

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
THYAGO GARCIA

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE EXERCÍCIO NA POTENCIALIZAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO
MUSCULAR SOBRE O DESEMPENHO DO SALTO VERTICAL**

Florianópolis
2017.

THYAGO GARCIA

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE EXERCÍCIO NA POTENCIALIZAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO
MUSCULAR SOBRE O DESEMPENHO DO SALTO VERTICAL**

Monografia submetida ao Centro de Desportos da
Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito final para obtenção do título de Graduado em
Educação Física – Bacharel.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Dal Pupo

Co-orientador: Ddo. Osvaldo André Furlaneto
Rodrigues

Florianópolis
2017.

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

GARCIA, THYAGO

Influência do tipo de exercício na potencialização pós
ativação muscular sobre o desempenho do salto vertical /
THYAGO GARCIA ; orientador, Juliano Dal Pupo,
coorientador, Osvaldo André Furlaneto Rodrigues, 2017.

41 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Desportos, Graduação em Educação Física, Florianópolis, 2017.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Potencialização pós ativação. 3. Tipo
de exercício. 4. Tempo de intervalo. I. Dal Pupo, Juliano.
II. Rodrigues, Osvaldo André Furlaneto. III. Universidade
Federal de Santa Catarina. Graduação em Educação Física. IV.
Titulo.

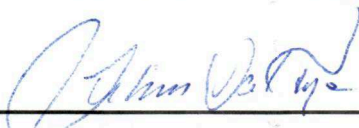
Thyago Garcia

**INFLUÊNCIA DO TIPO DE EXERCÍCIO NA POTENCIALIZAÇÃO PÓS
ATIVÇÃO MUSCULAR SOBRE O DESEMPENHO DO SALTO VERTICAL**

Esta monografia foi avaliada e aprovada para obtenção do título de Graduado em Educação Física – Bacharelado com a nota 9,5.

Florianópolis, 23 de Junho de 2017

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Juliano Dal Pupo

Orientador

CDS/UFSC



Prof. Dr. Ricardo Dantas

Examinador 1

CDS/UFSC



Mda. Débora Aparecida Knihs

Examinador 2

CDS/UFSC



Mdo. Rafael Lima Kons

Examinador 3

CDS/UFSC

RESUMO

Pensando na utilização do método de preparação conhecido como potencialização pós ativação muscular (PPA), é de extrema importância conhecer e compreender as variáveis que influenciam para que de fato o método tenha êxito na otimização do desempenho esportivo. Dessa forma, o objetivo primário do presente estudo foi comparar qual o tipo de exercício (cadeia cinética) seria o mais eficiente para induzir a PPA. O objetivo secundário foi o de verificar qual o tempo de intervalo entre exercício condicionante e salto vertical é o mais adequado para esse perfil de amostra. Participaram do estudo, 13 sujeitos praticantes de treinamento resistido com pesos. O estudo foi dividido em quatro protocolos experimentais; protocolo P1: exercício de cadeia cinética fechada e intervalo de três minutos entre exercício e salto vertical; protocolo P2: exercício de cadeia cinética fechada e intervalo de sete minutos entre exercício e salto vertical; P3: exercício de cadeia cinética aberta e intervalo de três minutos entre exercício e salto vertical; P4: exercício de cadeia cinética aberta e intervalo de sete minutos entre exercício e salto vertical. Em todos os protocolos foram executados três séries de contrações isométricas voluntárias máximas, com duração de cinco segundos e intervalo de um minuto entre elas. Para a comparação entre a situação pré e pós nos protocolos experimentais, foi aplicado ANOVA para medidas repetidas e *post hoc* de *Bonferroni* ($p < 0,05$). Adicionalmente foi calculado o *effect size* para verificar o tamanho de efeito. Os resultados da presente investigação apresentaram diferenças estatísticas somente para a variável potência pico ($p = 0,04$), entre a condição pré e protocolos experimentais para o protocolo P1, onde o exercício condicionante foi de cadeia cinética fechada e intervalo entre exercício condicionante e salto vertical foi de três minutos. Em análise de *effect size*, verificou-se efeito moderado para as variáveis altura (0,6) e impulso (0,63), e efeito grande para as variáveis potência pico (0,79) e potência média (0,77) para o protocolo P1, enquanto para os outros protocolos, os efeitos foram trivial ou pequeno para todas as variáveis. Concluiu-se que o protocolo P1 é o mais indicado para promover a PPA para esta amostra.

Palavras chave: Potencialização Pós Ativação, Tipo de exercício, Tempo de intervalo.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	8
1.2.1 Objetivo geral.....	8
1.2.2 Objetivo específico.....	8
1.3 HIPÓTESES.....	8
1.4 JUSTIFICATIVA.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	10
2.1 IMPORTÂNCIA DA POTÊNCIA EM MODALIDADES ESPORTIVAS E O SALTO VERTICAL.....	10
2.2 POTENCIALIZAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO MUSCULAR (PPA).....	11
2.2.1 Conceito e processos fisiológicos.....	11
2.2.2 Efeitos do tempo de recuperação entre exercício condicionante e atividade principal e do nível de treinamento.....	12
2.2.3 Efeito do tipo de exercício, modo de contração, volume e intensidade.....	14
2.3 ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA NO SALTO VERTICAL.....	16
3 MÉTODOS	17
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	17
3.2 PARTICIPANTES.....	17
3.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL.....	18
3.4 PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO.....	20
3.4.1 Avaliação do desempenho do salto vertical.....	20
3.4.2 Avaliação eletromiográfica.....	21
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
4 RESULTADOS	23
5 DISCUSSÃO	28
6 CONCLUSÃO	33
REFERÊNCIAS	34

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA DE PESQUISA

A busca pela otimização do desempenho esportivo é uma preocupação constante por parte de atletas e treinadores esportivos, sendo realizadas investigações por diferentes áreas de estudos. Sabe-se que o desempenho é influenciado por um conjunto de fatores tais como a preparação técnica, tática, física e psicológica (DANTAS, 1999). Com o avanço da ciência no campo desportivo ao longo dos anos, diversas metodologias de treinamento físico foram propostas e testadas em diferentes esportes, objetivando alcançar o melhor rendimento dos atletas.

Pensando na maximização do desempenho, é de comum acordo entre pesquisadores e profissionais em Educação Física a necessidade de uma preparação prévia às atividades principais de uma sessão de treinamento ou competição, seja ela profissional ou recreacional, com o objetivo de evitar lesões e/ou melhorar o desempenho. Geralmente são utilizados exercícios aeróbios gerais como a corrida, movimentos específicos da própria modalidade em intensidades reduzidas e alongamento como forma de aquecimento independente da modalidade praticada (BATISTA et al., 2010). Contudo, estudos mostram que essas metodologias podem não ser efetivas na preparação de atletas de diferentes modalidades (CHATZOPOULOS et al., 2007; ESFORMES; CAMERON; BAMPOURAS, 2010; JO et al., 2010; WILSON et al., 2013; BOGDANIS et al., 2014; FUKUTANI et al., 2014; SEITZ; HALF, 2015).

Uma técnica que tem popularizado nos últimos tempos no campo desportivo é a utilização de exercícios de alta intensidade imediatamente antes da competição. Esse método é conhecido como Potencialização Pós Ativação (PPA), no qual o indivíduo realiza exercícios de força previamente aquelas atividades específicas da modalidade praticada. Esse tipo de exercício parece ser bastante interessante para atletas de modalidades com características de alta intensidade e curta duração, em que a potência é a capacidade determinante do resultado. Exercícios de força máxima ou próximo à máxima, realizados como forma de preparação, podem trazer benefícios em relação ao desempenho desses praticantes durante as competições

(VERKHOSHANSKY; SIFF, 1993; GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; WILSON et al., 2013; SEITZ; HAFF, 2015).

Existem algumas teorias fisiológicas explicando os potenciais benefícios para essa melhoria (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; GRANCE et al., 1998; RASSIER, 2000; RASSIER; MACINTOSH, 2000; BAKER, 2003; SMITH; FRY, 2007). A principal razão seria a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve, que como resultado, altera a conformação das pontes cruzadas, permitindo que as cabeças globulares fiquem numa posição mais próxima dos filamentos finos de actina. Essa aproximação eleva a interação entre as proteínas contráteis, podendo ocasionar uma maior quantidade de conexões entre os filamentos, e assim, proporcionar um maior desenvolvimento de tensão (RASSIER; MACINTOSH, 2000).

Diversos estudos encontraram resultados positivos com a utilização de exercícios de força como preparação para melhoria do desempenho na execução de arremessos, saltos e *sprints* (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; CHIU et al., 2003; CHATZOPOULOS et al., 2007; NUNES; JO et al., 2010; ROSA; VECCHIO, 2012; CRUZ; FREITAS; SILVA, 2013; BOGDANIS et al., 2014; FUKUTANI et al., 2014). Por outro lado, outros estudos não encontraram efeitos benéficos, sendo verificado inclusive prejuízo no desempenho utilizando o método de PPA, já que seu processo pode gerar fadiga muscular (BATISTA et al., 2003; JENSEN; EBBEN, 2003; SCOTT; DOCHERTY, 2004; BATISTA et al., 2011; GOMES et al., 2015). Estudos analisando os benefícios da PPA em salto vertical verificaram aumentos na altura do salto em comparação com as condições de salto sem PPA (RIXON; LAMONT; BENBEM, 2007; ESFORMES; CAMERON; BAMPOURAS, 2010; IDE, 2010; BOGDANIS et al., 2014; FUKUTANI et al., 2014).

