

UNIVERSIDADE DO VALE DO PARAÍBA
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

JULIANA DE OLIVEIRA SOUZA

**EFEITOS DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA NO EQUILÍBRIO, ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA E PROPRIOCEPÇÃO DE IDOSOS**

São José dos Campos, SP
2021

JULIANA DE OLIVEIRA SOUZA

**EFEITOS DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA NO EQUILÍBRIO, ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA E PROPRIOCEPÇÃO DE IDOSOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade do Vale do Paraíba, como complementação dos créditos necessários para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Biomédica.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima

São José dos Campos, SP
2021

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE DIVULGAÇÃO DA OBRA

Ficha catalográfica

Souza, Juliana de Oliveira
Efeitos da plataforma vibratória no equilíbrio, atividade eletromiográfica e propriocepção de idosos / Juliana de Oliveira Souza; orientadora, Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima. - São José dos Campos, SP, 2021.
1 CD-ROM, 78 p.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

Inclui referências

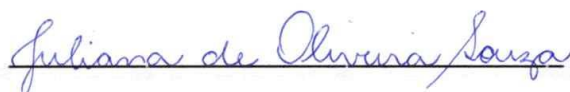
1. Engenharia Biomédica. 2. Envelhecimento. 3. Equilíbrio Postural. 4. Propriocepção. I. Lima, Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva, orient. II. Universidade do Vale do Paraíba. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica. III. Título.

Eu, Juliana de Oliveira Souza, autor(a) da obra acima referenciada:

Autorizo a divulgação total ou parcial da obra impressa, digital ou fixada em outro tipo de mídia, bem como, a sua reprodução total ou parcial, devendo o usuário da reprodução atribuir os créditos ao autor da obra, citando a fonte.

Declaro, para todos os fins e efeitos de direito, que o Trabalho foi elaborado respeitando os princípios da moral e da ética e não violou qualquer direito de propriedade intelectual sob pena de responder civil, criminal, ética e profissionalmente por meus atos.

São José dos Campos, 23 de Junho de 2021.


Autor(a) da Obra

Data da defesa: 07 / 04 / 21



Instituto de Pesquisa
e Desenvolvimento

JULIANA DE OLIVEIRA SOUZA

“EFEITOS DA PLATAFORMA VIBRATÓRIA NO EQUILÍBRIO, ATIVIDADE
ELETROMIOGRÁFICA E PROPRIOCEPÇÃO DE IDOSOS”.

Dissertação aprovada como requisito parcial à obtenção do grau de Mestre, do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica, do Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento da Universidade do Vale do Paraíba - Univap, pela seguinte banca examinadora:

DocuSigned by:

3BEEF161912F45F...

PROF. DR. ALESSANDRO CORRÊA MENDES

PROF.^a DR.^a FERNANDA PUPIO SILVA LIMA

PROF.^a DR.^a JANAÍNA DE MORAES SILVA (UESPI-PI)

Prof.^a Dr.^a Lúcia Vieira

Diretora do IP&D – Univap

São José dos Campos, 07 de abril de 2021.

DEDICATÓRIA

Dedico esta conquista a Deus que me permitiu realizar mais este sonho e aos meus pais, meus maiores educadores, exemplos de caráter, coragem e perseverança.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela dádiva da vida e pelo amparo nos momentos difíceis.

Aos meus pais, que sempre me apóiam incondicionalmente.

A todos os meus familiares pelo apoio e carinho, sobretudo aos meus irmãos e sobrinhos.

Aos professores que ao longo da minha vida me inspiraram e acreditaram no meu potencial, de modo especial à Msc. Ariela Torres Cruz e à Msc. Priscila de Oliveira Januário, pelo incentivo, parceria em trabalhos científicos e indicação no início do curso e ao Msc. Vladimir Lopes de Souza por me permitir vivenciar momentos de crescimento profissional no Centro Universitário de Barra Mansa.

À Universidade do Vale do Paraíba por ceder todo o espaço e equipamentos necessários para a realização desta pesquisa.

A todos os professores e demais funcionários da instituição pela contribuição inestimável à minha formação pessoal e acadêmica, em especial minha orientadora Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima pela disponibilidade, paciência, confiança e incentivo e ao Prof. Dr. Mário Oliveira Lima por todo conhecimento transmitido durante o estágio docência.

À banca examinadora de qualificação e aos membros da banca examinadora da defesa pela grande contribuição.

Aos colegas de turma, pelos vários momentos que compartilhamos juntos, em especial à Vitória e Camila pela amizade, companheirismo e parceria nos trabalhos.

Aos colegas do Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora, pelo espírito de cooperação e solidariedade, especialmente à Ana Paula Pinto e Gabriela Souza que junto da Profa. Dra. Marcele Florêncio das Neves, me auxiliaram nas fases de coleta e análise dos dados. Sem a generosidade de vocês, tudo teria sido mais difícil!

Aos idosos que participaram da pesquisa pela disponibilidade e colaboração, tornando possível sua realização.

À atual Secretária Municipal de Saúde de Santa Rita de Jacutinga – MG, Gabriela Monteiro e sua antecessora Cleuza Miranda pelo apoio, às colegas fisioterapeutas por estarem sempre dispostas a ajudar e aos demais funcionários da Unidade de Saúde pelas palavras de incentivo. Foi bom poder contar com vocês!

Aos meus pacientes e seus familiares pelo carinho e compreensão quando estive ausente.

Aos meus amigos que celebram minhas conquistas, de modo especial ao Sérgio Martins por se mostrar presente em todos os momentos que estive em São José dos Campos. À Vanessa Resende, Fernanda Landim e Talita Santos pelas palavras de otimismo, incentivo e perseverança. E ao querido Altair Fonseca pelas orações, apoio e carinho, fundamentais nesta reta final.

A todos que me proporcionaram acolhimento e conforto fora de casa. Vocês foram essenciais nesta jornada!

Aos ausentes que em algum momento da minha vida colaboraram para que eu chegasse até aqui, especialmente meu padrinho Antônio Marques de Oliveira pelo apoio e incentivo.

A todos que, embora não tenham sido citados, contribuíram para esta conquista, os meus sinceros agradecimentos.

Prece da melhor idade

*“Senhor, alcancei em minha vida,
com o auxílio da Tua graça,
o estágio da terceira idade,
e hei de continuar vivendo intensamente,
com familiares e amigos, tudo o que a vida ainda tem para mim.*

*Ofereço-Te as sementes que geraram frutos,
os sonhos realizados,
as experiências vividas até agora.*

*E, sobretudo, a força do Teu amor
que me permite conservar o espírito jovem e aberto.
Ó Deus de misericórdia, dá-me saúde para lutar e servir,
sabedoria para instruir e dialogar com os mais jovens.*

*Inspira-me a manter viva a fé, com otimismo,
alegria e esperança.*

*Afasta o cansaço e o medo do futuro.
Ajuda-me a confiar nos Teus cuidados amorosos.
Agradeço pela missão a mim confiada,
e permita-me celebrar o dom da vida
em muitos verões e primaveras.*

Amém.

Pe. Alberto Gambarini

RESUMO

O envelhecimento pode ser acompanhado por alterações no sistema muscular, somatossensorial e de controle postural, podendo ocasionar o aumento do risco de quedas entre os idosos. As quedas podem causar limitações funcionais, perda da independência e óbito nesta faixa etária. Um dos recursos utilizados na reabilitação desta população é o treinamento sensório-motor. Novas modalidades deste treinamento mostram-se promissoras, como a Vibração de Corpo Inteiro (VCI). Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar os efeitos de um treinamento sensório-motor em idosos, sobre uma plataforma vibratória e em superfície estável. Trata-se do estudo de 3 casos de idosos, de ambos os gêneros, na faixa etária entre 61 e 66 anos. Após distribuição aleatória por sorteio, a participante 1 realizou o treinamento sensório-motor sobre a plataforma vibratória e os participantes 2 e 3 no solo. As avaliações foram realizadas antes, após um dia de tratamento e após cinco sessões diárias de 4 séries de 60 segundos em apoio unipodal sobre a plataforma vibratória ou no solo. O equilíbrio foi avaliado pela Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) e a atividade eletromiográfica e propriocepção do membro inferior não dominante através da Eletromiografia de Superfície e Dinamometria Isocinética, respectivamente. Os participantes 1 e 2 atingiram o mesmo *score* na EEB após um dia de tratamento. Após os cinco dias de intervenção, somente a participante 1 apresentou melhora no desempenho. Com relação à participante 3, observa-se que houve aumento do *score* após um dia de tratamento e que este se manteve após os cinco dias. A participante 1 apresentou aumento da atividade elétrica de todos os músculos avaliados. Em relação à participante 2, verificou-se aumento da atividade elétrica dos músculos fibular longo, vasto medial e glúteo médio. O músculo gastrocnêmio medial apresentou redução da atividade elétrica após um dia de tratamento e aumento após os cinco dias. Quanto à participante 3, observou-se redução da atividade elétrica dos músculos fibular longo e gastrocnêmio medial. O músculo vasto medial se destacou ao apresentar aumento da atividade elétrica em todas as avaliações. Quanto ao glúteo médio, verificou-se redução da atividade elétrica após um dia de tratamento e aumento após os cinco dias. Em relação à propriocepção, para o ângulo de 60° de extensão do joelho, os participantes 1 e 2 apresentaram aumento dos erros nas tentativas de percepção do senso de posição articular após um dia de tratamento e diminuição após os cinco dias. Para o ângulo de 30°, a participante 1 teve redução dos erros após um dia de tratamento e após os cinco dias, enquanto o participante 2 apresentou redução dos erros somente após o fim do tratamento. A participante 3 apresentou redução dos erros em todas as avaliações para 60° e 30° de extensão do joelho. À medida que se conhece mais sobre os efeitos da VCI, é possível utilizá-la na área biomédica para beneficiar pacientes com diferentes necessidades. Verificou-se neste estudo que ambos os tratamentos foram benéficos para os idosos.

Palavras-chave: Envelhecimento. Equilíbrio Postural. Propriocepção. Acidentes por Quedas. Vibração.

Effects of the vibrating platform on balance, electromyographic activity and proprioception in the elderly

ABSTRACT

Aging may be accompanied by changes in the muscular, somatosensory, and postural control systems, which may increase the risk of falls among the elderly. Falls can cause functional limitations, loss of independence, and death in this age group. One of the resources used in the rehabilitation of this population is sensory-motor training. New modalities of this training have shown promise, such as Whole Body Vibration (WBV). This study aimed to evaluate and compare the effects of a sensory-motor training in the elderly, on a vibrating platform and on a stable surface. This is a case study of 3 elderly subjects of both genders, aged 61 to 66 years. After random allocation by draw, participant 1 performed the sensory-motor training on the vibrating platform and participants 2 and 3 on the ground. The evaluations were made before, after one day of treatment and after five daily sessions of 4 sets of 60 seconds in unipodal support on the vibration platform or on the ground. