

Bruno Teobaldo Campos

POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO EM JUDOCAS:
efeitos da contração isométrica prévia no desempenho de potência
muscular dos membros inferiores

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2014

Bruno Teobaldo Campos

POTENCIALIZAÇÃO PÓS-ATIVAÇÃO EM JUDOCAS:
efeitos da contração isométrica prévia no desempenho de potência
muscular dos membros inferiores

Monografia apresentada ao curso de graduação em Educação Física da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Educação Física.

Orientador: Prof. Ms. Rafael Silva Valle de Almeida

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

2014

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Objetivos.....	7
1.2 Hipóteses	7
1.3 Justificativa.....	7
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3 METODOLOGIA.....	11
3.1 Caracterização do Estudo	11
3.2 Amostra	11
3.3 Protocolos e Testes	11
3.4 Procedimentos	13
3.5 Análise dos dados	14
4 RESULTADOS	15
5 DISCUSSÃO	16
6 CONCLUSÃO.....	20
7 REFERÊNCIAS	21

RESUMO

O judô é um esporte de luta, decidido por movimentos técnicos no qual se projeta o corpo do oponente em direção ao solo. Estes movimentos caracterizam-se por esforços anaeróbicos em que, as capacidades força e velocidade são requisitadas. Sendo que, a potência muscular de membro inferior é fator determinante do número de golpes realizados no Judô. Uma nova estratégia de treinamento que vem sendo investigada para desenvolvimento da potência muscular beneficia-se de um mecanismo neurofisiológico agudo denominado potenciação pós – ativação (PPA), sendo que, esta estratégia ficou conhecida como Treinamento Complexo. É possível afirmar que exercícios de agachamento podem gerar efeito PPA em atividades de potência de membro inferior, entretanto este não foi capaz de gerar tal efeito em movimentos do judô. A questão a ser respondida é se esse não surgimento do efeito PPA é devido ao tipo de contração utilizado no exercício agachamento (isométrico ou concêntrica-excêntrica) ou há uma não influência do PPA de membro inferior no desempenho de judocas. Portanto, o objetivo deste estudo é verificar o efeito da PPA no desempenho do SJFT após uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM).

Palavras-Chave: Judô, Treinamento Complexo, Potenciação Pós-Ativação

1 INTRODUÇÃO

O judô é um esporte de luta, decidido por movimentos técnicos no qual se projeta o corpo do oponente em direção ao solo. Estes movimentos caracterizam-se por esforços anaeróbicos em que, as capacidades força e velocidade são requisitadas tanto em membros inferiores quanto em membros superiores (FRANCHINI E DEL VECCHIO 2008). Segundo Franchini e Del Vecchio (2008) a potência muscular, produto da força e da velocidade de ação (NEWTON e KRAEMER, 1994), está relacionada a um maior número de ataques e maior eficácia nos golpes. Sendo que, a potência muscular de membro inferior é fator determinante do número de golpes realizados no Judô (DETANICO *et al.*, 2012).

A capacidade física citada acima foi fortemente correlacionada com o percentual de vitórias de atletas brasileiros em etapas da Copa do Mundo realizadas na Europa (FRANCHINI *et al.*, 2005). Ainda, Zaggelidis *et al.* (2012) demonstraram que o desempenho de judocas em saltos verticais é maior do que em sujeitos não treinados, indicando necessidade de desenvolvimento de potência de membros inferiores. Como demonstrado por Detanico (2010), existe uma correlação positiva e significativa ($r=0,74$ $p\leq 0,05$) entre o desempenho do salto com contra-movimento (CMJ) e um teste específico utilizado para avaliar o desempenho de judocas em movimentos específicos da luta, o Special Judo Fitness Test (SJFT). Dessa forma parece que, o SJFT pode ser utilizado como preditor confiável da potência de membros inferiores em atletas de judô.

Uma nova estratégia de treinamento que vem sendo investigada para desenvolvimento da potência muscular beneficia-se de um mecanismo neurofisiológico agudo denominado potenciação pós – ativação (PPA), sendo que, esta estratégia ficou conhecida como Treinamento Complexo (ROBBINS, 2005). Geralmente o treinamento complexo envolve a execução de um exercício de força (atividade condicionante) com alta intensidade (1 a 5 repetições máximas - RM) seguido por um exercício pliométrico com características biomecânicas semelhantes (DOCHERTY, ROBBINS, HODGSON, 2004; SANTOS, JANEIRA, 2008; COURTNEY, CIPRIANI, LORENZ, 2010). Portanto, a PPA trata-se de um fenômeno contrátil no qual a força muscular é agudamente aumentada após a atividade condicionante (ROBBINS, 2005). As investigações a respeito deste assunto, em sua maioria,

se restringem ao efeito agudo da PPA no desempenho de potência muscular (MITCHELL e SALE 2011; BEVAN, CUNNINGHAM, TOOLEY, *et al.* 2010; KILDUFF, BEVAN, KINGSLEY, *et al.* 2007; ESFORMES e BAMPOURAS 2013, TSOLAKIS, BOGDANIS, NIKOLAOU, *et al.* 2011).

