($[\text{Lac}]$) e o consumo de oxigênio pós-exercício (débito de oxigênio) (TOMLIN; WENGER, 2001).

Como método direto, a biópsia muscular é utilizada para quantificar o ATP e PCr intramusculares, assim como o acúmulo de metabólicos como o piruvato e o lactato, estimando a quantidade de energia advinda do sistema anaeróbio (GASTIN 2001). Esse método é bastante aceito pelos pesquisadores, porém além de ser invasivo, requer custo elevado.

Dentre os métodos indiretos, o MAOD, proposto por Medbo et al. (1988), tem sido considerado como a medida mais promissora para a mensuração da capacidade anaeróbia, principalmente no meio esportivo, apresentando dados que reforçam sua validade e sensibilidade (NAKAMURA; FRANCHINI, 2006). Apesar disso, na maior parte dos casos, sua medida ainda se restringe a laboratórios, sendo rara sua aplicação em situações de campo.

O débito de oxigênio pós-exercício, embora frequentemente utilizado, parece superestimar a capacidade anaeróbia (BANGSBO et al., 1990), pois outros fatores que não diretamente relacionado à capacidade anaeróbia, como a elevação da temperatura, aumento da atividade hormonal e elevação da necessidade energética

associada com o retorno a homeostase podem elevar o consumo de oxigênio pós-exercício (GASTIN, 2001).

O pico de [Lac] ou lactato máximo (LACmax) após o exercício tem sido utilizado por pesquisadores, principalmente em tarefas que se aproximam do gesto esportivo, tendo em vista que reflete a capacidade do atleta em utilizar o metabolismo anaeróbio láctico (BERTUZZI et al., 2009). Altos valores de [Lac] sanguíneo verificado após um esforço máximo indicam elevada taxa de participação da glicólise anaeróbia, o que pode estar associado à capacidade anaeróbia do indivíduo, visto que mais energia (ATP) foi liberada para a contração muscular (GASTIN, 2001).

No entanto, certa cautela deve ser tomada no momento de associar a [Lac] com tal capacidade. Jacobs (1986) verificou que a [Lac] encontrada no sangue foi menor que a [Lac] no músculo, sendo que no sangue, o lactato atinge seu pico em tempos variados após o exercício intenso, indicando que o lactato muscular e o lactato sanguíneo não estão em equilíbrio. Além disso, as [Lac] não permitem nenhuma indicação sobre a utilização do sistema de fosfagênios, ficando exclusivamente como preditor da capacidade anaeróbia láctica (DE-OLIVEIRA et al., 2006).

Em função disso, segundo Bertuzzi et al. (2009), apesar da estimativa do metabolismo anaeróbio por meio das [Lac] ser uma proposta atraente devido à facilidade de mensuração, a remoção do lactato pelos diferentes tecidos corporais, provavelmente em taxas diferentes em cada um deles, sugere cautela na utilização dessa metodologia.

Alguns estudos têm sugerido relações entre as [Lac] e outros testes anaeróbios. Hamilton et al. (1991) analisaram o pico de velocidade em 10 *sprints* de 6 s com intervalos de 30 s em 6 corredores de *endurance* e 6 jogadores, verificando a [Lac] após os *sprints*. Os autores encontraram correlação entre pico de velocidade e pico de lactato ($r=0,90$; $p<0,01$) em ambos atletas, porém o pico de lactato foi maior nos jogadores, o que demonstra maior sollicitação glicolítica desses atletas.

Em estudos com judocas, Franchini et al. (2005) relacionaram as [Lac] com tarefas específicas de luta. Os autores encontraram correlação entre o pico de lactato após a simulação de luta com o número de ataques usando técnicas de braço (*Te-waza*) ($r=0,85$; $p<0,01$), com as [Lac] após o segundo teste de Wingate para membros superiores ($r=0,69$; $p<0,05$) e com as [Lac] após o *Specific Judo Fitness Test* ($r=0,82$; $p<0,01$).

Em outro estudo, Sbriccoli et al. (2007) analisaram 11 judocas italianos de elite e compararam os valores de LACmax após

uma simulação de luta de 5 minutos com o LACmax obtido no teste de Wingate. Verificou-se que o LACmax foi atingido imediatamente ao final da luta, enquanto no teste de Wingate, só foi atingido no sexto minuto de recuperação. Ainda, o valor de pico de lactato ($10,3 \pm 2,6 \text{ mmol.L}^{-1}$) foi significativamente maior após a luta quando comparado ao pico obtido no teste de Wingate ($6,9 \pm 2,8 \text{ mmol.L}^{-1}$), justificado pelo fato que na luta há um envolvimento de maior massa muscular quando comparado ao teste Wingate, durante o qual utiliza apenas os membros inferiores.

De-Oliveira et al. (2006) analisaram a [Lac] em oito corredores de elite até o 10º minuto após provas de 30 e 60 s, verificando associação significativa ($r = -0,82$; $p < 0,05$) da maior concentração de lactato somente com a distância percorrida na corrida de 60 s (aproximadamente 470m). Isso demonstra que a glicólise ficou mais tempo ativa no fornecimento de energia na corrida com duração próxima a um minuto.

Lacour et al. (1990) encontraram resultados semelhantes quanto à correlação entre a prova de 400m (aproximadamente 60 s) e o pico de lactato. Os autores relacionaram a capacidade glicolítica de 17 atletas de elite (11 masculinos e 6 femininos) com a média da velocidade sustentada durante a corrida de 400, 800 e 1500 m rasos. Foi encontrada correlação entre a velocidade sustentada na prova com as concentrações de lactato obtidas após os 400 m nos atletas ($r = 0,85$; $p > 0,01$) e nas atletas ($r = 0,79$; $p < 0,01$); nos 800 m rasos, essa relação também foi significativa, tanto no sexo masculino ($r = 0,80$; $p < 0,01$) quanto no feminino ($r = 0,71$; $p < 0,01$); nos 1500m não foram encontradas relações significativas entre velocidade e o pico de lactato, em ambos os sexos. Tais achados demonstram que a capacidade glicolítica é importante para atletas de provas de 400 e 800 m, porém para provas mais longas como os 1500 m, parece não ser uma aptidão essencial.

Em resumo, diante dos estudos supracitados, parece que a utilização das [Lac] após o exercício tem se mostrado como boa indicadora da taxa de utilização do sistema anaeróbio láctico, tomadas as devidas precauções. Os altos valores de concentração de lactato pós-exercício não garantem, entretanto, que o atleta terá bom desempenho. Ao mesmo tempo em que ocorre elevação taxa de lactato muscular, haverá diminuição significativa do pH intracelular, reduzindo as funções das enzimas glicolíticas e consequentemente comprometendo o fornecimento energético desta via, conforme discutido no capítulo anterior.

2.2 Índices neuromusculares e suas implicações no esporte

Observando as características fundamentais de esportes intermitentes, como o judô, que além de requerer elevada habilidade técnica e tática, solicita movimentos que expressam aplicação de força rápida, como na entrada de golpes e para bloquear a ação do oponente. Além disso, a manifestação da força isométrica e resistência de força nos membros superiores estão presentes nos momentos da pegada no *judogui* e nas imobilizações de solo. Assim, este capítulo abordará as principais solicitações neuromusculares que podem contribuir para a melhora da performance de atletas de judô.

2.2.1 Força explosiva e potência muscular

A força rápida está presente em movimentos de diferentes esportes e sua manifestação pode ser expressa na forma de força explosiva e potência muscular. No entanto, é importante que estas não sejam tomadas como sinônimas, pois de acordo com Carvalho e Carvalho (2006), dependem de fatores bastante diferentes, têm características distintas e necessitam de metodologias e métodos específicos e independentes no seu treino e desenvolvimento.

A força explosiva é o resultado da relação entre a força produzida (manifestada ou aplicada) e o tempo necessário disponível (CARVALHO; CARVALHO, 2006), traduzido em grosso modo, como a mais rápida manifestação de força no mínimo espaço de tempo. Essa aptidão depende da velocidade da contração muscular, em resultado da estimulação neuro-sensorial, ou seja, depende fortemente da intensidade da descarga dos impulsos nervosos (ENOKA, 2000).

Graficamente, a força explosiva pode ser representada pela curva força-tempo (C f-t) e dependendo do ponto na curva, há uma produção de força diferenciada, conforme pode-se observar na Figura 2. A força explosiva é considerada máxima, quando expressa no declive mais acentuado da linha de força na C f-t e é medida, geralmente, em situação de força isométrica ou pelo menos na fase estática de uma ação dinâmica, sendo gerada no início da produção de força, nos primeiros 100 ms (fase de máximo declive) (Figura 2). Nessa última, a resistência a vencer não deve ser inferior a 30% da força máxima, pois do contrário, quase imediatamente após o início de aplicação da força começa a existir movimento e o valor de força explosiva máxima não pode ser alcançado (CARVALHO; CARVALHO, 2006).

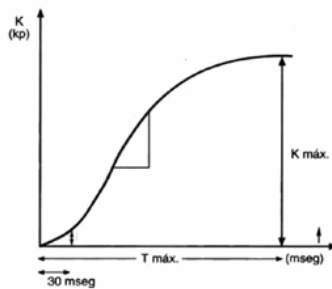


Figura 2. Curva da relação força-tempo em uma contração isométrica (adaptado por Carvalho e Carvalho, 2006).

Ainda, é importante enfatizar que, geralmente, os movimentos explosivos são produzidos com baixa aceleração, devido às elevadas cargas empregadas, porém com um alcance máximo ou quase máximo de produção de força em uma unidade de tempo, ou seja, com máxima velocidade de contração muscular. Essa velocidade, segundo Carvalho e Carvalho (2006), é conseguida por aumento do recrutamento, da frequência de atividade e da sincronização das unidades motoras (UMs).

Para os mesmos autores, o recrutamento das UMs só ocorrerá se a resistência a vencer for suficientemente grande para que o limiar de recrutamento seja atingido (Princípio de Recrutamento das UMs). Assim, as fibras rápidas só serão mobilizadas em resistências muito próximas do máximo. Para solicitar o aumento da frequência da atividade das UMs, o número de estímulos por unidade de tempo é crucial para que a ação muscular seja realizada de forma explosiva, logo, com uma grande velocidade de contração muscular.

A manifestação da força explosiva pode ser evidenciada em alguns esportes de combate, como o judô, pois na ação de bloquear o oponente para a entrada de uma técnica, há necessidade de uma contração muscular rápida para que o adversário não prossiga com a sua técnica, porém não ocorre o movimento. A exemplo, na defesa de técnicas que utilizam o quadril como ponto de apoio para executar o movimento (*harai-goshi*, *seoi-nage*, entre outras), o bloqueio é efetuado com a contração dos músculos abdominais, eretores da espinha e quadríceps. Após a ação de bloqueio, geralmente, ocorre um contra-ataque, no qual pode gerar um

movimento em que a potência muscular torna-se mais importante, ou seja, uma combinação ideal de força e velocidade.

Ao contrário da força explosiva que reflete a produção rápida de força na fase estática e início do movimento e na velocidade de encurtamento do músculo, a potência muscular é caracterizada como o produto da força pela velocidade, sendo a força provinda do torque máximo que um músculo ou grupo muscular podem gerar em determinada velocidade (KOMI, 2006). Neste caso, o determinante agora será a velocidade que o segmento vai atingir em determinado nível de força.

O conceito de potência muscular tornou-se bem evidenciado na curva hiperbólica força-velocidade (C f-v) de Hill (1938), o qual mostra que quanto mais elevada é a carga a vencer, mais força tem de ser produzida pelo componente contrátil e menor é a velocidade de encurtamento desses componentes musculares. A partir da relação f-v é determinada a curva de potência em forma de sino, que vai oscilar entre dois limites, tentando compatibilizar força e velocidade, que se opõe naturalmente (Figura 3).

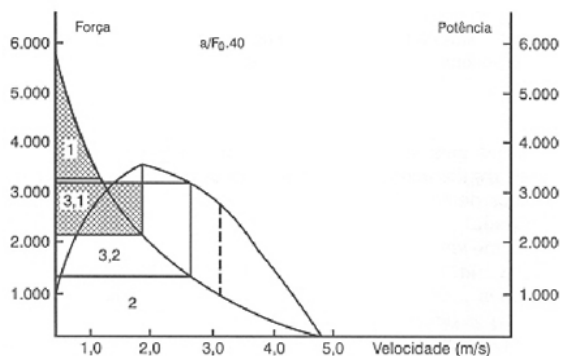


Figura 3. Curva da relação força-velocidade de Hill e de potência, adaptado por Carvalho e Carvalho (2006).

Observando a Figura 3, a curva de potência pode ser dividida em três zonas: 1 - zona de influência de força máxima, na qual se utiliza máxima ou grande força e mínima ou pouca velocidade; a potência desenvolvida é média ou baixa; 2 - zona de velocidade máxima, na qual se consegue uma grande velocidade perante resistências pequenas; a potência será também média ou baixa; 3 - zona de potência, em que a força aplicada e a velocidade apresentam valores intermédios; a potência alcança os seus níveis

máximos (CARVALHO; CARVALHO, 2006). Nesta última, pode-se interpretar como a zona, na qual pode-se treinar, ao mesmo tempo, força e velocidade na sua expressão máxima.

De acordo com revisão elaborada por Dugan et al. (2004), não há um consenso na literatura das cargas que apontem uma combinação ideal entre força e velocidade para a otimização da potência. No entanto, sugere-se cargas em torno de 35-40% da máxima força isométrica e cerca de 35-45% da velocidade máxima de contração para a obtenção da máxima potência (BOSCO, 2007). Desse modo, os fatores que afetam tanto a força muscular quanto a velocidade de encurtamento determinarão a potência a ser produzida.

De acordo com Enoka (2000), quando chega um impulso nervoso ao músculo, os principais determinantes da produção de potência são o número de fibras musculares ativadas em paralelo e a velocidade com que os miofilamentos podem converter energia em trabalho mecânico. Além disso, a melhoria da coordenação intermuscular também tem se mostrado uma possibilidade para o aumento da potência muscular, pois expressa a capacidade da melhor cooperação possível entre os músculos agonistas, antagonistas e sinergistas (CARVALHO; CARVALHO, 2006). No entanto, é muito dependente da especificidade do movimento, o que significa que não é transferível de um movimento/gesto para outro.

Fatores de natureza estrutural, mecânica e funcional determinarão a força e a velocidade das contrações musculares, que implicarão diretamente na potência (ENOKA, 2000). Entre estes fatores pode-se citar a capacidade de recrutamento neural e mecanismos músculo-elásticos a exemplo do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (KOMI, 2000).

Em relação aos fatores neurais, de acordo com Komi (2006), o mecanismo de ativação das unidades motoras (UMs) na contração muscular é considerado o principal responsável pela modulação da força. Quanto maior o número de UMs recrutadas e maior frequência de disparos, níveis mais elevados de força serão obtidos, sendo que a frequência de disparos é o número de impulsos nervosos que as fibras musculares recebem em seu motoneurônio.

Quanto ao CAE, este pode ser caracterizado por um pré- alongamento das fibras musculares na fase excêntrica do movimento, sendo ativados os reflexos de estiramento e os elementos elásticos alongados, obtendo um armazenamento de energia elástica que é reutilizada na contração concêntrica (KOMI, 2000). A ação do CAE tem um propósito bem definido, que é o aumento da potencialização muscular na fase final do movimento

(ação concêntrica) quando comparado à ação concêntrica isolada, sendo que este mecanismo parece resultar no aumento da potência muscular (KOMI; GOLLHOFER, 1997).

A eficiência na utilização do CAE está em grande parte ligada ao nível de *stiffness*, que pode ser definido como uma capacidade neuromuscular de desenvolver altos níveis de força e impor uma resistência ao alongamento muscular (BOSCO, 1999). A importância desse aspecto foi evidenciada por Kubo et al. (2006), ao reportarem que os níveis de pré-alongamento muscular durante os saltos com contra-movimento estavam relacionados positivamente com o *stiffness* do tendão calcâneo, mensurados via ultra-sonografia computadorizada. De acordo com os autores, a elasticidade do tendão, juntamente com o aumento da ativação eletromiográfica, propiciaram condições ideais para o aproveitamento do CAE.

A elasticidade do conjunto músculo-tendíneo é outro mecanismo que se mostrou determinante na eficiência do CAE, conforme verificado por Kubo et al. (2000). Os autores analisaram, por meio de ultra-sonografia, o nível de alongamento do tendão de velocistas e sua influência no desempenho em corridas de velocidade, constatando que a elasticidade das estruturas do tendão dos músculos vasto lateral e gastrocnêmico possui associação com o armazenamento e o subsequente uso de energia elástica durante exercícios que envolvem a utilização do CAE.

Em outra investigação, Finni et al. (2000) reforçam a importância da elasticidade na potencialização do CAE, ao reportarem que o armazenamento de energia elástica nos tendões é dependente de uma ação muscular de alongamento, para que assim sejam geradas condições para suportar altas tensões e alongar o tendão e acumular energia elástica.

Outro fator de potencialização do CAE está relacionado com aspectos neurais como a pré-ativação muscular antes da fase excêntrica, fase excêntrica curta e uma transição imediata entre as fases excêntrica e concêntrica (KOMI; GOLLHOFER, 1997). Os níveis de pré-ativação estão correlacionados com o tempo de contato no solo de atletas em velocidades elevadas, o que sugere que os músculos ao alongarem-se durante a fase excêntrica já estariam com níveis ótimos de ativação, o que poderia potencializar a ação do CAE (DIETZ et al., 1979). Na fase excêntrica, o reflexo induzido pelo estiramento desempenha papel importante na geração de força devido a uma rápida transição do complexo músculo-tendão, previamente ativado e alongado, para a fase final concêntrica (NIKOL; KOMI, 1998).

