

Roberto Elízio Cardoso Chaves

**ANÁLISE DO SALTO EM PROFUNDIDADE A PARTIR DE DIFERENTES
ALTURAS DE QUEDA COM E SEM BLOQUEIO VISUAL**

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
2016

Roberto Elízio Cardoso Chaves

**ANÁLISE DO SALTO EM PROFUNDIDADE A PARTIR DE DIFERENTES
ALTURAS DE QUEDA COM E SEM BLOQUEIO VISUAL**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação da
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia
Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais,
como requisito parcial à obtenção do título de bacharel.
Área de concentração: Treinamento esportivo

Orientador: Prof. Dr. Bruno Pena Couto

Coorientador: Prof. Ms. Mariana Paulino Oliveira

Belo Horizonte
Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional
2016

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aos meus pais, Ana e José, por fazerem o possível e o impossível por mim, sem exceções. Por serem minhas referências de vida.

Aos meus irmãos, Bruno e Débora, por toda uma vida juntos. Especialmente minha irmã, pelos três tesouros da minha vida: Marina, Bernardo e Fernando.

Aos meus amigos de infância, que estão sempre ao meu lado independentemente da situação ou do motivo. Não preciso citar nomes, eles sabem quem são.

Ao meu amor, Bruna, por tudo.

Aos amigos do Matracas Pernetas FC, por esses 4+ anos de história, ~~mais~~ que un club+.

Aos amigos e irmãos de farda do CBMMG, pela confiança e oportunidade proporcionada durante a execução deste trabalho.

Ao amigo de TCC e agora para toda vida, Gabriel Chedid, pelo companheirismo, aprendizado, dificuldades e risadas.

A minha coorientadora, amiga de turma e amiga religiosa, Mariana, pelos momentos desde o 1º período. Ao professor Bruno Pena pela oportunidade e conhecimento transmitido. Ao professor André pela disposição, ao doutorando Ytalo e ao mestre Edgardo pela ajuda.

A todos os meus professores, pelos aprendizado constante e contribuições na minha formação acadêmica, pessoal e como um cidadão crítico e reflexivo.

Aos funcionários da EFFTTO e voluntários do presente trabalho.

Por fim, ao Shiryu, pela gigantesca contribuição do que sou hoje, na construção do principal pilar que rege o meu caráter.

RESUMO

A pliometria é um meio de treinamento muito utilizado nos programas de treinamento esportivo que visam desenvolver força e potência muscular. Um dos mecanismos presentes nos exercícios pliométricos é a pré-ativação, responsável pelo aumento da rigidez muscular e aumento agudo na produção de força. O principal objetivo desse estudo foi comparar os efeitos e discutir os efeitos do bloqueio visual na pré-ativação muscular durante a execução do salto em profundidade (SP). Participaram desse estudo 18 voluntários do sexo masculino, idade: $26,7 \pm 3$, estudantes universitários, que foram submetidos a uma sessão de intervenção composta pela execução de saltos em profundidade, em três diferentes alturas de queda (20cm, 30cm e 60cm) e, em duas diferentes condições experimentais, com bloqueio visual (BV) e sem o bloqueio (SBV). Para cada altura nas diferentes condições, foi realizado duas tentativas de SP, sendo a primeira considerada desconhecida, e a segunda considerada conhecida, totalizando 12 saltos. O Pico de Força 1 (PF1), Pico de Força 2 (PF2), EMG dos músculos vasto lateral (EMGv) e gastrocnêmio medial (EMGg) e altura do salto foram registrados durante os saltos. A condição SBV foi significativamente menor comparado a condição BV em relação ao PF1, e significativamente maior em relação ao PF2. EMGv foi significativamente maior na condição BV e EMGg foi significativamente maior na condição SBV. A altura do salto também foi significativamente maior para SBV. Os resultados sugerem que mecanismos proprioceptivos, como a visão, podem influenciar na pré-ativação muscular durante a execução de saltos em profundidade.

Palavras-chave: Pré-ativação. Propriocepção. Salto em profundidade.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 . Estrutura para normalização dos dados.....	12
FIGURA 2 . Voluntário sob a plataforma.....	13
FIGURA 3 . Biomonitor.....	14
FIGURA 4. Tapete de contato acoplado a plataforma de força.....	15
FIGURA 5 - Exemplo de curva Força x Tempo indicando as variáveis.....	16
GRÁFICO 1 . Gráfico do Pico de Força 1.....	19
GRÁFICO 2 . Gráfico do Pico de Força 2.....	19
GRÁFICO 3 . Gráfico da atividade EMGv.....	20
GRÁFICO 4 . Gráfico da atividade EMGg.....	20
GRÁFICO 5 . Gráfico da altura do salto.....	21

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 . Resultados obtidos na condição SBV para as diferentes variáveis analisadas.....	17
TABELA 2 . Resultados obtidos na condição BV para as diferentes variáveis analisadas.....	18

SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO.....	08
2- MATERIAIS E MÉTODOS.....	10
2.1 Cuidado éticos.....	10
2.2 Amostra.....	11
2.3 Delineamento experimental.....	11
2.4 Equipamentos.....	14
2.5 Análise estatística	16
3- RESULTADOS.....	16
4- DISCUSSÃO E CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	24
ANEXOS.....	27

1 INTRODUÇÃO

O sucesso esportivo da maioria das modalidades depende, especialmente, da capacidade de os atletas desenvolverem força explosiva por meio de movimentos que expressem o ciclo de alongamento . encurtamento (CAE). Por isso, muitos estudos (MRDAKOVIC *et al.*, 2008; SANTELLO *et al.*, 2001; MATAVULJ *et al.*, 2001) já investigaram meios mais eficientes de treinamento da força muscular, inclusive, a partir do treinamento pliométrico. Apesar do grande número de investigações a respeito desse tema, ainda existe a necessidade de buscar um entendimento mais aprofundado sobre possíveis mecanismos potencializadores presentes nos programas de treinamento esportivo.

Como já apresentado, o treinamento pliométrico é um meio de treinamento bastante utilizado para melhorar a força explosiva, componente da força rápida (MATAVULJ *et al.*, 2001), potência anaeróbica de membros inferiores (LUEBBERS *et al.*, 2003; MARKOVIC, 2007), assim como, o desempenho em saltos verticais (MARKOVIC, 2007) e outras tarefas que utilizem do ciclo de alongamento-encurtamento (CAE) (DE VILLAREAL *et al.*; 2009; KOMI, 2000). A pliometria baseia-se na utilização de saltos em profundidade (SP) ou exercícios semelhantes, envolvendo uma pré-ativação e, em seguida, o CAE (MOURA *et al.*, 1998; KOMI, 2000, MALISOUX *et al.*, 2006).

Os saltos verticais são um dos movimentos mais realizados na preparação física das modalidades esportivas e, quando realizados sobre a plataforma de força, também podem ser usados para avaliação física, por meio do registro de variáveis dinâmicas como a força máxima, taxa de produção de força, impulso e potência de membros inferiores. Entre as diferentes técnicas de salto verticais existentes, as três técnicas mais comumente utilizadas tanto na prática do treinamento esportivo como nas pesquisas científicas são: salto agachado, salto com contra-movimento (SCM) e o SP.

Na pliometria, dois reflexos estão presentes nos exercícios que constituem este meio de treinamento, a pré-ativação e o reflexo de estiramento. Esse último é ativado por alterações no comprimento das fibras musculares detectadas pelo fuso muscular (BRAY *et al.*, 2003). O fuso muscular é um mecanorreceptor posicionado em paralelo as fibras musculares que detecta alterações no comprimento das fibras musculares e que é sensível a velocidade dessas alterações. Dessa forma, os alongamentos musculares gerados pelos exercícios pliométricos ativam os fusos musculares e desencadeia o reflexo miotático. (KOMI, 1995; FOSS & KETEVIAN, 2000; POWERS & HOWLEY, 2014). Já a pré-ativação, trata-se de um dos mecanismos responsáveis pelo aumento da rigidez muscular em pequenas amplitudes que auxilia na diminuição do alongamento inicial da unidade músculo-tendínea no exato momento do impacto do corpo com o solo (FLITNEY & HRIST, 1978; FORD *et al.*, 1981) e, simultaneamente, uma grande ativação neural reflexa permite um aumento agudo na produção de força do músculo alvo (NICHOLS, HOUKS 1976). Esse aumento agudo permite que a maior parte da energia seja armazenada no tecido passivo dos músculos (GOLLHOFER *et al.*, 1984), possibilitando uma fase de propulsão mais potente e a ativação neural dos músculos durante a ação concêntrica diminuída (HAKKINEN *et al.*, 1985).

Os reflexos de pré-ativação e o reflexo miotático, estão relacionados a mecanismos de proteção vinculados ao sistema nervoso central (SNC) que antecipa a posição espacial e organiza a transmissão à níveis espinhais e, possivelmente, supra espinhais (GREENWOOD & HOPKINS, 1975). Corroborando com Greenwood & Hopkins (1975), em um estudo anterior, Melvill Jones e Watt (1971) verificaram a hipótese de uma pré-programação no córtex central que regularia o controle muscular antes do contato com o solo. Nesse estudo, voluntários desempenharam uma queda de um equipamento eletromagnético em momentos inesperados. Esses autores encontraram um aumento da resposta eletromiografica (EMG) dos músculos gastrocnêmios cerca de 74ms após o desprendimento, independente da altura da queda,

sugerindo, dessa forma, que essas respostas podem ser geradas a partir do aparelho otolítico pela alteração da aceleração no início da queda.

A propriocepção, principalmente a visão, parece influenciar nas respostas da pré-ativação. A ativação do SNC é muitas vezes resultado da transmissão de informações sensoriais realizada por estruturas especializadas, assim, o SNC usa informações de uma grande variedade de receptores sensórios para garantir a geração de padrões corretos de atividade muscular, isto é, ajustes motores para adequar a cada diferente situação posicional do corpo e tornar os movimentos corporais eficientes (LENT, 2010).

A partir disso, é hipotetizado que privar o indivíduo da visão durante o SP, com diferentes alturas de queda e o desconhecimento dessa altura, possa acarretar alterações na resposta de pré-ativação e na produção de força nos músculos dos membros inferiores. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi comparar os resultados e discutir os efeitos do bloqueio visual na pré-ativação muscular durante a execução de SP.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Cuidados éticos

O projeto desse trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (COEP/UFMG), sob parecer número 49546715.4.0000.5149 (anexo 1). Cada voluntário recebeu todas as informações sobre o experimento antes da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, sendo que cada um foi informado que poderia abandonar a pesquisa a qualquer momento, sem constrangimentos. Foram tomadas todas as precauções no intuito de preservar a privacidade dos voluntários. Todas as informações individuais obtidas durante o estudo foram mantidas em sigilo entre a equipe de pesquisadores e o voluntário.

2.2 Amostra

A amostra foi composta por 18 voluntários do sexo masculino (idade: $26,7 \pm 3$ anos, massa corporal: $75,13 \pm 9,13$ Kg e estatura: $1,74 \pm 7,23$ m.), estudantes universitários, que atenderam aos seguintes critérios de inclusão:

- I. Ser do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos.
- II. Não apresentar ocorrência ou antecedentes de lesões articulares de membros inferiores/superiores.
- III. Não fazer uso regular de medicamentos.

A amostra era composta por voluntários treinados em força e também não treinados em força, sendo estes de igual proporção. Inicialmente a amostra era composta por 18 voluntários. No decorrer da pesquisa, 1 voluntário abandonou o estudo.

2.3 Delineamento Experimental

O presente estudo foi constituído de uma única sessão, dividida em três momentos:

- 1) Coleta dos sinais EMG para normalização;
- 2) Coleta dos SP com bloqueio visual (BV)
- 3) Coleta dos SP sem bloqueio visual (SBV)

Para a normalização da atividade EMG registrada durante os SP foi realizada uma coleta prévia da atividade EMG durante uma contração voluntária máxima (CVM) com duração de 6 segundos, do músculo gastrocnêmio medial, por meio de uma flexão plantar padronizada a uma angulação de 140° , e do músculo vasto lateral, por meio de um agachamento com uma flexão de joelhos a 90° (ZATSIORSKY, 2000; SALLES *et al.*, 2011). Os ângulos foram medidos e controlados por meio de um goniômetro manual e o tempo de recuperação respeitado entre as CVM foi de 3 minutos. Houve motivação extrínseca por parte dos pesquisadores durante ambas as contrações. As medições para normalização foram executadas em um suporte de agachamento de ferro fixa ao solo com uma barra de agachamento de ferro posicionada horizontalmente nos ombros do indivíduo. Quatro parafusos de ferro davam suporte para a barra e garantiam a não ocorrência de movimento articular. A figura 1 ilustra um voluntário se posicionando para a normalização.

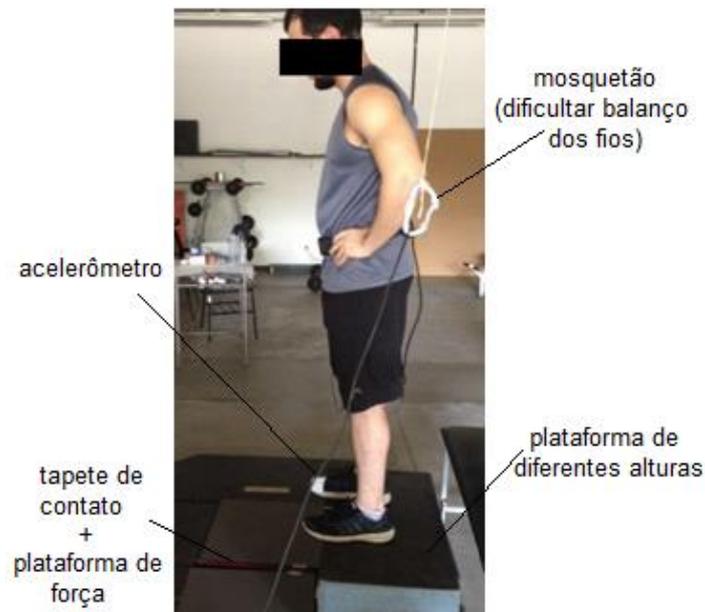
Figura 1. Estrutura para normalização dos dados



Após um intervalo de recuperação de três minutos, foi realizado o SP em duas diferentes condições: a) BV e b) SBV, em três diferentes alturas de queda (20cm, 30cm e 60cm). Foram realizadas duas tentativas de salto para cada uma das diferentes condições nas diferentes alturas de queda, a primeira desconhecendo a altura, e a segunda tentativa foi considerada como %altura conhecida+, totalizando 12 saltos. O intervalo de recuperação adotado entre os SP foi de pelo menos 30 segundos entre as repetições (SZMUCHROWSKI, 2012; OLIVEIRA, 2015). As alturas foram aleatorizadas para cada voluntário. Para cada salto com os olhos vendados, os voluntários eram carregados até a plataforma de onde realizavam a queda, a fim de garantir que a altura de queda fosse desconhecida. Além disso, os voluntários eram elevados a alturas maiores do que a da plataforma de queda, em uma tentativa de perturbar a orientação espacial e diminuir as %vistas+referentes à próxima altura que iriam saltar. Pesquisadores foram posicionados ao lado da plataforma para prevenir quedas decorrentes de possíveis desequilíbrios. Para os saltos realizados sem o bloqueio visual os voluntários não foram carregados. (FIGURA 2). Os voluntários foram instruídos a utilizar tênis, deixar as pontas dos pés fora da

plataforma de queda e manter as mãos na crista ilíaca, a fim de evitar influência dos membros superiores na execução dos saltos. Todos os saltos foram iniciados no momento em que o voluntário se sentisse seguro após o comando de voz padronizado de "salto máximo".

FIGURA 2. Voluntário sobre a bloco de altura 30cm em frente a plataforma de força



2.4 Equipamentos

Medida da atividade EMG

Para o registro dos sinais eletromiográficos dos músculos vasto lateral (EMG_v) e gastrocnêmio medial (EMG_g) foram utilizados eletrodos de superfície da marca 3M (3M, Brasil). Os eletrodos superficiais passivos de Ag/AgCL foram fixados segundo normas do projeto SENIAM (Hermens, 2000) associados a um gel condutor, promovendo uma transição estável com pouco ruído, tornando-se estável em função do tempo, na maior porção muscular encontrada dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio medial após uma contração voluntária, ambos no membro dominante. Todos os equipamentos foram conectados a um biomonitor da marca MEGA (Mega Electronics Ltda, Finlândia, modelo ME6000) (Figura 4) preso na cintura do voluntário. O biomonitor foi responsável por amplificar, realizar a conversão analógica . digital e transmitir o sinal para um computador portátil, com taxa de

amostragem de 1.000Hz. Os dados de EMG foram registrados por meio do software MegaWin versão 3.0 (Mega Electronics Ltda, Finlândia) e analisados por meio do software DASyLab 2016 versão 14.0 Professional Net (Geitmann Messtechnik GmbH & Co. KG). Para análise dos dados de EMG foi calculado o RMS normalizado do sinal eletromiográfico dos músculos vasto lateral e gastrocnêmio medial na coleta da CVM. Os dados da atividade EMG foram normalizados a partir do valor absoluto obtido na CVM. A pré-ativação foi analisada nos últimos 100ms que precederam o contato dos pés com o solo.

FIGURA 3 . Biomonitor. Fonte: Mega Electronics Ltda, Finlândia.



Medida de força e tapete

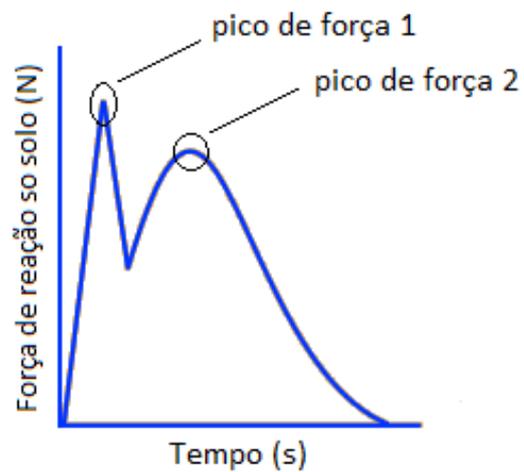
Os voluntários realizaram todos os saltos sobre dois tapetes de contato *Jumptest* (*HidrofitLtda*; Belo Horizonte, Brasil), com precisão de 0.1cm, conectado ao software *Multisprint* (*HidrofitLtda*; Belo Horizonte, Brasil) acoplados a uma plataforma dupla de força, modelo PLA3. 1D-7KN/JBA Zb (*Staniak*®; Warsaw, Poland), com precisão de 1 N (Figura 4) e conectado ao software MAXX (versão 3.4 . Zb.*Staniak*®; Warsaw, Poland). Os tapetes de contato foram utilizados para informação instantânea do desempenho do salto em cada repetição. Esta informação foi fornecida aos voluntários durante a atividade. A figura 5 demonstra o Pico de Força 1 (PF1) e o Pico de Força 2 (PF2) verificado nesse estudo durante a execução do salto em profundidade.

Figura 4. Tapete de contato acoplado a plataforma de força.



Fonte: Próprio autor.

Figura 5 . Gráfico representativo da força de reação do solo (N) pelo tempo (s) identificando as variáveis Pico de Força 1 e o Pico de Força 2 analisadas nesse estudo.



FONTE: Adaptado CBAAt

2.5 Análise estatística

Foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade dos dados e o teste de Levene para a homogeneidade. Foi utilizado ANOVA *two-way* (altura do bloco de queda vs. Condição experimental) com medidas repetidas (saltos 1 e 2) uma vez que foi comparado diferentes condições experimentais com diferentes medidas ao longo do tempo. O *post hoc* foi utilizado para identificar quais variáveis apresentariam diferenças significativas. Todos os dados foram analisados utilizando o software SPSS 22.0. Foi adotado nível de significância de $p < 0,05$.

3 RESULTADOS

4

As médias e os desvios padrão das variáveis analisadas no estudo em relação a condição SBV são mostrados na tabela 1.

TABELA 1. Média e desvio padrão dos resultados obtidos na condição SBV para as diferentes variáveis analisadas

Altura	Pico de Força 1 (N)	Pico de Força 2 (N)	EMGv (mv)	EMGg (mv)	Desempenho (cm)	
20cm	1	2711,46± 1026,66*	3437,99 ±1345,10	39,61 ±28,21	196,64 ± 71,11	17,95 ±7,8
	2	3161,51 ± 1030,09	3150,00 ±581,20	56,86 ± 32,09	192 ±71	21,09 ±6,1
30cm	1	3225,95 ±1487,31	3265,13 ±768,77	78,38±53,04*	205,82 ±61,63	18,99 ± 6,3
	2	3113,23 ±1116,03	3280,29 ±732,53	85,24±61,12*	192,53 ±66,41	20,04 ± 5,5
60cm	1	5503,68±1448,79*	3606,45 ±913,41	107,44± 43,17*	259,68±99,6*	21,70 ± 4,8
	2	4689,74 ±1424,45	3652,52 ±1022,86	110,75±51,26*	262,92±79,84*	22,11 ± 5,7

Legenda: 1 = primeiro salto (altura desconhecida), 2 = segundo salto (altura conhecida). Pico de Força 1 e Pico de Força 2 em Newtons, EMGv e EMGg em Microvolts e Desempenho (altura do salto) em centímetros.

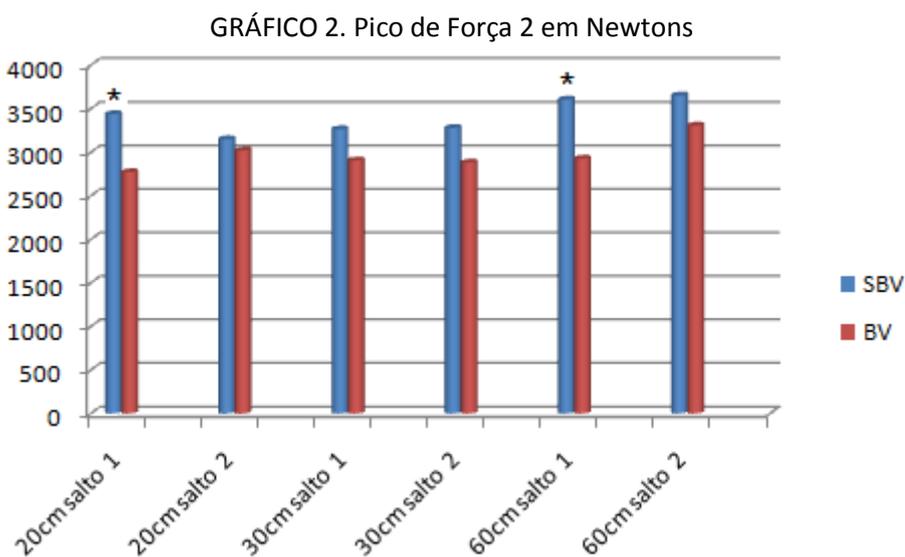
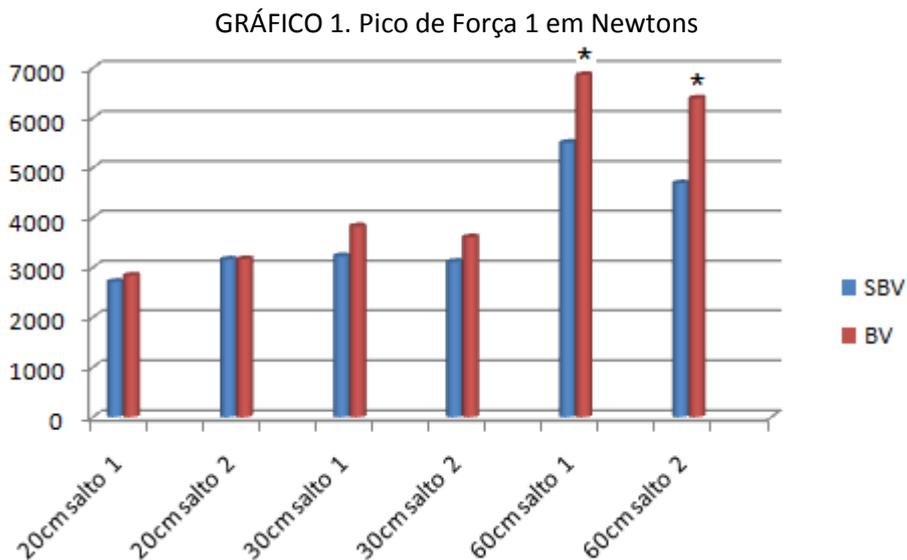
As médias e os desvios padrão das variáveis analisadas no estudo em relação à condição BV estão descritos na tabela 2.

TABELA 2. Média e desvio padrão dos resultados obtidos na condição BV para as diferentes variáveis analisadas

Altura	Pico de Força 1 (N)	Pico de Força 2 (N)	EMGv (mv)	EMGg (mv)	Desempenho (cm)	
20cm	1	2839,43 ± 1071,65	2772,04 ± 835,79	85,96 ± 72,79	155,2 ± 94,91	14,7 ± 7,8
	2	3166,58 ± 908,76	3019,47 ± 646,09	83,29 ± 58,32	161,13 ± 58,87	18,38 ± 6,0
30cm	1	3826,87 ± 861,57	2906,94 ± 904,53	91,08 ± 61,54	190,58 ± 91,46	16,76 ± 6,5
	2	3605,35 ± 967,81	2882,90 ± 525,96	100,13 ± 90,07	201,41 ± 73,86	19,21 ± 5,3
60cm	1	6863,42 ± 2331,2*	2926,93 ± 984,14	146,24 ± 69,88*	197,25 ± 80,5*	18,11 ± 7,0
	2	6393,45 ± 1895,7*	3307,46 ± 1126,53*	143,72 ± 73,06*	213,11 ± 77,6*	22,44 ± 6,1

Legenda: 1 = primeiro salto (altura desconhecida), 2 = segundo salto (altura conhecida). Pico de Força 1 e Pico de Força 2 em newtons, EMGv e EMGg em microvolts e Desempenho (altura do salto) em centímetros.

A comparação dos resultados para as variáveis analisadas em relação as diferentes condições experimentais serão mostradas em gráficos a seguir. O asterisco em cada gráfico indica onde houve diferença significativa quando comparado a condição SBV x BV ($p=0,05$). O gráfico 1 abaixo, referente ao PF1, apresentou diferença significativamente menor na condição experimental SBV em relação a BV, tanto no primeiro quanto no segundo salto da altura 60cm. Já o gráfico 2, referente ao PF2, mostra diferença significativamente maior entre as condições SBV em relação a BV para o primeiro salto da altura 20cm e 60cm.



O gráfico 3 relaciona a EMGv, e foi verificado diferença significativa menor na condição SBV em relação a BV na execução dos saltos em profundidade sob blocos de queda de 20cm e 60cm, tanto para o primeiro salto, considerado como altura desconhecida, assim como o segundo salto, considerado como altura já conhecida. A atividade EMGg mostrou diferença significativa maior na condição SBV em relação a BV no primeiro e segundo salto sob bloco de queda de 60cm e 30cm, como apresentado no gráfico 4.