Segundo Seitz e Haff (2015), a PPA é dependente do nível de força e experiência em treinamento resistido do indivíduo, do tipo de exercício condicionante, do número de séries executadas e do período de repouso entre exercício condicionante e prática principal. Diferentes métodos são utilizados para induzir o processo da PPA. Parte dos estudos utilizaram contrações isométricas máximas com durações entre três e 10 segundos, variando entre uma a três séries (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; RIXON; LAMONT; BENBEM, 2007; BOGDANIS et al., 2014). Exercícios dinâmicos também são amplamente utilizados, sendo máximos ou próximos ao máximo, variando entre um a cinco repetições máximas, com volume de

um a três séries (IDE, 2010; JO et al., 2010; CRUZ; FREITAS; SILVA, 2013; FUKUTANI et al., 2014; SANTINI et al., 2015). Parece haver consenso na literatura que para se otimizar a PPA, os exercícios devem ser máximos ou próximos ao máximo, com volume baixo e intervalo mínimo de três minutos para a tarefa principal (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; DUTHIE; YOUNG; AITKEN, 2002; WILSON et al., 2013; BOGDANIS et al., 2014; SEITZ; HALF, 2015). Porém, aspectos como o tipo de exercício em relação à cadeia cinética ainda não se tem conhecimento.

Cadeia cinética é um termo usado para descrever a sequência de ativação dos músculos nos segmentos corporais, permitindo produzir força, estabilização e transferência da força para extremidade distal da cadeia (DAVIES; HEIDERSCHEIT; CLARK, 2006). É considerado um exercício de Cadeia Cinética Aberta (CCA) quando em uma atividade o componente distal da extremidade não está fixo, mas sim livre no espaço (FAGAN; DELAHUNT, 2008), tendo como exemplo o exercício de extensão de joelho em cadeira. Já a Cadeia Cinética Fechada (CCF) é quando o movimento é executado com a extremidade distal fixa, normalmente em atividades multiarticulares (FAGAN; DELAHUNT, 2008), sendo um exemplo o exercício de agachamento. De acordo com os princípios do treinamento desportivo, a especificidade de movimento é um aspecto muito importante na otimização do treinamento (DANTAS, 2003). Desta forma, a inclusão de exercícios respeitando a especificidade da dinâmica muscular pode influenciar no desempenho do salto vertical, considerado uma ação de potência realizada em diferentes modalidades esportivas.

Baseado no que foi exposto acima, elaborou-se o seguinte problema de estudo: quais as influências de diferentes tipos de exercícios de força (exercício de CCA e CCF) na indução da PPA sobre o desempenho no salto vertical?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar e comparar o desempenho do salto vertical pré e pós potencialização da ativação muscular, realizado em exercício de força isométrica máxima, de cadeia cinética aberta e fechada, através de quatro protocolos diferentes.

1.2.2 Objetivos específicos

- a) Analisar e comparar o desempenho do salto vertical pré e pós potencialização da ativação muscular, realizado em exercício de força isométrica máxima, de cadeia cinética aberta e fechada.
- b) Analisar e comparar parâmetros cinéticos do salto vertical (altura, potência média, potência pico, impulso) pré e pós potencialização da ativação muscular, realizado em exercício de força isométrica máxima, de cadeia cinética aberta e fechada.
- c) Analisar e comparar ativação eletromiográfica dos músculos vasto lateral e reto femoral, durante o salto vertical realizado pré e pós potencialização da ativação muscular, nos diferentes protocolos através de eletromiografia.

1.3 HIPÓTESES

- a) O exercício de cadeia cinética fechada induzirá em maiores benefícios de PPA no desempenho do salto vertical, isso porque esse tipo de exercício tem maiores semelhanças em relação ao padrão de movimento do salto vertical.
- b) Valores de altura, potência média, potência pico e impulso do salto vertical serão mais altos na situação pós potencialização muscular em exercício de cadeia cinética fechada.

- c) Ativação eletromiográfica dos músculos em salto vertical será maior pós ativação muscular em cadeia cinética fechada, isso porque uma das teorias fisiológicas da PPA sugere que há aumento do recrutamento de unidades motoras pós exercício de potencialização.

1.4 JUSTIFICATIVA

Diversos fatores contribuem para o ápice de rendimento de um atleta e o quanto pode desempenhar em uma modalidade esportiva, tais como fatores ambientais, sociais e genéticos. Com a popularização do esporte de competição e com o surgimento de grandes empresas financiando esses esportes e competições, o nível dos atletas e a competitividade entre eles têm aumentado cada vez mais e um mínimo detalhe pode contribuir para definir o ganhador de um jogo ou competição. Dessa forma, justificam-se as pesquisas científicas realizadas no campo do treinamento esportivo buscando contribuir nessa maximização do desempenho.

A potencialização pós ativação é uma metodologia de preparação para modalidades onde a força e/ou potência são capacidades determinantes do desempenho. A mesma tem como objetivo melhorar o desempenho em atividades como saltos, arremessos, chutes, *sprints* e atividades de força e potência em geral. No caso específico desse estudo, será investigado o efeito da PPA sobre o salto vertical, que é uma ação motora amplamente realizada em esportes como voleibol e basquete, além de diversas modalidades do atletismo.

Alguns fatores já estão bem definidos para desencadear o processo da PPA; intensidade e volume do exercício, tempo de recuperação entre exercício condicionante e atividade principal e nível de treinamento são temas já bem estudados, apesar de discutíveis. Contudo, pouco se conhece sobre quais seriam os melhores tipos de exercícios para estimular a PPA. Assim, é de interesse desse estudo analisar e comparar a indução da PPA através de diferentes tipos de exercícios e identificar os possíveis benefícios ou prejuízos no desempenho do salto vertical em plataforma de força, podendo contribuir para uma utilização mais efetiva do método em ambientes esportivos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTÂNCIA DA POTÊNCIA EM MODALIDADES ESPORTIVAS E O SALTO VERTICAL

O treinamento esportivo possui um grande campo de possibilidades, e o treinamento de força através de exercícios resistidos com pesos ou em aparelhos de “musculação” aparece como um dos métodos mais aplicáveis no treinamento de atletas, onde a força e a potência são capacidades determinantes. O treinamento de força através de exercício resistido possibilita a melhoria das capacidades força e potência de forma segura e confiável; pesquisas encontram benefícios nos índices de potência como: salto vertical, agilidade e velocidade (PINNO; GONZÁLEZ, 2005).

Diversas modalidades esportivas têm a potência como capacidade física determinante de resultado; ela está relacionada com ações tais como chutes, saltos, arremessos e *sprints* (WISLOFF et al., 2004). A potência pode ser caracterizada como a maior realização de trabalho em determinado período, ou ainda, o produto da força pela velocidade (KOMI, 2000).

Há dois tipos de saltos verticais comumente utilizados para a avaliação de desempenho, são eles o salto vertical com contra movimento (CMJ) e o salto vertical denominado como *squat jump* (SJ). Sugere-se que o salto vertical com contra movimento forneça uma avaliação da capacidade de produzir força rápida nos movimentos, onde há o ciclo de alongamento-encurtamento, enquanto o *squat jump* fornece uma avaliação da capacidade de desenvolver força rapidamente durante um movimento puramente concêntrico (MCGUIGAN et al., 2006).

Sabe-se que a execução técnica dos saltos difere nas modalidades esportivas, no entanto, os saltos competitivos apresentam características comuns, pois os membros inferiores são o principal sistema propulsivo, e ainda, a velocidade de decolagem e altura devem ser máximos quase que em todas as modalidades (MASSUÇA et al., 2009).

Para Bosco (2007) o salto vertical é uma tarefa comum em muitos esportes e uma boa forma de mensurar a potência dos membros inferiores.

2.2 POTENCIALIZAÇÃO PÓS ATIVAÇÃO MUSCULAR (PPA)

2.2.1 Conceitos e processos fisiológicos

Segundo Batista et al. (2010) a potencialização parece ser desencadeada por mecanismos fisiológicos na musculatura ativada e no sistema nervoso central. O principal mecanismo seria a fosforilação da miosina regulatória de cadeia leve (RCL), um processo molecular (HAMADA et al., 2000; SMITH; FRY, 2007). A fosforilação da miosina RCL altera a conformação das pontes cruzadas, permitindo que as cabeças globulares fiquem numa posição mais próxima dos filamentos finos de actina, e essa aproximação eleva a interação entre as proteínas contráteis, podendo ocasionar uma maior quantidade de conexões entre os filamentos, e assim, proporcionar um maior desenvolvimento de tensão (RASSIER; MACINTOSH, 2000). A potencialização é mais pronunciada em músculos com fibras do tipo 2, isso porque esse tipo de fibra é mais suscetível a fosforilação da miosina RCL (GRANCE et al., 1998).

Outra teoria aborda que o cálcio (Ca^{2+}) tem função importante no desenvolvimento da potencialização, pois a atividade prévia realizada com exercício de força pode induzir uma maior liberação de cálcio pelo retículo sarcoplasmático, aumentando sua concentração no sarcoplasma, o que resultaria numa maior interação do cálcio com a troponina, e provocaria maior liberação de sítios de actina para conexão de pontes cruzadas de miosina, e assim, maior tensão (RASSIER; MACINTOSH, 2000).

Segundo Gullich e Schmidtbleicher (1996), a PPA acontece por alterações no padrão de ativação neural, onde o exercício de força seria condicionante de uma maior excitabilidade do *pool* de motoneurônios, ativando um número maior de unidades motoras, e como consequência o aumento na produção de força.

Para Baker (2003), uma série de mecanismos neurais que acontecem conjuntamente poderiam ser responsáveis pela PPA, e para ele, a potencialização pode ser explicada por alguns eventos como: aumento do recrutamento de unidades motoras; melhora na sincronia dos disparos dos impulsos nervosos, diminuição da influência de mecanismos inibitórios centrais (célula de Renshaw) e periféricos (órgão tendinoso de Golgi); e aumento da inibição recíproca da musculatura agonista.

Batista et al. (2010) sugerem que é razoável pensar que a melhoria do desempenho pode ser resultado da combinação dos eventos neurais citados por Baker (2003) e Gullich e Schmidtbleicher (1996) com os mecanismos locais como a fosforilação da miosina RCL.