A potência muscular é determinada em grande parte por fatores genéticos, tais como o tipo de fibras musculares (BOSCO; KOMI, 1979). Mero et al. (1991) e Häkkinen et al. (1985) assumem que a hereditariedade fará uma seleção natural dos atletas, podendo determinar o sucesso esportivo, mas o treinamento poderá induzir mudanças estruturais nas fibras musculares, dependendo das características das mesmas. Markovic et al. (2007) verificaram que após dez semanas de treinamento realizado tanto com multi-saltos e *sprints* de 20-30 m quanto pelo método pliométrico, provocou um aumento significativo nos níveis de potência muscular em estudantes de educação física ativos, ratificando a idéia de que a potência muscular é uma qualidade física que pode ser melhorada através do treinamento.

Um dos métodos que vindo sendo utilizados como discriminadores da potência muscular são os saltos verticais, desenvolvidos por Bosco (1999), tendo em vista que se apresentam como um dos métodos mais utilizados para este fim, sendo considerados válidos e de grande confiabilidade (MARKOVIC et al., 2004).

Dentre esses saltos, destaca-se o *Counter Movement Jump* (CMJ), que mensura a potência muscular com a contribuição do CAE e o *Squat Jump* (SJ), o qual reflete basicamente, a capacidade de recrutamento neural do atleta (BOSCO, 1999). Nesse salto, a ação concêntrica dos músculos extensores do joelho é determinante na geração de forças propulsivas, no entanto, a altura de elevação do centro de gravidade é relativamente inferior à obtida no CMJ. Uma das explicações para isso é a ocorrência do CAE neste último, potencializando a ação muscular por meio da energia elástica acumulada e aos reflexos de estiramento (KOMI, 2000).

Diversos estudos têm relacionado a potência muscular, obtida por meio de saltos verticais, com a performance em atletas de diferentes modalidades. Smirniotou et al. (2008) analisaram a relação entre parâmetros de força-potência com a performance de corredores de 100 m rasos. Foram avaliados 25 corredores nas seguintes variáveis: SJ, CMJ, DJ (*drop jump*), RJ (*repeated jump*), *sprint* de 100m, RT (tempo de reação nos blocos), relação CMJ/SJ e as velocidades médias nas distâncias 0-10m (V10), 10-30 (V30), 30-60 (V60), 60-100 (V100). Por meio de uma análise de regressão múltipla foi verificado que o RT depende apenas da relação CMJ/SJ. A V10 depende tanto do DJ quanto do SJ, enquanto V30 depende apenas do SJ. A V60 e a V100 são dependentes do CMJ. Por fim, foi verificado que 46,5% da performance nos 100m pode ser

explicada por índices de força-potência, sendo que os melhores preditores foram o SJ e CMJ.

Resultados semelhantes foram verificados por Hennessy e Kilty (2001), ao relacionarem o salto CMJ com a performance em *sprints* de 30, 100 e 300 m em 17 corredoras. Os autores encontram correlação entre CMJ e *sprint* de 30m ($r=-0,60$; $p<0,05$), de 100m ($r=-0,64$; $p<0,05$) e de 300m ($r=-0,55$; $p<0,05$), concluindo que a altura do salto no CMJ pode ser considerada um indicador importante da performance de velocistas.

No judô, embora não tenham sido encontrados muitos estudos utilizando saltos verticais, Monteiro et al. (2007) analisaram algumas variáveis neuromusculares em 22 judocas de uma equipe portuguesa de ambos os sexos. As variáveis analisadas foram: força máxima e resistência de força, obtidas pelo %1RM (repetição máxima) no exercício de *leg press*, além dos saltos verticais SJ e CMJ. Entre os principais achados, a força máxima relativa foi significativamente diferente entre os sexos, porém na resistência de força não foram encontradas diferenças significativas entre os sexos; entre os saltos verticais, foi encontrada diferença significativa da potência média e da potência pico entre os sexos.

Franchini et al. (2005c) verificaram que o percentual de vitórias nas etapas da Copa do Mundo de Judô realizadas na Europa esteve associado à altura do salto vertical de atletas brasileiros masculinos ($r = 0,69$). Em outro estudo, Fernández et al. (2000) analisaram diferentes saltos, entre eles o SJ, o CMJ, o DJ (*drop jump*) e o CJ (*contínuos jump 15 s*) em judocas e lutadores greco-romanos. Não foi encontrada diferença significativa em nenhuma variável de potência entre os atletas, no entanto, a altura obtida no salto vertical pode ser considerada um importante preditor da potência de membros inferiores.

A potência muscular também pode ser relacionada aos aspectos de transferência de energia advinda do metabolismo anaeróbio, como evidenciado por Thomas et al. (1989). Estes verificaram que a altura do salto vertical de judocas canadenses de elite obteve forte correlação com a potência pico (potência anaeróbia) obtida no teste de Wingate.

Em resumo do capítulo, tanto a força explosiva quanto a potência são manifestações de força presentes nas lutas de judô, bloqueando o oponente ou em ações de entrada de golpe, na qual há uma combinação de força x velocidade (potência). Nos estudos analisados, a discriminação da potência muscular geralmente é realizada por meio de saltos verticais, os quais vem obtendo boa correlação com a performance de corredores, principalmente de

provas curtas. No judô, embora não seja uma metodologia específica, os saltos verticais têm mostrado ser um mecanismo eficaz e fidedigno na predição da potência.

2.2.2 Força isométrica máxima e resistência de força

A manifestação da resistência de força e da força isométrica máxima é evidenciada em diferentes modalidades, principalmente as de combate como o judô, em que o nível de exigência dessas variáveis, especialmente em ações de pegada e nos momentos de imobilização no solo podem ser fatores decisivos em uma luta.

A força isométrica máxima é considerada como o valor mais elevado de força que o sistema neuromuscular é capaz de produzir, independentemente do fator tempo (CARVALHO; CARVALHO, 2006).

De acordo com Bosco (2007), durante a contração isométrica, a tensão e, portanto o desenvolvimento da força em função do tempo depende do nível de ativação do Sistema Nervoso Central (SNC). Assim, a força máxima pode ser obtida por diversas modalidades de desenvolvimento de força, conforme pode-se observar na Figura 4. Segundo o mesmo autor, a ativação pode ser lenta (a), quando o aumento da força ocorre, principalmente, devido ao aumento da participação de UMs, o que provoca um aumento da frequência de estímulos; ativação normal (b), na qual a tensão é desenvolvida através do aumento progressivo do recrutamento das UMs e da frequência de estímulos e; ativação rápida (c), na qual todas as UMs são recrutadas concomitantemente e a frequência de estímulos aumenta desde o início da contração (Figura 4).

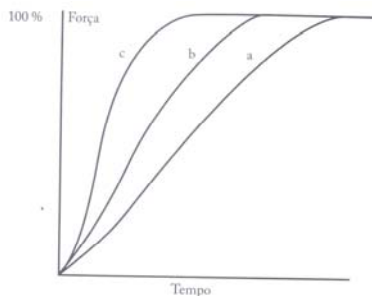


Figura 4. Relação força-tempo durante a contração isométrica lenta (a), normal (b) e rápida (c) (BOSCO, 2007).

Em relação à força dinâmica, manifestada no judô principalmente como resistência de força é definida por Komi (2006) como a capacidade do músculo ou grupo muscular realizar repetidamente a contração muscular em determinado intervalo de tempo. Quando um esforço é máximo e prolongado, a exemplo 60 s, no início do esforço todas as fibras musculares são recrutadas, no entanto, com o prosseguimento do trabalho, as fibras rápidas são as primeiras a diminuir a ativação, enquanto as fibras lentas continuam a produzir energia mecânica. Do contrário, se o esforço for submáximo, as fibras lentas são as primeiras a serem recrutadas, mas com a continuidade do trabalho, as fibras lentas se cansam e as fibras rápidas passam a se recrutadas (BOSCO, 2007).

Todas as fibras musculares (rápidas e lentas) têm capacidade de gerar tensão específica, porém as fibras rápidas apresentam um pico de desenvolvimento de força, velocidade e potência superiores às fibras lentas, devido à alta capacidade glicolítica (FITTS et al., 1991). Estas fibras são recrutadas por UMs de maior limiar e apresentam alta velocidade de encurtamento, assim como maior diâmetro (BUCHTAL; SCHMALBRUCH, 1970).

A capacidade de recrutamento das UMs é altamente dependentes de fatores genéticos, como o tipo de fibra muscular. Tal característica foi investigada por Bosco e Komi (1979), ao submeterem dois grupos, um com maior percentual (<60%) e outro com menor percentual de fibras rápidas (<40%) a executarem o SJ, salto este que não considera os aspectos músculo-elásticos, ou seja, estima apenas os fatores neurais. Os autores verificaram que o grupo com maior percentual de fibras rápidas obteve maior desempenho no salto, além de produzir elevados gradientes de força no início da contração.

Em outra investigação, Bosco et al. (1995) analisaram a atividade eletromiográfica no quadríceps femoral e a porcentagem de contração voluntária máxima - CVM (com e sem sobrecarga) durante exercício isométrico, meio agachamento rápido e lento e salto saindo da posição agachada. Os autores verificaram que o salto com agachamento mostrou uma atividade eletromiográfica muito superior à encontrada no exercício isométrico, o qual apresentou 91% da CVM contra 52% da CVM verificada no salto. Isso pode ser explicado pelo fato de que no exercício isométrico todas as fibras musculares (rápidas e lentas) contribuem para o desenvolvimento de força, enquanto no salto as fibras rápidas parecem contribuir mais intensamente.

Estudos prévios têm avaliado a relação entre características da força muscular em ações isométricas e dinâmicas. Haff et al.

(1997) compararam o pico de força máxima (F_{max}) e a taxa de desenvolvimento de força (TDF) durante contrações isométricas e dinâmicas em exercício de agachamento em oito indivíduos treinados, encontrando diferenças significativas para cargas elevadas (80-100% 1RM). Em outro estudo, Kawamori et al. (2006) compararam a F_{max} e a TDF em condições isométricas e dinâmicas no exercício de agachamento usando 30-120% 1RM, verificando que a F_{max} na condição isométrica foi significativamente superior a F_{max} em 30, 60 e 90% 1RM dinâmico, porém a 120% 1RM não foi encontrada diferença significativa. Para a TDF não foi encontrada diferença entre as duas condições. Tais resultados sugerem que as variáveis de força muscular representam características específicas, principalmente quando o ensaio dinâmico envolve cargas mais leves.

Apesar da composição e da capacidade de ativação das fibras musculares no organismo serem altamente dependentes de fatores neurogênicos, o treinamento de força tem se mostrado capaz induzir um aumento no recrutamento de várias unidades motoras no início da contração. Conforme diversos estudos evidenciados por Komi (2006), o treinamento de força tem provocado modificações nas características da curva F-t, tanto em valores absolutos quanto em gradientes de força.

Alguns estudos com judocas também têm reportado adaptações musculares com o treinamento de força. Busko e Nowak (2008) verificaram que o treinamento de força durante três semanas resultou em aumento nos torques musculares nas pernas e nos braços, além de provocar alterações no percentual de topografia muscular nos membros inferiores de judocas. Além disso, o treinamento de força tem se mostrado eficiente no aumento da massa muscular magra, aumento da força isométrica de preensão manual, tração lombar e de membros inferiores em judocas juvenis (FRANCHINI et al., 2000).

Uma questão importante quando se trata da manifestação da força isométrica e dinâmica é a dificuldade de avaliação, dada a falta de especificidade. Em eventos esportivos essa avaliação fica ainda mais complexa, tendo em vista que os mesmos apresentam diferentes manifestações de força no mesmo evento, ora ações isométricas, ora dinâmicas ou ainda a combinação destas. Tais aspectos ficam bem evidenciados no judô, principalmente durante a realização e domínio da pegada no *judogui*. Nesse fundamento, ocorre a manifestação da força isométrica máxima do antebraço (força de preensão manual) e resistência de força (dinâmica) nas

regiões dos braços e do tronco para a manutenção da pegada por um período prolongado (FRANCHINI et al., 2004b).

Em adição, de acordo com Franchini e Del Vecchio (2008), a musculatura da parte superior do tronco, especialmente o grande dorsal e o peitoral maior, também realiza trabalho de resistência de força, ao puxar ou empurrar o oponente constantemente, além de potência e força máxima na entrada de golpes ou bloqueio do oponente.

Buscando métodos de avaliação que se aproximem das características de força tanto no treinamento quanto nas lutas de judô, Dias (2009) investigou a força de puxada e de preensão manual (FPM) durante a execução do *kuzushi* na técnica de projeção *Morote-seoi-nage*. Para isso, foi utilizado um dinamômetro acoplado a uma célula de carga, sendo que o protocolo consistia na execução da puxada durante 10 s. Foram obtidos valores de FPM e de força de puxada, sendo que o somatório das forças atingiu aproximadamente 600 N em ambos os lados do corpo.

Em outra investigação, Blais et al. (2007) analisaram os momentos de força gerados pelas articulações dos membros inferiores e superiores na técnica de projeção *Morote-seoi-nage* utilizando um ergômetro, no qual a massa do *uke* (judoca que é atacado) foi simulada a partir de um sistema com suporte de pesos. Os autores verificaram que na fase de *kuzushi* os momentos gerados foram distribuídos nos joelhos (26%), quadril (30%), tronco (27%) e membros superiores (ombros, cotovelos e punhos), que apresentaram momentos menores (11%).

Em suma, como visto neste capítulo, o recrutamento das unidades motoras são dependentes de fatores genéticos como o tipo de fibra muscular, no entanto, o treinamento de força tem se mostrado eficiente no que diz respeito a um maior recrutamento de fibras rápidas, principalmente no início da contração muscular. Eventos específicos como as lutas de judô apresentam diferentes manifestações de força no mesmo evento, ou seja, em alguns momentos a força isométrica máxima é predominante e em outros solicita-se maior resistência de força. Em relação aos métodos de avaliação de força durante o treinamento ou nos combates, poucos estudos foram encontrados que tratam de métodos específicos, o que abre uma lacuna em a relação esse tipo de avaliação.

2.3 Testes específicos para judocas

Conforme a literatura pesquisada, diversos testes de campo para judocas vêm sendo desenvolvidos na tentativa de aumentar a especificidade e a validade ecológica, sem se distanciar da sua acurácia. Dentre estes, Sterkowicz (1995) propôs o *Special Judo Fitness Test* (SJFT), o qual é dividido em três períodos: 15, 30 e 30s com intervalos de 10 s entre os mesmos. Durante cada um dos períodos, o executante arremessa dois parceiros (distantes seis metros) o maior número de vezes possível, utilizando a técnica *Ipon-seoi-nage*. Imediatamente e um minuto após o final do teste, é verificada a FC do atleta. O número de arremessos é computado e juntamente com os valores de FC é calculado um índice. Quanto melhor o desempenho no teste, menor o valor do índice.

O desempenho no teste pode ser melhorado através de um aumento do número de arremessos durante os períodos, o que representa melhora da velocidade, capacidade anaeróbia e/ou eficiência na execução do golpe; menor frequência cardíaca ao final do teste, o que representa melhor eficiência cardiovascular para um mesmo esforço (igual número de arremessos); menor frequência cardíaca um minuto após o teste, ou seja, melhor recuperação, o que representa melhoria da capacidade aeróbia; ou combinação de dois ou mais itens supracitados (FRANCHINI, 2001).

É importante destacar que o SJFT apresenta maior especificidade de movimentos, mas menor possibilidade de mensuração do desempenho físico em relação a outros testes menos específicos, porém mais precisos (FRANCHINI, 2001). Mesmo assim, conforme o estudo de Sterkowicz et al. (1999), o índice do SJFT obteve correlação com índices de aptidão aeróbia ($VO_2\max$, tempo de corrida na esteira e velocidade do limiar anaeróbio) e aptidão anaeróbia (potência pico no teste de Wingate e total de trabalho relativo no teste de Wingate). O número de arremessos apresentou correlação significativa com o trabalho total relativo no teste de Wingate, índice de fadiga, tempo de corrida na esteira, tempo para atingir o limiar. A FC mensurada 1 min após o teste correlacionou-se com o tempo de corrida na esteira e $VO_2\max$.

Outro teste específico para o judô foi proposto por Azevedo et al. (2008), que consiste em um teste com incremento de carga que utiliza o *uchi-komi* (entrada de técnica sem projeção). Os atletas devem executar 8 séries de 1 minuto de *uchi-komi* com intensidades correspondentes a 8 s, 7 s, 6 s, 5 s, 4 s, 3 s, 2 s e 1 s para cada entrada. Esse teste foi adaptado do teste de lactato mínimo de Tegtbur et al. (1993) e tem o intuito de avaliar a capacidade aeróbia

de judocas. Não foram encontradas diferenças significativas entre as [Lac] no limiar de lactato mínimo (teste de Tegtbur et al., 1993) e no teste do *uchi-komi* e nem entre a FC nos limiares de lactato mínimo em ambos os testes. Isso demonstra que o teste é uma possibilidade na avaliação da capacidade aeróbia de judocas e um instrumento que pode ser utilizado como controle da intensidade de treinamento.

Com o objetivo de aproximar as características presentes nos combates em um teste para o judô, Almansba et al. (2007) desenvolveram um teste composto por duas fases: primeira fase de pegada a um *judogui* preso a uma barra fixa, que corresponde à utilização de força isométrica dos membros superiores e; segundo, fase de componentes dinâmicos e sucessivas repetições, correspondentes a fase de explosão, onde o judoca atacante (*tori*) deverá aplicar o *uchi-komi* de duas técnicas diferentes em dois outros judocas (*uke*) separados por 4 m de distância, durante 20 s. O total de *uchi-komi* é computado e a FC do atleta é monitorada durante o teste. Segundo os autores, o referido teste reproduz características fisiológicas presentes nas lutas de judô, além de ser um bom indicador da aptidão física e adaptações cardiovasculares em um esforço físico.

