

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA**

Tainá Bubols Fassbinder

**EFEITOS AGUDOS DA EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
SALTOS VERTICAIS EM HOMENS JOVENS ADULTOS**

**Porto Alegre
2011**

Tainá Bubols Fassbinder

**EFEITOS AGUDOS DA EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
SALTOS VERTICAIS EM HOMENS JOVENS ADULTOS**

Monografia apresentada a Escola de
Educação Física da UFRGS como pré-
requisito para a conclusão do curso de
Licenciatura em Educação Física.
Orientador: Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto
Co-orientador: Prof.^a Fernanda Seganfredo
Weber

**Porto Alegre
2011**

Tainá Bubols Fassbinder

**EFEITOS AGUDOS DA EXPOSIÇÃO À VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO SOBRE
SALTOS VERTICAIS EM HOMENS JOVENS ADULTOS**

Conceito final:

Aprovado em de de

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. - UFRGS

Orientador – Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto - UFRGS

RESUMO

A vibração de corpo inteiro é o método mais utilizado com relação a outros métodos que produzem estímulos vibratórios. Essa vibração é gerada por um equipamento conhecido como plataforma vibratória que já vem sendo comercializado há alguns anos e utilizado em academias de musculação, estéticas e centros de reabilitação. Estudos envolvendo treinamento em plataformas vibratórias são muito recentes, desta forma ainda não existem resultados concretos devido a resultados contraditórios. Encontra-se uma grande variedade de protocolos (de treino e avaliação), utilizando diferentes frequências, amplitudes, tempo de exposição, exercícios e posições, além de diferentes padrões adotados em relação ao posicionamento dos pés e o uso ou não de tênis na plataforma. Ainda com relação às pesquisas utilizando plataformas vibratórias, na maioria delas, não foi avaliado o real efeito da vibração proporcionada pelo equipamento sobre o corpo. Os ganhos de força e potência encontrados nestes casos podem estar não só relacionados à vibração, mas também aos exercícios que os indivíduos realizaram sobre a plataforma. Sendo assim, é importante a realização de estudos que quantifiquem o real efeito das plataformas vibratórias sobre o sistema músculo-esquelético. O objetivo desse estudo foi comparar as respostas neuromusculares agudas dos membros inferiores de homens jovens em diferentes protocolos, sendo eles dois com treinos na plataforma vibratória em duas diferentes frequências (30 e 40 Hz), o treino do controle ativo, onde treinaram sem vibração, e com o controle passivo, onde o treino foi substituído por repouso. Para isso foram convidados homens jovens adultos, recreacionalmente ativos, e que não tenham realizado treinamento regular de força nos últimos seis meses precedentes ao início da execução do estudo. Eles realizaram testes de saltos verticais, squat jump e counter movement jump. As sessões dos diferentes protocolos foram realizadas até três vezes por semana, com intervalo mínimo de 48h entre eles.

ABSTRACT

Whole body vibration is the most widely used method concerning vibratory stimulations. This vibration is generated by an equipment known as vibration platform, which has been commercialized for quite some time now and is used at fitness academies, esthetic clinics and rehabilitation centers. However, studies regarding vibration platforms are quite recent, which means there isn't any concrete result due to some contradictory outcomes. In those studies we find a great variety of protocols (concerning both training and evaluation), the use of different frequencies, amplitudes, exposure times, exercises and positions, apart from different standards adopted regarding the position of the feet and the use (or lack) of tennis shoes. Still regarding these researches, in most of them the actual effect of the vibration produced over the body was not considered. The gains in both strength and power found in those cases might not only be related to the vibration alone, but also to the exercises carried out by the subjects on the platform. Thus, it's essential the realization of studies that quantify the actual effect of the vibration platforms over the skeletal muscle system. The aim of this research was to compare the acute neuromuscular responses of the lower limbs in young men using different protocols, being two protocols with trainings on the vibration platform with different frequencies (30 and 40 Hz), another one with active control training, in which the subjects train without any kind of vibration, and the last one with passive control, where the training was replaced with repose. In this research voluntarily participated young recreationally active men that hadn't carried out any kind of regular strength trainings during the last six months precedent to the realization of this study. They performed vertical jump, squat jump and counter movement jump tests. The different protocols' sessions were carried out with a maximum of three times a week and a minimal interval of 48h between each one.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	9
2.1 EFEITOS AGUDOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO	11
3. OBJETIVOS	14
3.1 OBJETIVO GERAL	14
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
4. PROBLEMA	14
5. MATERIAIS E MÉTODOS	15
5.1 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS	15
5.1.1 Variáveis Independentes	15
5.1.2 Variáveis Dependentes	15
5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	15
5.3 POPULAÇÃO.....	15
5.4 AMOSTRA.....	16
5.5 EQUIPAMENTOS	16
5.6 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO	16
5.7 DESENHO EXPERIMENTAL SIMPLIFICADO DO ESTUDO.....	18
5.8 PROCESSOS METODOLÓGICOS	18
5.8.1 Avaliação da Potência de Membros Inferiores – Saltos Verticais (SJ e CMJ).....	18
6. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
7. RESULTADOS.....	21
7.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	21
7.2 VALORES MÉDIOS DA ALTURA DOS SALTOS VERTICAIS.....	21
8. DISCUSSÃO	24
9. CONCLUSÃO	26
REFERÊNCIAS	27
ANEXOS	31
ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	31

1. INTRODUÇÃO

A vibração de corpo inteiro é o método mais utilizado com relação a outros que produzem estímulos vibratórios. Essa vibração pode ser gerada por um equipamento conhecido como plataforma vibratória. Os benefícios desse método como auxiliar no treinamento de força, potência, resistência e flexibilidade já foram observados (HALLAL *et al*, 2010).

Nazaroy & Spivak (1987) foram os pioneiros do treinamento vibratório, em seu estudo realizado com ginastas exercitando-se em argolas que vibravam, onde foram observados os primeiros indícios dos potenciais benefícios da vibração no desempenho humano. Os atletas que treinaram com as argolas que vibravam apresentaram mais força que o grupo controle.

Estímulos mecânicos são transmitidos ao corpo do sujeito que se encontra sobre a plataforma e ativam receptores sensoriais e fusos musculares, levando a ativação de neurônios motores e, então, contrações musculares (DELECLUSE *et al*, 2003).

Estudos envolvendo treinamento em plataformas vibratórias são muito recentes, desta forma ainda não existem resultados concretos devido a resultados contraditórios. Encontra-se uma grande variedade de protocolos (de treino e avaliação), utilizando diferentes frequências, amplitudes, tempo de exposição, exercícios e posições, além de diferentes padrões adotados em relação ao posicionamento dos pés e o uso ou não de tênis na plataforma. Essas diferenças entre pesquisas impedem comparações fidedignas entre as mesmas.

Ainda com relação às pesquisas utilizando plataformas vibratórias, na maioria delas, não foi avaliado o real efeito da vibração proporcionada pelo equipamento sobre o corpo. Os ganhos de força e potência encontrados nestes casos podem estar não só relacionados à vibração, mas também aos exercícios que os indivíduos realizaram sobre a plataforma. Sendo assim, é importante a realização de estudos que quantifiquem o real efeito das plataformas vibratórias sobre o sistema músculo-esquelético. Para isso pode-se utilizar além dos protocolos experimentais com vibração, um protocolo controle ativo, apenas não se utilizando de vibração, e um protocolo controle passivo, onde não será feita intervenção, sendo substituída por repouso, apenas os testes.

Segundo um estudo realizado em jovens, frequências de 30, 35 e 45Hz apresentam maiores aumentos da atividade eletromiográfica de músculos da coxa, em comparação à frequência de 25Hz (HAZELL *et al*, 2007). Assim como este, outros estudos mostram que as frequências próximas a 30 Hz e 40 Hz apresentam significantes resultados também quando avaliados a altura de saltos (CORMIE *et al*, 2006; LAMONT *et al*, 2010). Mas não é consenso, pois houve estudos que não obtiveram tais resultados (LAMAS *et al*, 2010).

2. REVISÃO DE LITERATURA

Os potenciais benefícios da vibração para o desempenho humano foram originariamente mostrados por Nazarov e Spivak (1987) em um estudo realizado em ginastas. Estes realizaram exercícios exaustivos em argolas que vibravam e, ao completar o treino, apresentaram mais força em comparação aos ginastas que não foram expostos a vibração. Sendo assim, foi proposto pelos autores que a vibração poderia aumentar a força de 5 a 6 vezes mais rápido do que os métodos tradicionais.

A vibração é um estímulo mecânico caracterizado por movimento oscilatório que se repete em torno de uma posição de referência, no qual a intensidade varia de acordo com a frequência e amplitude do movimento gerado. A frequência de vibração é mensurada em Hertz (Hz) e representa o número de ciclos de movimento por segundo. A amplitude pode ser definida como a média da diferença entre o maior e o menor valor de deslocamento ocorrido durante a oscilação, medido em milímetros (mm) (HALLAL *et al*, 2010; LUO *et al*, 2005).

Outra variável utilizada para quantificar a intensidade da vibração é a aceleração. A aceleração imposta por um aparelho vibrando é determinada pela amplitude e pela frequência das oscilações. Sua magnitude é reportada em metros por segundo ao quadrado ($m \cdot s^{-2}$) ou em relação ao número de vezes que supera a aceleração gravitacional (g) (BATISTA *et al*, 2007). A aceleração pode ser calculada pela seguinte fórmula:

$$a = (2f)^2 \cdot d$$

Nesta, f representa a frequência das oscilações e d seu deslocamento (GRIFFIN, 1996).

Segundo um estudo realizado em jovens, frequências de 30, 35 e 45Hz apresentam maiores aumentos da atividade eletromiográfica de músculos da coxa, em comparação à frequência de 25Hz (HAZELL *et al*, 2007). Parece que exercícios realizados com maiores amplitudes (4 mm) de vibração apresentam maiores efeitos neuromusculares agudos, como o aumento na altura de saltos (LUO *et al*, 2005), e maior atividade muscular (RMS) dos músculos bíceps femoral e vasto lateral em comparação à amplitude de 2 mm (HAZELL *et al*, 2007)..

Um estudo comparando o tempo de exposição contínua à vibração em jovens atletas mostrou que em 2 minutos houve um aumento significativo no pico de torque

de extensores de joelho (+3,8%) enquanto em 4 e 6 minutos o pico de torque diminuiu (-2,7% e -6% respectivamente) (STEWART *et al*, 2009). Parece que a amplitude e duração da vibração devem ser de magnitude suficiente para provocar este efeito. Amplitudes baixas e tempos de exposição muito curtos parecem não trazer benefícios bem como tempos de exposição muito longos, que acabam levando o músculo à fadiga e diminuindo o desempenho (LUO *et al*, 2005).

A vibração de corpo inteiro é o método mais utilizado com relação a outros que produzem estímulos vibratórios. Nesse método a vibração é aplicada de forma indireta, podendo ser gerada por plataformas vibratórias (LUO *et al*, 2005). Estas se caracterizam por produzir ondas senoidais com frequências entre 0 Hz e 45 Hz e deslocamento vertical de forma alternada ou não de 1 mm a 12 mm.

O método de vibração indireto apresenta maiores diferenças entre a frequência e amplitude da fonte e aquela que chega aos músculos em comparação aos métodos de vibração diretos. Na vibração aplicada indiretamente, a frequência e amplitude podem ser atenuadas de maneira não linear pelos tecidos moles durante a transmissão da vibração até o músculo alvo (LUO *et al*, 2005). De acordo com a anatomia humana, tem-se que considerar o caminho que a vibração vai percorrer, sempre de um segmento a outro: dos pés para os tornozelos, para os joelhos, e assim por diante até chegar à cabeça. A maioria da vibração transmitida irá depender da rigidez e amortecimento músculo-esquelético (RITTWEGGER, 2010).

Os achados de Torvinen *et al*. (2002) demonstram claramente que o grupo muscular que esta mais próximo da plataforma vibratória (no estudo, sóleo) pode ser mais ativado que o grupo muscular mais distante da mesma (no estudo, vasto lateral). Outros estudos corroboram com este, mostrando que, quanto mais longe, mais amortecida a vibração (MESTER *et al*, 1999; ROELANTS *et al*, 2006; REES *et al*, 2008).

A ação mecânica da vibração é realizada para produzir rápidas e curtas mudanças no comprimento do complexo músculo-tendíneo. Essa perturbação é detectada por receptores sensoriais que modulam a rigidez muscular através de uma atividade muscular reflexa e tentam amortecer as ondas vibratórias (CARDINALE e BOSCO, 2003). O exercício de vibração também pode ser caracterizado por transições cíclicas entre contrações musculares excêntricas e concêntricas (RITTWEGGER, 2010).

Existem poucas teorias de como a vibração de corpo inteiro pode afetar a performance muscular. O ganho inicial na capacidade de geração de força tem sido atribuído a fatores neurais, provavelmente relacionados ao aumento da sensibilidade do reflexo de estiramento (CARDINALE e BOSCO, 2003; DELECLUSE *et al*, 2003). A facilitação da ativação do reflexo de estiramento aumenta o suporte neural aos motoneurônios alfa de músculos homônimos ou sinergistas, além de inibir a ação dos motoneurônios alfa dos antagonistas (CARDINALE e BOSCO, 2003). Estas alterações envolvendo proprioceptores musculares alterariam o padrão de coordenação intramuscular, facilitando o movimento ao redor da articulação estimulada pela vibração (BATISTA *et al*, 2007).

A posição sobre a plataforma é de grande influência na ativação muscular, sendo que, como dito anteriormente, o tecido músculo-esquelético tenta amortecer a vibração recebida, diminuindo a ressonância pelo corpo. Sabendo-se que a vibração é potencialmente prejudicial em particular para os tecidos moles, na cabeça e no tórax, é preciso tirar vantagem do posicionamento sobre a plataforma para diminuir tais riscos. A vibração transmitida para a cabeça e o tronco pode ser reduzida pela flexão de joelhos, podendo reduzi-la pela metade caso o ângulo de flexão do joelho seja de 10° a 30° segundo estudo de Abercromby *et al*. (2007). Caso seja feita uma flexão plantar, a musculatura do tornozelo também será estimulada no processo de amortecimento, atenuando ainda mais a ressonância. Entretanto, Lamas *et al*. (2010) apresenta que o agachamento à 90° parece ter sido muito profundo para permitir a ativação tanto de quadríceps quanto de isquiotibiais, contribuindo para a ausência de efeito positivo sobre o desempenho, recomendando adoção de um ângulo maior.

2.1 EFEITOS AGUDOS DA VIBRAÇÃO DE CORPO INTEIRO

O treinamento vibratório agudo parece ser útil na preparação de atletas, podendo ser realizado como aquecimento preparatório para provas que se utilizam de força explosiva (BOSCO *et al*, 1999a; BOSCO *et al*, 1999b).

Com treinamento agudo de vibração de corpo inteiro, Bosco *et al*. (1999a) obtiveram resultados significantes de força, velocidade e potência em jogadoras de vôlei no teste em *leg press*. Resultado semelhante pôde ser observado em outro estudo de Bosco *et al*. (2000) em homens fisicamente ativos que tiveram aumento

significativo na potência de pernas apesar de um decréscimo no EMG depois de 10 minutos de vibração, podendo ser entendido como uma melhora da eficiência neural, assim como no estudo com boxeadores (BOSCO *et al.*, 1999b). Diferentemente desse resultado, quando o EMG foi avaliado durante a exposição ao estímulo vibratório, foi demonstrado um aumento significativo da atividade eletromiográfica em relação ao sem o estímulo (CARDINALE e LIM, 2003; HALLAL *et al.*, 2010).

Alguns estudos utilizaram-se da avaliação do desempenho em saltos verticais para descobrir possíveis efeitos da vibração de corpo inteiro, assim como feito por Cormie *et al.* (2006), avaliando pico de força durante o SJ, e a altura do salto e pico de potência durante o CMJ. Eles analisaram os efeitos agudos da vibração de corpo inteiro de 30 Hz e amplitude de 2,5 mm, durante 30 segundos e obtiveram aumento significativo na atividade muscular, força e potência dos músculos da perna quando os exercícios foram executados na plataforma vibratória. Lamont *et al.* (2010) investigaram os efeitos agudos de duas frequências (30 e 50 Hz) aplicadas continuamente (30 segundos) ou intermitentemente (3 séries de 10 segundos) testando a altura do salto CMJ, e obteve seus melhores resultado com 3 séries de 10 segundos a 50 Hz.

Pesquisas com tempos maiores de exposição à vibração de corpo inteiro também apresentam resultados positivos, porém com frequências menores, como em Da Silva *et al.* (2006) que observaram os efeitos de diferentes frequências (20 Hz, 30 Hz e 40 Hz) a fim de determinar a mais eficaz em sujeitos fisicamente ativos que treinaram num total de 6 minutos em plataforma vibratória, sendo 6 séries de 60 segundos, em cada frequência. Os testes mostraram que 20 Hz e 30 Hz geraram incremento significativo, sendo maiores em 30 Hz, no SJ, CMJ e potência, mas contraditoriamente não nos valores de força. Em contraste com esses valores, a frequência de 40 Hz parece tender a diminuir os valores de todos os parâmetros avaliados. Corroborando com esses resultados, Cardinale e Lim (2003), aplicaram 5 séries de 60 segundo de vibração de baixa frequência (20 Hz), num total de 5 minutos, resultando em significante incremento na flexibilidade de isquiotibiais (10,1%) e SJ (4%), em sujeitos destreinados, enquanto com alta frequência (40 Hz) determinaram um significante declínio nos valores de SJ e CMJ.

Em contrapartida, a aplicação de 4 minutos de treinamento vibratório em homens e mulheres jovens, da pesquisa de Torvinen *et al.* (2002) onde utilizaram frequências de 25 Hz a 40 Hz, não causou acréscimo significativo no CMJ, porém,

apesar do tempo semelhante ao anterior, a frequência foi aplicada crescentemente e utilizou-se de exercícios dinâmicos no lugar de estáticos. Porém, Lamas *et al.* (2010) utilizaram-se de exercícios estáticos (agachamento isométrico) e testaram a exposição de sujeitos treinados em força a 3 séries de 30 Hz ou 40 Hz durante 30 ou 60 segundos, sendo os quatro protocolos com amplitude mantida entre 4 mm e 6 mm. Nenhuma melhora foi verificada no desempenho do agachamento ou do CMJ, entretanto, foi verificada uma diminuição na altura do salto aos 3 minutos (-2%) e também aos 15 minutos (-3,1%) após a vibração.

Outros estudos também não obtiveram melhora significativas ou apresentaram significativa piora do rendimento. Cochrane *et al.* (2004) não encontraram resultados significativos nos saltos verticais, *sprint* ou agilidade. Entretanto, Rittweger *et al.* (2000) apresentou decréscimo de mais de 9% na altura de salto vertical, porém o treinamento de vibração foi realizado até a exaustão.

Percebe-se, assim, que os efeitos agudos da aplicação de vibração mecânica por plataforma vibratória sobre o desempenho em saltos verticais ainda são controversos.

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos agudos de dois protocolos de treinamento vibratório com diferentes frequências (30 Hz e 40 Hz) sobre a potência dos membros inferiores de homens recreacionalmente ativos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Comparar os resultados de altura de SJ e CMJ intraprotocolos (pré, imediatamente após e cinco minutos após a realização de treinamentos vibratórios e controle).

Comparar os resultados de altura de SJ e CMJ interprotocolos (diferentes protocolos de treino vibratório (30 Hz e 40 Hz) e controle).

4. PROBLEMA

Será que uma sessão de treinamento em plataforma vibratória interfere nos valores de saltos verticais?