A PPA parece ser produzida por mecanismos desencadeados no músculo e no sistema nervoso central. Dentre os possíveis mecanismos musculares o principal parece ser à fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve (RCL) que altera a conformação das pontes cruzadas, e coloca as cabeças globulares numa posição mais próxima dos filamentos finos de actina, aumentando a possibilidade de interação entre as proteínas contráteis (RASSIER e MACINTOSH, 2000; BATISTA, ROSCHEL, BARROSO *et al.* 2010). Outro mecanismo possível, é que a atividade prévia pode aumentar a concentração de Ca^{2+} no sarcoplasma aumentando também a capacidade de gerar tensão (RASSIER, 2000; SALE, 2002). A potencialização da força também pode ser explicada por alterações no padrão de ativação neural. Gullich e Schmidtbleicher (1996) verificaram que a amplitude do reflexo de Hoffmann (reflexo H) avaliada após a realização de 1 contração voluntária máxima isométrica (CVIM) de 5s foi maior que a amplitude obtida antes, nos músculos gastrocnêmio e sóleo, de sujeitos atletas e não atletas. Nesse mesmo estudo verificou-se correlação significativa ($r=0,89$; $p<0,05$) entre o aumento da amplitude do reflexo H e o aumento do desempenho da força explosiva no movimento de flexão plantar, avaliados após a realização da atividade condicionante (1CVIM de 5s). Segundo os autores, isso indica que o aumento do desempenho da força explosiva pode ter sido conseqüência da maior excitabilidade do *pool* de motoneurônios (BATISTA, ROSCHEL, BARROSO *et al.* 2010).

O efeito PPA no desempenho do Judô foi investigado por Miarka, Del Vecchio, Franchini (2011), onde exercícios pliométricos combinados com agachamento e exercícios pliométricos isolados aumentaram o desempenho no teste SJFT proposto por Sterkowicz (1995) e descrito por Franchini, Nakamura, Takito *et al.* (1998). Entretanto, quando somente o exercício agachamento antecedeu ao teste SJFT, este não sofreu melhoras. Embora, o exercício agachamento não tenha produzido diferenças no desempenho do SJFT sabe-se que, a realização de exercício agachamento produz melhora no exercício CMJ (MITCHELL e SALE 2011; ESFORMES e BAMPOURAS 2013; KILDUFF, BEVAN, KINGSLEY, *et al.* 2007; NUNES, ROSA, DEL VECCHIO 2012). Sabe-se ainda, que quando realizado isometricamente em intensidade máxima, o exercício agachamento também proporciona aumento no desempenho de salto (RIXON, LAMONT, BEMBEN 2007; IGLESIAS-SOLER,

PAREDES, CARBALLEIRA, *et al.* 2011). É possível afirmar que exercícios de agachamento podem gerar efeito PPA em atividades de potência de membro inferior, entretanto este não foi capaz de gerar tal efeito em movimentos do judô. A questão a ser respondida é se esse não surgimento do efeito PPA é devido ao tipo de contração utilizado no exercício agachamento (isométrico ou concêntrica-excêntrica) ou há uma não influência do PPA de membro inferior no desempenho de judocas.

Portanto, se a potência de membros inferiores é determinante para o desempenho de judocas evidenciado pela correlação dos saltos verticais com o *SJFT* e atividades condicionantes como agachamentos isométricos potencializam o desempenho em saltos verticais, poderia-se esperar que estas atividades condicionantes influenciem o desempenho no judô. Entretanto, não se sabe ainda se o PPA provocado por ações isométricas no desempenho de CMJ possui transferência para o *SJFT*.

1.1 Objetivo

Verificar o efeito da PPA no desempenho do *SJFT* após uma contração voluntária isométrica máxima (CVIM).

1.2 Hipóteses

H₀: A CVIM não altera o índice do *SJFT* quando realizada previamente a este teste.

H₁: A CVIM altera o índice do *SJFT* quando realizada previamente a este teste.

H₀: A CVIM não aumenta o número de projeções do *SJFT* quando realizada previamente a este teste.

H₂: A CVIM aumenta o número de projeções do *SJFT* quando realizada previamente a este teste.

1.3 Justificativa

O efeito PPA pode ser uma premissa para a utilização de atividades de alta intensidade em rotinas de atividades preparatórias de esportes que tenham uma requisição alta da potência muscular. Exercícios isométricos possuem uma vantagem em relação aos exercícios dinâmicos por serem mais fáceis de aplicarem na prática e em qualquer lugar. Em adição, foi reportado que contrações isométricas podem ativar mais fibras musculares do que contrações

dinâmicas podendo resultar em maior porcentagem de fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve e maiores mudanças na arquitetura muscular (LIM e KONG 2013). Portanto, evidencia-se a importância de se investigar o efeito de contrações isométricas no desempenho de judocas, visto que estas ainda não foram investigadas nesta população e podem se constituir uma base para a prescrição da sessão de treinamento destes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O judô é uma modalidade esportiva acíclica, cujas ações determinantes têm predominância anaeróbia, entretanto a potência e a capacidade aeróbia têm sido consideradas importantes para o desempenho no judô (FRANCHINI, 2010). Em atividades intermitentes como o Judô, a capacidade de manter o desempenho e a recuperação mais rápida têm sido associadas á aptidão aeróbica (FRANCHINI, 2010). Por demandarem movimentos de alta potência, o metabolismo anaeróbico passa a ser determinante no Judô. Valores elevados de potência média e de pico têm sido observados em atletas de judô, principalmente no Teste de Wingate para membros superiores e inferiores (FRANCHINI, 2010), além de altas concentrações de lactato sanguíneo após a luta de judô (FRANCHINI, 2005).

Além dos fatores metabólicos, fatores neuromusculares também podem ser intervenientes no desempenho de atletas de judô. Segundo Franchini e Del Vecchio (2008) a potência muscular está relacionada a um maior número de ataques e maior eficácia nos golpes. Sendo que os estudos sobre a caracterização da força de atletas de judô têm crescido consideravelmente (FRANCHINI, 2010).

A potência muscular representa o produto da força muscular e da velocidade de ação, cada uma sendo influenciada por propriedades musculares intrínsecas. As propriedades intrínsecas primárias que controlam o desenvolvimento da força muscular são as relações força-comprimento e força-velocidade, além das cinéticas de ativação e desativação muscular (KOMI, 2006). 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 músculos-elásticos a exemplo do ciclo alongamento-encurtamento (CAE) (KOMI, 2000).

A maior parte das técnicas é similar ao ciclo de alongamento-encurtamento longo (caracterizado por grandes deslocamentos angulares nas articulações do quadril, dos joelhos e dos tornozelos e por duração maior que 250 ms), se considerarmos as variações angulares de algumas técnicas e o tempo para sua completa execução (FRANCHINI e DEL VECCHIO, 2008).

A manifestação da potência muscular 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, 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 (DETANICO, 2010).

Um dos métodos que vêm sendo utilizados como discriminadores da potência muscular são os saltos verticais desenvolvidos por Bosco (1999), dentre esses saltos destaca-se o Counter Movement Jump (CMJ), que mensura a potência muscular com a contribuição do CAE e Squat Jump (SJ), o qual reflete basicamente, a capacidade de recrutamento neural do atleta (BOSCO, 1999).

A caracterização da potência muscular de judocas tem sido feita por meio de testes convencionais com pesos (FAGERLUND E HAKKINEN, 1991 APUD FRANCHINI, 2010) ou por meio de testes de salto vertical (CLAESSENS *ET AL*, 1984; ISHIKO E TOMIKI, 1972; THOMAS *ET AL.*, 1989; TUMILTY *ET AL*, 1986 APUD FRANCHINI, 2010).

Sendo que a potência muscular de membro inferior é fator determinante do número de golpes realizados no Judô (DETANICO *ET AL*, 2012), e se relaciona com o percentual de vitórias de atletas brasileiros em etapas da Copa do Mundo realizadas na Europa (Franchini *et al.*, 2005b). Fenandez *et al.* (2000) avaliou 28 Judocas espanhóis de nível regional e nacional nos seguintes movimentos: *Counter Movement Jump* (CMJ), *Squat Jump* (SJ), *Drop Jump* (DP) e *Repeat Jump* (RJ), apresentando valores médios de 32,97 cm (SJ), 36,49 cm (CMJ), 34,94 cm (DJ) e 29,48 cm (RJ).

Detanico (2010) avaliou 18 judocas do sexo masculino, integrantes de equipes regionais, onde investigou aspectos neuromusculares e fisiológicos intervenientes na *performance* de diferentes categorias de peso. Dentre estas destaca-se a avaliação do desempenho no *Special Judo Fitness Test* (SJFT) proposto por Sterkowicz (1995) e do desempenho no *Counter Movement Jump* (CMJ). Apresentando índice no SJFT de 12,5, que segundo classificação proposta por Franchini *et al.* (2009) estaria dentro da categoria Bom, e altura média de salto

44,76 cm. Quando testado a correlação entre a variável SJFT e CMJ, esta apresentou correlação significativa, mostrando que a potência de membros inferiores é outra variável determinante no desempenho no SJFT e, conseqüentemente, nas situações de luta.

3 METODOLOGIA

3.1 Caracterização do Estudo

Os voluntários compareceram ao laboratório quatro dias distintos separados por um período mínimo de 48 horas. Esse intervalo foi determinado, para evitar efeitos negativos no desempenho devido aos dias anteriores. No primeiro dia foi realizada a familiarização, enquanto os outros três dias em ordem aleatória e balanceada ocorreram as sessões experimentais e a sessão controle. Os testes foram realizados entre 08:00 e 10:00 horas da manhã para todos os participantes, que tinham experiência prévia com os testes e procedimentos utilizados neste estudo. O estudo foi realizado no centro de treinamento de judô (Dojo) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Todas as intervenções ocorreram na mesma sala, sendo que ao lado do Dojo havia um piso rígido onde foram realizados os testes de salto e a CVIM.

3.2 Amostra

A amostra foi constituída por 8 judocas do sexo masculino de nível competitivo estadual. As características dos participantes estão evidenciadas no quadro 1. Os critérios de inclusão utilizados para este estudo foram: nenhuma resposta positiva ao PAR-Q, experiência mínima de prática de judô de 4 anos e estar treinando judô regularmente.

Quadro 1 - Características da Amostra – Média ± Desvio Padrão	
Idade (Anos)	22,3 ± 3,5
Altura (M)	1,66 ± 0,06
Massa Corporal (Kg)	65,4 ± 7,04
Percentual de Gordura (%)	10,3 ± 5,8
Tempo de Prática de Judô (Anos)	8 ± 2

3.3 Protocolos e Testes

Protocolo Special Judo Fitness Test. O teste SJFT proposto por Sterkowicz (1995) e descrito por Franchini, Nakamura, Takito *et al.* (1998), consiste em dois Ukes (pessoa que será projetado) separados á uma distância de 6 metros e um Tori (pessoa que executará a projeção) distanciado 3 metros de cada Uke. Ao sinal o Tori deve correr em direção ao Uke e executar a projeção *ippon-seoi-nague* e imediatamente correr em direção ao outro Uke executando a mesma projeção. O Tori deve tentar executar o maior número de projeções possíveis no tempo determinado.