Outros testes que consideram fatores observados em combates de judô foram desenvolvidos por Rosa e Oliveira (2008), denominados de TC3 e TC15. Os testes são semelhantes e consistem no posicionamento de três judocas em forma de triângulo distantes entre si 3m, sendo que o *tori* deverá posicionar-se no centro e executar *uchi-komi* de uma técnica nos demais judocas em forma de circuito. São realizadas séries de esforço máximo de 20s cada, sendo três (TC3) e 15 séries (TC15), com recuperação passiva de 10s. Ao testar a fidedignidade, apenas o TC3 apresentou alta fidedignidade, sendo considerado aplicável como avaliação do desempenho físico de judocas.

Com o objetivo de testar componentes neuromusculares presentes na pegada no *judogui* durante os combates, Franchini et al. (2004a) propuseram dois testes: o primeiro é o teste de resistência de força isométrica (FI), que consiste no tempo de sustentação em uma barra, realizando uma pegada no *judogui*; o segundo é o teste de força dinâmica (FR), que consiste no número máximo de repetições no exercício de barra dinâmica, com a pegada no *judogui*. Os mesmos autores encontraram correlação entre o FI e o FR com testes que envolvem força isométrica e resistência de força. Ainda, os testes apresentaram boa correlação

entre si, sendo que os autores sugerem a utilização do FI, visto que apresentou excelente reprodutibilidade.

Como discutido neste capítulo, foram encontrados na literatura diversos testes de campo para a avaliação da aptidão aeróbia, anaeróbia e fatores neuromusculares. Além da capacidade de avaliação, alguns testes podem ser utilizados para verificar efeito de treinamento, o que pode ser uma proposta eficiente e viável para técnicos e preparadores físicos. No entanto, ao escolher um teste deve-se considerar aspectos de validade e fidedignidade, para que se tenha um maior controle na precisão das variáveis mensuradas.

3 MÉTODO

3.1 Caracterização da pesquisa

Este estudo, quanto a sua natureza, caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, na qual, de acordo com Thomas e Nelson (2002), tende a remeter a problemas imediatos, oferecendo assim, resultados de valor imediato, utilizando os chamados ambientes do mundo real, ou seja, utilizando os sujeitos e tendo controle limitado sobre o ambiente da pesquisa.

Em relação à abordagem do problema o estudo caracteriza-se como uma pesquisa quantitativa. Conforme Gil (2002), a abordagem quantitativa, atua em níveis de realidade e tem como objetivo trazer a luz dados, indicadores e tendências observáveis. Quanto aos objetivos, classifica-se como descritiva, pois tem como objetivo descrever as características de determinada população ou fenômeno ou o estabelecimento de relações entre variáveis (GIL, 2002).

Por último, quanto aos procedimentos técnicos o estudo se enquadra como uma pesquisa empírica descritiva do tipo correlacional. Esse tipo de pesquisa, segundo Gil (2002), consiste no estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita seu amplo e detalhado conhecimento, tarefa praticamente impossível mediante outros delineamentos. Além disso, busca obter relações entre as variáveis analisadas.

3.2 Sujeitos do estudo

Participaram deste estudo 18 judocas do sexo masculino, integrantes de duas equipes de treinamento de Florianópolis e uma de Joinville. Dentre os atletas, quatro pertenciam à categoria leve, três meio-leve, cinco leve, um meio-médio, dois médios e três meio-pesado. As características dos judocas estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Valores descritivos referentes às características dos atletas do estudo.

	Idade (anos)	MC (kg)	EST (cm)	GC (%)	Prática (anos)	Treino sem (f)	Treino (min)
Média	20,6	77,3	176,5	13,4	9,4	5,7	105
DP	1,8	13,4	8,4	3,3	4,7	2,0	0,3
Max	29	98,9	193,7	20,8	19	7	120
Min	17	53,6	153	8,8	4	3	90

Nota: MC – massa corporal; EST – estatura; GC – gordura corporal; treino sem – frequência de treino semanal; treino – duração do treino semanal.

A seleção da amostra foi intencional por voluntariado, ou seja, foram convidados judocas maiores de idade, com no mínimo dois anos de prática na modalidade, sem nenhum tipo de lesão, que participavam de competições no mínimo em nível estadual e com massa corporal inferior a 100 kg, tendo em vista a exclusão da categoria pesado da amostra.

3.3 Instrumentos de medida

3.3.1 Obtenção das características antropométricas

As medidas antropométricas de massa corporal e estatura foram realizadas utilizando-se uma balança digital da marca Toledo[®] com precisão de 100 g e um estadiômetro com precisão de 1 mm, respectivamente. Para as medidas de dobras cutâneas, foi utilizado um adipômetro da marca Cescorf[®], com precisão de 1 mm.

3.3.2. Obtenção dos índices fisiológicos

a) Velocidade do limiar anaeróbio (VLAN) e pico de velocidade (PV)

O teste para a obtenção da VLAN e do PV foi realizado em uma esteira rolante (Imbramed Millenium Super ATL 10.200), utilizando um analisador eletroquímico (precisão de 2%) YSI 2700 modelo *Stat Select* para a leitura das amostras sanguíneas coletadas do teste.

b) Special Judo Fitness Test (SJFT)

Os equipamentos utilizados no SJFT foram frequencímetros da marca Polar[®] (modelo 610i), com captura a cada cinco segundos,

para monitorar a frequência cardíaca (FC) dos judocas durante o teste e na recuperação; um cronômetro digital para monitorar o tempo entre cada etapa do teste e uma ficha de avaliação.

c) Simulação de luta (handori)

Foi utilizado um analisador eletroquímico (precisão de 2%) YSI 2700 modelo Stat Select para a leitura das concentrações de lactato sanguíneo após a simulação de luta, com a finalidade de determinar o LACmax e o percentual de diminuição de lactato (DLS). O aparelho foi calibrado antes da realização da leitura por meio do uso de uma solução de concentração conhecida ($0,50 \text{ g.L}^{-1}$), como determina o fabricante (*YSY Incorporate*).

3.3.3 Obtenção dos índices neuromusculares

a) Potência de membros inferiores (CMJ)

Para avaliar a potência muscular de membros inferiores dos atletas foi utilizado o salto vertical *Counter Movement Jump* (CMJ), desenvolvido por Bosco (1999), com índice de fidedignidade de 0,94 e 0,97 para especificidade. Para tal, foi utilizada uma plataforma de força *Quattro Jump* (Kistler, modelo 9290AD) (Figura 5), que consiste em uma plataforma portátil, do tipo piezoelétrica, na qual realiza medida apenas da força vertical aplicada a mesma. As informações adquiridas foram transmitidas via cabo a um computador na frequência de 500 Hz.



Figura 5. Plataforma de força utilizada na realização do salto vertical.

b) Força de puxada (FP)

A FP foi obtida durante uma simulação de puxada na gola e na manga do *judogui*, sendo que para isso foi utilizada uma célula

de carga (Primax, modelo BTS), que mede tensão/compressão com capacidade de 2000 N, acoplada ao sistema de aquisição Miotec (Miotool 200/400 USB), Porto Alegre, RS (Figura 6).



Figura 6. Representação do sistema de aquisição de sinais Miotec e célula de carga.

3.4 Coleta de dados

Antes de iniciarem os procedimentos para a coleta de dados, os atletas que participaram do estudo foram esclarecidos sobre os objetivos e os métodos da pesquisa, para então assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina sob o processo 168/09.

Os dados foram coletados no Laboratório de Biomecânica (BIOMECA), no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) e no *Dojô*, localizados do Centro de Desportos da UFSC.

As avaliações foram realizadas em duas etapas separadas por no mínimo 24h, organizadas da seguinte maneira:

- a) Primeira etapa: foi realizada a avaliação antropométrica, a força de puxada, o salto vertical, o SJFT e a simulação de luta (*handori*).
- b) Segunda etapa: foi realizado o teste incremental na esteira rolante;

Todas as avaliações foram previamente agendadas e todos participantes foram orientados a não realizar treinos intensos neste dia e comparecerem alimentados e hidratados para realização das avaliações. Os intervalos entre as avaliações neuromusculares foram de aproximadamente 15 min e entre o SJFT e a simulação de luta foi de aproximadamente três horas. Esses intervalos foram

determinados tendo como critério a recuperação adequada dos sistemas energéticos solicitados durante o esforço.

3.5 Procedimentos para a coleta e tratamento dos dados

3.5.1 Protocolo de avaliação antropométrica

Os procedimentos utilizados para realizar as mensurações antropométricas seguiram os protocolos definidos em Petroski (2007). A avaliação foi realizada antes de qualquer esforço físico prévio dos atletas. A densidade corporal (DC) foi estimada a partir da equação generalizada proposta por Petroski (1995), a qual considera a medida de quatro dobras cutâneas (tríceps, subescapular, supra-iliaca e panturrilha medial) e a idade (equação 1). A partir da densidade corporal dos sujeitos foi determinado o percentual de gordura (%G), por meio da equação de Siri (1961) (equação 2).

$$DC = 1,10726863 - 0,00081201 * (\Sigma 4 \text{dobras}) + 0,00000212 * (\Sigma 4 \text{dobras})^2 - 0,00041761 * (\text{idade})$$

Onde, $\Sigma 4 \text{dobras}$: tríceps, subescapular, supra-iliaca e panturrilha medial.
(Equação 1)

$$\% G = [(4,95 / DC) - 4,50] * 100$$

(Equação 2)

3.5.2 Protocolo do VLAn e PV

Para o teste incremental em esteira rolante, foi utilizada velocidade inicial de 8 km.h⁻¹ e 1% de inclinação com incrementos de 1 km.h⁻¹ a cada 3 min até a exaustão voluntária. Entre cada estágio ocorreu um intervalo de 30 s para coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo (BILLAT et al., 2000). O LAn foi determinado por meio de uma interpolação linear (lactato x intensidade), considerando-se uma concentração fixa de 3,5 mmol.L⁻¹ (HECK et al., 1985).

Para a obtenção do PV foi considerada a máxima velocidade atingida pelo atleta, referente ao último estágio do teste incremental. Considerou-se o PV quando o atleta atingisse pelo menos 2 min no último estágio do teste.

3.3.3 Protocolo do SJFT

O protocolo do SJFT obedeceu todos os procedimentos propostos por Sterkowicz (1995). Antecedendo o teste, os judocas

realizaram um aquecimento de cinco minutos. Em seguida, três judocas com estatura e massa corporal semelhantes participaram do teste, conforme o protocolo: os dois judocas a serem projetados (*uke*) foram posicionados a seis metros de distância, enquanto o judoca atacante (*tori*) permaneceu a três metros de distância dos judocas arremessados, conforme a Figura 7.

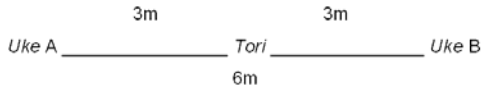


Figura 7. Esquema ilustrativo do teste SJFT.

O teste foi dividido em três períodos: 15s (A), 30s (B) e 30s (C), com intervalos de 10 s entre os mesmos. Durante cada um dos períodos, o executante arremessou os oponentes, utilizando a técnica de braço *Ipon-seoi-nage* (Figura 8) o maior número de vezes possível.



Figura 8. Representação da técnica de braço *Ipon-seoi-nage*.

Foi verificada a frequência cardíaca (FC) após o teste e 1 minuto após o final do teste, o somatório do número de arremessos nos três períodos e posteriormente foi calculado o índice do teste (equação 3). A FC após 1 minuto foi normalizada pela FC_{max} obtida no teste incremental em esteira rolante, sendo utilizada para fins de estatística inferencial.

$$\text{Índice} = \frac{FC_{\text{final}}(\text{bpm}) + FC_{1 \text{ min}}(\text{bpm})}{\text{arremessos}(n)} \quad (\text{Equação 3})$$

3.5.4 Simulação de luta (handori)

Cada luta teve duração de cinco minutos (tempo oficial segundo CBJ) mesmo que ocorresse um *ipon* (pontuação máxima que em competição determina o final da luta).

As lutas foram organizadas de modo que o confronto foi realizado entre atletas com diferença de massa corporal inferior a 15%. Cada atleta realizou uma luta, sendo que após a luta, foram coletados 25 μ L de sangue no lóbulo da orelha com auxílio de um capilar heparinizado para dosagem do lactato nos instantes 1, 3, 5, 8, 10 e 15 min. A partir das amostras de sangue foi identificado o pico de concentração de lactato sanguíneo (LACmax) e o percentual de diminuição de lactato sanguíneo (DLS), conforme a equação proposta por Pelayo et al. (1996) e adaptado por Franchini et al. (2001a) (equação 4).

$$\% DLS = \frac{L_{Apico} - LA_{15 \text{ min}}}{L_{Apico}} * 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

%DLS: percentual da diminuição da concentração de lactato sanguíneo

L_{Apico}: pico da concentração de lactato nesse intervalo

LA_{15min}: concentração de lactato no 15º minuto

3.5.5 Protocolo do salto vertical CMJ

Para realizar o CMJ, o atleta partiu de uma posição em pé e com as mãos na cintura, disposto sobre a plataforma de força. Posteriormente, executou um contra-movimento, que consiste em uma aceleração para baixo do CG, flexionando os joelhos até próximo aos 90° (Figura 9). Durante o salto, o tronco manteve-se o mais vertical possível.

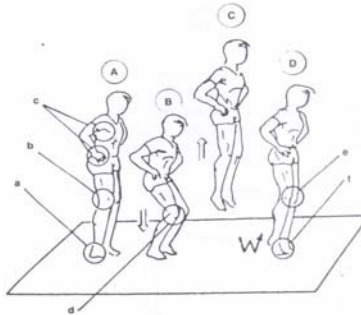


Figura 9. Esquema ilustrativo da realização do salto CMJ (BOSCO, 1999).

- A) sobre a plataforma com o joelho estendido (180°) e as mãos na cintura
- B) ângulo do joelho próximo a 90°
- C) joelho em completa extensão no salto
- D) Quanto tocar o solo, o ângulo do joelho deve estar ao redor de 180°

As variáveis analisadas foram a maior altura atingida no salto (H) e a potência média (PM), as quais são consideradas excelentes indicadoras da potência muscular de membros inferiores.

Foram executados três saltos, com intervalo recuperativo de 2 min entre os mesmos. A altura de salto foi calculada por meio do método de integração dupla. A partir dos valores de força (obtidos pela plataforma), massa corporal do indivíduo e velocidade inicial conhecida (que deve ser igual a zero), a velocidade instantânea foi calculada. Para obter altura (H), basta apenas saber a variação da velocidade em função do tempo, de acordo com a equação 5. A potência média foi obtida pela multiplicação da força pela velocidade, sendo calculada a partir do instante em que a velocidade torna-se positiva. Para análise da performance no teste foi considerada a maior altura obtida.

$$H = \int (V(t) - V_0) dt \quad (\text{Equação 5})$$

Onde:

V : velocidade final

V_0 : velocidade inicial

dt : derivada do tempo

3.5.6 Protocolo da FP

O protocolo para a obtenção da FP constituiu-se na simulação da puxada na gola e na manga do *judogui*, ou seja, propiciando a fase de *kuzushi* (desequilíbrio). Os atletas foram informados a simularem a execução do *kuzushi* como se estivessem em situação real, sendo que os mesmos realizaram a puxada após um comando verbal e mantiveram-na durante 10 s (Figura 10). Os judocas foram instruídos a realizar a força máxima isométrica no primeiro instante da puxada, tentando mantê-la por 10 s. Esse tempo foi determinado em função de que pretendeu-se obter uma estimativa da resistência de força isométrica durante a puxada, conforme evidenciado em estudo prévio (DIAS, 2009).

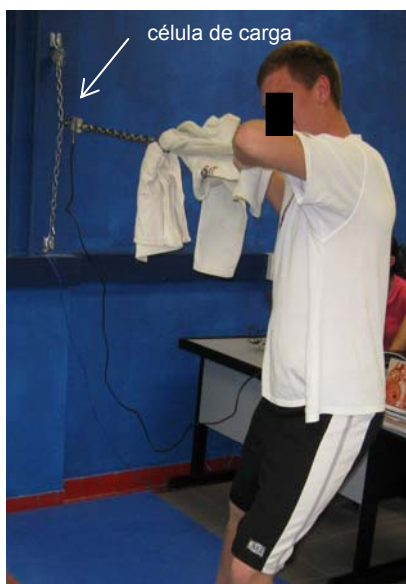


Figura 10. Representação da puxada no *judogui*.

Para a aquisição dos sinais utilizou-se o sistema Miotec (Miotool 200/400 USB) com frequência de amostragem de 2000 Hz. Os sinais advindos da célula de carga passaram por um amplificador de sinais (Sensor SDS 1000), seguindo para um conversor analógico-digital (AD) e para um computador. Para o processamento dos dados utilizou-se o software Miograph[®] USB.

A célula de carga foi previamente calibrada utilizando um conjunto de anilhas (50 kg), sendo processada no software Miograph[®] USB.

Foram realizadas duas execuções da puxada no lado dominante e não-dominante, sendo considerada para análise da FP o seu valor máximo (Fmax) e a taxa de manutenção da força máxima (TMFmax). Para o cálculo da Fmax considerou-se o maior valor obtido no 1º segundo. Para o cálculo da taxa de manutenção da Fmax, inicialmente, normalizou-se os valores de força (após o 1º s) pela Fmax e, em seguida, foi calculado o seu valor médio (Figura 11). Considerou-se a TMFmax após o 1º s para que o mesmo tempo de manutenção fosse mantido para todos os sujeitos. Posteriormente, para fins de análise no grupo, os valores de Fmax foram normalizados pela massa corporal dos sujeitos.

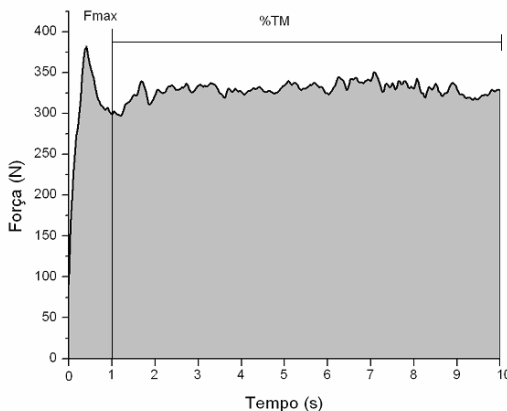


Figura 11. Representação das variáveis Fmax e TMFmax em uma curva força x tempo.

3.6 Análise estatística

Para a apresentação dos resultados foi utilizada estatística descritiva (média, desvio-padrão, mínimo e máximo); para verificar a normalidade dos dados foi utilizado o teste de *Shapiro-Wilk*; para verificar a correlação entre os índices e a situações específicas do judô foi utilizada a correlação linear de *Pearson*; para comparar a FP entre os lados dominante e não-dominante foi utilizado o teste “t” de *Student* para dados dependentes; para comparar os índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias de peso foi

utilizada análise de variância (ANOVA *one way*), seguida pelo teste de *Tukey*. Em todos os testes foi utilizado intervalo de confiança de 95%.

4 RESULTADOS

4.1 Apresentação das variáveis analisadas

Os valores dos índices fisiológicos e neuromusculares analisados nos judocas de todas as categorias de peso estão descritos de acordo com os testes realizados.

As variáveis referentes ao *Special Judo Fitness Test* (SJFT) estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Valores descritivos das variáveis de desempenho no SJFT nos judocas.

Variáveis do SJFT	Média	DP
Número de arremessos A (15 s)	6	0,6
Número de arremessos B (30 s)	11	0,9
Número de arremessos C (30 s)	10	1,1
Total de arremessos	27	2,1
FC após o teste (bpm)	179	10,0
FC 1 min após o teste (bpm)	155	14,7
%FCmax 1 min após o teste	80	6,2
Índice do SJFT	12,5	1,3

Na Tabela 3 estão dispostos os valores de desempenho no *Counter Movement Jump* (CMJ), os quais são estimativas da potência muscular de membros inferiores.

Tabela 3. Valores descritivos do desempenho no CMJ nos judocas analisados.

Variáveis neuromusculares	Média	DP
CMJ _H (cm)	44,76	4,38
CMJ _{PM} (W.kg ⁻¹)	27,26	2,91

Nota: CMJ_H – altura no *counter movement jump*; CMJ_{PM} – potência média no CMJ.

Os valores relativos de Fmax no lado dominante foi de $50,73 \pm 27,62$ %MC e no lado não-dominante foi de $45,66 \pm 24,84$ %MC, apresentando diferença significativa entre ambos ($p= 0,02$) (Figura 12). A taxa de manutenção da Fmax foi de $70,68 \pm 10,42$ % e $75,62 \pm 10,37$ % nos lados dominante e não-dominante, respectivamente (Figura 13), não apresentando diferença significativa ($p= 0,06$).

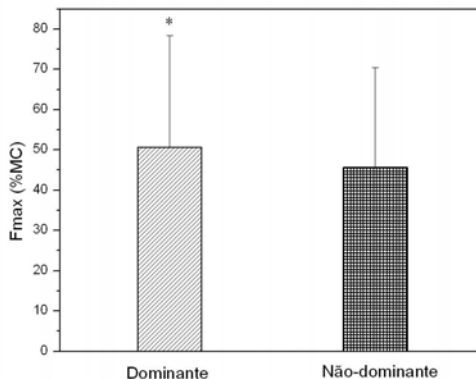


Figura 12. Força máxima atingida durante a puxada no *judogui* nos lados dominante e não-dominante * $p \leq 0,05$.

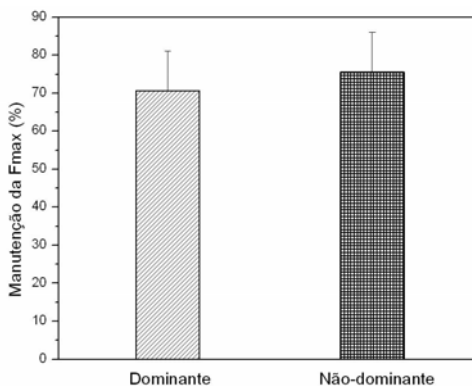


Figura 13. Taxa de manutenção da Fmax durante a puxada no *judogui* nos lados dominante e não-dominante.

Na Figura 14 estão dispostos os valores médios das concentrações de lactato sanguíneo ([Lac]) após a simulação de luta. O pico de lactato (LACmax) ocorreu, em média, no quinto minuto com concentração de $10,17 \pm 3,13 \text{ mmol.L}^{-1}$, sendo que no 15º min, a concentração foi de $6,52 \pm 2,77 \text{ mmol.L}^{-1}$, o que corresponde a $37,32 \pm 10,14 \%$ de remoção de lactato durante o período de recuperação.

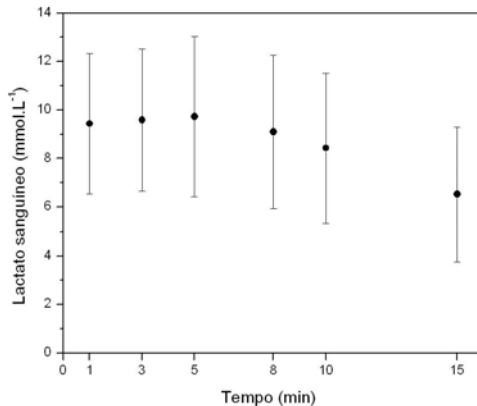


Figura 14. Concentrações de lactato sanguíneo (mmol.L^{-1}) após uma luta de judô.

Na Tabela 4 estão apresentados os valores da velocidade correspondente ao limiar anaeróbio (LAn), referente a concentração fixa de $3,5 \text{ mmol.L}^{-1}$ e ao pico de velocidade (PV) atingido no teste incremental em esteira rolante.

Tabela 4. Velocidade correspondente ao limiar anaeróbio (VLAn) e ao pico de velocidade (PV).

Variáveis	Média	DP
VLAn (km.h^{-1})	11,7	1,3
PV (km.h^{-1})	15,6	0,9

4.3 Relações entre aspectos fisiológicos, neuromusculares e situações específicas do judô

Em relação ao número de arremessos no SJFT, encontrou-se correlação significativa com a VLAn, com o PV e com o CMJ (Figuras 15, 16 e 17), não sendo reportada correlação significativa com a Fmax nos lados dominante e não-dominante (Figuras 18 e 19), com a taxa de manutenção da Fmax nos lados dominante e não-dominante (Figuras 20 e 21) e com o LACmax (Figura 22). Desse modo, rejeita-se a primeira e a segunda hipótese nula, tendo em vista existir correlações significativas entre as variáveis número de arremessos no SJFT, VLAn e PV. Para as demais hipóteses (H3 e H4) aceita-se a hipótese nula, ou seja, rejeita-se as hipóteses alternativas.

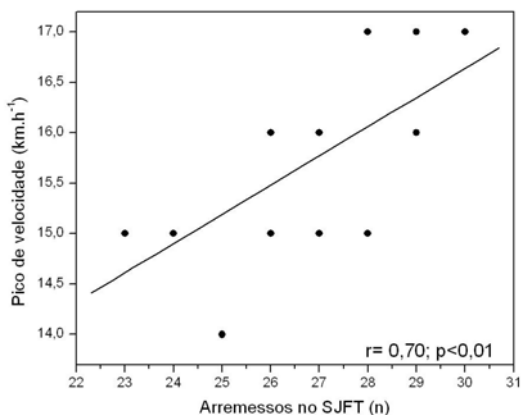


Figura 15. Relação entre número de arremessos no SJFT e pico de velocidade (PV).

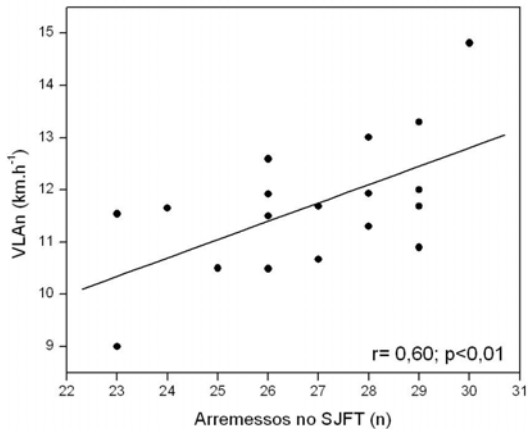


Figura 16. Relação entre número de arremessos no SJFT e velocidade no limiar anaeróbio (VLAn).

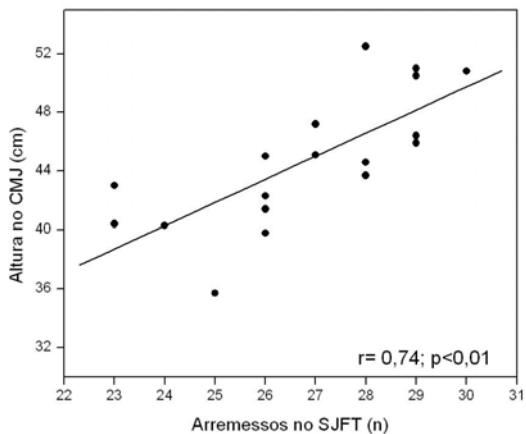


Figura 17. Relação entre número de arremessos no SJFT e desempenho no CMJ.

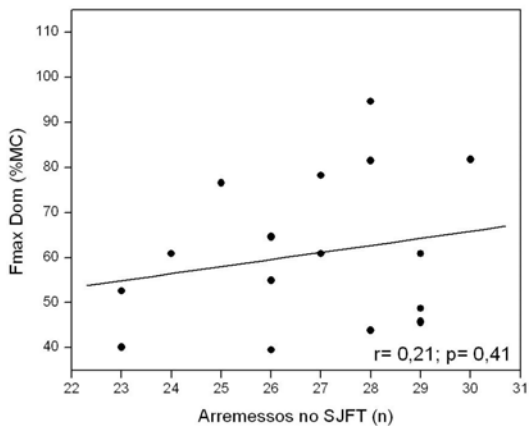


Figura 18. Relação entre número de arremessos no SJFT e a força máxima no lado dominante.

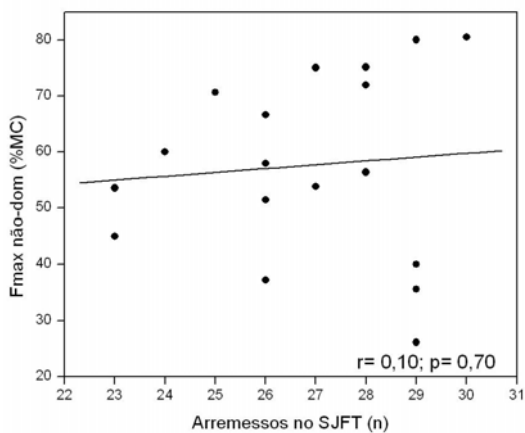


Figura 19. Relação entre número de arremessos no SJFT e a força máxima no lado não-dominante.

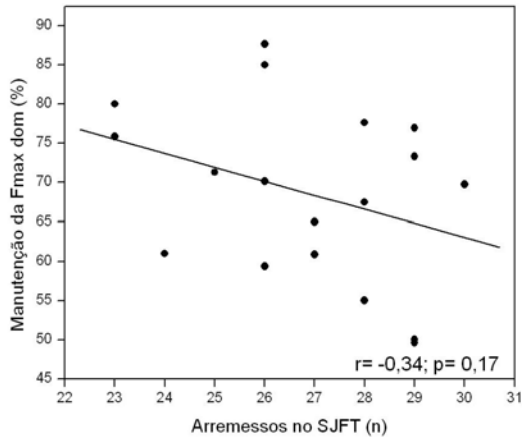


Figura 20. Relação entre número de arremessos no SJFT e a manutenção da força máxima no lado dominante.

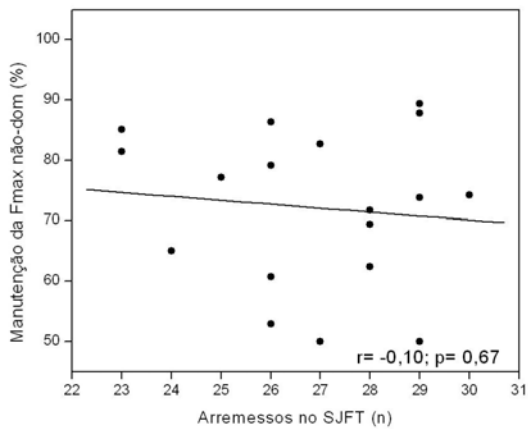


Figura 21. Relação entre número de arremessos no SJFT e a manutenção da força máxima no lado não-dominante.

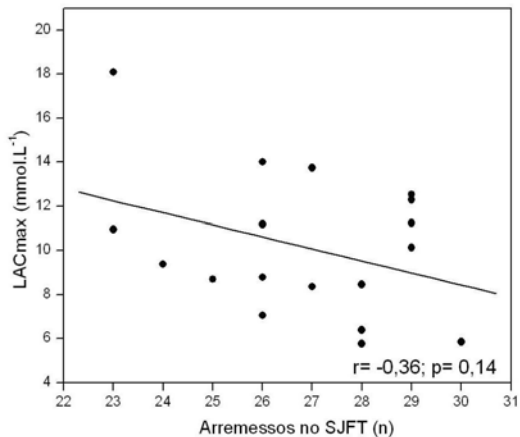


Figura 22. Relação entre número de arremessos no SJFT e o pico de lactato sanguíneo após a luta (LACmax).

Quando analisada o %FCmax obtido um minuto após o SJFT, não foi encontrada correlação significativa com a VLAN (Figura 23) e com o DLS (Figura 24), aceitando-se a quinta hipótese nula.

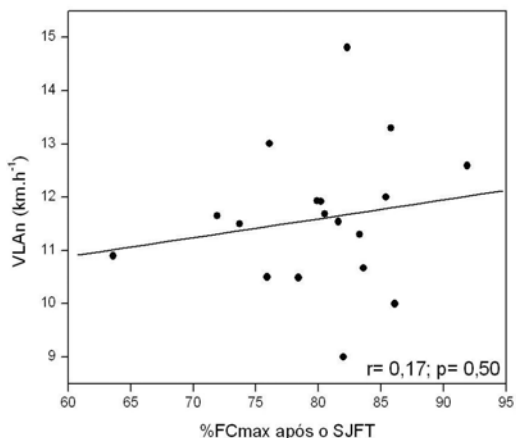


Figura 23. Relação entre a velocidade no limiar anaeróbio (VLAN) e o %FCmax obtido após o SJFT.

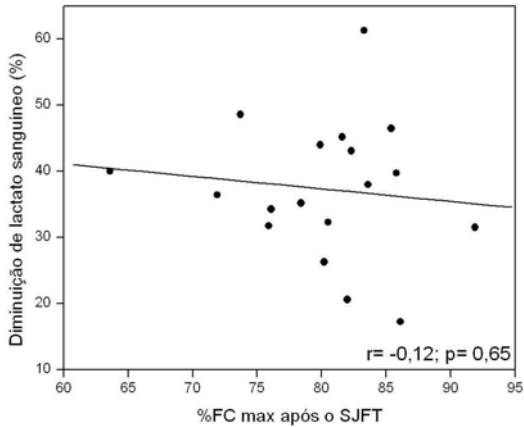


Figura 24. Relação entre a diminuição de lactato sanguíneo (DLS) e o %FCmax obtido após o SJFT.

Ao analisar as variáveis LACmax e DLS após a simulação de luta, observou-se correlação significativa entre o LACmax e a VLAn (Figura 25), porém não foi verificada correlação significativa entre o DLS e a VLAn (Figura 26).

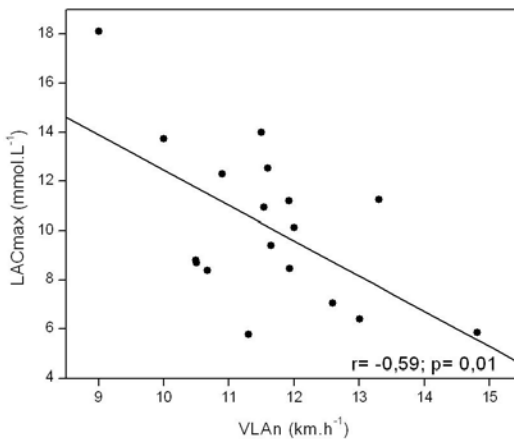


Figura 25. Relação entre a velocidade no limiar anaeróbio (VLAn) e pico de lactato após a luta (LACmax).

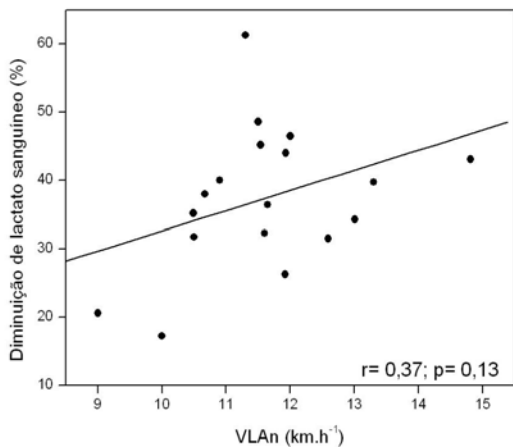


Figura 26. Relação entre a velocidade no limiar anaeróbio (VLAn) e a diminuição de lactato sanguíneo (DLS).