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 DEFINIÇÃO OPERACIONAL DAS VARIÁVEIS

5.1.1 Variáveis Independentes

- Treinos Vibratórios: duas sessões únicas em duas diferentes frequências (30 Hz e 40 Hz) que envolveram a realização de três exercícios estáticos com duração de 30 segundos cada, sobre uma plataforma vibratória;
- Treino Controle Ativo: envolveu a realização dos mesmos exercícios do treino vibratório, sobre a plataforma vibratória, porém sem ela estar ligada, ou seja, sem vibração;
- Controle Passivo: envolveu o repouso no tempo anteriormente destinado à vibração;
- Squat Jump (SJ);
- Counter Movement Jump (CMJ).

5.1.2 Variáveis Dependentes

- Altura dos saltos verticais: maior valor de altura obtido de três medidas realizadas com saltos verticais *squat jump* (SJ) e *counter movement jump* (CMJ).

5.2 DELINEAMENTO DA PESQUISA

Estudo descritivo comparativo.

5.3 POPULAÇÃO

A população envolvida no projeto será de homens jovens saudáveis, recreacionalmente ativos e com idade de 18 a 26 anos, residentes na cidade de Porto Alegre.

5.4 AMOSTRA

A amostra caracteriza-se como sendo não-probabilística voluntária. Para determinar o tamanho da amostra recorreu-se ao artigo de referência (CORMIE *et al*, 2006) com metodologia semelhante ao presente estudo, utilizando-se de 9 sujeitos.

Os sujeitos foram informados sobre o procedimento metodológico desse estudo, e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido em que é manifestado o interesse em fazer parte da amostra.

Crítérios de Inclusão: foram incluídos na pesquisa os homens saudáveis (sem limitações físicas ou problemas músculo-esqueléticos que contra-indique a realização de exercícios de força) com idades entre 18 e 26 anos, recreacionalmente ativos e que se disponibilizaram a participar voluntariamente deste estudo

Crítérios de Exclusão: foram excluídos da pesquisa os homens que tiverem contra-indicações médicas para a realização de exercícios físicos e vibratórios e que estavam realizando treinamento de força nos seis meses precedentes ao estudo.

5.5 EQUIPAMENTOS

- Plataforma vibratória triplanar (Professional TechnoPlate) de medidas 70x70x134cm. Frequências de vibração de 30, 35, 40 e 45 Hz e amplitudes de 1-2 mm e 3-5 mm;
- Tapete de Saltos (Jump Test);
- Cronômetro;
- Goniômetro;
- Fita adesiva.

5.6 PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO

Os testes foram realizados em cinco sessões com no mínimo 48 horas de intervalo entre cada sessão, minimizando as possibilidades de influência da fadiga e qualquer resquício de efeito agudo pelo treinamento da sessão anterior.

A vibração de corpo todo foi aplicada em plataforma vibratória com o posicionamento dos pés tangentes aos limites da mesma, marcados com fita adesiva, garantindo que todos os sujeitos recebessem a mesma amplitude de vibração. Sobre a plataforma utilizaram apenas meias, garantindo que todos os sujeitos recebessem a mesma frequência de vibração, sem eventual amortecimento pelos tênis. As mãos ficaram sobre a cintura, acima das cristas ilíacas.

Para avaliar os efeitos agudos da vibração, os grupos controle são compostos pelos mesmos sujeitos sendo testados em repetidas avaliações em ordem randômica (LUO *et al*, 2005). Todas as sessões foram realizadas no laboratório de pesquisa (LAPEX) da EsEF/UFRGS.

1ª sessão: Foi apresentado aos sujeitos o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO A), e após leitura e esclarecimento de eventuais dúvidas, foi assinado pelos mesmos. Nesta mesma sessão foi realizada familiarização com todos os protocolos de testes, experimentando os equipamentos - tapete de saltos e plataforma vibratória - e aprendendo a executar os saltos, SJ e CMJ.

2ª - 5ª sessões: Após chegada ao local de testes, os sujeitos realizaram três minutos de repouso e, em seguida, foram executados de três a cinco saltos de cada tipo (ordem conforme sorteio) com trinta segundos de intervalo entre eles. Após três minutos de recuperação foi feito, conforme ordem sorteada pelo sujeito, repouso (Controle Passivo) ou um dos treinamentos isométricos na plataforma vibratória (30Hz, 40Hz ou Controle Ativo) em três séries de trinta segundos em diferentes posições, tendo um intervalo de 45 segundos entre as séries (todas executadas com os sujeitos descalços e de meias sobre a plataforma). Imediatamente após o repouso ou treinamento voltaram a fazer os saltos. Aguardaram por cinco minutos em repouso e repetiram os saltos.

As posições adotadas neste estudo foram semi-flexão de joelhos, peso sobre os dedos dos pés com os calcanhares levantados e leve agachamento com joelho a 110°, sendo as duas últimas escolhidas com base no estudo de Fratini *et al*. (2009). Neste estudo estas foram apresentadas como as posições sugeridas pelos fabricantes de plataformas vibratórias para a prática do treinamento.

5.7 DESENHO EXPERIMENTAL SIMPLIFICADO DO ESTUDO

Tabela 1 - Desenho Experimental do Estudo

1ª Sessão	Sessão 30Hz/40Hz/Placebo		Sessão Repouso
	3' repouso		3' repouso
	3 SJ / 3 CMJ (30" entre cada)		3 SJ / 3 CMJ (30" entre cada)
	3' repouso		
- Assinatura do termo	30" semi-flex. joelhos	O U	Repouso
- Familiarização	45" repouso		
	30" idem anterior e plantiflex.		
	45" repouso		
	30" joelhos à 110°		
	3 SJ / 3 CMJ (30" entre cada)		3 SJ / 3 CMJ (30" entre cada)
	5' repouso		5' repouso
	3 SJ / 3 CMJ (30" entre cada)		3 SJ / 3 CMJ (30" entre cada)

SJ - Squat Jump, CMJ - Counter Movement Jump.

5.8 PROCESSOS METODOLÓGICOS

5.8.1 Avaliação da Potência de Membros Inferiores – Saltos Verticais (SJ e CMJ)

Após três minutos de repouso (permanecendo sentado em uma cadeira com braços), os sujeitos realizaram três saltos válidos do tipo SJ e CMJ sobre o tapete de contato com 30 segundos de intervalo entre os saltos. Realizaram no máximo cinco tentativas de cada salto. Não houve restrição para o ângulo do joelho na realização da fase excêntrica do CMJ. Ao completarem os três saltos, o de maior altura foi utilizado (CASSEROTTI *et al*, 2001; SOUZA *et al*, 2002; SPURRS *et al*, 2003).

Para a realização do salto SJ, o indivíduo foi posicionado de pé sobre o tapete de saltos, com os pés afastados na linha dos ombros. As mãos ficaram sobre a cintura, acima das cristas ilíacas, com o intuito de diminuir a participação dos membros superiores durante o salto.

Ao comando do avaliador o indivíduo se posicionou com a flexão de joelhos aproximada a 90°, mantendo essa posição por cerca de 2 segundos e após saltou o mais alto possível (imediatamente estendendo os joelhos evitando-se qualquer balanço na fase inicial estática). A flexão dos joelhos durante a fase de vôo foi evitada. Após a queda, o indivíduo se equilibrou dentro do limites do tapete e retornar à posição estática, evitando amortecimento da queda com os pés, apenas

com os joelhos e após contato dos pés no chão, para melhor mensuração da altura do salto.

Para a realização do salto CMJ, assim como no SJ, o indivíduo foi posicionado de pé sobre o tapete de saltos, com os pés afastados na linha dos ombros. As mãos ficaram sobre a cintura, acima das cristas ilíacas, com o intuito de diminuir a participação dos membros superiores durante o salto.

Ao comando do avaliador o indivíduo executou um salto o mais alto possível (deveria flexionar os joelhos e imediatamente estendê-los). A flexão dos joelhos durante a fase de vôo foi evitada. Após a queda, o indivíduo se equilibrou dentro do limites do tapete e retornar à posição estática, evitando amortecimento da queda com os pés, apenas com os joelhos e após contato dos pés no chão, para melhor mensuração da altura do salto.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a análise dos dados coletados foi utilizada análise estatística descritiva. Devido ao pequeno “n” amostral, não foi utilizada estatística inferencial para a comparação dos dados. Desta forma, os dados estão apresentados em Média e Desvio Padrão.

7. RESULTADOS

7.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

A amostra do presente estudo foi composta até o presente momento por seis homens jovens ($22,2 \pm 3,6$) sem treinamento regular no mínimo há seis meses anterior ao estudo, porém recreacionalmente ativos. Todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e estavam cientes dos riscos e benefícios do presente estudo. Os dados de caracterização da amostra são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização da amostra

	Média	Desvio padrão
Idade (anos)	22,2	($\pm 3,6$)
Massa corporal total (kg)	74	($\pm 15,3$)
Estatura (cm)	176,2	($\pm 3,9$)

7.2 VALORES MÉDIOS DA ALTURA DOS SALTOS VERTICAIS

Os valores da altura de saltos verticais estão apresentados em média e desvio padrão, na tabela 3, para as sessões controle ativo, controle passivo, 30 Hz e 40 Hz. Esses valores são referentes ao maior valor de salto entre as três tentativas registradas do SJ e CMJ em cada momento de cada sessão.

Tabela 3 - Tabela representativa das médias dos valores de saltos verticais com seu desvio padrão

<i>Parâmetro</i>	<i>Pré</i>	<i>Pós</i>	<i>Pós 5'</i>
Controle Passivo			
Squat jump (cm)	34,45 \pm 7,1	33,09 \pm 6,7	33,41 \pm 7
Counter movement jump (cm)	37,76 \pm 9,9	37,41 \pm 9,4	37,53 \pm 9,8
Controle Ativo			
Squat jump (cm)	33,26 \pm 8	34,01 \pm 6,8	33,43 \pm 7,2
Counter movement jump (cm)	36,76 \pm 9,8	35,09 \pm 9,2	36,45 \pm 9,3
30 Hz			
Squat jump (cm)	32,2 \pm 6	32,32 \pm 5,3	32,2 \pm 5,6
Counter movement jump (cm)	36,12 \pm 7,1	35,46 \pm 7,3	34,98 \pm 6,6
40 Hz			
Squat jump (cm)	33,5 \pm 8,7	32,8 \pm 7,5	31,86 \pm 8,7
Counter movement jump (cm)	37,35 \pm 9,3	37,13 \pm 9,9	35,08 \pm 9,8

Figura 1 - Gráficos representativos das médias da altura do salto Squat Jump (SJ) e seus respectivos desvios padrão nos diferentes momentos avaliados.

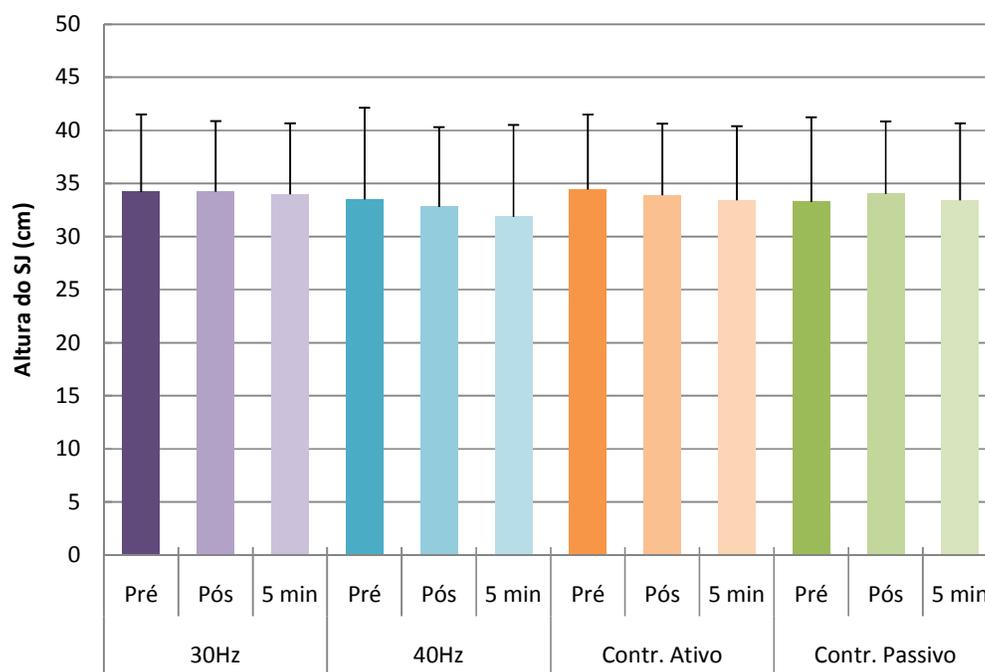


Figura 2 - Gráficos representativos das médias da altura do salto Counter Movement Jump (CMJ) e seus respectivos desvios padrão nos diferentes momentos avaliados.