Teste é dividido em três séries sendo cada série separada por um período de recuperação de 10 segundos. A primeira série dura 15 segundos, e as outras duas têm duração de 30 segundos. Ao final do teste e um minuto após o final foi registrada a frequência cardíaca por meio de um frequencímetro (Polar Vantage, Finland). O número total de projeções executados e os valores de frequência cardíaca são inseridos em uma equação para calcular o índice de desempenho, sendo que, quanto menor o Índice melhor é o desempenho.

O teste possui boa reprodutibilidade apresentando coeficiente de correlação intraclasse de 0,88 para o número total de projeções e de 0,84 para o índice (FRANCHINI 2010).

$$\text{Índice} = (\text{FC final} + \text{FC 1 minuto após}) / \text{número de projeções}$$

Protocolo de Saltos com Contra-Movimento. Os saltos com Contra-Movimento foram realizados em um tapete de contato (Hidrofit Ltda; Belo Horizonte, Brasil, precisão de 0,1 cm) conectado ao software Multisprint (Hidrofit Ltda; Belo Horizonte, Brasil).

Para realização do teste, o atleta deveria posicionar-se sobre o tapete com os pés paralelos, as mãos apoiadas na crista ilíaca e olhando para frente. Foi instruído aos atletas que durante os saltos, a mão não poderia sair desta posição e que durante a fase de vôo o joelho deveria ficar estendido. Ao ouvir o comando de saltar, ele deveria flexionar o joelho até amplitude que o executante se sentia mais a vontade e saltar imediatamente após. Durante a familiarização só foram considerados os saltos que respeitaram estes requisitos.

Protocolo de Agachamento Isométrico. A contração voluntária isométrica máxima (CVIM) foi realizada em um Hack de suporte para contenção e fixação da barra, devidamente travada para que não se deslocasse. O voluntário posicionava-se embaixo da barra, os pés paralelos e o ângulo da articulação do joelho fixado em 120° por um goniômetro, seguindo procedimento já utilizado por Rixon, Lamont e Bembem (2007) em protocolos de CVIM. Após o

posicionamento e a fixação da barra, era solicitado ao indivíduo que realizasse a maior força possível para estender o joelho durante o tempo determinado.

3.4 Procedimentos

Sessão Familiarização. Para realização da familiarização os voluntários compareceram ao Dojô no dia determinado e após atenderem aos critérios de inclusão foi realizada uma avaliação antropométrica dos voluntários, medindo a massa corporal, estatura e dobras cutâneas para estimativa do percentual de gordura.

Antes de realizar a familiarização dos testes os voluntários foram submetidos a uma atividade preparatória padronizada para todos os dias de testes. Que consistiu em 5 minutos de corrida em baixa intensidade. Após esta atividade os voluntários permaneceram em repouso por dez minutos para permitir recuperação completa. A atividade preparatória foi baseada em estudos que já investigaram a PPA (TILL e COOKE, 2009; TSOLAKIS, BOGDANIS, NIKOLAOU, *et al*, 2011; RIXON, LAMONT, BEMBEN 2007) que utilizaram essa mesma atividade preparatória.

Terminado esta fase, o voluntário foi submetido à familiarização com o salto CMJ. Para familiarização do salto CMJ, seguiu-se o protocolo proposto por Batista, Roschel, Barroso, *et al*. (2011) no qual executava-se 10 saltos CMJ, com 15 segundos de intervalo entre cada salto.

Após 10 minutos de pausa, foi executado o protocolo CVIM. Que consistia em 3 séries de uma repetição com duração de 3 segundos tendo 2 minutos de intervalo entre séries. O voluntário foi orientado a executar a maior força possível de extensão do joelho do início ao fim do tempo determinado para a contração isométrica. Esta normativa segue protocolo já proposto por Rixon, Lamont e Bembem (2007) em que houve efeito PPA.

Sessão Controle. O desempenho no teste SJFT do dia em que não houve a contração isométrica foi utilizado como valor de referência basal (controle). Este teste foi executado 10 min após a realização da atividade preparatória.

Sessão Experimental Isometria + SJFT. Realizou-se a atividade preparatória padronizada e após dez minutos foi executado o protocolo de CVIM. Ao final deste procedimento os voluntários descansaram por 4 minutos para então realizarem o teste SJFT novamente.

Sessão Experimental Isometria + CMJ. Considerando que já foram encontradas alterações do CMJ após protocolo CVIM (RIXON, LAMONT, BEMBEN 2007; IGLESIAS-SOLER, PAREDES, CARBALLEIRA, *et al.* 2011), acrescentou-se esse dia com o objetivo de verificar se a carga de treinamento proposta foi suficiente para potencializar o teste de salto.

Nesta sessão o voluntário manteve-se a atividade preparatória padronizada e após 5 minutos executou-se 5 saltos CMJ, com um intervalo de 30 segundos entre cada salto. Após 10 minutos de pausa foi realizado o protocolo CVIM. Após outros 4 minutos de intervalo de recuperação foram realizados mais 5 saltos CMJ, com um intervalo de 30 segundos entre cada salto, de acordo com o procedimento de Rixon, Lamont, Bembem. (2007).

3.5 Análise dos dados

Medidas de centralidade e dispersão são apresentadas como Média \pm Desvio Padrão. O teste *T student* para amostras pareadas foi utilizado para comparar as variáveis medidas. O nível de significância adotado neste estudo foi de $p \leq 0,05$. Todas as análises foram realizadas usando o programa SPSS 13.0 para Windows.

4 RESULTADOS

Tabela 1– Special Judo Fitness Test (SJFT) - Média ± Desvio Padrão

Condição	Série A	Série B	Série C	Total	Índice	FC Final	FC 1 minuto
Controle	5,8 ±0,3	10,3±1,3	9,2 ±0,8	25,5 ±2,2	13,87 ±1,4	191±9	160 ±16
Isometria + SJFT	5,7 ±0,7	11 ±1*	10,1±1,1*	26,8 ±2,2*	13,02 ±1,34*	190±8	158±19

* Diferente da condição controle ($p \leq 0,05$)

A tabela 1 apresenta as médias do teste SJFT para cada procedimento. Foi observada uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) no número de arremessos nas séries B, C e no número total, sendo que estes aumentaram após o protocolo de CVIM. Encontrou-se também uma diferença significativa no índice SJFT, com a redução deste após a CVIM, indicando um aumento do desempenho. A tabela 2 apresenta a média dos saltos CMJ antes do protocolo CVIM e após este. A altura de salto aumentou significativamente após a execução da CVIM.

Tabela 2 - Salto com Contra-Movimento Pré e Pós Isometria- Média ±Desvio Padrão

Situação	Altura
Pré (cm)	32,04±6,67
Pós (cm)	32,86 ±6,27*

* Diferente da condição Pré-Isometria ($p \leq 0,05$)

5 DISCUSSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que contrações voluntárias isométricas máximas podem gerar o efeito PPA tanto em exercícios gerais como o salto CMJ quanto em movimentos específicos do Judô avaliado através do SJFT, confirmando a hipótese do presente estudo de que protocolo de CVIM para membro inferior pode melhorar o desempenho de judocas.

O número de arremessos realizados no teste após o protocolo de CVIM aumentou significativamente, resultando em uma queda significativa do Índice. Esse resultado indica a potencialização do teste SJFT e está de acordo com o estudo de Miarka, Del Vecchio e Franchini (2011), que também encontraram aumento do desempenho no teste SJFT após atividades condicionantes para membro inferior. Neste estudo (MIARKA, DEL VECCHIO e FRANCHINI, 2011), o agachamento dinâmico a 95% de uma repetição máxima não causou efeito PPA, enquanto que no presente estudo o agachamento isométrico gerou efeito PPA. Esta diferença pode estar relacionada ao intervalo entre a atividade condicionante e o SJFT, que no estudo atual foi 1 minuto maior do que no estudo de Miarka, Del Vecchio e Franchini (2011). Em uma meta-análise publicada recentemente (WILSON, DUNCAN, MARIN, *et al.* 2013) investigou-se os componentes da atividade condicionante que otimizam o efeito PPA. Não foi encontrada diferença significativa entre a natureza do exercício (isométrico ou dinâmico) na magnitude da PPA. Entretanto, os estudos mostraram que sujeitos treinados possuem uma maior magnitude do efeito e que estes tendem a apresentá-los com cargas maiores e menores intervalos do que sujeitos destreinados. Estudos com intensidade moderada (60% a 84% do RM), múltiplas séries e intervalos de 7 a 10 minutos apresentaram maiores efeitos PPA. Entretanto ainda deve-se, considerar a experiência de treinamento destes sujeitos. Sabendo-se que, indivíduos com experiência no treinamento de força apresentavam também, efeito PPA com intensidades maiores (>85%RM) e menores intervalos (3 a 7

minutos). Portanto, a pausa e a experiência de treinamento dos sujeitos do presente estudo pode ter influenciado no surgimento do PPA.

Quanto melhor o desempenho no teste, menor o valor do índice. O desempenho no teste pode ser melhorado por meio do aumento do número de arremessos durante os períodos, o que representa melhora da velocidade, capacidade anaeróbia e/ou eficiência na execução do golpe; menor FC ao final do teste, o que representa melhor eficiência cardiovascular para um mesmo esforço (igual número de arremessos); menor FC um minuto após o teste, ou seja, melhor recuperação, o que representa melhora da capacidade aeróbia; ou combinação desses fatores supracitados (DETANICO e SANTOS, 2012). No presente estudo o responsável pela melhora do índice foi o aumento do número de arremessos, sendo que as medidas de frequência cardíaca não se diferenciaram após a CVIM, indicando que a melhora do teste pode ser devido a uma melhora na eficiência do golpe e/ou um aumento na velocidade de corrida e movimento, propiciando o aumento no número de projeções. Bevan, Cunningham, Tooley, *et al.* (2010) encontraram uma potencialização (redução significativa do tempo) no desempenho em um teste de *sprint* de 10 metros após um protocolo de agachamento e Lim e Kong (2013) não encontraram diferenças no tempo de *sprint* após protocolos de CVIM e agachamento dinâmico. Pode-se hipotetizar de que o CVIM pode ter potencializado a velocidade de corrida durante o teste SJFT, aumentando o número de arremessos para o tempo disponível do teste. Entretanto, como estas velocidades não foram medidas, sugere-se que estudos posteriores mensurem essas velocidades para distinguir se a melhora foi devido ao aumento da velocidade de corrida ou ao aumento na velocidade de execução do golpe.

Outro fator que poderia explicar o aumento no desempenho do teste SJFT, é o fato do agachamento potencializar atividades gerais de potência dos membros inferiores, como já demonstrado na literatura (ESFORMES e BAMPOURAS 2013; KILDUFF, BEVAN, KINGSLEY, *et al.* 2007; NUNES, ROSA, DEL VECCHIO 2012) e no presente estudo. Esse efeito potencializador do desempenho pode ter aumentado a produção de potência de membro inferior gerando uma melhora na eficiência do golpe e conseqüentemente possibilitando um aumento do número de projeções. De acordo com Melo *et al.* (2007) a técnica *ippon-seoinague*, utilizada no teste SJFT, apresenta uma grande flexão de quadril e de joelhos nas fases de encaixe da técnica e projeção. Este movimento é necessário para que o atacante coloque seu centro de massa numa posição abaixo do centro de massa de seu adversário. Para o ângulo do joelho, os valores indicam grande flexão nas primeiras fases, isto é mecanicamente correto, uma vez que é a extensão dos joelhos que irá suspender o adversário. Este estudo, portanto,

evidencia a requisição de potência de membro inferior da técnica utilizada no teste e a semelhança biomecânica com a atividade condicionante. Sendo assim, potencializar a produção de força no movimento de extensão de joelho influencia diretamente na eficiência do golpe.

O efeito PPA vem sendo bastante investigado, utilizando diversos tipos de atividades condicionantes e em variadas populações. Mitchell e Sale (2011) investigaram a existência da PPA, em jogadores de Rugby universitários, após a realização de um agachamento com carga correspondente a 5-RM, na altura do salto CMJ e no pico de torque isométrico no exercício de extensão de joelhos sentado em dinamômetro específico, com estimulação percutânea do nervo femural. Na sessão experimental eles realizaram o exercício agachamento na barra com 5 RM e após 4 minutos mensuraram o pico de torque, onde foi verificada diferença significativa entre este e o pico de torque mensurado quatro minutos antes do agachamento, com um aumento de 10.7%. Na sessão experimental B, em que os indivíduos realizaram cinco saltos CMJ quatro minutos antes e após o exercício de agachamento na barra, houve um aumento significativo de 2,9% na altura do salto, após o exercício de força. Evidenciando que, o exercício de agachamento com carga correspondente a cinco repetições máximas quatro minutos antes de um exercício de potência é capaz de induzir a PPA e melhorar a altura do salto CMJ e a taxa de desenvolvimento de força. Outros autores também encontraram melhora do salto vertical após exercícios de agachamento (ESFORMES e BAMPOURAS 2013; KILDUFF, BEVAN, KINGSLEY, *et al.* 2007; NUNES, ROSA, DEL VECCHIO 2012). Contudo, alguns estudos falharam ao tentar demonstrar a PPA após agachamentos, exercícios pliométricos e CVIM (TILL e COOKE, 2009; KHAMOUI, BROWN, COBURN, *et al* 2009; BATISTA, COUTINHO, BARROSO, *et al* 2003; LIM e KONG, 2013; ESFORMES, CAMERON, BAMPOURAS 2010; BATISTA, ROSCHEL, BARROSO, *et al.* 2011). A carga de treinamento para CVIM associada ao tempo de recuperação utilizados no presente estudo potencializou o CMJ em judocas, contrapondo os estudos dos autores citados acima. Vários são os fatores que podem contribuir para não manifestação deste evento fisiológico, como o nível de treinamento dos atletas, o volume e a intensidade dos estímulos pré-carga e o tempo de recuperação entre a atividade condicionante e a principal.

Sabe-se ainda, que quando realizado isometricamente em intensidade máxima, o exercício agachamento também proporciona aumento no desempenho de salto. Rixon, Lamont, Bembem (2007) compararam os efeitos dos protocolos de agachamento dinâmico e agachamento isométrico (composto por CVIM) sobre a altura do CMJ. Constatando que, protocolos de

CVIM constituídos por 3 séries de 3 segundos são superiores á agachamentos dinâmicos constituídos por 1 série de 3RM na indução da PPA. O estudo de Rixon, Lamont, Bembem (2007) condiz com os achados do presente estudo, demonstrando que protocolos de exercícios isométricos podem ser utilizados para gerar efeito PPA e que podem ser atividades condicionantes para o Treinamento Complexo.

Outro estudo investigou diferentes intensidades e durações de CVIM. Comparando contrações isométricas máximas (100%) com submáximas (10%) e durações de 10 e 7 segundos. Os resultados mostraram que contrações voluntárias máxima produzem potências significativamente maiores que contrações isométricas submáximas. O protocolo CVIM de 10 s foi único que aumentou significativamente a potência em relação ao pré-teste (IGLESIAS-SOLER, PAREDES, CARBALLEIRA, *et al.* 2011). Entretanto, outro estudo não encontrou efeito PPA após contrações isométricas. Batista, Coutinho, Barroso, *et al* (2003) realizaram 1 ou 3 séries CVIM de 5 segundos com pausa de 3 minutos entre séries realizado no leg press. O salto vertical era realizado 4 minutos após a intervenção. A amostra era constituída por fisiculturistas, velocistas e indivíduos fisicamente ativos. O autor concluiu que a experiência anterior de treinamento não diferenciou o desempenho no teste subsequente e que as diferenças não encontradas podem ser devidas ao intervalo entre a intervenção e o pós-teste, sugerindo assim um intervalo maior. Apesar de o presente estudo ter utilizado uma duração da contração menor, provavelmente gerando menos fadiga, a pausa utilizada no estudo, de 4 minutos entre a atividade condicionante e a principal foi suficiente para gerar efeito PPA tanto no salto CMJ quanto no SJFT. Entretanto, sabe-se que existe uma variação individual quanto ao tempo de pausa necessário para o surgimento da PPA.

6 CONCLUSÃO

O presente estudo demonstrou que o exercício Agachamento utilizando a contração isométrica pode potencializar o CMJ e o desempenho de judocas. Portanto, CVIM para membro inferior podem ser utilizadas como atividades condicionantes quando se objetiva desenvolver a potência de membro inferior em Judocas. Caso o objetivo seja desenvolvê-la em atividades gerais, pode-se combinar o agachamento com o CMJ, caso seja em atividades específicas do Judô, pode-se combinar o agachamento com o SJFT utilizando-o como meio de treinamento. Sendo assim, o CVIM pode ser utilizado como ferramenta para composição do treinamento complexo para judocas.

7 REFERÊNCIAS

- BAKER, D.; NEWTON, R.U. Acute effect on power output of alternating an agonist and antagonist muscle exercise during complex training. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.19, n.1, p. 202–205, 2005.
- BEVAN, H. R; CUNNINGHAM, D.J.; TOOLEY, E.P.; OWEN, N.J.; COOK, C.J.; KILDUFF, L.P. Influence of Postactivation Potentiation on Sprinting Performance in Professional Rugby Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol.24,n.3, 701–705, 2010.
- BATISTA, M.A.B.; ROSCHEL, H.; BARROSO, R.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Potencialização Pós-Ativação: Possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, p. 161-174, 2010.
- BATISTA, M.A.B.; COUTINHO, J.P.A.; BARROSO, R.; TRICOLI, V. Potencialização: a influência da contração muscular prévia no desempenho da força rápida. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 11 n. 2 p. 07-12, 2003.
- BATISTA, M.A.B.; ROSCHEL, H.; BARROSO, R.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Influence of Strength Training Background on Postactivation Potentiation Response. **Journal of strength and conditioning research**.V.25 n.9 p. 2496-2502, 2011.
- COMYNS, T.M.; HARRISON, A.J.; HENNESSY, L.K.; JENSEN, R.L. The optimal complex training rest interval for athletes from anaerobic sports. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.20, n.3, p.471-476, 2006.
- COURTNEY A.M.; CIPRIANI D; LORENZ K.A. Power development through Complex Training for the division I Collegiate Athlete. **Strength and Conditioning Journal**. V. 32, n.4, p.30-43, 2010.
- DETANICO, D. **Aspectos Neuromusculares e Fisiológicos intervenientes na performance do Judô**. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

DETANICO, D.; DAL PUPO, J.; ARINS, F.B.; SANTOS, S.G. Strength parameters in judo athletes: an approach using hand dominance and weight categories. **Human Movement**. V. 13, n.4, p.330– 336, 2012.

DETANICO D., DAL PUPO J., FRANCHINI E., SANTOS S.G., Relationship of aerobic and neuromuscular indexes with specific actions in judo. **Science Sports**. V.27, n.1, p.16–22, 2012.

DETANICO D.; SANTOS, S.G. Avaliação específica no judô: uma revisão de métodos. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**. V.14 n.6 p.738-748, 2012.

DOCHERTY D, ROBBINS D, HODGSON, M. Complex Training Revisited: A Review of its Current Status as a Viable Training Approach. **Strength and Conditioning Journal**. V.26, n.6, p.52–57, 2004.

KHAMOUI, A.V.; BROWN, L.E.; COBURN, J.W.; JUDELSON, D.A.; URIBE, B.P.; NGUYEN, D.; TRAN, T.; EURICH, A.D.; NOFFAL, G.J. Effect of Potentiating Exercise Volume on Vertical Jump Parameters in Recreationally Trained Men. **Journal of Strength and Conditioning Research** V. 0, N. 0, p1-5, 2009.

KILDUFF, L.P.; BEVAN, H.R.; KINGSLEY, M.I.C.; OWEN, N.J.; BENNETT, M.A.; BUNCE, P.J.; HORE, A.M.; MAW, J.R.; CUNNINGHAM, D.J. Postactivation Potentiation in professional Rugby players: optimal recovery. **Journal of Strength and Conditioning Research**, 2007, v.21, n.4,p. 1134–1138.

LAWRENCE WJ. The application of postactivation potentiation to the track and field thrower. **Strength and Conditioning Journal**. V31, n.3, p.34-36. 2009.

LIM,J.J.H.; KONG,P.W. Effects of Isometric and Dynamic Postactivation Potentiation Protocols on Maximal Sprint Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**. v.27 n.10 p. 2730-2736, 2013.

ESFORMES,J.; BAMPOURAS, T.M. Effect of Back Squat Depth on Lower-Body Postactivation Potentiation. **Journal of Strength and Conditioning Research**.V.27 n.11 p. 2997-3000, 2013.

ESFORMES, J.; CAMERON, N.; BAMPOURAS, T.M. Postactivation Potentiation Following Different Modes of Exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**. V.24 n.7 p. 1911-1916, 2010.

FERNÁNDEZ, M.M.; VICENTE, J.V.; LÓPEZ, 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.

FRANCHINI E., NAKAMURA F.Y., TAKITO M.Y., KISS M.A.P.D.M., STERKOWICZ S. Specific fitness test developed in Brazilian judoists. **Biol Sport**. V.5, n.3, p.165-70, 1998.

FRANCHINI, E. **Judô Desempenho Competitivo**. 2ªed. São Paulo: Editora Manole, 2010.

FRANCHINI, E.; DEL VECCHIO, F.B. **Preparação Física de atletas de Judô**. 1º Ed., São Paulo: Phorte Editora, 2008.

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., *et al.* Physical and competitive performance of Brazilian Olympic trial finalists. In: *Annals of the 4th World Judo Research Symposium*. International Judo Federation, p.23, 2005.

FRANCHINI E, DEL VECCHIO FB, STERKOWICZ S. A special judo fitness test classificatory table. **Archives of Budo**, V.5 n.1 p.127-9 2009.

IGLESIAS-SOLER, E.; PAREDES, X.; CARBALLEIRA, E.; MÁRQUEZ, G.; FERNÁNDEZ-DEL-OLMO, M. Effect of Intensity and Duration of conditioning protocol on post-activation potentiation and changes in H-reflex. **European Journal of Sport Science**, V.11 n.1 p.33-38, 2011.

GULLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. MVC-induced short-term potentiation of explosive force. **N.Stud. Athlet.**, Monaco, v. 11, p. 67-81, 1996.

MIARKA, B.; DEL VECCHIO, F.B.; FRANCHINI E. Acute effects and postactivation potentiation in the special judo fitness test. **Journal of Strength and Conditioning Research** V. 25, N. 2, 2011.

MITCHELL, C.J.; SALE, D.G. Enhancement of jump performance after a 5-RM squat is associated with postactivation potentiation. **European Journal Applied Physiology**, 2011.

NUNES, J.; ROSA, S.M.; DEL VECCHIO, F.B. Treinamento de força com uso de correntes e potencialização pós-ativação do salto vertical. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 34, n. 4, p. 1017-1033, 2012.

TSOLAKIS, C.; BOGDANIS, G.C.; A. NIKOLAOU; ZACHAROGLIANNIS, E. Influence of type of muscle contraction and gender on postactivation potentiation of upper and lower limb explosive performance in elite fencers. **Journal of Sports Science and Medicine**. v.10, p. 577-583, 2011

RASSIER DE, MACINTOSH BR. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. **Braz J Med Biol Res**. 2000; 33(5): 499-508.

RASSIER, D. E. The effects of length on fatigue and twitch potentiation in human skeletal muscle. **Clinic Physiology**, Oxford, v. 20, no. 6, p. 474-482, 2000.

RIXON, K.P.; LAMONT, H.S.; BEMBEN, M.G. Influence Of Type of Muscle Contraction, Gender, And Lifting Experience on Postactivation Potentiation Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.21 n. 2 p.500-505, 2007.

ROBBINS, D.W. Postactivation potentiation and its practical applicability: a brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research**. V.19 n.2 p. 453-458, 2005

ROBBINS, D.W.; YOUNG, W.B.; BEHM, D.G. E PAYNE, W.R. Effects of agonist-antagonist complex resistance training on upper body strength and power development. **Journal of Sports Sciences**, v.27,n.14,p. 1617–1625, 2009

SALE, D. G. Postactivation potentiation: role in human performance. *Exercise and Sport Sciences Reviews*, New York, v. 30, no. 3, p. 138-143, 2002.

SANTOS EJAM, JANEIRA MAAS. Effects of Complex Training on explosive strength in adolescent male basketball players. **Journal of Strength and Conditioning Research**. May 2008; 22(3): 903-909.

STERKOWICZ S. Test specjalnej sprawności ruchowej w judo. **Antropomotoryka** 1995;12(13):29-44.

SWEENEY, H. L. e STULL, J. T. Alteration of cross-bridge kinetics by myosin light chain phosphorylation in rabbit skeletal muscle: implications for regulation of actin-myosin interaction. *Proceedings of the National Academy of Sciences, U S A, Washington*, v.87, n.1, p.414-418. 1990.

ZAGGELIDIS, G.; LAZARIDIS, S. N.; MALKOGIORGOS, A.; MAVROVOUNIOTIS, F. Differences in vertical jumping performance between untrained males and advanced Greek judokas. **Archives of Budo**, V. 8 N.2 p. 87-90, 2012.

WILSON, J.M.; DUNCAN, N.M.; MARIN, P.J.; BROWN, L.E.; LOENNEKE, J.P.; WILSON, S.M.C.; JO, E.; LOWERY, R.P.; UGRINOWITSCH, C. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: effects of conditioning activity, volume, gender, rest periods, and training status. **Journal of Strength and Conditioning Research**.V.27 n.3 p. 854-859, 2013.