4.4 Comparação dos índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias de peso

Com o intuito de verificar as possíveis diferenças entre as categorias de peso, comparou-se as seguintes variáveis: número de arremessos e frequência cardíaca de recuperação após o SJFT, LACmax, DLS, VLAn, PV e CMJ. Para isso, agrupou-se as categorias de peso em: ligeiro/meio-leve, leve/meio-médio e médio/meio-pesado. Foi verificado que os valores de LACmax foram significativamente superiores na categoria médio/meio-pesado quando comparados com a categoria leve/meio-médio e; os valores do CMJ foram significativamente inferiores na categoria médio/meio-pesado quando comparados com as demais (Tabela 5). Deste modo, aceita-se a sexta e a sétima hipótese nula, visto que a maioria das variáveis não apresentou diferença significativa entre as categorias.

Os índices neuromusculares referentes a força de puxada (Fmax e TMFmax) não foram testados, em virtude de que foram normalizados pela massa corporal dos avaliados.

Tabela 5. Comparação dos índices fisiológicos e neuromusculares entre os judocas das categorias ligeiro/meio-leve, leve/meio-médio e médio/meio-pesado.

	Ligeiro/ Meio-leve (n = 6)	Leve/ Meio-médio (n = 7)	Médio/ Meio-pesado (n = 5)
Arremessos SJFT (n)	27,2 ± 1,8	27,7 ± 1,4	25,2 ± 2,2
%FCmax 1 min SJFT	76,9 ± 7,5	83,9 ± 4,1	78,7 ± 3,3
LACmax (mmol.L ⁻¹)	9,8 ± 2,0 *	8,5 ± 2,4	12,9 ± 3,2 *
DLS (%)	35,8 ± 4,7	39,8 ± 12,7	35,7 ± 10,1
VLAn (km.h ⁻¹)	11,9 ± 1,0	11,9 ± 1,5	10,8 ± 1,0
PV (km.h ⁻¹)	16 ± 0,8	16 ± 0,8	15 ± 0,7
CMJ _H (cm)	45,4 ± 3,1	46,3 ± 3,9	41,9 ± 4,4 *

Nota: SJFT – *Special Judo Fitness Test*; FCmax – frequência cardíaca máxima; LACmax – pico de lactato sanguíneo; DLS – diminuição de lactato sanguíneo; VLAn – velocidade no limiar anaeróbio; PV – pico de velocidade; CMJ_H – altura no *Counter Movement Jump*

*p ≤ 0,05.

5. DISCUSSÃO

5.1 Relações entre aspectos fisiológicos e situações específicas do judô

Os principais achados deste estudo, referente aos aspectos fisiológicos e as situações específicas do judô, foram as correlações encontradas entre o número de arremessos no SJFT e os índices de capacidade aeróbia (VLAn) e de potência aeróbia (PV). Embora o judô seja classificado como um desporto no qual as ações decisivas são determinadas pelo metabolismo anaeróbio, os resultados deste estudo evidenciam que componentes aeróbios também podem ser relevantes em situações específicas do judô.

Em investigação prévia, Franchini et al. (2007) também reportaram correlação significativa entre número de arremessos no SJFT e a potência aeróbia ($VO_2\text{max}$) em judocas da Seleção Brasileira (titulares e reservas). Essa relação evidenciada no presente estudo e reforçada pelos achados de Franchini et al. (2007) pode indicar que a potência aeróbia é importante para determinar a recuperação entre as séries do SJFT, possivelmente pelo aumento da resposta do VO_2 após o exercício (MCMAHON; WENGER, 1998). Além disso, foi observada associação positiva entre a ressíntese de PCr e a potência aeróbia em judocas treinados (GARIOD et al., 1995), o que ratifica os resultados deste estudo.

Em adição, tem sido sugerido que judocas de elite com maior potência aeróbia levam vantagem em períodos do combate com duração máxima (5 min), porque o esforço supramáximo absoluto poderá representar menor intensidade quando comparado com atletas com menor $VO_2\text{max}$ (FRANCHINI et al., 2007).

Da mesma forma, a velocidade referente ao limiar anaeróbio também foi correlacionada com o número de arremessos no SJFT. Isso demonstra que a capacidade aeróbia, que é determinada por fatores periféricos como a porcentagem de fibras de contração lenta, a capacidade oxidativa do músculo e o aumento da ressíntese de PCr (BISHOP et al., 2004) podem contribuir para a performance do judoca durante a luta.

Estudos prévios suportam essa idéia, demonstrando que esportes classificados como altamente anaeróbios possuem influência de aspectos aeróbios (GASTIN, 2001). A contribuição aeróbia em esforços intermitentes de elevada intensidade foi verificada por Silva et al. (2010), pelas correlações existentes entre indicadores de capacidade aeróbia como o LAn e potência aeróbia como a $IVO_2\text{max}$ (intensidade relativa ao $VO_2\text{max}$) com o tempo

médio obtido em um teste de *sprints* repetidos em jogadores profissionais de futebol. Em outro estudo, Aziz et al. (2000) encontraram correlação inversa significativa entre $VO_2\text{max}$ e o tempo total em *sprints* repetidos, ao analisarem jogadores de futebol de elite.

A participação aeróbia em exercícios predominantemente anaeróbios também foi reportada por Gaitanos et al. (1993) ao avaliarem homens saudáveis. Os autores verificaram que após a realização de 10 *sprints* de 6 s com 30 s de intervalo entre estes houve redução significativa da contribuição glicolítica no fornecimento energético no 10º em relação ao 1º *sprint*. Isso pode sugerir que durante os últimos *sprints*, o ATP utilizado pelo músculo esquelético foi advindo das fontes de PCr, restauradas parcialmente no intervalo, e pelo aumento da participação do metabolismo aeróbio.

Resultados semelhantes foram verificados por Bogdanis et al. (1996), ao avaliarem a contribuição energética em dois *sprints* máximos de 20 e 30 s em ciclo-ergômetro com dois minutos de recuperação em sujeitos saudáveis. Foi verificado que no segundo *sprint* houve significativa redução das fontes PCr e glicólise anaeróbia, resultando em uma queda de 45% nas fontes anaeróbias, porém reduzindo apenas 18% o trabalho realizado no segundo *sprint*, indicando que o metabolismo aeróbio forneceu uma parcela significativa de energia durante o segundo *sprint*.

A capacidade aeróbia também foi relacionada com o menor acúmulo de lactato sanguíneo após a luta, sendo evidenciada neste estudo pela correlação inversa entre a VLAn e o LACmax. Achados semelhantes foram verificados por Franchini et al. (1998), que analisaram judocas de diferentes categorias (juvenil, júnior e sênior) e verificaram uma correlação inversa entre a VLAn e o pico da concentração de lactato após cada uma das três lutas realizadas pelos atletas.

Um menor acúmulo de lactato durante o exercício pode indicar que o atleta foi capaz de realizar a tarefa com menor solicitação glicolítica, possivelmente pela capacidade de se sustentar predominantemente pela via aeróbia. No entanto, fatores como o nível técnico ou maior economia de movimento também podem explicar a menor ativação da glicólise anaeróbia (FRANCHINI et al., 2004a). Com a menor solicitação da glicólise durante o exercício, menos energia é necessária durante o período de recuperação para remover H^+ e lactato do músculo, podendo acelerar o processo de recuperação (TOMLIN; WENGER, 2001).

Em adição, tem sido demonstrado que tanto o treinamento de *endurance* (DUBOUCHAUD et al., 2000) quanto o treinamento intervalado de alta intensidade (MESSONNIER et al., 2007) são capazes de aumentar a taxa de remoção de lactato durante o exercício intenso. Isso se deve principalmente em função do aumento da quantidade de transportadores de lactato da isoforma MCT1, a qual realiza o processo de influxo de lactato para o músculo, além do aumento da densidade e do volume mitocondrial, diminuindo assim, a concentração de lactato no sangue (FROLLINI et al., 2008).

Apesar da VLAN ter sido negativamente correlacionada com o LACmax, indicando uma possível interdependência entre a capacidade aeróbia e os processos metabólicos pós-luta, o mesmo não ocorreu em relação ao percentual de remoção de lactato sanguíneo (DLS) após 15 minutos de recuperação passiva. As concentrações de lactato sanguíneo após a recuperação ficaram próximas a $6,5 \text{ mmol.L}^{-1}$, o que correspondeu a cerca de 37% de diminuição em relação ao pico de lactato obtido. Esses valores são superiores aos encontrados em outros estudos que utilizaram 15 minutos de recuperação passiva em judocas treinados (FRANCHINI et al., 2001b) e judocas de elite (FRANCHINI et al. 2004a; FRANCHINI et al., 2005b).

Em estudo prévio (FRANCHINI et al., 2004a) também não foi reportada correlação significativa entre a VLAN e a diminuição do lactato sanguíneo após simulação de luta. Em outra investigação, Denadai et al. (1996) não encontraram relação entre a capacidade aeróbia e a remoção de lactato após diferentes tipos de exercício (corrida e natação), corroborando os achados deste estudo.

O fato de não ter sido encontrada relação entre a diminuição de lactato sanguíneo e a capacidade aeróbia dos judocas pode indicar que essa relação existe apenas em estudos que analisaram efeito de treinamento (estudos longitudinais). Pelayo et al. (1996) observaram que após 23 semanas de treinamento de *endurance* e treinamento anaeróbio, nadadores de elite apresentaram melhora no desempenho de um teste anaeróbio específico, maior remoção de lactato após o teste e melhora no condicionamento aeróbio. Desse modo, é possível sugerir que a capacidade de remover mais rapidamente as concentrações de lactato sanguíneo é dependente de adaptações no sistema aeróbio.

Nesse sentido, verificou-se que o treinamento aeróbio pode aumentar as concentrações dos transportadores de lactato MCT1 em sujeitos sedentários (DUBOUCHAUD et al., 2000). Por outro lado, o treinamento intervalado de alta intensidade, também em

sujeitos sedentários, parece induzir ao aumento tanto nas isoformas MCT1 quanto nas MCT4 (MESSONNIER et al., 2007), sendo que as MCT4 são as maiores responsáveis pelo efluxo de lactato para o sangue (FROLLINI et al., 2008). Tais alterações nos MCTs contribuem para a remoção de lactato e regulação iônica, fatores importantes para o controle do pH e para a recuperação metabólica após esforços de elevada intensidade.

Conforme hipótese formulada neste estudo, eram esperadas correlações da VLAN e do DLS com o %FCmax obtido um minuto após o SJFT, porém não foi confirmada. Tais achados indicam que a FC parece não ser um bom indicativo de capacidade aeróbia, pois não se correlacionou com a VLAN, obtida em teste incremental, a qual, segundo com Denadai (2000), pode ser considerada um índice de validade comprovada.

Os valores de FC absoluta obtida após o teste foram menores que os reportados em outros estudos com judocas de elite (FRANCHINI et al., 2005a; FRANCHINI et al., 2005b) e similares aos verificados por Franchini et al. (2007), ao analisarem atletas da Seleção Brasileira de Judô. Isso pode sugerir que os atletas do presente estudo possuem maior ou igual capacidade cardiovascular de retornar ao estado de pré-exercício que os judocas dos estudos supracitados, no entanto, nessas investigações a FC não foi relacionada a índices de capacidade aeróbia.

Bell et al. (1997) investigaram, entre outros índices aeróbios, a FC em exercício submáximo como indicador de capacidade aeróbia e verificaram que a mesma foi a única variável que se correlacionou com o consumo de oxigênio pós-exercício e que se mostrou significativamente preditora da capacidade de recuperação após exercícios máximos e supramáximos em ciclistas de *endurance*. Porém, a FC não foi correlacionada a outros índices de recuperação metabólica, como a remoção de lactato sanguíneo e os componentes lento e rápido do VO_2 . Desse modo, deve-se tomar algumas precauções ao utilizar a medida da FC como indicador da capacidade aeróbia.

O treinamento aeróbio parece induzir a uma queda mais acentuada da FC pós-esforço em sujeitos saudáveis, retornando mais rapidamente para os valores de repouso (IMAI et al., 1994), por meio do aumento no volume de ejeção, no retorno venoso e na vasoconstrição periférica (FERNANDES et al., 2005). No entanto, a FC pode ser influenciada por diferentes fatores como a temperatura do ambiente, o tipo de ambiente (aberto ou fechado), alimentação, fatores estressantes e nível de treinamento (TOMLIN; WENGER, 2001), o que pode ter interferido nos resultados deste estudo.

Em relação aos índices DLS e %FCmax um minuto após o SJFT, esperava-se uma relação inversa entre a remoção de lactato e a diminuição da FC de recuperação, porém não foi observada neste estudo. Esse fato pode ser explicado pela variação da FC, mais especificamente pela cinética da FC na fase de recuperação, que parece apresentar um comportamento não-linear nos instantes iniciais (SAVIN et al., 1982; OOSTHUYSE; CARTER, 1999). Como as fases lenta e rápida podem apresentar algumas distinções nos padrões de controle, tem sido sugerido que a fase rápida da queda da FC não é determinada pela aptidão aeróbia, mas, sobretudo por mecanismos neurais relacionados à atividade do córtex motor (FERNANDES et al., 2005).

Por outro lado, a diminuição da FC em tempos de recuperação superiores a um minuto (fase lenta), parece ser determinada pelo condicionamento aeróbio do atleta (IMAI et al., 1994). Contudo, O'leary (1993) relata que o acúmulo de metabólitos no final da atividade estimula a atividade dos barorreceptores musculares, mantendo elevada a atividade simpática do miocárdio após o exercício e dificultando assim a queda da FC de recuperação. Esse mecanismo pode dificultar uma associação entre a FC de recuperação e a taxa de remoção de lactato.

A última hipótese referente aos índices fisiológicos foi de que o número de arremessos no SJFT estaria correlacionado com o LACmax após a luta, ou seja, quanto maior a capacidade glicolítica do judoca maior seria o número de arremessos, porém neste estudo não se confirmou esta hipótese. O número de arremessos obtidos pelos atletas do presente estudo foram inferiores a outros estudos com judocas de elite (FRANCHINI et al., 2005b; FRANCHINI et al., 2007), porém superiores a atletas de não-elite (FRANCHINI et al., 2005b). Contudo, o pico de lactato sanguíneo apresentou valores em torno de 10 mmol.L^{-1} após a simulação de luta, semelhante ao encontrado em outros estudos com judocas de elite (FRANCHINI et al., 2001b; FRANCHINI et al., 2005b; SBRICCOLI et al., 2007).

Alguns estudos divergiram dos achados desta investigação, os quais apresentaram correlações entre desempenho em exercícios de elevada intensidade e concentrações de lactato sanguíneo. Hamilton et al. (1991) encontraram correlação entre pico de velocidade obtido em 10 *sprints* de 6 s com intervalos de 30 s e o pico de lactato após os *sprints* em atletas de *endurance*. Em demais estudos, o desempenho nas provas de 400 (DE-OLIVEIRA et al., 2006) e 800 m (LACOUR et al., 1990; DE-OLIVEIRA et al., 2006) também têm sido correlacionadas ao pico de lactato após a corrida,

apontando que a capacidade glicolítica é importante para atletas nesse tipo de prova.

Em estudos com judocas, Franchini et al. (2005a) encontraram correlação entre o pico de lactato após a simulação de luta com o número de ataques usando técnicas de braço (*Te-waza*), com as concentrações de lactato sanguíneo após o segundo teste de Wingate para membros superiores e com as concentrações de lactato após o SJFT.

No entanto, deve-se levar em consideração que as concentrações de lactato encontradas no sangue parecem ser menores que as concentrações encontradas no músculo, sendo que no sangue, o lactato atinge seu pico em tempos variados após o exercício intenso (JACOBS, 1986). Isso indica que o lactato muscular e o lactato sanguíneo não estão em equilíbrio. Desse modo, pode-se sugerir que esse aspecto possa ter contribuído para o fato de não ter sido encontrada correlação entre o LACmax e o número de arremessos no SJFT.

Fatores como o número de ataques e a intensidade durante a luta, que não foram controlados nesta investigação, podem ter contribuído para menor solicitação glicolítica. Por outro lado, o desempenho no SJFT pode ter sido mantido pelo aumento da contribuição do metabolismo aeróbio, visto que foi encontrada correlação significativa do número de arremessos com a VLAN e com o PV, indicando a importância da capacidade e da potência aeróbia, respectivamente, no desempenho do SJFT.

Analisando os aspectos fisiológicos em situações específicas do judô, pode-se perceber que apesar das ações decisivas do judô serem determinadas pelo metabolismo anaeróbio, os resultados deste estudo destacam a importância também da aptidão aeróbia nesses esforços.

5.2 Relações entre aspectos neuromusculares e situações específicas do judô

O principal resultado referente aos aspectos neuromusculares e as situações específicas do judô foi a correlação significativa entre o número de arremessos no SJFT e o desempenho no CMJ. Isso significa que além dos aspectos fisiológicos, discutidos no capítulo anterior, a potência de membros inferiores é outra variável determinante no desempenho no SJFT e, consequentemente, nas situações de luta.

Os níveis de potência muscular dos atletas avaliados no presente estudo, mensurados a partir do desempenho no CMJ, foram superiores aos reportados em outros estudos como o realizado com judocas da Seleção Portuguesa (MONTEIRO et al., 2007) e judocas espanholas (FERNÁNDEZ et al., 2000).

A importância da potência muscular para a performance de judocas já foi relatada em estudo prévio (FRANCHINI et al., 2005c). De acordo com essa investigação, foi encontrada correlação significativa entre o percentual de vitórias de atletas brasileiros masculinos nas etapas da Copa do Mundo de Judô e o desempenho em saltos verticais. Tendo em vista que o CMJ é o melhor indicador da potência muscular de membros inferiores (BOSCO, 1999), tais achados ratificam a importância desta qualidade física para o desempenho durante a luta, que pode determinar maior número de ataques e maior eficácia nos golpes (FRANCHINI; DEL VECCHIO, 2008).