GRÁFICO 3. Atividade EMG do músculo vasto lateral em mv

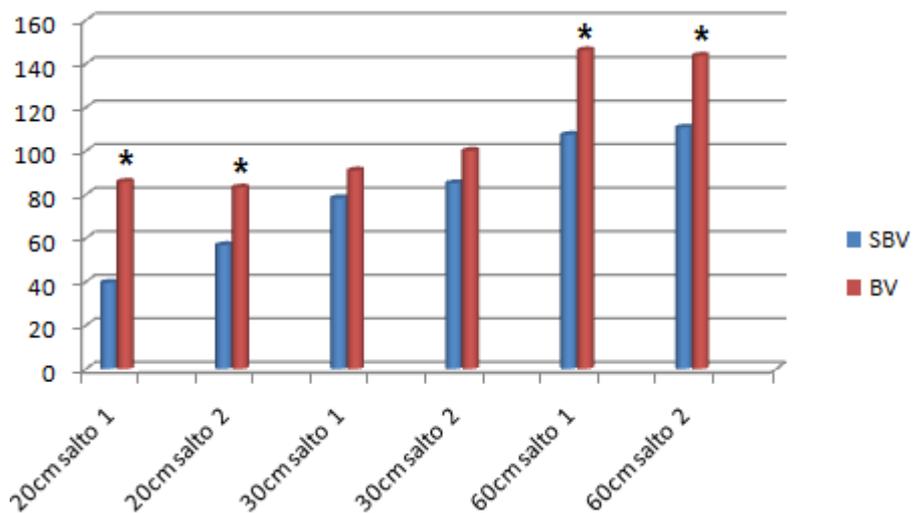
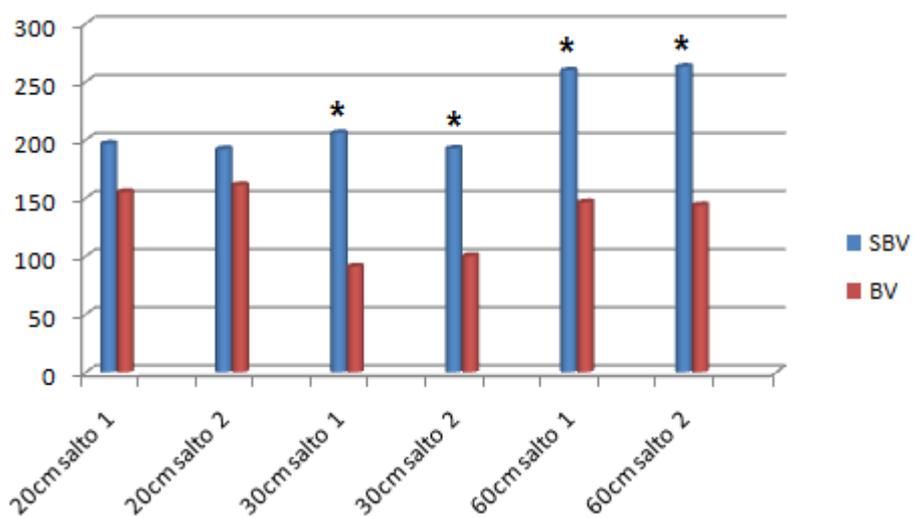
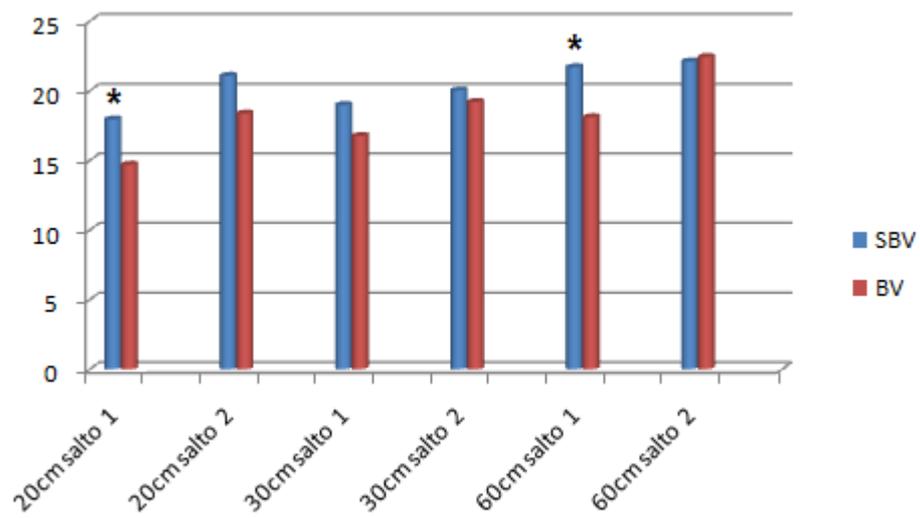


GRÁFICO 4. Atividade EMG do músculo gastrocnêmio medial em mv



O gráfico 5 relaciona o desempenho, e foi verificada uma maior diferença significativa na condição SBV em relação a BV na execução de SP sob bloco de queda de 20cm e 60cm, ambos para alturas desconhecidas.

GRÁFICO 5. Medida de desempenho através da altura do salto (cm)



5 DISCUSSÃO

O principal objetivo desse estudo foi verificar a resposta da pré-ativação em diferentes condições experimentais (BV altura desconhecida, BV altura conhecida, SBV altura desconhecida, SBV altura conhecida) através da execução de SP em diferentes alturas de queda (20cm, 30cm, 60cm) das variáveis analisadas. Partindo do princípio que, uma maior pré-ativação muscular antes do contato dos pés com o solo, poderá acarretar em uma maior rigidez dos componentes contráteis da musculatura envolvida no salto, permitindo uma melhor utilização da energia elástica das estruturas da unidade músculo-tendínea juntamente com as propriedades contráteis da musculatura (DIETZ *et al.*, 1981; HORITA *et al.*, 2002; Citado por MRDAKOVIC, 2008), favorecendo uma adequada desaceleração durante a queda, agindo como mecanismo de proteção de lesões (NEPTUNE *et al.*, 1999; MRDAKOVIC, 2008), poderá corresponder com um menor PF1. Para essa variável, os resultados encontrados apresentaram diferença significativa entre a condição SBV altura 60cm conhecida para a condição BV 60cm, tanto altura conhecida ($p=0,021$) quanto para a desconhecida ($p=0,007$), onde os saltos sem o bloqueio visual apresentaram menor PF1, e o contrário ocorreu para o PF2, onde os saltos executados sem bloqueio visual apresentaram maiores valores em todas as interações, mas com diferenças significativas somente para a altura conhecida 20cm e 60cm, já sendo possível associar a importância de mecanismos proprioceptivos durante o SP.

A ausência da informação visual e da altura de queda poderia ocasionar atrasos na transmissão das informações neurais, por exemplo na coordenação intramuscular, diminuindo a força que o indivíduo seria capaz de produzir para saltar, uma vez que poderia tornar-se incapaz de desenvolver tensão muscular no momento do contato com o solo, assim como subseqüentes rotações das articulações envolvidas no SP. (SANTELLO *et al.*, 2001).

No presente estudo não foi encontrado diferença significativa no primeiro salto realizado BV em altura desconhecida quando comparado com o segundo salto, dessa vez já conhecendo a altura, corroborando em partes com os achados do estudo de Santello *et al.* (2001), que submeteu seus voluntários a realizar 10 tentativas de SP em diferentes alturas de queda com bloqueio

visual, mas nem todos mostraram diferenças significativas para o Pico de Força do primeiro salto comparado aos demais. Nesse mesmo estudo, o autor afirma que o Pico de Força é a variável mais importante que não pode ser prevista antes do primeiro salto, pois não é possível inferir com precisão o momento do impacto, mas que a partir desse primeiro salto as informações proprioceptivas e vestibulares adquiridas na primeira tentativa podem ser aproveitadas para o controle postural. Entretanto, como dito anteriormente, essa sugestão não ficou evidente nos resultados encontrados do presente estudo.

A análise dos resultados da atividade EMG evidenciou uma inversão do músculo predominante envolvido na pré-ativação verificada através de SP para essa amostra. A atividade EMGv verificou uma diferença significativamente menor na condição SBV comparado a condição BV, ao passo que a atividade EMGg foi significativamente maior para essas mesmas condições. No estudo de Mrdakovic *et al.* (2008), os autores verificaram a atividade EMG nos músculos gastrocnêmio medial e vasto lateral, e também encontraram uma inversão na modulação da EMG desses músculos, contudo, alterando a altura do bloco de queda. O aumento do bloco de queda aumentava a pré-ativação do músculo vasto lateral e diminuía a pré-ativação do músculo gastrocnêmio medial. Esses achados destacam que diferentes alterações podem ser feitas para alterar as respostas de pré-ativação muscular durante a execução de SP. No presente estudo, os saltos realizados sobre plataforma de queda 20cm e 60cm para a altura conhecida e desconhecida apresentaram uma diferença significativamente menor em relação a atividade EMGv executados na condição SBV e uma diferença significativa maior na condição BV sobre plataforma de 30cm e 60cm, também nas alturas conhecida e desconhecida.

Esses achados permitem, nesse primeiro momento, sugerir que alterações na propriocepção durante um salto em profundidade, principalmente a visão, pode realmente influenciar na pré-ativação. Essa hipótese está embasada também na importância da informação visual na manutenção do equilíbrio postural, uma vez que a visão consegue, de forma eficaz, atuar na manutenção do equilíbrio postural de um indivíduo sem o sistema vestibular e com grande parte das informações proprioceptivas do corpo ausentes, mas se esse mesmo indivíduo está com seus olhos fechados ou se move rapidamente, perde o equilíbrio de maneira imediata (GUYTON, 1993).

Conclui-se que alterações na resposta de pré-ativação parece realmente sofrer influência de mecanismos sensoriais, especificamente a visão. É importante frisar a influência da amostra nos achados desse estudo como limitação do estudo, uma vez que metade dos voluntários não eram treinados em força, e os outros nove indivíduos que eram treinados em força nunca haviam recebido treinamento específico em pliometria ou realizado saltos em profundidade rotineiramente nos treinos. Nesse sentido, existe uma necessidade de estudos futuros com indivíduos já familiarizados ao treinamento pliométrico, mais especificamente através de saltos em profundidade para confirmar os achados do presente estudo.

REFERÊNCIAS

1. BOBBERT, M. F., K.G.M. GERRISTEN, M. C.A. LITJENS, A.J. VAN SOEST. Why is countermovement jump height greater than squat jump height? *Med. Sci. Sports Exerc.*, v. 28, n. 11, p.1402-1412, 1996.
2. DIETZ, V., NOTH, J. SCHMIDTBLEICHER, D. Interaction between pre-activity and stretch reflex in human triceps brachii during landing from forward falls. *Journal of Physiology*, v. 311, p.113-125,1981.
3. DE VILLAREAL, E. S., RAQUENA, B., NEWTON, R. U. Does plyometric training improve strength performance? A meta-analysis. *Journal of Science and Medicine in Sport.*, v.13, p.513. 522, 2009.
4. FORD, L.E., HUXLEY, A.F., SIMMONS, R.M. The relation between stiffness and filament overlap in stimulated frog muscle fibres *Journal of Physiology*, v.311, p.219-249, 1981.
5. GREENWOOD, R., HOPKINS, A. Muscle responses during sudden falls in man. *Journal of Physiology*, v.254, p.507-518, 1976.
6. GUYTON, A.C. *Neurociência básica anatomia e fisiologia*. 2.ed., cap, 17 p. 199, 1993.
7. HAKKINEN K., KOMI, P.V., ALEN, M. Effect of explosive type strength training on isometric force and relaxation time, eletromyographic and muscle fibre characteristics of leg extensor muscles. *Acta Physiol Scand*, v.125, p.587-600, 1985.
8. HORITA, T., KOMI, P.V., NICOL C., KYROLAINEN H. Stretch-shortening cycle fatigue: interactions among joint stiffness, reflex, and muscle mechanical performance in the drop jump. *Eur J Appl Physiol.*, v.73, p. 393-403, 1996.
9. HORITA, T., KOMI, P.V., NICOL C., KYROLAINEN H. Effect of exhausting stretch-shortening cycle exerciseon the time course of mechanical behaviour in the drop jump: possible role of muscle damage. *Eur J Appl Physiol.*, v.79, p.160-167,1999.
- 10.HORITA, T., KOMI, P.V., NICOL C., KYROLAINEN H.Interaction between pre-landing activities and stiffness regulation of the knee joint musculoskeletal system in the drop jump: implications to performance. *Eur J Appl Physiol.*, v.88, p.76-84, 2002.
- 11.IMPELLIZZERI, F. M., RAMPININI, E., MAFFIULETTI, N., MARCORA, S.M., A Vertical Jump Force Test for Assessing Bilateral Strength Asymmetry in Athletes. *Med. Sci. Sports Exerc*, v. 39, n. 11, p.2044. 2050, 2007.

12. LENT, R. *Cem bilhões de neurônios?* Conceitos fundamentais de neurociência, 2. ed., p.246, 2010.
13. LIEBERMANN, D. G., HOFFMAN, J. R., Timing of preparatory landing responses as a function of availability of optic flow information. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, v.15, p.120-130, 2004.
14. LUEBBERS, P. E., HULVER, M. W., THYFAULT, J. R., CARPER, M. J., LOCKWOOD, R. H., POTTEIGER, J. A. Effects of plyometric training and recovery on vertical jump performance and anaerobic power. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, v.35, p.273, 2003.
15. MARKOVIC, G., DIZDAR, D., JUKIC, I., CARDINALE, M. Reliability and factorial validity of squat and countermovement jump tests. *Journal of Strength & Conditioning Research*, v.18, n. 3, p.551-555, 2004.
16. MATAVULJ, D.; KUKOLJ, M.; UGARKOVIC, D.; TIHANYU, J.; JARIC, S. Effects of plyometric training on jumping performance in Junior basketball players. *The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, v.41, n.2, 2001.
17. JONES, M., WATT, D.G.D. Muscular control of landing from unexpected falls in man. *Journal of Physiology*, v.219, p.729-737, 1971.
18. MRDAKOVIC V., ILLIC D. B., JANKOVIC N., RAJKOVIC Z., SEFANOVIC D. Pre-activity modulation of lower extremity muscles within different types and Heights of deep jump. *Journal of Sports Science and Medicine* v.7, p. 269-278, 2008.
19. NEPTUNE, R. R., WRIGHT, I. C., VAN DEN BOGERT, A. J. Muscle coordination and function during cutting movements. *Medicine and Science in sports e exercise*. p.294-302, 1999.
20. SACCO, I de C. N., TAKAHASHI, H, Y., VASCONCELLOS, A. A., SUDA, E.Y., BACARIN, T de A., PEREIRA, C. S., BATTISTELLA, L .R., KAVAMOTO, C., LOPES, J.A.F., VASCONCELOS, J. C. P. Influência de implementos para o tornozelo nas respostas biomecânicas do salto e aterrissagem no basquete. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte.*, , v.10, n. 6, p. 447-452, 2004.
21. SANTELLO, M., MCDONAGH, M. J. N., CHALLIS, J. H. Visual and non-visual control of landing movements in humans. *Journal of Physiology*, v.537, n.1, p.313-327, 2001.
22. SANTELLO, M., MCDONAGH, M. J. N. The control of timing and amplitude of EMG activity in landing movements in humans. *Experimental Physiology*, v.83, p.857-874, 1998.

23. SANTTELO M., Review of motor control mechanisms underlying impact absorption from falls. *Gait and Posture*, v.21, p.85-94, 2005.

ANEXO 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

**COMPROVANTE DE ENVIO DO PROJETO****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: UTILIZAÇÃO DO DESEMPENHO EM SALTOS VERTICAIS NO
MONITORAMENTO DAS RESPOSTAS AGUDAS AO TREINAMENTO
PLIOMÉTRICO

Pesquisador: Bruno Pena Couto

Versão: 2

CAAE: 49546715.4.0000.5149

Instituição Proponente: Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional

DADOS DO COMPROVANTE

Número do Comprovante: 097388/2015

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

Informamos que o projeto UTILIZAÇÃO DO DESEMPENHO EM SALTOS VERTICAIS NO MONITORAMENTO DAS RESPOSTAS AGUDAS AO TREINAMENTO PLIOMÉTRICO que tem como pesquisador responsável Bruno Pena Couto, foi recebido para análise ética no CEP Universidade Federal de Minas Gerais em 25/09/2015 às 13:19.