2.2.2 Efeitos do tempo de recuperação entre exercício condicionante e atividade principal e do nível de treinamento.

Estudos relacionados à indução da PPA sugerem que o processo depende de vários fatores, sendo que os principais seriam: intensidade e volume do exercício condicionante, tipo de contração, intervalo entre exercício condicionante e a prática principal, e nível de treinamento do praticante ou atleta (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; BATISTA et al., 2010; SEITZ; HAFF, 2015).

Durante a estimulação da PPA, dois processos acontecem simultaneamente no músculo: um que diminui o desempenho da força ativa (fadiga muscular), e outro que aumenta o desempenho da força ativa (potencialização muscular). A interação entre esses dois processos pode provocar diminuição, aumento ou nenhuma alteração na produção de força ativa, dependendo do momento em que o desempenho é avaliado (RASSIER; MACINTOSH, 2000).

Segundo Batista et al. (2010), quando a avaliação é feita imediatamente após o exercício condicionante, os efeitos da fadiga superam os da potencialização, resultando na diminuição ou não alteração do desempenho, já quando se é permitido um intervalo de três a cinco minutos entre exercício condicionante e atividade avaliadora, os efeitos da potencialização são aumentados e os da fadiga diminuídos, apresentando aumento no desempenho da força ativa.

No estudo de Bogdanis et al. (2014) foi analisada a resposta da PPA em salto vertical com contra-movimento, em intervalos de dois a três minutos, durante 21 minutos pós exercício condicionante, em três tipos de contrações musculares diferentes: isométrica, concêntrica e excêntrica, todas em intensidades altas. Participaram do estudo 14 atletas de modalidades com características de potência de nível nacional do atletismo da Grécia, e observou-se que os maiores valores de desempenho aconteceram entre o 2º e o 10º minuto para contração isométrica e concêntrica, com metade dos sujeitos atingindo o pico de desempenho no 4º minuto;

não foram encontrados valores superiores em relação aos dados de base para a condição de contração excêntrica, havendo decréscimo para todas as condições após o 10º minuto. Os autores chamam atenção para a grande variabilidade individual do tempo ótimo de intervalo entre exercício condicionante e atividade principal, e por esse motivo, orienta atletas e treinadores a utilizarem o método de tentativa e erro para encontrar o tempo ótimo de cada indivíduo.

Também com o objetivo de investigar a duração ideal do tempo de intervalo entre exercício condicionante e atividade avaliadora, Jo et al. (2010) investigaram a influência da PPA em *sprints* de 30 segundos em bicicleta ergométrica. Para induzir a PPA foi utilizado o exercício de agachamento dinâmico em cinco repetições a 85% de 1RM (Repetição Máxima), o desempenho na bicicleta ergométrica foi avaliado em quatro períodos de intervalos diferentes, aos cinco, 10, 15 e 20 minutos após exercício condicionante, e assim como Bogdanis et al. (2014), observaram grande variância na hora de analisar os resultados. Avaliando-os individualmente, perceberam que os sujeitos mais fortes (1RM no agachamento com carga superior a 1,5 vezes do seu peso corporal) tinham os valores mais altos nos intervalos de cinco e 10 minutos, já para os sujeitos com valores de 1RM mais baixo, os melhores intervalos foram de 10 e 20 minutos. Perceberam ainda que sujeitos com valores de 1RM 1,5 vezes superior ao próprio peso corporal tiveram os maiores ganhos no desempenho, sugerindo que os efeitos são melhores em indivíduos mais fortes.

Para Docherty e Hodgson (2007), a variabilidade do tempo ótimo é um fator importante que precisa ser considerado; eles afirmam que se houver um tempo ótimo, esse tempo é extremamente individualizado.

Em uma meta-análise, Wilson et al. (2013) dizem que, no geral, os efeitos da potencialização são ótimos aos cinco minutos posteriores ao exercício condicionante, entre o 7º e o 10º minuto parece ser o melhor tempo para indivíduos moderadamente treinados, enquanto que para indivíduos mais treinados esse tempo tem uma tendência de estar entre o 3º e o 7º minuto.

Fortalecendo a ideia em que a PPA tem mais eficiência em indivíduos com experiência em treinamento de força, Batista et al. (2003) fizeram seu estudo com sujeitos fisicamente ativos, porém, sem envolvimento em treinamento resistido com pesos, e não encontraram nenhum benefício no desempenho utilizando diferentes métodos para estimular a PPA.

Corroborando com esses autores, Wilson et al. (2013) afirmam que o aumento da força é insignificante em indivíduos não treinados, pequeno em pessoas que treinam recreacionalmente e mais elevado em atletas que treinam força, isso porque esses atletas possuem predominantemente fibras do tipo 2, favorecendo o desencadeamento da PPA, já que essas fibras são mais suscetíveis à fosforilação da miosina RML.

2.2.3 Efeito do tipo de exercício, modo de contração, volume e intensidade

Como já abordado em tópicos anteriores, alguns fatores influenciam para uma PPA eficiente, e entre esses fatores estão o tipo de exercício, tipo de ação muscular, volume e intensidade do exercício condicionante.

Gulich e Schimdtbleicher (1996) observaram aumento no desempenho de 3,3% em salto vertical com contra-movimento utilizando como exercício condicionante três séries isométricas voluntárias máximas de cinco segundos em exercício de *leg press*.

Benefícios no desempenho utilizando exercício isométrico máximo também foram encontrados no estudo de Bogdanis et al. (2014), que comparou os efeitos de três tipos de ações musculares no desempenho do salto vertical com contra-movimento e encontrou aumento no desempenho apenas para ação isométrica (três séries máximas de três segundos em agachamento), não havendo alteração para a ação concêntrica, e tendo decréscimo no desempenho para ação excêntrica. Além desses, outros estudos verificaram aumentos no desempenho utilizando ações musculares isométricas nos exercícios condicionantes à PPA (FRENCH; KRAEMER; COOKE, 2003; RIXON; LAMONT; BENBEM, 2007).

Rixon, Lamont e Benbem (2007), dizem que as contrações isométricas estão associadas a menor custo metabólico e menor fadiga em comparação a contrações dinâmicas de mesma duração, por isso sugere que essa seja a ação muscular mais indicada.

Exercícios dinâmicos máximos ou próximos ao máximo também são utilizados com sucesso em alguns estudos. Esformes e Bampouras (2013) avaliaram as influências do agachamento dinâmico no desempenho de salto vertical com contra-movimento (CMJ); em estudo realizado com atletas amadores de rugby, eles

verificaram benefícios no desempenho do salto quando realizado cinco minutos após uma série de 3RM em exercício de agachamento.

Cruz, Freitas e Silva (2013) compararam os efeitos de ações concêntricas, excêntricas e combinadas (excêntrica/concêntrica) em exercício de rosca direta no desempenho do arremesso de *medicine ball* com o objetivo de analisar os efeitos da PPA em membros superiores. Analisando os dados, encontraram melhoria de 17,2% para ação concêntrica, comparando pré e pós potencialização muscular; melhoria de 1,3% para ação combinada (concêntrico-excêntrica); e diminuição no desempenho de 5,8% para ação excêntrica.

Outro estudo utilizando metodologia semelhante ao citado anteriormente, mas com o objetivo de verificar a influência dos tipos de ações musculares em membros inferiores, encontrou aumento no desempenho do salto horizontal com contra-movimento após exercício condicionante de meio agachamento executado com ação concêntrica, não havendo diferença significativa para a ação combinada, e ocasionando decréscimo no desempenho para a ação excêntrica (IDE, 2010).

Corroborando com os resultados citados acima, Bogdanis et al. (2014) também encontraram decréscimos no desempenho do salto vertical com contra-movimento para ações excêntricas. Isso porque segundo Ide (2010), a ação excêntrica é potencialmente lesiva às células musculares, diminuindo a capacidade do músculo em gerar força.

Fukutani et al. (2014) analisaram a influência de duas diferentes intensidades em exercício de agachamento no desempenho do salto vertical com contra-movimento. Os sujeitos do estudo eram levantadores de peso olímpico de nível nacional do Japão, e foram divididos em dois grupos, um considerado de moderada intensidade, e outro de alta intensidade. O grupo de intensidade moderada tinha como exercício condicionante da PPA três séries de agachamento com os seguintes números de repetições e cargas: cinco repetições com 45% de 1RM; cinco repetições com 60% de 1RM; e três repetições com 75% de 1RM. Já o grupo de alta intensidade realizava como exercício condicionante da PPA quatro séries de agachamento com os respectivos números de repetições e cargas: cinco repetições com 45% de 1RM; cinco repetições com 60% de 1RM; três repetições com 75% de 1RM; e três repetições com 90% de 1RM. O resultado do estudo foi que os dois

grupos tiveram aumentos significativos no desempenho do salto, mas como esperado, o aumento foi significativamente maior para o grupo de alta intensidade.

Em relação ao número de séries, uma meta-análise de Seitz e Haff (2015) diz que séries múltiplas são mais eficientes do que séries únicas para estimular a PPA.

2.3 ATIVIDADE ELETROMIOGRÁFICA NO SALTO VERTICAL

Eletromiografia (EMG) é uma ferramenta importante na análise clínica do movimento, pois ela fornece informações relevantes sobre o *timing* de ativação da musculatura envolvida em determinado movimento, a intensidade e duração de sua atividade, e a variabilidade de um ciclo para o outro (MARCHETTI; DUARTE, 2006).

A EMG é uma técnica de monitoramento da atividade elétrica das membranas excitáveis, sendo seu sinal, a somação algébrica de todos os sinais detectados em determinada área, podendo ser afetado por propriedades musculares, anatômicas e fisiológicas, ainda, pelo controle do sistema nervoso periférico e instrumentos utilizados para a aquisição dos sinais (ENOKA, 2000).