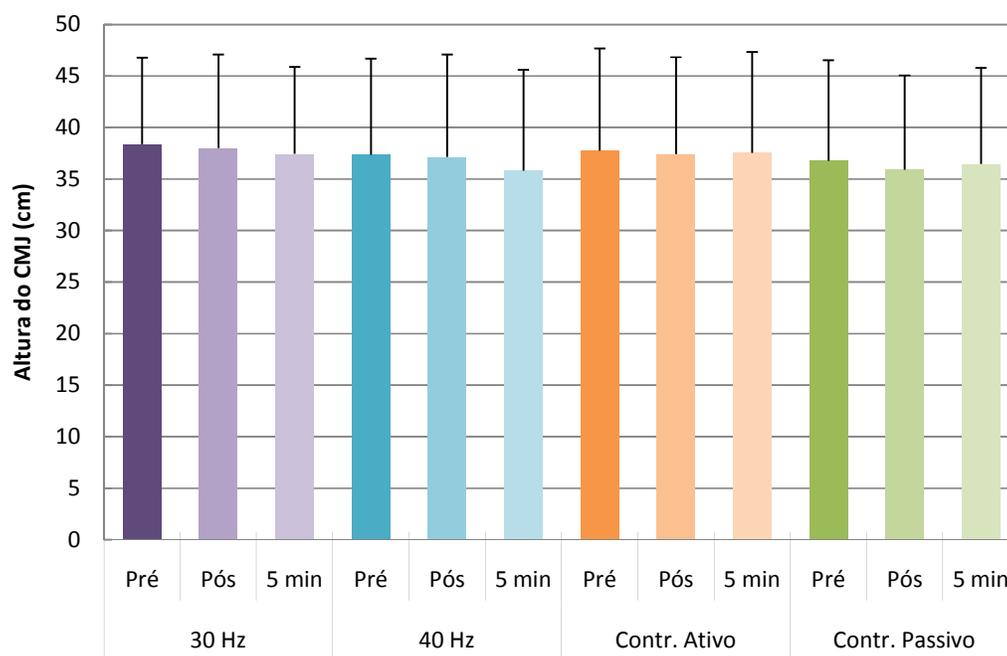
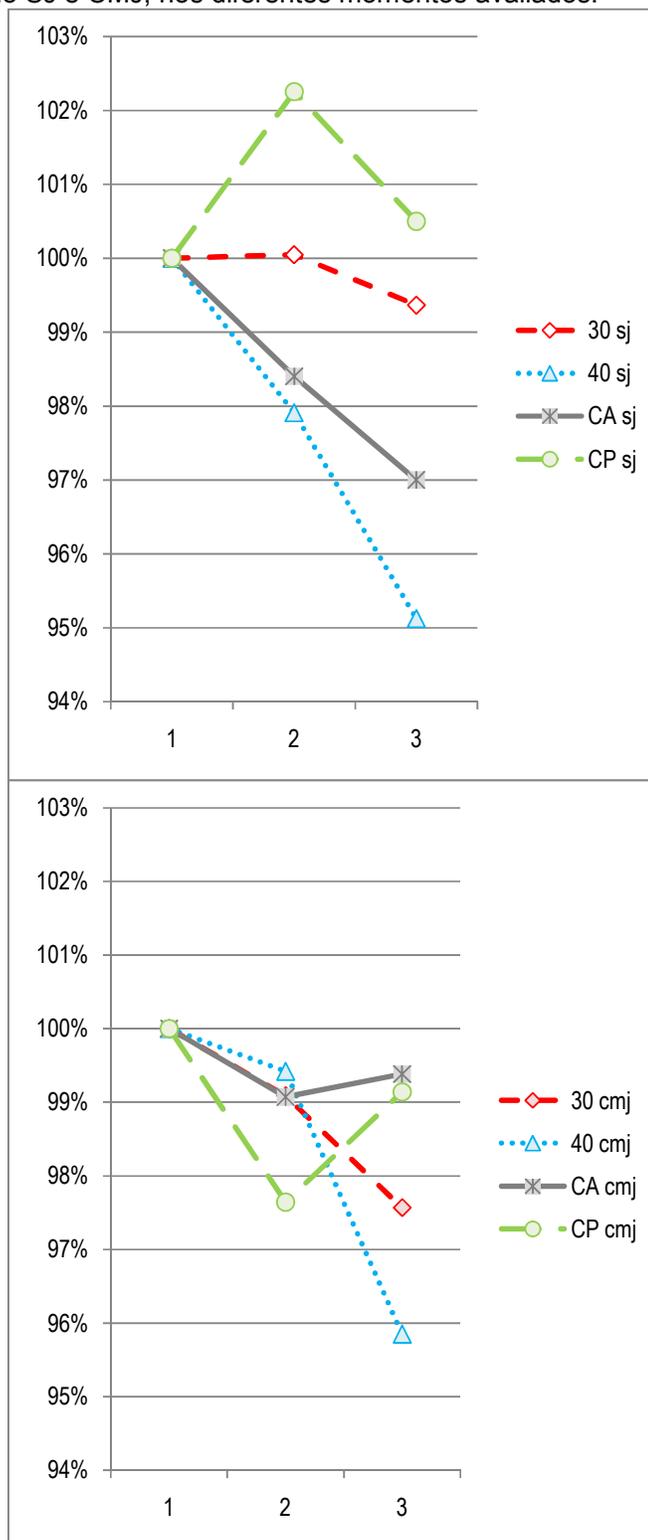


Figura 3 - Gráficos representativos em delta percentual da variação das médias da altura, respectivamente, do SJ e CMJ, nos diferentes momentos avaliados.



1 - Pré exposição, 2 - Imediatamente após, 3 - cinco minutos após, CA - Controle Ativo, CP - Controle Passivo, SJ - Squat Jump, CMJ - Counter Movement Jump.

8. DISCUSSÃO

Os dados desse estudo não sofreram análise estatística inferencial, portanto não é possível saber se as diferenças nas médias observadas entre as diferentes situações são ou não significativas. Mesmo assim, levantaremos algumas hipóteses e especulações a partir dos presentes dados.

Durante a familiarização, onde foi experimentada a vibração em maiores amplitudes do que a aplicada no presente estudo, os sujeitos apresentaram dificuldades em permanecerem nas posições do protocolo durante os 30 segundos, sem se apoiarem - mantendo as mãos sobre a cintura, acima das cristas ilíacas -, principalmente na posição com o peso sobre os dedos dos pés com os calcanhares elevados. Baixas amplitudes já foram utilizadas em estudos obtendo resultados significativos (CORMIE *et al*, 2006), porém amplitudes maiores parecem apresentar maiores resultados (LUO *et al*, 2005; HAZELL *et al*, 2007). Então, a baixa amplitude (2 mm), escolhida pelos resultados significativos já apresentados e pela manutenção das padronizações adotadas no presente estudo, talvez possa justificar os resultados apresentados até o momento tanto no protocolo de 30Hz como no de 40Hz.

Estudos mostram que as frequências próximas a 30 Hz e 40 Hz apresentam significantes resultados também quando avaliados a altura de saltos (CORMIE *et al*, 2006; LAMONT *et al*, 2010). Além disso, não foi adotada a frequência máxima presente na plataforma utilizada (45 Hz) por os sujeitos estarem descalços sobre ela. Esta foi escolhida com o intuito de que todo estímulo mecânico proveniente da plataforma seja amortecido apenas pelos grupamentos musculares, potencializando os efeitos, porém não podemos esquecer os possíveis prejuízos aos tecidos moles da cabeça e do tórax conforme a magnitude da ressonância (ABERCROMBY *et al*, 2007).

Analisando-se o comportamento dos diferentes protocolos avaliados nos saltos SJ, talvez a vibração a 30 Hz permita uma manutenção ou até um mínimo incremento da força imediatamente após a exposição (só menor que os valores do protocolo controle passivo), ao contrário da percebida pós vibração a 40 Hz (este protocolo apresentou o maior decréscimo na média de altura de saltos). Entretanto, o comportamento dos diferentes protocolos avaliados nos saltos CMJ nos mostra que talvez os efeitos tendam a serem diferentes em relação a potência. O protocolo

com vibração a 40 Hz apresentou a maior média de altura no salto CMJ no momento imediatamente após a exposição, mas obteve também o maior decréscimo após o repouso de 5 minutos.

Percebe-se que os valores após 5 minutos foram, em geral, inferiores aos apresentados imediatamente após a vibração. Encontra-se na literatura uma teoria de que a vibração pode aumentar agudamente a potência enquanto a geração de força parece ser deprimida (RITTWERGER, 2010). É discutido que o aumento de potência durante e imediatamente após a vibração esta relacionada com a facilitação neuromuscular (DELECLUSE *et al*, 2003), mas entra em conflito com a aparente depressão da geração de força. Pode, então, resultar de um possível efeito de aquecimento pelo uso da vibração, baseado nas idéias do seguinte estudo. Cochrane *et al.* (2008) encontrou semelhantes aumentos na potência com diferentes modalidades de aquecimento, entre elas a vibração. Se esta visão for verdadeira, então o exercício de vibração pode ser um método favorável de aquecimento em modalidades onde a potência muscular é empregada, desde que quaisquer efeitos inibitórios sobre a força muscular por exercício de vibração sejam menores do que os efeitos positivos da temperatura (RITTWERGER, 2010). Então, segundo esses estudos, o aumento da temperatura muscular pode causar um grande efeito sobre a potência muscular, entretanto provoca um pequeno efeito na produção de força. Isso pode, talvez, explicar a baixa após 5 minutos de repouso, pois esse efeito acaba assim que ocorre a redução da temperatura muscular.

Apesar dos outros fatores citados, que podem ter causado esta aparente ausência de variações mais claras, é preciso destacar a familiarização. No presente estudo ela foi feita em apenas um dia, diferentemente de alguns estudos que avaliaram também os efeitos agudos e que descreveram sua familiarização em sua metodologia. Pelo menos duas sessões de familiarização foram utilizadas por Cormie *et al.*(2006), e eram administrados novos ensaios caso a diferença entre os teste não estivessem dentro de 5%. Jordan *et al.* (2010) familiarizaram seus sujeitos por duas semanas, neste caso com o objetivo de padronizar e controlar os efeitos de atividades físicas externas.

9. CONCLUSÃO

A partir das especulações feitas no presente estudo é de se esperar que não tenhamos variações significativas entre os momentos pré, pós e pós 5 minutos de repouso. Porém, entre os diferentes perfis de treinamento pode-se perceber algumas potenciais diferenças. Contudo, é necessário ressaltar que essas conclusões são baseadas em especulações a partir de dados explorados de forma descritiva.

Conclui-se também que é importante que em futuros estudos os sujeitos tenham uma maior familiarização com a execução dos saltos, diminuindo a variação entre aquisições.

Os resultados e conclusões definitivas serão estabelecidos após o término desse projeto.

REFERÊNCIAS

ABERCROMBY, A.F.J.; AMONETTE, W.E.; LAYNE, C. S.; MCFARLIN, B.K.; HINMAN, M.R.; PALOSKI, W.H. Variation in neuromuscular responses during acute whole-body vibration exercise. *Med. Sci. Exerc. Sport.* 2007; 39:1642–1650.

BATISTA, M.A.B.; WALLERSTEIN, L.F.; DIAS, R.M.; SILVA, R.G.; UGRINOWITSCH, C.; TRICOLI, V. Efeitos do treinamento com plataformas vibratórias. *R. Bras. Ci. e Mov.* 2007; 15 (3):103-113.

BOSCO, C; CARDINALE, M; TSARPELA, O. Influence of vibration on mechanical power and electromyogram activity in human arm flexor muscles. *Eur J Appl Physiol.* 1999a; 79:306

BOSCO ,C; COLLI, R; INTROINI, E; CARDINALE, M; TSARPELA, O; MADELLA, A; TIHANYI, J; VIRU, A. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol.* 1999b; 19:183.

BOSCO, C.; IACOVELLI, M.; TSARPELA, O.; CARDINALE, M.; BONIFAZI, M.; TIHANYI, J.; VIRU, M.; DE LORENZO, A.; VIRU, A. Hormonal responses to whole-body vibration in men. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2000; 81:449-454.

CARDINALE, M; BOSCO, C. The use of vibration as an exercise intervention. *Exercise and Sport Science Reviews*, 2003; 31:3-7.

CARDINALE, M; LIM, J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole body vibrations of different frequencies. *European Journal of Applied Physiology*, 2003; 17:621-624.

CARDINALE, M; LIM, J. The acute effects of two different whole body vibration frequencies on vertical jump performance. *Med. Sport* , 2003; 56:287-92.

CASEROTTI, P.; AAGAARD, P.; SIMONSEN, E.B.; PUGAARD, L. Contraction-specific differences in maximal muscle power during stretch-shortening cycle movements in elderly males and females. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2001; 84(3):206-12.

COCHARANE, D. J; LEGG, S. J; HOOKER, M. J. The short-term effect of whole-body vibration training on vertical jump, sprint, and agility performance. *J. Strength Cond. Res.* 2004; 18:828-832.

COCHRANE, D. J; STANNARD, S. R; SARGEANT, A. J; RITTWEGER, J. (2008b) The rate of muscle temperature increase during acute whole-body vibration exercise. *Eur J Appl Physiol.* 2008; 103:441–448.

CORMIE, P; DEANE, R. S; TRIPLETT, T; MECBRIDE, J. Acute effects of whole body vibration on muscles activity, strength, and power. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006;20:257-261.

DA SILVA, M.E.; NUÑEZ, V.M.; VAAMONDE, D. ; FERNANDEZ, J.M.; POBLADOR, M.S.; GARCIA-MANSO, J.M.; LANCHO, J.L. Effects of different frequencies of whole body Vibration on muscular performance. *Biology of Sport.* 2006; 23(3).

DELECLUSE C, ROELANTS M, VERSCHUEREN S. Strength increase following whole-body vibration compared to resistance training. *Med Sci Sports Exerc* 2003; 35: 1033–1041.

GRIFFIN, M.J. *Vibration and Motion: in Handbook of human factors and vibration.* New York: Jonh Wiley and Sons, 1997, 829-857.

GRIFFIN M.J. *Handbook of human vibration.* London: Academic Press; 1996.

HALLAL, C.Z.; MARQUES, N.R.; GONÇALVES, M. O uso da vibração como método auxiliar no treinamento de capacidades físicas: uma revisão da literatura. *Motriz* 2010; 16(2):527-533.

HAZELL, T. J.; JAKOBI, J. M., KENNO, K. A. The effects of whole-body vibration on upper- and lower-body EMG during static and dynamic contractions. ***Appl. Physiol. Nutr. Metab.*** 2007; 32:1156-1163.

JORDAN, M.; NORRIS, S.; SMITH, D.; HERZOG, W. Acute effects of whole-body vibration on peak isometric torque, muscle twitch torque and voluntary muscle activation of the knee extensors. ***Scand J Med Sci Sports.*** 2010; 20: 535–540.

LAMAS, L.; TRICOL, V.; BATISTA, M.; UGRINOWITSCH, C. Efeito agudo da vibração sobre o desempenho do agachamento em alta velocidade e salto vertical. ***Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum.*** 2010; 12(6):401-407.

LAMONT, H.S.; CRAMER, J. T.; BEMBEN, D. A.; SHEHAB, R. L.; ANDERSON, M. A.; BEMBEN, M. G. The acute effect of whole-body Low-frequency vibration on Countermovement vertical jump Performance in college-aged men. ***Journal of Strength and Conditioning Research.*** 2010.

LUO, J.; MCNAMARA, B.; MORAN, K. The use of vibration training to enhance muscle strength and power. ***Sports Med.*** 2005; 35:23-41.

MESTER, J., P. SPITZENFEIL, J. SCHWARZER, AND F. SEIFRIZ. Biological reaction to vibration—Implication for sport. ***J. Sci. Med. Sport.*** 1999; 2:211–226.

NAZAROV, V. AND SPIVAK, G. (1987). Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method. ***Theory and Practice of Physical Culture*** (Moscow), 12, 37-39.

REES, S.S.; MURPHY, A.J.; WATSFORD, M.L. Effects of whole-body vibration exercise on lower-extremity muscle strength and power in an older population: a randomized clinical trial. ***Phys. Ther.*** 2008; 88:462–470.

RITTWEGER, J.; BELLER, G.; FELSENBURG, D. Acute physiological effects of exhaustive whole-body vibration exercise in man. ***Clin Physiol.*** 2000; 20:134–142.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2010; 108:877-904.

ROELANTS, M; VERSCHUEREN, S; DELECLUSE, C; LEVIN, O; STIJNEN, V. Whole body vibration induced increased in leg muscle activity during different squat exercise. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2006; 20:124-129.

SOUZA, A.L.; SHIMADA, S.D. and KOONTZ, A. Ground reaction forces during the power clean. *J. Strength Cond. Res.* 2002; 16(3):423–427.

SPURRS, R.W.; MURPHY, A.J.; WATSFORD, M. L. The effect of plyometric training on distance running performance. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2003; 89: 1–7.

STEWART, J.A.; COCHRANE, D.J.; MORTON, R.H. Differential effects oh whole body vibration durations on knee extensor strength. *Journal of Science and Medicine in Sport* 2009; 12:50-53.

TORVINEN, S.; KANNU, P.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T. A. ; PASANEN, M.; KONTULAINEN, S.; JARVINEN, T. L. ; JARVINEN, M.; OJA, P. ; VUORI, I. Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance. Randomized cross-over study. *Clin. Physiol. Funct. Imaging.* 2002a; 22:145-152.

TORVINEN, S.; SIEVANEN, H.; JARVINEN, T.A.H.; PASSANEN, M.; KONTULAINEN, S.; KANNUS, P. Effect of 4-min vertical whole body vibration on muscle performance and body balance: A randomized cross-over study. *International Journal of Sports Medicine*, 2002b 23: 374-379.

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA SUPERIOR DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu _____,
portador do RG de nº _____ entendo que participarei como
sujeito do estudo intitulado “Efeitos agudos da exposição à vibração de corpo inteiro
sobre saltos verticais em homens jovens adultos”. Para tanto serei submetido a
testes de salto (*squat jump e counter movement jump*), e sessões agudas de
treinamento vibratório.

Eu entendo que:

- Os testes serão conduzidos por profissionais, professores ou bolsistas com experiência prévia e serão realizados antes e após uma sessão de treinamento físico, envolvendo exercícios sobre uma plataforma vibratória.
- Os testes que realizarei são parte desse estudo e terão a finalidade de investigar os efeitos da vibração nos músculos e potência dos membros inferiores.
- Após a realização dos testes ou após as sessões de treino poderei apresentar dor e cansaço muscular temporário.
- O Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto e/ou a acadêmica Tainá Bubols Fassbinder e bolsistas, irão responder qualquer dúvida que eu tenha em qualquer momento relativo ao projeto.
- Todos os dados relativos à minha pessoa permanecerão confidenciais e disponíveis apenas sob minha solicitação escrita. Além disso, eu entendo que no momento da publicação, não irá ser feita associação entre os dados publicados e a minha pessoa;
- Não há compensação financeira pela minha participação neste estudo;
- Posso me contatar com o orientador do estudo Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto, pelo nº de telefone (51) 8467-2441 e com a autora do estudo, acadêmica Tainá Bubols Fassbinder pelo nº de telefone (51) 9391-6021, para quaisquer problemas referentes à minha participação no estudo.
- Se eu sentir que há uma violação dos meus direitos, posso ligar para o nº de telefone (051) 3308-5894. Além disso, posso entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa do Rio Grande do Sul (CEP-UFRGS), pelo telefone (051) 3308-3629.
- A qualquer instante eu tenho o direito de desistir da participação do estudo.
- Eu entendo que estará disponível no laboratório e no local de treinamento uma linha telefônica para a Assistência Médica de Emergência (51- 3331-0212).

Eu, por meio desta, autorizo o Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto e sua aluna de Tainá Bubols Fassbinder e bolsistas ou profissionais selecionados a realizar os seguintes procedimentos:

- Executar-me sessões de treinamento vibratório.

- Executar-me testes de potência envolvendo os grupos musculares de membros inferiores, antes e após o período de treinamento físico.

Os procedimentos expostos acima foram explicados para mim pelo Prof. Dr. Ronei Silveira Pinto e/ou acadêmica Tainá Bubols Fassbinder e bolsistas selecionados.

Nome do sujeito (participante): _____

Assinatura do sujeito (participante): _____

Assinatura do pesquisador: _____

Porto Alegre ____ de _____ de 2011.