Observando os movimentos fundamentais no judô, pode-se perceber que a manifestação de força rápida está presente em grande parte deles. Essa aptidão é considerada uma das principais determinantes para o êxito em diversos esportes que envolvem ações de alta intensidade como realizar um deslocamento rápido (*sprint*), saltos e arremessos, a exemplo os realizados no judô. Isso tem sido evidenciado em diversos estudos, a partir das correlações encontradas entre o desempenho em *sprints* de 5 m (SLEIVERT; TAINGAHUE, 2004), de 10 e 30 m (WISLOFF et al., 2004) e a altura obtida no *Squat Jump* (SJ) em atletas de basquetebol e futebolistas, respectivamente. Em outro estudo (HENNESSY; KILTY, 2001) foi reportada correlação entre o desempenho em *sprints* de 30 m e a altura no CMJ em corredoras treinadas.

A potência muscular é determinada a partir de uma combinação ótima entre força e velocidade gerada pelos músculos (KOMI, 2006). Fatores de natureza estrutural, mecânica e funcional determinam a força e a velocidade das contrações musculares, que

implicarão diretamente na potência (ENOKA, 2000). Entre estes fatores podem ser citados a capacidade de recrutamento neural e mecanismos músculo-elásticos a exemplo do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (KOMI, 2000).

A aplicação das técnicas do judô que utiliza principalmente a ação dos músculos da articulação do quadril para efetuar a projeção, como a técnica executada no SJFT (*Ipon-seoi-nage*), podem ser exemplos da ocorrência do CAE. Este é evidenciado quando o judoca executa uma fase excêntrica precedida de uma concêntrica, no qual ocorre um pré-alongamento das fibras musculares e armazenamento de energia elástica (fase excêntrica), que é reutilizada na contração concêntrica, aumentando assim a eficiência do movimento (KOMI, 2006). A ação desse mecanismo foi avaliada nos atletas deste estudo por meio do desempenho no CMJ, que de acordo com os resultados, foi relacionado positivamente com o número de arremessos no SJFT. Assim, pode-se ressaltar a importância do treinamento voltado para a otimização do aproveitamento de energia elástica em atletas de judô.

A eficiência na utilização do CAE está em grande parte ligada ao nível de *stiffness* do tendão (KUBO et al., 2006) e à elasticidade do conjunto músculo-tendíneo (KUBO et al., 2000). O armazenamento de energia elástica nos tendões é dependente de uma ação muscular de alongamento, para que assim sejam geradas condições para suportar altas tensões, alongar o tendão e acumular energia elástica (FINNI et al., 2000).

Outro fator de potencialização do CAE está relacionado com aspectos neurais como a pré-ativação muscular antes da fase excêntrica, fase excêntrica curta e uma transição imediata entre as fases excêntrica e concêntrica (KOMI; GOLLHOFER, 1997). Na fase excêntrica, o reflexo induzido pelo estiramento desempenha papel importante na geração de força devido a uma rápida transição do complexo músculo-tendão, previamente ativado e alongado, para a fase final concêntrica (NIKOL; KOMI, 1998).

Contudo, percebe-se que em algumas técnicas de projeção do judô não há ocorrência do CAE, como as de “varrida” de um ou dois membros. Estas também são dependentes da potência muscular, porém possivelmente mais relacionadas a fatores neurais (recrutamento de unidades motoras) do que propriamente do CAE.

As demais variáveis neuromusculares analisadas neste estudo foram a força máxima (F_{max}) e a taxa de manutenção da F_{max} (TM F_{max}) durante uma simulação de puxada no *judogui* na fase de desequilíbrio (*kuzushi*) para a aplicação de técnica. A resistência de força e a força isométrica máxima podem ser

consideradas variáveis importantes para a performance em uma luta, principalmente em ações de pegada no *judogui* (FRANCHINI et al., 2004b).

Desse modo, esperava-se que a Fmax e a TMFmax pudessem estar correlacionadas com o número de arremessos no SJFT, porém não foi observada neste estudo. Isso sugere que a força máxima e a resistência de força nos membros superiores não estão diretamente relacionadas com o desempenho na realização dos arremessos, possivelmente pela característica do SJFT, na qual há uma elevada solicitação também dos membros inferiores durante a corrida até os *uke* (judocas que sofrem a projeção). Além disso, segundo Bosco (2007), altos níveis de força máxima não são pré-requisitos essenciais para a obtenção de resultados esportivos de prestígio na grande maioria das modalidades esportivas, a exceção de esportes específicos de força (levantamento de peso).

A Fmax e a TMFmax podem ser mais observadas durante a realização e domínio da pegada no *judogui* em situação de luta ou em momentos de imobilização no solo, do que propriamente durante a execução do SJFT. Isso se deve ao fato de não haver necessidade de aplicar elevados níveis de força máxima nesse tipo de exercício, pois não ocorre defesa do oponente. Além disso, não há necessidade de manter a força máxima, pois o teste é realizado em curto espaço de tempo, sendo que o objetivo é realizar o maior número de projeções.

Foram encontrados poucos estudos que analisassem a força de puxada por metodologias semelhantes. Dentre estes, Dias (2009) investigou a força de puxada e de prensão manual (FPM) durante a execução do *kuzushi* na técnica de projeção *Morote-seoi-nage* utilizando um dinamômetro acoplado a uma célula de carga. Os judocas realizaram a puxada durante 10 s, sendo que o somatório das forças (FPM e puxada) atingiu valores de até 600 N em ambos os lados do corpo. No presente estudo, os valores não-normalizados pela massa corporal foram em média de 470 N para o lado dominante e 430 N para o lado não-dominante, ficando abaixo dos valores reportados por Dias (2009). No entanto, deve-se considerar que no estudo supracitado os valores de FPM e de puxada foram coletados separadamente e somados posteriormente, enquanto neste estudo os valores de força foram advindos de todos os componentes da puxada.

Em outra investigação, Blais et al. (2007) analisaram os momentos de força gerados pelas articulações dos membros inferiores e superiores na técnica de projeção *Morote-seoi-nage* em judocas treinados. Foi utilizado um ergômetro, no qual a massa do

uke (judoca que é projetado) foi simulada a partir de um sistema com suporte de pesos. Os autores verificaram que na fase de *kuzushi* os momentos gerados foram distribuídos nos joelhos (26%), quadril (30%), tronco (27%) e membros superiores (ombros, cotovelos e punhos), que apresentaram momentos menores (11%).

Ainda em relação à força de puxada, neste estudo comparou-se a Fmax e a TMFmax em função da dominância manual, sendo encontrada diferença significativa apenas na Fmax. Resultados divergentes foram constatados por Dias (2009), que não verificou diferença significativa na força de puxada entre os lados dominante e não-dominante em judocas treinados.

Em contrapartida, demais estudos (BRITO et al., 2002; DIAS, 2009) analisaram a FPM em judocas e observaram diferença significativa em relação a dominância manual. Para Armstrong e Oldham et al. (1999), a mão dominante é cerca de 10% mais forte que a mão não-dominante. No judô, esse aspecto torna-se ainda mais evidente, pois apesar de se tratar de um esporte bilateral, quando o nível competitivo é muito elevado, além do treino da técnica de preferência (*tokui-waza*), o treinamento da pegada também é especializado, o que acaba gerando essa diferença na produção de força (FERNÁNDEZ et al., 2000). Essa característica pode prejudicar o atleta, pois o mesmo depende de uma pegada no lado dominante para executar a técnica de maneira mais eficiente e eficaz durante a luta.

Em relação à TMFmax, parece que os judocas analisados conseguem aplicar uma resistência de força semelhante em ambos os lados do corpo. Em outra investigação, Dias (2009) analisou a FPM em judocas iniciantes e observou diferença significativa na queda de força máxima durante 10 s na posição defensiva (*jigo-hon-tai*), sendo a mão não-dominante superior (42%) à dominante (39%). Outro estudo (SILVA, 2006) verificou que a força máxima e a queda de força máxima possuem uma relação inversa ao analisar a preensão manual durante 30 s em grupo de judocas treinados.

Alguns mecanismos podem explicar a produção de força pelos músculos esqueléticos, como o nível de recrutamento das unidades motoras e a frequência de disparos dos estímulos nervosos. Até cerca de 50% da contração voluntária máxima (CVM) praticamente todas as fibras musculares são recrutadas e para cargas acima desta, o aumento da força muscular é realizado através do aumento dos impulsos nervosos (BOSCO, 2007).

Apesar da composição e da capacidade de ativação das fibras musculares no organismo serem altamente dependentes de fatores neurogênicos, o treinamento de força tem se mostrado capaz

de induzir um aumento no recrutamento de várias unidades motoras no início da contração. Conforme diversos estudos evidenciados por Komi (2006), o treinamento de força tem provocado modificações nas características da curva F-t, tanto em valores absolutos quanto em gradientes de força.

Estudos prévios têm reportado que o treinamento de força provoca adaptações musculares, particularmente em atletas de judô. Busko e Nowak (2008) verificaram que o treinamento de força durante três semanas resultou em aumento nos torques musculares nas pernas e nos braços, além de provocar alterações no percentual de topografia muscular nos membros inferiores de judocas. Além disso, o treinamento de força tem se mostrado eficiente no aumento da massa muscular magra, aumento da força isométrica de preensão manual, tração lombar e de membros inferiores em judocas juvenis (FRANCHINI et al., 2000).

Desse modo, fatores neuromusculares, principalmente voltados à produção de força rápida, têm se mostrado importantes para a performance em situações específicas do judô nos atletas investigados. É importante salientar que esses aspectos, apesar de dependentes de fatores genéticos, são passíveis de treinamento, podendo ser utilizados para otimizar a performance nas lutas.

5.3 Comparação dos índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias de peso

Após realizada a comparação dos índices fisiológicos e neuromusculares entre as categorias ligeiro/meio-leve, leve/meio-médio e médio/meio-pesado verificou-se que o grupo médio/meio-pesado apresentou maiores valores de LACmax após a simulação de luta quando comparado com o grupo leve/meio-médio e menores valores no CMJ quando comparado aos demais grupos. É importante destacar que os atletas analisados encontravam-se em níveis de treinamento semelhantes e foram avaliados na mesma etapa do macrociclo, excluindo assim fatores que poderiam interferir nos resultados.

As maiores concentrações de lactato obtidas no grupo médio/meio-pesado podem representar, conforme descrito na literatura (LACOUR et al., 1990; HAMILTON et al., 1991; DE-OLIVEIRA et al., 2006), maior sollicitação da via glicolítica. Isso pode sugerir que para o grupo mais pesado a intensidade do esforço durante a luta foi superior ao grupo mais leve, vindo a requisitar mais o metabolismo anaeróbio. Além disso, os atletas mais pesados provavelmente possuem maior quantidade de massa muscular quando comparado aos mais leves, sendo que, de acordo com Nakamura e Franchini (2006), quanto maior a massa muscular mobilizada no exercício, maior o potencial de transferência de energia pelos processos anaeróbios.

A sollicitação das fontes energéticas durante um combate pode ocorrer em função das estratégias adotadas pelos atletas durante a luta. Geralmente, atletas mais pesados não se deslocam muito, porém realizam ações de elevada intensidade (STERKOWICZ; FRANCHINI, 2000), vindo a sollicitar de forma mais intensa o sistema anaeróbio láctico, enquanto judocas mais leves possuem uma característica de maior movimentação durante a luta, com maior sollicitação do metabolismo aeróbio. Com isso, pode-se supor que se exercitando com predomínio aeróbio pode permitir menor acúmulo de lactato (BISHOP et al., 2004).

Não foram encontrados na literatura pesquisada estudos que comparassem o pico de lactato após a luta entre as categorias de peso. Os valores obtidos pelo grupo leve/meio-médio foram, em média, $8,5 \text{ mmol.L}^{-1}$, inferiores a diversos estudos com judocas de elite (FRANCHINI et al., 2001b; FRANCHINI et al., 2005a; SBRICCOLI et al., 2007) e grupos de elite e não-elite (FRANCHINI et al., 2005b). Por outro lado, o grupo mais pesado apresentou, em

média, 12,9 mmol.L⁻¹, valores superiores aos estudos reportados acima.

Em relação à potência muscular, pode-se verificar que os atletas mais leves possuem maior capacidade de gerar força rápida. Tendo em vista que a potência é determinada por uma combinação ótima de força e velocidade (KOMI, 2006), possivelmente os atletas mais pesados produzem mais força que velocidade, devido a maior massa corporal, afastando-se da combinação ótima entre estas variáveis. No entanto, os judocas mais leves parecem apresentar uma combinação de força e velocidade mais próxima da ideal. Não há consenso na literatura sobre uma combinação ideal entre estas variáveis (DUGAN et al., 2004), porém, tem sido sugerido que cargas em torno de 35-40% da força máxima isométrica e cerca de 35-45% da velocidade máxima de contração resultarão na máxima potência muscular (BOSCO, 2007).

É importante ressaltar que o nível de potência muscular de um atleta é determinado em grande parte por fatores genéticos, como o tipo de fibra muscular predominante em sua musculatura (BOSCO et al., 1979). Este aspecto não foi controlado neste estudo, contudo, sabe-se que uma maior composição de fibras rápidas está associada a maior produção de potência, conforme evidenciado no estudo supracitado.

Outro fator que pode explicar a diferença nos níveis de potência muscular entre as categorias é a eficiência de alguns mecanismos músculo-elásticos presentes nas ações musculares realizadas, tais como o *stiffness* (KUBO et al., 2006) e a rapidez na transição entre as fases excêntrica e concêntrica (KOMI; GOLLHOFER, 1997). De acordo com os autores, essa transição deve ser realizada em um breve espaço de tempo, a fim de evitar a dissipação da energia elástica acumulada nas estruturas músculo-tendíneas. Esse mecanismo pode não ser tão eficiente nos atletas mais pesados, em função da maior sobrecarga (massa corporal) durante a fase excêntrica em comparação a atletas mais leves, dificultando o processo de armazenamento de energia elástica para a produção de potência.

Na literatura pesquisada não foram encontrados estudos que comparassem a potência muscular entre categorias de peso. Os valores de desempenho no CMJ para os atletas do grupo ligeiro/meio-leve e leve/meio-médio foram próximos de 46 cm e do grupo médio/meio-pesado foi próximo de 42 cm. Monteiro et al. (2007) encontraram valores, em média, de 37 cm em judocas portuguesas de diversas categorias e Fernández et al. (2000) reportaram valores de 36 cm, em média, em judocas espanholas.

Estes valores mostraram-se inferiores aos reportados nos atletas deste estudo, independente da categoria de peso, no entanto, Bosco (1999) considera valores de aproximadamente 50 cm no CMJ como ideais para lutadores.

As demais variáveis analisadas neste estudo não apresentaram diferença significativa entre as categorias de peso. Em relação aos índices aeróbios (VLAn e PV), apesar de mostrarem valores ligeiramente superiores nos atletas das categorias de peso mais leves (ligeiro/meio-leve e leve/meio-médio) em comparação aos mais pesados (médio/meio-pesado), estes não foram significativos.

O condicionamento aeróbio é determinado tanto por fatores genéticos quanto pelo treinamento. Considerando que os atletas analisados encontravam-se em nível de treinamento semelhante, a massa corporal dos indivíduos (indicador das categorias de peso) parece não influenciar na capacidade e na potência aeróbia dos judocas.

A capacidade aeróbia, obtida a partir do metabolismo do lactato durante o exercício, é influenciada por fatores como a idade, o tipo de fibra muscular e a disponibilidade de substrato (DENADAI, 2000). Por outro lado, o PV (indicador de potência aeróbia), além de ser determinado pela capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório durante o exercício, também é influenciado por fatores neuromusculares como a potência muscular (JONES; CARTER, 2000). Considerando este último, poderiam ser esperadas diferenças significativas entre as categorias de peso para o PV, visto que os atletas mais pesados apresentaram níveis de potência muscular significativamente menores, as quais, no entanto, não foram confirmadas neste estudo.

Os resultados do presente estudo divergiram dos encontrados por Callister et al. (1991), que constataram que judocas de elite mais pesados apresentaram menor potência aeróbia. Um fator que deve ser considerado nos atletas das categorias mais pesadas é a possibilidade de haver maior quantidade de gordura corporal. Em estudo prévio (CLAESSENS et al., 1987 apud FRANCHINI et al., 2007) foi encontrado um aumento linear na porcentagem de gordura corporal da categoria ligeiro até o médio e um grande aumento nas categorias meio-pesado e pesado.

Considerando esse aspecto, Franchini et al. (2007) reportaram que judocas com maior porcentagem de gordura corporal foram os que apresentaram menor VO_2 max. Apesar do estudo supracitado não considerar a categoria de peso, provavelmente os atletas com maior porcentagem de gordura

corporal seriam os mais pesados. O aumento de gordura corporal é desvantajoso para a performance no judô, pois o judoca pode competir com atletas com a mesma massa corporal, porém com maior quantidade de massa magra. Isso ocorre porque toda sobrecarga no organismo que não for em forma de tecido muscular trará dificuldades para gerar movimento. De acordo com a segunda lei de Newton, para uma dada quantidade de força, quanto maior a massa a ser vencida, menor será a aceleração (HALLIDAY et al., 1999).

O número de arremessos no SJFT também não diferiu entre as categorias de peso. Tais resultados podem ser explicados devido ao fato de que os índices aeróbios (VLAn e PV), correlacionados com o desempenho no SJFT, também não apresentaram diferenças significativas entre as categorias.

Contudo, poderia ser esperado que os atletas mais pesados atingissem um menor número de arremessos no teste, pois o desempenho no SJFT também foi correlacionado com a potência muscular, que foi significativamente menor nestes atletas. Além disso, Franchini et al. (2007) constataram que os judocas de elite com maior massa corporal atingiram menor número de arremessos no SJFT, o que sustentaria essa possível diferença, no entanto, não confirmada neste estudo.

O DLS, obtido após a simulação de luta e o %FCmax, obtido um minuto após o SJFT, também não diferiram entre as categorias. Isso indica que a maior quantidade de massa corporal dos atletas analisados parece não influenciar na capacidade de remoção de lactato sanguíneo e na redução da frequência cardíaca, variáveis estas que têm sido consideradas dependentes da capacidade aeróbia do atleta (FRANCHINI et al., 2001b; BELL et al., 1997). Em adição, a VLAn, considerada indicadora mais precisa da capacidade aeróbia também não diferiu entre as categorias de peso, o que pode explicar os resultados encontrados no presente estudo.

Cabe ressaltar que o número reduzido da amostra por categoria pode ter contribuído para que fossem encontradas poucas diferenças significativas entre os índices fisiológicos e neuromusculares. Além disso, fatores biomecânicos (técnica de projeção), táticos (ocorridos durante a luta) e psicológicos também podem ter interferido, porém não foram levados em consideração nesta investigação.

6 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e respeitando as limitações deste estudo, pode-se chegar as seguintes conclusões:

a) a força máxima nos membros superiores, obtida na simulação de puxada no *judogui*, foi superior no lado dominante em relação ao não-dominante, no entanto, a taxa de manutenção da força máxima parece não sofrer alterações em função da dominância manual.

b) as relações encontradas entre o número de arremessos no SJFT e o CMJ indicam que quanto maior os níveis de potência muscular maior o número de arremessos realizados no teste. Da mesma forma, as relações com os índices aeróbios (VLAN e PV) indicam que quanto maior a capacidade e a potência aeróbia, maior foi o desempenho no SJFT (número de arremessos).

c) a Fmax e a TMFmax, obtidas na puxada do *judogui*, não foram relacionadas com o desempenho no SJFT, sugerindo que a força máxima e a resistência de força parecem não serem determinantes no número de arremessos realizados pelos atletas. Assim como as variáveis de força, o LACmax, indicador da capacidade glicolítica, não se mostrou relacionado com o número de arremessos no SJFT, possivelmente pelos diferentes grupos musculares envolvidos na tarefa.

d) o percentual de FCmax, obtido um minuto após o SJFT, não foi relacionado com a VLAN, o que indica que a frequência cardíaca de recuperação parece não ser uma boa preditora da capacidade aeróbia. O percentual de FCmax também não foi relacionado com o DLS, sugerindo que o mesmo não possui uma relação direta com a remoção de lactato sanguíneo nos atletas deste estudo.

e) O LACmax obtido após simulação de luta foi inversamente relacionado com a VLAN, o que sugere que a maior capacidade aeróbia indica que o atleta foi capaz de realizar a tarefa com menor solicitação glicolítica. Porém, a diminuição de lactato sanguíneo (DLS) não foi relacionada à VLAN, sugerindo que a capacidade aeróbia parece não ser relacionada ao processo de remoção de lactato sanguíneo.

f) em relação à comparação entre as categorias de peso, apenas as variáveis LACmax e CMJ diferiram entre estas. Os judocas da

categoria médio/meio-pesado apresentaram maior pico de lactato após a luta, indicando possivelmente que os atletas mais pesados solicitaram mais o metabolismo anaeróbio láctico durante a luta quando comparados aos judocas mais leves. Já a potência muscular destes atletas foi menor quando comparado às demais categorias (ligeiro/meio-leve e leve/meio-médio).

Em síntese, pode-se concluir que embora as ações decisivas no judô sejam determinadas pelo metabolismo anaeróbio, os resultados deste estudo evidenciam a importância também da aptidão aeróbia em situações específicas do judô. Além disso, a potência muscular mostrou-se determinante nesse tipo de esforço. Desse modo, sugere-se que o treinamento da capacidade e da potência aeróbia, assim como da potência muscular tenham maior destaque nas sessões de treinamento de judô. Em relação às características dos judocas entre as categorias, recomenda-se maior enfoque no treinamento de potência muscular, principalmente nos judocas das categorias mais pesadas, que ficaram aquém dos atletas mais leves.

Sugere-se para futuros estudos a investigação de tais relações com maior número de judocas por categoria, para que seja possível maior compreensão das características fisiológicas e neuromusculares dos mesmos durante as ações envolvidas no judô.

REFERÊNCIAS

- ALMANSBA, A.; FRANCHINI, E.; STERKOWICZ, S. Uchi-komi avec charge, une approche physiologique d'un nouveau test spécifique au judô. **Science & Sports**, v.22, p.216-23, 2007.
- ALVARÉZ, J.C.B.; ALVARÉZ, V.B. Relación entre el consumo de oxígeno y la capacidad para realizar ejercicio intermitente de alta intensidad en jugadores de fútbol sala. **Revista de Entrenamiento**, v.17, n.2, p.13-24, 2003.
- AMTMANN, J.; COTTON, A. Strength and conditioning for judo. **Strength and Conditioning Journal**, v.27, n.2, p. 26-31, 2005.
- ARMSTRONG, C.A.; OLDHAM, J.A. A comparison of dominant and non-dominant hand strengths. **Journal of Hand Surgery**, v.24, n.4, p.421-425, 1999.
- ARPIN, L. **Livro de Judô: de pé**. Traduzido por Micheline Christophe. Rio de Janeiro: Record, 1970. 174 p.
- AZEVEDO, P.H.S.M.; DRIGO, A.J.; CARVALHO, M.C.G.A.; OLIVEIRA, J.C.; NUNES, J.E.D.; BALDISSERA, V. et al. Determination of judo endurance performance using the *uchi-komi* technique and an adapted lactate minimum test. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 6, n.2, p.10-14, 2007.
- AZEVEDO, P.H.S.M.; DRIGO, A.J.; OLIVEIRA, P.R.; CARVALHO, M.C.G.A.; SABINO, M. Sistematização da preparação física do judoca Mário Sabino: um estudo de caso do ano de 2003. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 26, n. 1, p.73-86, 2004.
- AZIZ, A.R.; CHIA, M.; TEH, K.C. The relationship between maximal oxygen uptake and repeated sprint performance indices in field hockey and soccer players. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n.3, p. 195-200, 2000.
- BALSOM, P.D.; GAITANOS, G.C.; SOÈ DERLUND, K.; EKBLÖM, B. High-intensity exercise and muscle glycogen availability in humans. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.165, p.337-345, 1999.
- BANGSBO, J.; GOLLNICK, P.D.; GRAHAM, T.E. et al. Anaerobic energy production and O₂ deficit-debt relationships during exhaustive exercise in humans. **Journal of Physiology**, v.422, p.539-59, 1990.

- BELL, G.J.; SNYDMILLER, G.D.; DAVIES, D.S.; QUINNEY, H.A. Relationship between aerobic fitness and metabolic recovery from intermittent exercise in endurance athletes. **Canadian Journal Applied Physiology**, v.22, n.1, p.78-85, 1997.
- BENEKE, R., HÜTLER, M., DUVILLARD, S.P.V, SELLENS, M., LEITHÄUSER, R.M. Effect of test interruptions on blood lactate during constant workload testing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. v.35, p.1626-30, 2003.
- BERTUZZI, R.C.M.; SILVA, A.E.L.; ABAD, C.C.C.; PIRES, F.L. Metabolismo do lactato: uma revisão sobre a bioenergética e a fadiga muscular. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.11, n.2, p.226-34, 2009.
- BILLAT, V.L.; MORTON, R.H.; BLONDEL, N.; BERTHOIN, S.; BOCQUET, V.; KORALSZTEIN, J.P. et al. Oxygen kinetics and modeling of time to exhaustion whilst running at various velocities at maximal oxygen uptake. **European Journal of Applied Physiology**, v.82, p.178-187, 2000.
- BILLAT, V.; PINOTEAU, J.; PETIT, B.; RENOUX, J. C.; KORALSZTEIN, P. Time to exhaustion at 100% of velocity at VO_2 max and modeling of the relation time-limit/velocity in elite long distance runners. **European Journal of Applied Physiology**, v.69, p.271-273, 1994.
- BISHOP, D.; EDGE, J.; GOODMAN, C. Muscle buffer capacity and aerobic fitness are associated with repeated-sprint ability in women. **European Journal of Applied Physiology**, v. 92, p. 540-547, 2004.
- BLAIS, L.; TRILLES, F.; LACOUTURE, P. Three-dimensional joint dynamics and energy expenditure during the execution of a judo throwing technique (*Morote Seoi Nage*). **Journal of Sports Sciences**, v. 25, n. 11, p. 1211-1220, 2007.
- BOGDANIS, G.C.; NEVILL, M.E. BOOBIS, L.H. Contribution of phosphocreatine and aerobic metabolism to energy supply during repeated sprint exercise. **Journal of Applied Physiology**, v. 80, n. 3, p. 876-84, 1996.
- BOSCO, C. **A Força Muscular**. São Paulo: Phorte, 2007.
- BOSCO, C. **Strength assessment with the Bosco's test**. Italian Society of Sport Science, Rome, 1999.

- BOSCO, C.; KOMI, P.V. Mechanical characteristics and fiber composition of human leg extensor muscle. **European Journal of Applied Physiology**, v. 41, p. 275-284, 1979.
- BRITO, C.J.; FABRINI, S.P.; MENDES, E.L.; MARINS, J.C.B. Estudo da força isométrica manual e lombar em judocas. **Anais. Simpósio Internacional de Ciências do Esporte**, 26, São Paulo, 2002.
- BUCHTHAL, F.; SCHMALBRUCH, H. Contraction times and fiber types in intact human muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.79, n.4, p.435-52, 1970.
- BUSKO, K.; NOWAK, A. Changes of maximal muscle torque and maximal power output of lower extremities in male judoists during training. **Human Movement**, v.9, n.2, p.111-115, 2008.
- CALLISTER, R.; CALLISTER, R.J.; STARON, R.S.; FLECK, S.J.; TESCH, P.; DUDLEY, G.A. Physiological characteristics of elite Judo athletes. **International Journal of Sports Medicine**, v.12, p.196-203, 1991.
- CAPUTO, F.; OLIVEIRA, M.F.M.; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Exercício aeróbio: Aspectos bioenergéticos, ajustes fisiológicos, fadiga e índices de desempenho. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.11, n.1, p.94-102, 2009.
- CARVALHO, C.; CARVALHO, A. Não se deve identificar força explosiva com potência muscular, ainda que existam algumas relações entre ambas. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v.6, n.2, p. 241-248, 2006.
- CONFEDERAÇÃO BRASILEIRA DE JUDÔ (CBJ). **Normas gerais para eventos nacionais**. 2009. Disponível em: <http://www.cbj.com.br/downloads/normas_gerais2009.doc>. Acessado em: 30/03/2009.
- COOKE, S.R.; PETERSEN, S.R.; QUINNEY, H.A. The influence of maximal aerobic power on recovery of skeletal muscle following anaerobic exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v.75, 1997, p.512-519.
- DEGOUTTE, F.; JOUANEL, P.; FILAIRE, E. Energy demands during a judo match and recovery. **British Journal of Sports Medicine**, v.37, p.245-9, 2003.

DENADAI, B.S. (Org) **Avaliação aeróbia**: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. São Paulo: Motrix, 2000.

DENADAI, B.S., HIGINO, W.P., FARIA, R.A., NASCIMAENTO, E.P., LOPES, E.W. Validade e reprodutibilidade da resposta do lactato sanguíneo durante o teste *shuttle run* em jogadores de futebol. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.10, n.2, p.71-78, 2002.

DENADAI, B.S.; DENADAI, M.L.D.R.; GUGLIELMO, L.G.A. Taxa de remoção do lactato sanguíneo durante a recuperação passiva: efeitos do tipo de exercício e da capacidade aeróbia. **Revista Paulista de Educação Física**, v.10, n.2, p.113-121, 1996.

DE-OLIVEIRA, F.R., LIMA-SILVA, A.E.; NAKAMURA, F.Y.; KISS, M.A.P.; LOCH, M.S.G. Testes de pista para avaliação da capacidade láctica de corredores velocistas de alto nível. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 2, p.99-102, 2006.

DIAS, J.A. **Características da força de prensão manual em judocas: efeitos da postura e da dominância, implicações sobre equilíbrio e simulação da técnica Morote-seoi-nage**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano). Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC: Florianópolis, 2009, 127 p.

DIETZ, V.; SCHMIDTBLEICHER, D.; NOTH, J. Neuronal mechanisms of human locomotion. **Journal of Neurophysiology**, v.42, n. 5, p.1212-22, 1979.

DUBOUCHAUD, H.; BUTTERFIELD, G.E.; WOLFEL, E.E.; BERGMAN, B.C.; BROOKS, G.A. Endurance training, expression, and physiology of LDH, MCT1, and MCT4 in human skeletal muscle. **American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism**, v. 278, n. 4, p.571-579, 2000.

DUGAN, E.L.; DOYLE, T.L.A.; HUMPHRIES, B.; HASSON, C. Determining the optimal load for jump squats: a review of methods and calculations. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, n.3, p.668-674, 2004.

ENOKA, R.M. Neural adaptations with chronic physical activity. **Journal of Biomechanics**, v. 30, p. 447-455, 1997.

FERNÁNDEZ, M.M.; VICENTE, J.V.; LÓPES, J.G.; RODRIGUES, C.L. Comparación de diferentes manifestaciones de fuerza y flexibilidad entre luchadores de lucha leonesa y judokas. **Anais**.

Congreso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte, 1, 2000, León, Espanha.

FERNANDES, T.C.; ADAM, F.; COSTA, V.P.; SILVA, A.D.L.; DE-OLIVEIRA, F.R. Frequência cardíaca de recuperação como índice de aptidão aeróbia. **Revista de Educação Física/UEM**, v. 16, n. 2, p. 219-137, 2005.

FINNI, T.; KOMI, P.V.; LEPOLA, V. In vivo human triceps surae and quadriceps femoris muscle function in a squat jump e counter movement jump. **European Journal of Applied physiology**, v. 83, p. 416-426, 2000.

FITTS, R.H.; McDONALD, K.S.; SCHLUTER, J.M. The determinants of skeletal muscle force and power: their adaptability with changes in activity pattern. **Journal of Biomechanics**, v. 24, Sup. 1, p.111-22, 1991.

FLECK, S.J.; KRAEMER, W.J. **Fundamentos do treinamento de força muscular**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 1999.

FRANCHINI, E. **Tipo de recuperação após a luta, diminuição do lactato e desempenho posterior: implicações para o judô**. Tese (Doutorado em Educação Física). Universidade de São Paulo. USP: São Paulo, 2001, 257 p.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F.B. **Preparação física para atletas de judô**. 1ª Ed. São Paulo: Phorte, 2008.

FRANCHINI, E. ; TAKITO, M.Y.; KISS, M.A.P.D.M. Somatotipo, composição corporal e força isométrica em diferentes períodos do treinamento em atletas de judô juvenis. **Revista Treinamento Desportivo**, v. 5, n. 2, p. 4-10, 2000.

FRANCHINI, E.; MATSUSHIGUE, K.A.; KISS, M.A.P.D.; STERKOWICZ, S. Estudo de caso das mudanças fisiológicas e de desempenho de judocas do sexo feminino em preparação para os Jogos Pan-Americanos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v.9, n.2, p.21-7, 2001a.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; NAKAMURA, F.Y.; MATSUSHIGUE, K.A.; KISS, M.A.P.D.M. Tipo de recuperação após uma luta de judô e o desempenho anaeróbio intermitente subsequente. **Motriz**, v. 7, n.1, p. 49-52, 2001b.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; BERTUZZI, R.C.M.; KISS, M.A.P.D.M. Solicitação fisiológica e metabólica do exercício

intermitente anaeróbio com membros superiores. **Motriz**, v.9, n.1, p.33-40, 2003.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; BERTUZZI, R.C.M.; KISS, M.A.P.D.M. Nível competitivo, tipo de recuperação e remoção do lactato após uma luta de judô. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.6, n.1, p.7-16, 2004a.

FRANCHINI, E.; SOUZA, C. E. B.; URASAKI, R.; OLIVEIRA, R. S. F.; SAURESSIG, F.; MATHEUS, L. Teste de resistência de força isométrica e dinâmica na barra com o judogi. **Anais**. Congresso de la Asociación Española de Ciencias del Deporte, 3, 2004b, Valencia, Espanha.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; BERTUZZI, R.C.M. Morphological, physiological and technical variables in high-level college judoists. **Archives of Budo**, v.1, p.1-7, 2005a.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; KISS, M.A.P.D.M.; STERKOWICZ, S.; Physical fitness and anthropometrical differences between elite and non-elite judo players. **Biology of Sports**, v. 22, n.4, p. 315-328, 2005b.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F.B.; ROMANO, R.; OLIVEIRA, R.S.F.; MORAES, J.M. Physical and competitive performance of Brazilian Olympic Trial finalists. **Anais**. World Judo Research Symposium, 5, 2005c, International Judo Federation: Cairo, Egito.

FRANCHINI, E.; TAKITO, M.Y.; LIMA, J.R.P.; HADDAD, S.; KISS, M.A.P.D.M.; REGAZZINI, M. et al. Características fisiológicas em testes laboratoriais e resposta da concentração de lactato sanguíneo em 3 lutas em judocas das classes Juvenil-A, Júnior e Sênior. **Revista Paulista de Educação Física**, v.12, n.1, p.5-16, 1998.

FRANCHINI, E.; NUNES, A.V.; MORAES, J.M.; DEL VECCHIO, F.B. Physical fitness and anthropometrical profile of the Brazilian male judo team. **Journal of Physiological Anthropology**, v. 56, p. 59-67, 2007.

FRIEDMANN, B.; SIEBOLD, R.; BARTSCH, P. Comparison of anaerobic capacity determined by different methods in 400-m and long distance runners. **Medicine Science and Sports Exercise**, v.29, n.5, 1997.

FROLLINI, A.B.; DIAS, R.; PRESTES, J.; BAGANHA, R.J.; CEREJA, D.M.P.; GOMES, L.P.R. et al. Exercício físico e regulação do lactato:

papel dos transportadores de monocarboxilato (proteínas MCT). **Revista da Educação Física/UEM**, v.19, n.3, p.453-463, 2008.

GAITANOS, G. C.; WILLIAMS, C.; BOOBIS, L. H.; BROOKS, S. Human muscle metabolism during intermittent maximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.75, n.2, p.712-19, 1993.

GARIOD, L.; FAVRE-JUVIN, A.; NOVEL, V.; REUTENAUETI, H.; MAJEANS, H.; ROSSI, A. Évaluation du profil énergétique des judokas par spectroscopie RMN du P³¹. **Science & Sports**, v.10, p.201-207, 1995.

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**. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GLAISTER, M. Multiple sprint work: physiological responses, mechanisms of fatigue and the influence of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v. 35, n.9, p.757-777, 2005.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R. e KRANE, K.S. **Física 1**. 4ª ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1999.

HAFF, G.G.; STONE, M.; O'BRYANT, H.S.; HARMAN, E.; DINAN, C.; JOHNSON, R. et al. Force-time dependent characteristics of dynamic and isometric muscle actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.11, n.4, p.269-272, 1997.

HÄKKINEN, K.; KOMI, P.V.; ALEN, M. Effects of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, electromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.125, p. 587-600, 1985.

HAMILTON, A.L.; NEVILL, M.E.; BROOKS, S.; WILLIAMS, C. Physiological responses to maximal intermittent exercise: differences between endurance-trained runners and games players. **Journal of Sports Sciences**, v. 9, n.4. p.371-382, 1991.

HARRINSON, A.J.; KEANE, S.P.; COGLAN, J. Force-velocity relationship and stretch-shortening cycle function in sprint and endurance athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 18. n.3, p.473-479, 2004.

HECK, H.; MADER, A.; HESS, G.; MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. Justification of the 4. mmol/l Lactate Threshold. **Journal of Sports Medicine**, v.6, p.117-130, 1985.

HENNESSY, L.; KILTY, J. Relationship of the stretch-shortening cycle to sprint performance in trained female athletes. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.15, n.3, p.326-331, 2001.

HILL, A.V. The heat of shortening and the dynamic constants of the muscle. **Proceedings of the royal society**, v. 126, n. 843, p. 136-195, 1938.

HOLLOSZY, J.O.; COYLE, E.F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology**, v.56, p.831-838, 1984.

IMAI, K.; SATO, H.; MASATSUGU, H.; KUSUOKA, H.; OZAKI, H.; YOKOYAMA, H. et al. Vagally mediated heart rate recovery after exercise is accelerated in athletes but blunted in patients with chronic heart failure. **Journal of the American College Cardiology**, v.24, n.6, p.1529-1535, 1994.

JACOBS, I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. **Sports Medicine**, v.3, n.1, p.10-25, 1986.

JONES, A.M.; CARTER, H. The effect of endurance training on parameters of aerobic fitness. **Sports Medicine**, v.29, n.6, p.373-386, 2000.

KAWAMORI, N.; ROSSI, S.T.; JUSTICE, B.D.; HAFF, E.E.; PISTILLI, E.E.; O'BRYANT, H.S. et al. Peak force and rate of force development during isometric and dynamic mid-thigh clean pulls performed at various intensities. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.20, n.3, p.483-491, 2006.

KOMI, P.V. **Força e Potência no Esporte**. 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

KOMI, P.V. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **Journal of Biomechanics**, v. 33, p. 1197-1206, 2000.

KOMI, P.V.; GOLLHOFER, A. Stretch reflex can have an important role in force enhancement during SSC-exercise. **Journal of Applied Biomechanics**, v.13, p.451-460, 1997.

- KUBO, K.; KANEHISA, H.; KAWAKAMI, Y.; FUKUNAGA, T. Elasticity of tendon structures of the lower limbs in sprinters. **Acta Physiologica Scandinavica**, v.168, p. 327-335, 2000.
- KUBO, K.; MORIMOTO, M.; KOMURO, T.; TSUNODA, N.; KANEHISA, H.; FUKUNAGA, T. Influences of tendon stiffness, joint stiffness, and electromyographic activity on jump performances using single joint. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, p.235-243, 2006.
- LACOUR, J.R.; BOUVAT, E.; BARTHÉLÉMY, J.C. Post-competition blood lactate concentrations as indicators of anaerobic energy expenditure during 400-m and 800-m races. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v.61, n.3-4, p.172-6, 1990.
- LITTLE, N.G. Physical performance attributes of Junior and Senior women, Juvenile, Junior and Senior men judokas. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v.31, p.510-20, 1991.
- MARKOVIC, G.D; DIZDAR, I.; JUKIC, M.; CARDINALE, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.18, p.551-555, 2004.
- MARKOVIC, G.; JUKIC, I.; MILANOVIC, D.; METIKOS, D. Effects of sprint and plyometric training on muscle function and athletic performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.1, n.2, p. 543-549, 2007.
- MATT GREEN, J.; CREWS, T.R.; BOSAK, A.M.; PEVELER, W.W. A comparison of respiratory compensation thresholds of anaerobic competitors, aerobic competitors and untrained subjects. **European Journal of Applied Physiology**, v. 90, p. 608-613, 2003.
- MCMAHON, S.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and both power output and subsequent recovery during maximal intermittent exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.4, n.1, p. 219-227, 1998.
- MEDBØ, J.I.; MOHN, A.C.; TABATA, I. Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. **Journal of Applied Physiology**, v.64, p. 50-60, 1988.
- MERO, A.; JAAKKOLA, L.; KOMI, P.V. Relationships between muscle fiber characteristics and physical performance capacity in

trained athletic boys. **Journal of Sports Science**, v.9, n. 2, p.161-71, 1991.

MESSONNIER, L.; KRISTENSEN, M. JUEL, C.; DENIS, C. Importance of pH regulation and lactate/H⁺ transport capacity for work production during supramaximal exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, p. 1936-1944, 2007.

MONTEIRO, L.F.; GARCÍA, J.M.; CARRATALA, V. The strength and power in judo – characteristics male and female. **Anais**. International Judo Federation World Research Symposium, 5, 2007, Rio de Janeiro, Brasil.

NAKAMURA, F.Y.; FRANCHINI, E. Máximo déficit acumulado de oxigênio como preditor de capacidade anaeróbia. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v.8, n.1, p. 88-95, 2006.

NIKOL, C.; KOMI, P.V. Significance of passively induced stretch reflexes on Achilles tendon force enhancement. **Muscle and Nerve**, v. 21, p.1546-1548, 1998.

O'LEARY, D. S. Autonomic mechanisms of muscle metaboreflex control of heart rate. **Journal of Applied Physiology**, v. 74, n. 4, p. 1748-1754, 1993.

OOSTHUYSE, T.; CARTER, R.N. Plasma lactate decline during passive recovery from high-intensity exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, p.670-674, 1999.

PELAYO, P.; MUJIKÁ, I.; SIDNEY, M.; CHATARD, J.C. Blood lactate recovery measurements, training, and performance during a 23-week period of competitive swimming. **European Journal of Applied Physiology**, v. 74, p. 107-113, 1996.

PETROSKI, E.L. **Antropometria: técnicas e padronizações**. 3ª Ed. Porto Alegre: Palloti, 2007.

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

ROBERGS, R.A.; GHIASVAND, F.; PARKER, D. Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. **American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 287, n.3, p. 502-516, 2004.

ROBERT, L. **O Judô**. 7ª Ed. Lisboa: Notícias, 1983, 509 p.

- ROSA, R.R.; OLIVEIRA, P.R. Novas propostas de avaliação da resistência especial do judoca. **Revista Conexões**, v. 6, p.11-21, 2008.
- ROSS, A.; LEVERITT, M.; RIEK, S. Neural influences on sprint running training: adaptations and acute responses. **Sports Medicine**, v. 31, n.6, p. 409-425, 2001.
- SAHLIN, K. Metabolic factors in fatigue. **Sports Medicine**, v.13, n.2, p.99-107,1992.
- SAVIN, W.M.; DAVIDSON, D.M.; HASKEL, W.L. Autonomic contribution to heart rate recovery from exercise in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 53, p.1572-575, 1982.
- SBRICCOLI, P.; BAZZUCCHI, I.; DI MARIO, A.; MARZATTINOCCHI, G.; FELICI, F. Assessment of maximal cardiorespiratory performance and muscle power in the Italian olympic judoka. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21, n.3, p.738-744, 2007.
- SILVA, A. C. K. **Estudo biomecânico da preensão manual em atletas de diferentes modalidades esportivas**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento Humano). Universidade do Estado de Santa Catarina. UDESC: Florianópolis, 2006, 120 p.
- SILVA, J.F.; GUGLIELMO, L.G.A.; BISHOP, D. Relationship between different measures of aerobic fitness and repeated-sprint ability in elite soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2010 (In press).
- SLEIVERT, G.; TAINGAHUE, M. The relationship between maximal jump-squat power and sprint acceleration in athletes. **European Journal of Applied Physiology**, v.91, p.46-52, 2004.
- SMIRNIOTOU, A.; KATSIKAS, C.; PARADISI, G.; ARGEITAKI, P. ZACHAROGIANNIS, E.; TZIORTZIS, S. Strength-power parameters as predictors of sprinting performance. **Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 48, n. 4, p. 447-54, 2008.
- SPENCER, M.; BISHOP, D.; DAWSON, B.; GOODMAN, C. Physiological and metabolic responses of repeated-sprint activities. **Sports Medicine**, v.35, n.12, p.1025-1044, 2005.
- STERKOWICZ, S.; FRANCHINI, E. Techniques used by judoists during the World and Olympic tournaments. **Human Movement**, v.2, n.2, p.24-33, 2000.

STERKOWICZ, S.; ŻUCHOWICZ, A.; KUBICA, R. Levels of anaerobic and aerobic capacity indices and results for the special fitness test in judo competitors. **Journal of Human Kinetics**, v.2, n.1, p.115-135, 1999.

TAKAHASHI, H.; INAKI, M.; FUJIMOTO, K.; KATSUTA, S.; ANNO, I.; NIITSU, M.; ITAI, Y. Control of the rate of phosphocreatine resynthesis after exercise in trained and untrained human quadriceps muscles. **European Journal of Applied Physiology**, v.71, p.396-404, 1995.

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.620-27, 1993.

THOMAS, J.R.; NELSON, J.K. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

THOMAS, C. PERREY, S.; LAMBERT, K.; HUGON, G.; MORNET, D.; MERCIER, J. Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.98, n.3, p.804-809, 2005.

TOMLIM, D.L.; WENGER, H.A. The relationships between aerobic fitness, power maintenance and oxygen consumption during intense intermittent exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.5, n.3, p.194-203, 2002.

TOMLIN, D.L.; WENGER, H.A. The relationship between aerobic fitness and recovery from high intensity intermittent exercise. **Sports Medicine**, v.31, n.1, p.1-11, 2001.


WADLEY, G.; LE ROSSIGNOL, P. The relationship between repeated sprint ability and the aerobic and anaerobic energy systems. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v.1, n.2, p.100-110, 1998.

WELTMAN, A.; SEIP, R.L.; SNEAD, D.; WELTMAN, J.Y.; HASKVITZ, E.M.; EVANS, W.S. et al. Exercise training at and above the lactate threshold in previously untrained women. **International Journal of Sports Medicine**, v.13, n.3, p.257-263, 1992.

WESTERBLAD, H.; ALLEN, D.G.; LANNERGREN, J. Muscle fatigue: lactic acid or inorganic phosphate the major cause? **News Physiological Science**, v. 17, p. 17-21, 2002.

WISLOFF, U.; CASTAGNA, C.; HELGERUD, J.; JONES, R.; HOFF, J. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports and Medicine**, v.38, n.3, p. 285-288, 2004.

ANEXO



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão
Comitê de Ética na Pesquisa em Seres Humanos


CERTIFICADO Nº 162

O Comitê de Ética na Pesquisa em Seres Humanos (CEPSH) da Pró-Reitoria de Pesquisa e Extensão da Universidade Federal de Santa Catarina, instituído pela PORTARIA N.º 0584/GR/99 de 04 de novembro de 1999, com base nas normas para a constituição e funcionamento do CEPSH, considerando o conteúdo no Regimento Interno do CEPSH, **CERTIFICA** que os procedimentos que envolvem seres humanos no projeto de pesquisa abaixo especificado estão de acordo com os princípios éticos estabelecidos pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa - CONEP

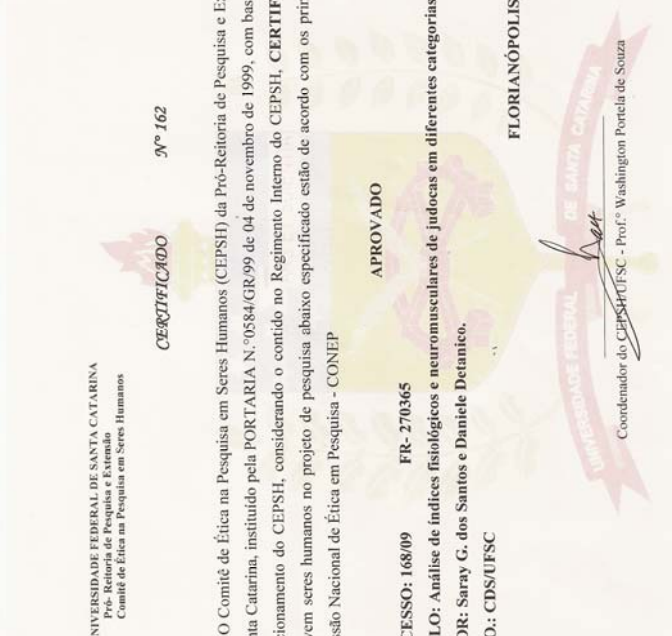
APROVADO

PROCESSO: 168/09 **FR-** 27/0365
TÍTULO: Análise de índices fisiológicos e neuromusculares de judocas em diferentes categorias de peso.
AUTOR: Sarry G. dos Santos e Danielle Detanico.
DPTO.: CDS/UFSC

FLORIANÓPOLIS, 29 de junho de 2009.



Coordenador do CEPSH/UFSC - Prof.º Washington Portela de Souza



APÊNDICE



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
LABORATÓRIO DE BIOMECÂNICA



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título do projeto: Análise de índices fisiológicos e neuromusculares de judocas em diferentes categorias de peso

Você está sendo convidado a participar como voluntário da pesquisa intitulada: “Análise de índices fisiológicos e neuromusculares de judocas em diferentes categorias de peso”, a ser realizada junto aos Laboratórios de Pesquisa vinculados ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Com sua adesão ao estudo, você ficará disponível para a pesquisa em dois momentos para as avaliações, organizado da seguinte maneira:

- a) Na primeira etapa será realizada a avaliação antropométrica para definir massa corporal, estatura e percentual de gordura, e em seguida, será realizado o salto vertical (CMJ) para a determinação da potência muscular, o teste de força de puxada (FP). Com intervalo de 15 minutos será realizado o *Special Judo Fitness Test* (SJFT) a fim de identificar as capacidades aeróbia e anaeróbia do atleta. Com intervalo de 3h, será realizada uma simulação de luta, na qual os atletas deverão simular ao máximo uma luta em competição. Serão coletadas amostras de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo nos instantes 1, 3, 5, 8, 10 e 15 minutos após a luta para a determinação do pico de lactato (capacidade glicolítica) e o percentual de remoção de lactato.
- b) Na segunda etapa será realizado um teste com incremento de carga na esteira rolante até a exaustão voluntária. Entre cada estágio do teste incremental haverá um intervalo de 30 segundos para a coleta de sangue do lóbulo da orelha para a dosagem do lactato sanguíneo, a fim de determinar o limiar anaeróbio.

Todas as avaliações serão previamente agendadas e os participantes serão orientados a não realizar treinos intensos neste dia e comparecerem alimentados e hidratados para realização das avaliações.

Para participar deste estudo você deve estar apto para realizar exercícios físicos de alta intensidade. Da mesma forma, deve estar ciente que tem a possibilidade de apresentar náuseas e vômito em decorrência do esforço na realização do teste. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto durante este tipo de teste (*American College of Sports Medicine*).

Os pesquisadores responsáveis por este estudo estarão preparados para qualquer emergência efetuando os primeiros socorros. A sua identidade será preservada, pois cada sujeito da amostra será identificado por número.

As pessoas que estarão lhe acompanhando fazem parte de uma equipe treinada e coordenada pela professora Dra. Saray Giovana dos Santos.

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você estará contribuindo de forma única para o desenvolvimento da ciência esportiva. Os resultados provenientes de tais testes servirão de diagnóstico de sua atual condição física.

Se você estiver de acordo em participar do estudo, garantimos que as informações fornecidas serão confidenciais e só serão utilizadas neste trabalho. Da mesma forma, se tiveres alguma dúvida em relação aos objetivos e procedimentos da pesquisa, ou mesmo, queira desistir da mesma, poderá a qualquer momento entrar em contato conosco pelo telefone (48) 3721-8530 ou pessoalmente nos laboratórios de pesquisa do Centro de Desportos.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

Daniele Detanico
(Pesquisadora principal)

Saray Giovana dos Santos
(Pesquisadora responsável)

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que fui informado sobre todos os procedimentos da pesquisa e, 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 de tratamento serão informadas por mim e realizadas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome: _____

Assinatura

Florianópolis, ____/____/____.