O sinal eletromiográfico é adquirido por aparelho eletromiográfico que normalmente está conectado a um computador. No corpo humano é captado um sinal analógico que deve ser convertido para sinal digital, e então ser registrado pelo computador. Alguns parâmetros devem ser ajustados na aquisição do sinal eletromiográfico, conforme a tarefa e os objetivos para análise posterior (MARCHETTI; DUARTE, 2006). Cada amostra do sinal informa o que está acontecendo em determinado momento e a amplitude desse evento. A amplitude é um indicador da atividade muscular, produzida predominantemente por aumentos na atividade das unidades motoras e sua taxa de disparo (ROBERTSON et al., 2004).

Através de análise cinesiológica, a execução de um salto vertical envolve a ação de alguns músculos. Os principais são: vasto lateral, vasto medial, reto femoral e vasto intermédio, com características semelhantes em relação à arquitetura muscular, tipo de fibra e biomecânica dos movimentos produzidos por eles (LIEBER, 1992); e o bíceps femoral, responsável por movimentos como a flexão de joelho e a extensão de quadril (RODACKI; FOWLER; BENNETT, 2002).

3 MÉTODOS

3.1 TIPO DE ESTUDO

O presente estudo é de abordagem quantitativa, que se caracteriza por transformar informações e dados em números para análises e classificações a serem interpretados através do uso de técnicas estatísticas (SANTOS, 2011); de natureza aplicada, do qual principal objetivo é produzir conhecimento com e para aplicação prática (SANTOS, 2011); e experimental, realizado quando o objetivo é a familiarização com o fenômeno a ser investigado e/ou conseguir melhor compreensão sobre ele (SANTOS, 2011).

3.2 PARTICIPANTES

Participaram dessa pesquisa 13 indivíduos com idade entre 18 e 35 anos, praticantes de Treinamento Resistido com Peso (TRP). O n amostral foi definido a priori, utilizando o *software G*POWER* a partir de um tamanho de efeito médio-grande esperado para as variáveis a serem analisadas. Foram adotados como critérios de inclusão: praticante de TRP há pelo menos um ano e com frequência mínima de três vezes na semana; não apresentar questionário PAR-Q positivo; e não ter histórico de lesões graves osteomusculares nos membros inferiores. Como critérios de exclusão: não concluir os protocolos experimentais, assim como, realizar sessões de treinamento para membros inferiores nas 48 horas antecedentes aos testes. A amostra caracteriza-se como não probabilística intencional: voluntários que se adequaram aos critérios de inclusão e exclusão.

Tabela 1. Caracterização da amostra (n = 13).

	Média	Desvio Padrão
Massa corporal (kg)	80,72	3,14
Estatura (m)	1,77	0,06
Idade (anos)	24	3,14
Experiência em TRP	5,72	2,85

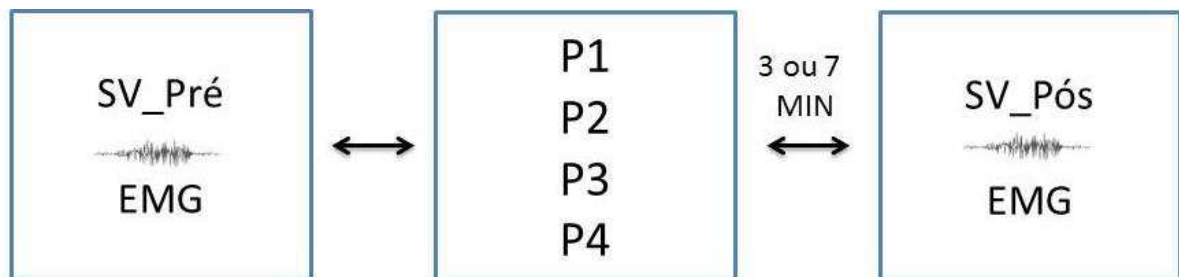
Fonte: autor do trabalho.

Notas:TRP: treinamento resistido com pesos.

3.3 PROTOCOLO EXPERIMENTAL

No presente estudo foi avaliada a influência da potencialização pós ativação (variável independente) no desempenho do salto vertical *Squat Jump* (SJ) e na atividade eletromiográfica dos músculos de membros inferiores (variáveis dependentes). Testou-se nos protocolos experimentais a influência de dois tipos de exercícios: exercício de cadeia cinética fechada e exercício de cadeia cinética aberta e do intervalo entre exercício condicionante e atividade principal. Desta forma, estabeleceram-se quatro protocolos experimentais: 1) PPA com exercício prévio de cadeia cinética fechada (CCF) e intervalo entre exercício condicionante e salto vertical de 3 minutos; 2) PPA com exercício prévio de CCF e intervalo entre exercício condicionante e salto de 7 minutos; 3) PPA com exercício prévio de cadeira cinética aberta (CCA) e intervalo entre exercício condicionante e salto de 3 minutos; 4) PPA com exercício prévio de CCA e intervalo entre exercício condicionante e salto vertical de 7 minutos. A ordem dos quatro protocolos foi randomizada. Durante a realização dos saltos verticais monitorou-se a atividade eletromiográfica dos músculos da coxa vasto lateral e reto femoral (Figura 1).

Figura 1. Esquema ilustrativo dos protocolos experimentais.



Fonte: autor do trabalho.

Notas: SV_Pré: salto vertical pré protocolo experimental; P1, P2, P3 e P4: protocolos experimentais; SV_Pós: salto vertical pós protocolo experimental; EMG: eletromiografia; 3 ou 7 MIN: tempo de intervalo em minutos entre protocolo experimental e salto vertical.

Descrição dos protocolos experimentais:

a) PPA com CCF - Inicialmente o participante executou o aquecimento realizando a seguinte rotina: cinco minutos em bicicleta ergométrica de baixa a moderada intensidade e três séries de 10 saltitos com intervalo de 30 segundos entre as séries.

Na sequência, após intervalo de dois minutos para colocação dos eletrodos, o sujeito executou os três saltos verticais na situação controle; em todos os saltos o sujeito recebeu orientação verbal para que fosse realizado o máximo desempenho. Posteriormente, o participante realizou o exercício de potencialização com agachamento isométrico, onde executava o exercício na mesma posição em que realizava o salto vertical, consistindo de três séries isométricas máximas com duração de cinco segundos e intervalo de um minuto entre as séries; nessa situação, o sujeito recebeu estimulação verbal para que aplicasse força máxima. Um intervalo de três ou sete minutos (P1 ou P2, respectivamente) foi dado após o exercício de agachamento e o participante foi novamente à plataforma de força realizar os três saltos pós-ativação muscular.

b) PPA com CCA - Inicialmente o participante executou o aquecimento realizando a seguinte rotina: cinco minutos em bicicleta ergométrica em intensidade baixa a moderada e três séries de 10 saltitos com intervalo de 30 segundos entre as séries. Após aquecimento, foi dado intervalo de dois minutos para os eletrodos serem colocados e então o sujeito foi encaminhado para os três saltos verticais sobre uma plataforma de força na situação controle, ou seja, sem exercício prévio de PPA. Em todos os saltos o sujeito recebeu orientação verbal para que fosse realizado o máximo desempenho. Subseqüentemente, o participante foi encaminhado à cadeira extensora, onde realizou três séries isométricas máximas com duração de cinco segundos, e intervalo de um minuto entre as séries; nessa situação, o sujeito recebia estimulação verbal para que aplicasse força máxima. Um intervalo de três ou sete minutos (P3 ou P4, respectivamente) foi dado após o exercício de cadeira extensora, e então o participante executou novamente três saltos verticais na situação pós potencialização muscular.

No primeiro dia antes da realização do primeiro protocolo experimental, os participantes realizaram uma familiarização com os equipamentos e protocolos de avaliação do salto vertical. O intervalo entre a realização de cada protocolo experimental foi de no mínimo 48 horas e os indivíduos foram orientados a não praticar atividades ou exercícios intensos durante esse período. Os testes foram realizados no Laboratório de Biomecânica (BIOMEC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

3.4 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO

3.4.1 Avaliação do desempenho do salto vertical

Os participantes executaram o salto vertical denominado de *squat jump* (SJ), que é realizado a partir de uma posição agachada, com o ângulo dos joelhos em 90°, com o tronco o mais vertical possível e as mãos na cintura. Os saltos foram executados sem contra-movimento, ocorrendo somente a ação concêntrica dos músculos agonistas do movimento (DAL PUPO; DETANICO; SANTOS, 2012). Um estímulo verbal foi dado para que os saltos fossem todos realizados com o máximo desempenho.

Os saltos verticais foram realizados sobre uma plataforma de força piezoelétrica (*Kistler®, Quattro Jump, 9290AD, Winterthur, Switzerland*), que mensura o componente vertical da Força de Reação do Solo (FRS) em uma frequência de 500 Hz. Os dados de FRS mensurados pela plataforma foram adquiridos por meio do *software Quattro Jump, Kistler*.

Foram analisadas as seguintes variáveis:

- a) Altura do salto: foi calculada usando o *software Quattro Jump* por meio do método da dupla integração da força. Neste método matemático, inicialmente, a curva de aceleração foi obtida dividindo os valores de FRS pela massa corporal dos sujeitos, mensurada na própria plataforma. Subsequentemente, foi realizada uma integração trapezoidal da curva de aceleração, obtendo-se a curva de velocidade (DAL PUPO; DETANICO; SANTOS, 2012). Esta última será novamente integrada para obter o deslocamento do salto vertical em cada instante do movimento, sendo o maior deslocamento vertical considerado a altura de salto.
- b) Potência: obtida a partir da multiplicação da FRS pela velocidade do salto. Analisou-se a potência média (PM) e o maior valor (potência pico-PP) da curva obtida no salto vertical.
- c) Impulso: obtido a partir da integração dos valores da força de reação do solo no tempo, tendo como referência o início do salto no instante de máximo agachamento até a saída do sujeito da plataforma (decolagem).

As variáveis analisadas são relativas à média das três tentativas realizadas pré e pós protocolo experimental.

3.4.2 Avaliação eletromiográfica

Avaliou-se a atividade eletromiográfica dos músculos vasto lateral e reto femoral durante a execução do salto vertical. Todo o processo de coleta de dados foi realizado conforme as recomendações da Sociedade Internacional de Eletrofisiologia e Cinesiologia (MERLETTI, 1999). Os eletrodos de superfície bipolares foram posicionados paralelos às fibras musculares e fixos com fita adesiva dupla face nos músculos investigados. Antes da colocação dos eletrodos foi realizada tricotomia e abrasão com álcool 70% sobre a pele. Para o posicionamento dos eletrodos foram realizadas marcações na pele para determinar o local onde os eletrodos foram postos na primeira sessão de teste, com o objetivo de aplicar o mesmo posicionamento nos testes seguintes (CRAM; KASMAN, 1998). O sinal EMG foi coletado através de um eletromiógrafo *Wireless* de oito canais (*Trigno Wireless EMG Systems - Delsys®*, Califórnia, EUA), com frequência de aquisição 1926 Hz, acoplado a um microcomputador.

Os dados coletados foram filtrados utilizando um filtro de passa banda com frequência de 20 a 450 Hz. Para avaliar o nível de atividade do sinal EMG, foi utilizada a técnica *Root Mean Square* (RMS) do sinal dos músculos analisados. Para normalização do sinal eletromiográfico, foi utilizado o maior valor encontrado em uma contração isométrica voluntária máxima (CIVM) dos músculos envolvidos no salto vertical (MARCHETTI; DUARTE, 2006). Três CIVM's foram executadas contra uma resistência fixa em cada aparelho que foram realizados os exercícios de força condicionantes da PPA. Cada CIVM foi mantida por cinco segundos, com 60 segundos de intervalo entre as contrações. Para análise da CIVM foi considerada uma janela de dois segundos, estabelecida entre o 3° e o 5° segundo do tempo de coleta. O maior valor RMS encontrado das três tentativas foi o utilizado para normalização (KENDALL et al., 2005).

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram inicialmente apresentados utilizando a estatística descritiva (média e desvio-padrão). Analisou-se a reprodutibilidade entre as quatro condições pré teste por meio dos seguintes testes: ANOVA de medidas repetidas para comparação das médias entre as condições pré; análise de correlação intraclass (ICC) para verificar a consistência e o Erro Padrão de Medida (EPM). Para comparação das variáveis do salto vertical entre os protocolos (P1, P2, P3, P4) foi utilizada ANOVA para medidas repetidas seguida de *post hoc de Bonferroni*. Quando os dados não apresentaram distribuição normal, realizou-se a correção *Greenhouse-Geisser*. Adicionalmente, calculou-se o tamanho do efeito para as variáveis do salto vertical, adotando-se a seguinte classificação: 0,2 - 0,4 = pequeno; 0,4 – 0,7 = moderado; $\geq 0,80$ = grande, para as variáveis dependentes (COHEN, 1988). O valor de $p < 0,05$ foi adotado para todas as análises inferenciais. Para análise do sinal eletromiográfico, utilizou-se o teste t pareado para comparar os valores pré e pós teste dentro de cada protocolo. Todas as análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS 17.0.

4 RESULTADOS

Na tabela 2 estão apresentados os dados de reprodutibilidade dos parâmetros do salto vertical na condição pré tratamento, obtido em quatro condições de *baseline*. De acordo com ANOVA, não houve diferença significativa entre as médias das medidas pré dos protocolos 1, 2, 3 e 4, para todas as variáveis analisadas. A análise de correlação intraclassa (ICC) revelou altos valores, indicando consistência entre as medidas. Ainda, o erro padrão de medida (EPM) encontrado foi inferior a 5% em todas as variáveis. Considerando a alta reprodutibilidade encontrada, utilizou-se a média das quatro condições para representar a condição pré-tratamentos.

Tabela 2. Dados de reprodutibilidade entre sessões pré-testagem nos protocolos 1 a 4.

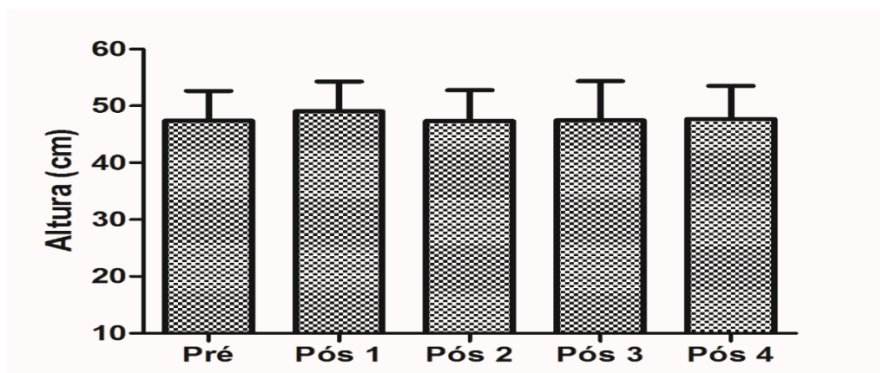
	Pré_P1	Pré_P2	Pré_P3	Pré_P4	Média	F (p)	ICC	EPM
Altura (cm)	47,90 ± 5,88	47,17 ± 5,53	47,53 ± 5,23	47,02 ± 5,71	47,4 ±5,26	0,42 (0,74)	0,99	1,67
PM (W.kg ⁻¹)	21,22 ± 2,85	21,35 ± 2,48	21,29 ± 2,65	21,29 ± 2,65	21,29 ± 2,65	0,34 (0,57)	0,99	1,25
PP (W.kg ⁻¹)	50,63 ± 5,94	50,85 ± 5,31	50,73 ± 6,75	50,74 ± 5,81	50,74 ± 5,81	0,04 (0,99)	0,96	2,33
Impulso (N.m)	2,62 ± 0,22	2,59 ± 0,25	2,61 ± 0,24	2,57 ± 0,19	2,60 ± 0,20	0,43 (0,74)	0,90	0,16

Fonte: autor do trabalho.

Notas: PM: potência média; PP: potência pico; EPM: erro padrão de medida; ICC: índice de correlação intraclassa.

Na figura 2 estão apresentadas as medidas de altura do salto vertical ao longo das condições testadas. Não observou-se diferença significativa ($F = 0,42$; $p = 0,74$; $\eta^2 = 0,06$) entre as condições analisadas (Pré = $47,4 \pm 5,26$; Pós 1 = $49,07 \pm 5,26$; Pós 2 = $47,36 \pm 5,4$; Pós 3 = $47,47 \pm 6,9$; Pós 4 = $47,7 \pm 5,8$).

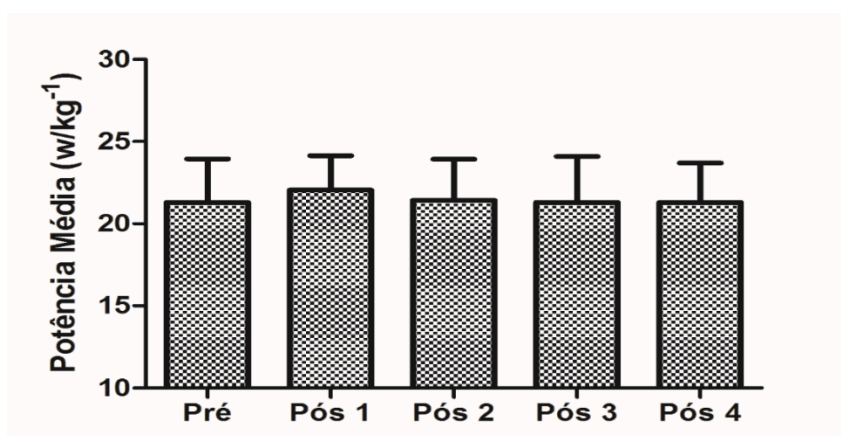
Figura 2. Comparação entre os valores de altura do salto vertical pré e pós protocolos experimentais.



Fonte: autor do trabalho.

Na figura 3 estão apresentadas as medidas de potência média do salto vertical ao longo das condições testadas. Não observou-se diferença significativa entre as condições (Pré = $21,29 \pm 2,65$; Pós 1 = $22,05 \pm 2,9$; Pós 2 = $21,42 \pm 2,5$; Pós 3 = $21,3 \pm 2,8$; Pós 4 = $21,3 \pm 2,4$); ($F = 1,71$; $p = 0,17$; $\eta^2 = 0,12$).

Figura 3. Comparação entre os valores de potência média do salto vertical pré e pós protocolos experimentais.

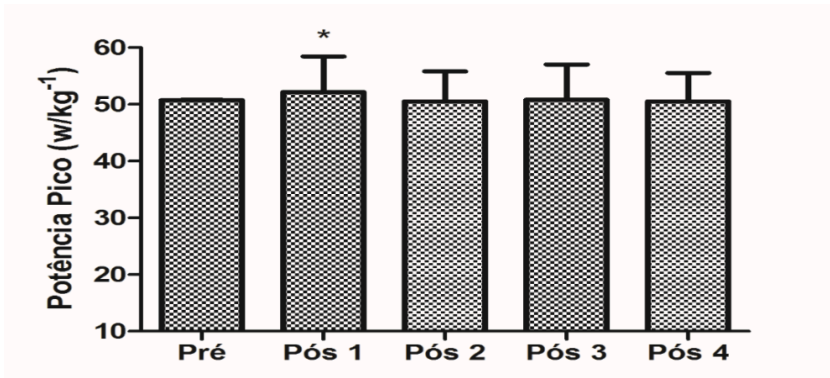


Fonte: autor do trabalho.

Na figura 4 estão apresentadas as medidas de potência pico do salto vertical ao longo das condições testadas. Verificou-se efeito do protocolo ($F = 2,70$; $p = 0,04$; $\eta^2 = 0,18$), sendo que a análise post-hoc revelou diferença ($p=0,04$) entre a condição

controle pré ($50,74 \pm 5,81$) e pós protocolo 1 ($52,15 \pm 6,3$). As demais condições (Pós 2 = $50,5 \pm 5,3$; Pós 3 = $50,8 \pm 6,2$; Pós 4 = $50,5 \pm 5,0$) não apresentaram efeito.

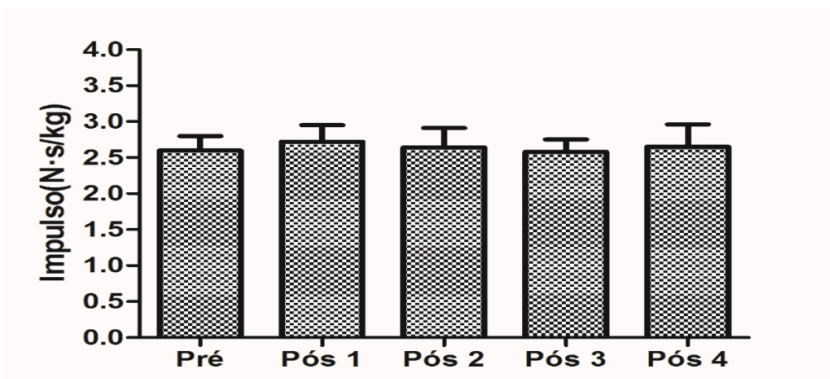
Figura 4. Comparação entre os valores de potência pico do salto vertical pré e pós protocolos experimentais. (* diferença significativa em relação à condição pré).



Fonte: autor do trabalho.

Na figura 5 estão apresentadas as medidas de impulso do salto vertical ao longo das condições testadas. Não observou-se diferenças significativas ($F= 1,83$; $p = 0,14$; $\eta^2 = 0,13$) entre as condições (Pré = $2,60 \pm 0,20$; Pós 1 = $2,72 \pm 0,23$; Pós 2 = $2,64 \pm 0,27$; Pós 3 = $2,58 \pm 0,17$; Pós 4 = $2,65 \pm 0,3$).

Figura 5. Comparação entre os valores de potência pico do salto vertical pré e pós protocolos experimentais.



Fonte: autor do trabalho.

A análise qualitativa da magnitude do efeito (effect-size) revelou efeitos médio e grande para as variáveis do salto entre a condição pré e pós-protocolo 1, conforme visualizado na Tabela 3.

Tabela 3. Effect-size entre a condição pré teste e pós protocolos experimentais.

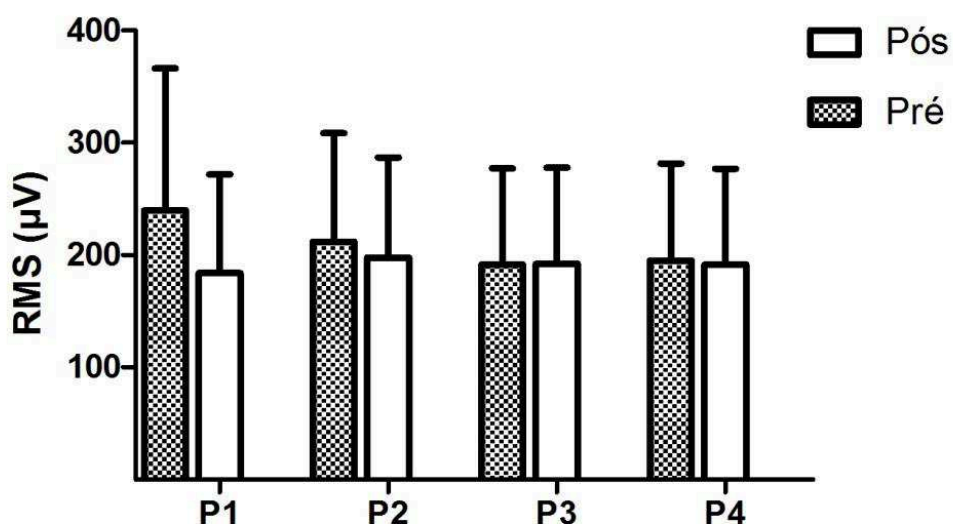
	Pré x Pós_P1	Pré x Pós_P2	Pré x Pós_P3	Pré x Pós_P4
Altura	0,6	0,02	0,02	0,13
PM	0,77	0,20	0,09	0,05
PP	0,79	0,17	0,04	0,09
Impulso	0,63	0,24	0,16	0,18

Fonte: autor do trabalho.

Notas: PP: Potência pico; PM: Potência média. P1= Protocolo 1; P2= Protocolo 2; P3= Protocolo 3; P4= Protocolo 4.

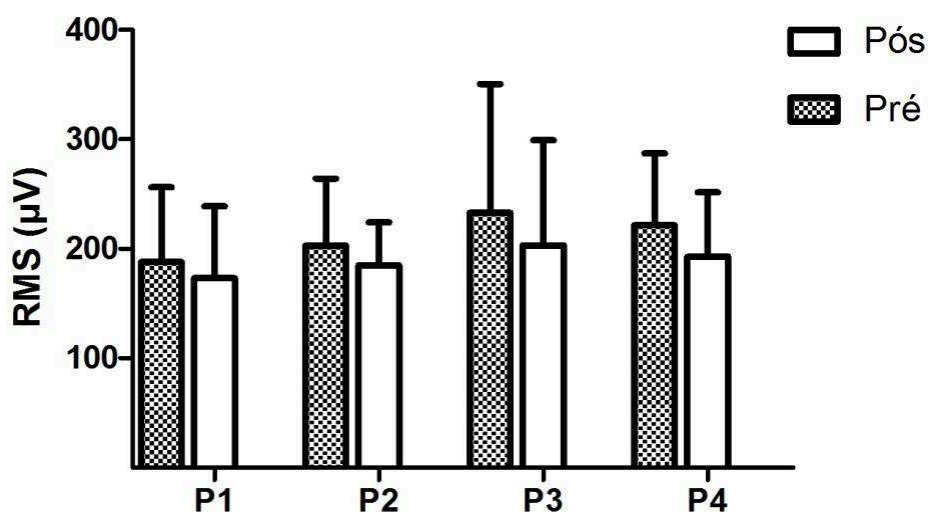
Na figura 6 e 7 a seguir, estão apresentados os valores RMS da atividade eletromiográfica do músculo vasto lateral e reto femoral, respectivamente, do salto vertical ao longo das condições testadas. Não observou-se diferenças significativas entre as condições, para nenhum dos músculos analisados. Vasto lateral: (P1: Pré = $239,88 \pm 126,18$; Pós = $183,67 \pm 88,08$. P2: Pré = $211,77 \pm 96,67$; Pós = $197,72 \pm 89,04$. P3: Pré = $191,43 \pm 85,58$; Pós = $192,11 \pm 85,61$. P4: Pré = $195,24 \pm 86,30$; Pós = $191,51 \pm 85,32$). Reto femoral: (P1: Pré = $187,91 \pm 68,39$; Pós = $173,02 \pm 65,88$. P2: Pré = $202,67 \pm 61,50$; Pós = $184,83 \pm 39,34$. P3: Pré = $232,92 \pm 117,74$; Pós = $203,01 \pm 96,10$. P4: Pré = $221,39 \pm 65,83$; Pós = $192,85 \pm 58,77$).

Figura 6. Comparação da ativação do músculo vasto lateral no salto vertical pré e pós protocolos experimentais (Pré 1 x Pós 1: $p = 0,06$; Pré 2 x Pós 2: $p = 0,06$; Pré 3 x Pós 3: $p = 0,83$; Pré 4 x Pós 4: $p = 0,10$).



Fonte: autor do trabalho.

Figura 7. Comparação da ativação do músculo reto femoral no salto vertical pré e pós protocolos experimentais (Pré 1 x Pós 1: $p = 0,36$; Pré 2 x Pós 2: $p = 0,27$; Pré 3 x Pós 3: $p = 0,09$; Pré 4 x Pós 4: $p = 0,14$).



Fonte: autor do trabalho.

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi analisar e comparar o desempenho do salto vertical pré e pós potencialização da ativação muscular realizado em exercício de força isométrico máximo de cadeia cinética aberta e fechada. Os resultados encontrados apontam que o protocolo P1, no qual se utilizou o exercício de cadeia cinética fechada como exercício condicionante da PPA e três minutos de intervalo entre exercício de PPA e salto vertical, seja o mais eficiente para a melhoria dos parâmetros cinéticos investigados. Apesar de ter sido encontrado aumento significativo apenas para a potência pico ($N.kg^{-1}$), o effect-size apontou para todas as variáveis valores superiores no protocolo P1 quando comparado com a situação pré tratamento, enquanto nos demais protocolos esse efeito foi trivial ou pequeno para todas as variáveis.

Dessa forma, sugere-se que o exercício de cadeia cinética fechada seja o mais indicado, porque esse apresenta maiores semelhanças em relação ao padrão de ativação muscular na execução do salto vertical, tendo assim, maior transferência de potencialização para o salto vertical. Além disso, em relação ao tempo da aplicação do exercício condicionante para o principal, parece que um tempo não muito longo (3 min) seja mais adequado, garantindo assim a potencialização aumentada em relação aos efeitos da fadiga.

Ao analisar a literatura é possível encontrar diversos estudos que investigaram possibilidades de manipulação de variáveis na PPA no salto vertical. Em uma meta-análise de Seitz e Haff (2015) incluindo 47 estudos com o objetivo de determinar o efeito de realizar um exercício condicionante para induzir a PPA, observou-se efeito negativo (Effect Size = -0,09) para o modo de contração isométrica. Por outro lado, diversos estudos utilizando esse tipo de contração encontraram benefícios no desempenho de salto vertical (GULLICH; SCHMIDTBLEICHER, 1996; FRENCH; KRAEMER; COOKE, 2003; RIXON; LAMONT; BEMBEN, 2007; BOGDANIS et al., 2014).

No estudo de Rixon, Lamont e Bemben (2007) objetivou-se investigar a influência do tipo de contração muscular (isométrica ou dinâmica) no desempenho do salto vertical. Observaram-se benefícios na altura (cm) e potência pico ($W.kg^{-1}$) de salto vertical com contra movimento para o protocolo de contração isométrica,

enquanto para o protocolo que avaliou a contração dinâmica, não se observou diferença. O mesmo aconteceu na investigação de Bogdanis et al. (2014), que tinham como um de seus objetivos principais, determinar qual o tipo de contração mais adequado para estimular a PPA. Assim como o estudo citado anteriormente, foram observados benefícios apenas para o tipo de contração isométrica sobre o salto vertical.

Em perspectiva semelhante, French, Kraemer e Cooke (2003), investigaram a influência do tempo de duração de uma contração isométrica máxima através de dois protocolos: consistidos em três e cinco segundos de duração, seguidos por três séries. Para a avaliação do desempenho, além do salto vertical, utilizou-se o equipamento isocinético, onde o sujeito realizava uma extensão de joelho (membro dominante) e ainda, *sprint* de cinco segundos em bicicleta ergométrica. Houve aumento na altura do salto vertical para as duas condições, com valores superiores para o protocolo de três segundos de contração. Para a potência pico, observou-se aumento para o protocolo de três segundos de contração, e decréscimo no protocolo de cinco segundos. O mesmo ocorreu para as variáveis impulso (N.s/kg), torque máximo (N.m) em extensão de joelho, e para potência pico ($W.kg^{-1}$) em bicicleta ergométrica. O fato de serem executados até dois protocolos por sessão, com intervalo de apenas 30 minutos entre eles, pode ter influenciado os resultados do estudo, já que a fadiga poderia estar aumentada na execução do segundo protocolo. Esses resultados divergem dos achados do presente estudo (para algumas variáveis) e de Gullich e Schmidtbleicher (1996), que encontraram benefícios no desempenho do salto vertical utilizando três séries de contrações isométricas voluntárias máximas com duração de cinco segundos.

Contrações dinâmicas também se mostram eficientes no desencadeamento da PPA, como no estudo de Esformes e Bampouras (2013), onde se avaliaram as influências do agachamento dinâmico no desempenho de salto vertical com contra-movimento (CMJ). Verificaram-se benefícios no desempenho do salto vertical quando realizado após uma série de 3RM em exercício de agachamento. Outros estudos utilizando contração dinâmica também encontraram benefícios no desempenho de diferentes tarefas principais (IDE, 2010; JO et al., 2010; CRUZ; FREITAS; SILVA, 2013; FUKUTANI et al., 2014; SANTINI et al., 2015).

O tempo de intervalo entre exercício condicionante e atividade principal é outra variável extremamente importante para efetividade da PPA. Em meta-análise, Wilson et al. (2013) afirmam que o tempo de intervalo difere conforme o estado de treinamento dos indivíduos. Para indivíduos mais treinados, o intervalo ideal parece estar entre o 3° e o 7° minuto, já para os indivíduos moderadamente treinados, esse tempo parece ficar entre o 7° e o 10° minuto. Bogdanis et al. (2014) em estudo com atletas de nível nacional de atletismo da Grécia (experiência em treinamento de força a mais de seis anos), compararam os efeitos de diferentes tempos de intervalos sobre o desempenho de salto vertical, sendo o primeiro salto realizado aos dois minutos posteriores, e o último aos 21 minutos (intervalos variavam de dois a três minutos após ao primeiro salto realizado). Foi observado que o melhor desempenho foi alcançado entre o 2° e 8° minuto para todos os sujeitos, com 50% deles apresentando os maiores valores no 4° minuto. A limitação desse estudo é que todos os saltos nos diferentes tempos de intervalo foram executados no mesmo dia para cada tipo de contração (protocolo).

Também com a intenção de investigar o tempo ideal de intervalo entre exercício condicionante e atividade principal, Wyland, Van Dorin e Reyes (2015) investigaram cinco tempos de intervalo distintos em *sprint* de corrida de 9,1 metros de distância. Os *sprints* foram realizados imediatamente após, um, dois, três e quatro minutos pós exercício condicionante. Observou-se decréscimo para a situação imediatamente após e melhora significativa apenas para o intervalo de quatro minutos. Os autores sugerem que aos quatro minutos após exercício condicionante foi um período suficiente para restauração dos níveis de creatina-fostato no músculo estimulado, e por isso, pode ser nesse momento que o efeito da PPA se torna dominante em relação à fadiga.

O tempo entre a realização do exercício condicionante e a PPA parece diferir de acordo com as condições. No estudo de Chatzopoulos et al. (2007) avaliou-se dois tempos de intervalos diferentes (três e cinco minutos) entre exercício condicionante e *sprint* em corrida. Encontraram-se benefícios no desempenho do protocolo de intervalo de cinco minutos, mas não para o protocolo de intervalo de três minutos. Os autores atribuem a falta de melhoria aos três minutos posteriores pelo fato de que nesse momento, havia prevalência da fadiga sobre a potencialização para os sujeitos do estudo.

Apesar de alguns autores sugerirem que o tempo ótimo de intervalo é extremamente individualizado (DOCHERTY; HODGSON, 2004; JO et al., 2010; WILSON et al., 2013; BOGDANIS et al., 2014), observou-se no presente estudo, benefícios superiores para o protocolo P1, onde o intervalo entre exercício condicionante e salto vertical foi de três minutos, sendo que, o que o diferiu do protocolo P2, foi apenas o tempo de intervalo. Isso pode estar atribuído ao fato de a amostra ter boa experiência em treinamento resistido com pesos (mais de 5 anos), ocasionando numa dissipação da fadiga e prevalência dos efeitos da PPA mais cedo.

Diversos estudos analisaram o nível de treinamento e tempo de experiência dos indivíduos e sua influência na PPA. De forma geral, os estudos mostram que a PPA tem maiores efeitos para indivíduos envolvidos com o treinamento de força (BATISTA et al., 2003; RIXON; LAMONT; BEMBEN, 2007 ; JO et al., 2010; WILSON et al., 2013; BOGDANIS et al, 2014; SEITZ; HAFF, 2015). Wilson et al. (2013) concluem que os efeitos são altos para indivíduos altamente treinados, médios para indivíduos moderadamente treinados e nulo para indivíduos sem envolvimento em treinamento resistido com pesos. Corroborando com esse pensamento, Batista et al. (2003) em pesquisa realizada com sujeitos fisicamente ativos, porém, sem envolvimento em treinamento resistido com pesos, não foi encontrado qualquer benefício no desempenho de salto vertical.

Não foram encontrados estudos comparando qual o tipo de exercício em relação à cadeia cinética seria o mais eficiente. Poucas investigações foram realizadas com exercício de cadeia cinética aberta como exercício condicionante da PPA. French, Kraemer e Cooke (2003) encontraram benefícios em três atividades avaliadoras diferentes. Foram encontrados aumentos na altura (cm) e potência pico ($N.kg^{-1}$) de salto vertical; na potência pico ($N.kg^{-1}$) gerada em *sprint* de cinco segundos em bicicleta ergométrica e ainda, aumento de torque máximo (N.m) em uma contração dinâmica em equipamento isocinético de extensão de joelho. Ao contrário desses achados, em pesquisa de Smith e Fry (2007), não se observou aumento no desempenho de torque máximo (N.m) em extensão de joelhos em equipamento isocinético após realizar uma contração isométrica voluntária máxima de extensão de joelhos. O presente estudo também não apresentou diferenças significativas entre a situação pré protocolos e pós protocolos experimentais que tinham como exercício condicionante o de cadeia cinética aberta.

Em relação a atividade eletromiográfica, os resultados do presente estudo mostraram que não houve diferença significativa de ativação muscular dos músculos vasto lateral e reto femoral entre as situações pré e pós protocolos experimentais, assim como no estudo de French, Lamont e Bembem (2007) que analisou a ativação do músculo vasto medial através de eletromiografia, e não se observou diferença significativa para nenhuma condição pré e pós protocolos experimentais.

Apesar de não se observar diferença significativa de ativação muscular entre as situações pré e pós protocolos experimentais, houve uma tendência de diminuição de ativação do músculo vasto lateral para o protocolo P1, protocolo onde se verificou maiores benefícios no desempenho do salto vertical, podendo assim, sugerir-se que a potencialização tornou o movimento de salto vertical mais eficiente, já que além de produzir maior potência, teve maior economia de energia.

Por fim, vale destacar as possíveis limitações do presente estudo, tais como: o controle da ingestão alimentar pré-avaliações e o controle do horário da execução dos diferentes protocolos em diferentes dias.

Para investigações futuras, é importante analisar se o método responde de forma semelhante para diferentes atividades principais (*sprints*, arremessos e chutes) e ainda, se o tempo de intervalo utilizado deve ser o mesmo quando se utiliza diferentes tipos de contrações (dinâmico, isométrico).

6 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados do presente estudo, conclui-se que o exercício de cadeia cinética fechada é o mais indicado para a indução da PPA. Concluimos ainda que, o intervalo de três minutos entre exercício condicionante e atividade principal é o mais eficiente para esse perfil de amostra (indivíduos com boa experiência em TRP).

Portanto, para indivíduos com boa experiência em treinamento resistido com pesos, indicamos aos treinadores a utilizarem o exercício de cadeia cinética fechada (agachamento) em isometria para promover o processo de PPA, com intervalo entre exercício condicionante e atividade principal de três minutos, buscando a melhoria no desempenho em atividades como saltos, sprints, arremessos e chutes.

Em relação a ativação muscular em salto vertical pré e pós protocolos dos músculos vasto lateral e reto femoral, não observou-se diferença estatística entre as situações.

REFERÊNCIAS

- BAKER, D. Acute effect of alternating heavy and light resistances on power output during upper-body complex power training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 17, no. 3, p. 493-497, 2003.
- BOGDANIS, G. C. et al. Effects of muscle action type with equal impulse of conditioning activity on postactivation potentiation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 28, n. 9, p. 2521-2528, set, 2014.
- BATISTA, M. A. B. et al. Potencialização: a influência da contração muscular prévia no desempenho da força rápida. **Revista Brasileira Ciência e Movimento**, Brasília, v. 11, n. 2, p.07-12, jun, 2003.
- BATISTA, M. A. B. et al. Potencialização pós ativação: Possíveis mecanismos fisiológicos e sua aplicação no aquecimento de atletas de modalidades de potência. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v. 21, n. 1, p.161-174, abr, 2010.
- BATISTA, M. A. B. et al. Influence of strength training background on postactivation potentiation response. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 25, n. 9, p.2496-2502, set, 2011.
- BOSCO C. A. Força Muscular. São Paulo: Phorte, 2007.
- CHATZOPOULOS, D. E. et al. Postactivation potentiation effects after heavy resistance exercise on running speed. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 21, n. 4, p. 1278-1281, 2007.
- CHIU, L. Z. et al. Postactivation potentiation response in athletic and recreationally trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 17, no. 4, p. 671-677, 2003.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the Behavioral Sciences**. NY: Routledge Academic, New York, 1988.
- CRAM, J. R.; KASMAN, G.S. **Introduction to Surface electromyography**. Aspen: Gaithersburg, 1998.
- CRUZ, J. C. R.; FREITAS, W. Z.; SILVA, E. **Potencialização pós ativação: Influência das ações musculares concêntricas, excêntricas e combinada no desempenho da potência e da força máxima com 95% de 1RM concêntrico e 1RM excêntrico**. 2013. 17 f. TCC (Graduação) - Curso de Bacharelado em Educação Física, Campus Muzambinho, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Muzambinho, 2013.
- DAL PUPO, J. D; DETANICO, D.; SANTOS, S. G. D. Parâmetros cinéticos determinantes do desempenho nos saltos verticais. **Revista Brasileira de**

Cineantropometria e Desempenho Humano, Florianópolis, v. 14, n. 1, p. 40-51, jan, 2012.

DANTAS, E. H. M. **Flexibilidade**: Alongamento e Flexionamento. 4. Ed. Rio de Janeiro: Shape, p 47-53, 1999.

DANTAS, E.H.M et al., Adequabilidade dos principais modelos de periodização do treinamento esportivo. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v.33, n.2, p.483-494, Jun, 2011.

DAVIES, G. J.; HEIDERSCHEIT, B. C; CLARK, M. **Reabilitação em cadeia cinética aberta e fechada**. São Paulo: Manole, 2006.

DOCHERTY, D; HODGSON, M. J. The Application of Postactivation Potentiation to Elite Sport. **International Journal of Sports Physiology and Performance**, Victoria, v. 2, n.1, p. 439-444, 2007.

DUTHIE, G. M.; YOUNG. W. B; AITKEN, D. A. The acute effects of heavy loads on jump squat performance: an evaluation of the complex and contrast methods of power development. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 16, n. 4, p. 530-538, 2002.

ENOKA, R. M. **Bases Neuromecânicas da Cinesiologia**. São Paulo: Manole, 2000.

ESFORMES, J. I; BAMPOURAS, T.M. Effect of back squat depth on lower-body postactivation potentiation. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v.27, n.11, p. 2997-3000, nov, 2013.

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

FAGAN, V; DELAHUNT, E. Patellofemoral pain syndrome: a review on the associated neuromuscular deficits and current treatment options. **British Journal of Sports Medicine**, v.10, n.42, p.789-795, 2008.

FRENCH, D. N.; KRAEMER, W. J.; COOKE, C. B. Changes in Dynamic Exercise Performance Following a Sequence of Preconditioning Isometric Muscle Actions. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v, 17. n, 4. p, 678–685, 2003.

FUKUTANI, A. et al. Influence of the intensity of squat exercises on the subsequent Jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 28, n. 8, p.2236-2243, ago, 2014.

GOMES, W. A. et al. Efeitos agudos no desempenho do salto vertical após o agachamento com banda elástica de joelho. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 21, n. 4, p.1-4, ago, 2015.

GRANGE, R. W. et al. Potentiation of in vitro concentric work in mouse fast muscle. **Journal of Applied Physiology**, Washington, v. 84, no. 1, p. 236-243, 1998.

GULLICH, A.; SCHMIDTBLEICHER, D. MVC induced short-term potentiation of explosive force. **New Studies in Athletics**, Monaco, v. 11, p. 67-81, 1996.

HAMADA, T. et al. Postactivation potentiation, fiber type, and twitch contraction time in human knee extensor muscles. **Journal of Applied Physiology**, v.88, n.1, p. 2031-2037, 2000.

IDE, B. N. **Adaptações musculares ao treinamento de força com sobrecargas excêntricas**. 2010. 115 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

JENSEN, R. L.; EBBEN, W. P. Kinetic analysis of complex training rest interval effect on vertical jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 17, n. 2, p. 345-349, 2003.

JO, E. et al. Influence of recovery duration after a potentiating stimulus on muscular power in recreationally trained individuals. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 24, n. 2, p.343-347, 2010.

KENDALL, F. P.; et al. **Muscles, Testing and Function with Posture and Pain**. 5a ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 2005.

KOMI, PV. Stretch-shortening cycle: a powerful model to study normal and fatigued muscle. **Journal of Biomechanics**, v. 33, n.10, p. 1197-1206, 2000.

LIEBER, R.L. **Skeletal muscle structure and function**. Baltimore: Williams & Wilkins, 1992.

MARCHETTI, P.H.; DUARTE, M. **Instrumentação em Eletromiografia**. Escola de Educação Física e Esporte, Universidade de São Paulo, São Paulo, P. 01-29, 2006.

MASSUÇA, L. et al. A força e potência muscular no andebol. O salto vertical como meio de avaliação. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 1, n. 1, p.01-20, jan, 2009.

MCGUIGAN, M. R et al. Eccentric utilization ratio: Effect of sport and phase of training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 20, n.1, p.992–995, 2006.

MERLETTI, R. **Standards for Reporting EMG Data**. International Society of Electrophysiology and Kinesiology, 1999.

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

PINNO, C. R.; GONZÁLEZ, F. J. A musculação e o desenvolvimento da potência muscular nos esportes coletivos de invasão: Uma revisão de literatura. **Revista da Educação Física/UEM**, Maringá, v. 16, n. 2, p.203-211, jul, 2005.

RASSIER, D.E. The effects of length on fatigue and twitch potentiation in human skeletal muscle. **Clinic Physiology**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 474-482, 2000.

RASSIER, D. E.; MACINTOSH, B. R. Coexistence of potentiation and fatigue in skeletal muscle. **Brazilian Journal of Medicine and Biological Research**, São Paulo, v.33, n.5, p.499-508, 2000.

ROBERTSON, D.G.E.; CALDWELL, G.E.; HAMILL, J.; KAMEN, G.; WHITTLESEY, S.N. **Research methods in biomechanics**. United States: Human Kinetics, 2004.

RODAKCI, A. L.; FOWLER, N. E.; BENNETT, S. J. Vertical jump coordination: fatigue effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 34, n. 1, p. 105-116, jan, 2002.

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**, Philadelphia, v. 21, n. 2, p. 500-505, 2007.

SANTINI, P. A. et al. Potencialização pós ativação: A influencia de diferentes ações musculares e sobrecarga prévia no desempenho da força máxima. **Fiep Bulletin**, Minas Gerais, v. 85, n. 1, p.1-9, jan, 2015.

SANTOS, S. G. (Org.). **Métodos e Técnicas de Pesquisa Quantitativa Aplicada à Educação Física**. Florianópolis: Tribo da Ilha, 2011.

SCOTT, S. L.; DOCHERTY, D. Acute effects of heavy preloading on vertical and horizontal jump performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v.18, n.2, p.201-205, 2004.

SEITZ, L.B; HAFF, G.G. Factors Modulating Post-Activation Potentiation of Jump, Sprint, Throw, and Upper-Body Ballistic Performances: A Systematic Review with Meta-Analysis. **Sports Medicine**, Switzerland, v. 1, n. 1, p. 1-10, out, 2015.

SMITH, J. C.; FRY, A. C. Effects of a team-second maximum voluntary contraction on regulatory myosin light-chain phosphorylation and dynamics performance measures. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 21, n.1, p. 73-76, 2007.

VERKHOSHANSKY, Y. V.; SIFF, M. C. Some facts on warming up. **Fitness Sports Revista Internacional**, Escondido, v. 28, n.1, p. 64-65, 1993.

WILSON, J. M. et al. Meta-analysis of postactivation potentiation and power: Effects of conditioning activity, volume, genders, rest periods, and training status. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Philadelphia, v. 27, n. 6, p. 854-859, mar, 2013.

WISLOFF, U. et al. Strong correlation of maximal squat strength with sprint performance and vertical jump height in elite soccer players. **British Journal of Sports Medicine**, v. 38, n.3, p. 285-289, 2004.

WYLAND T. P.; VAN DORIN J. D.; REYES G. F. C. Postactivation Potentiation Effects From Accommodating Resistance Combined With Heavy Back Squats On Short Sprint Performance. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v.29, n.11, p. 3115-3123, nov, 2015.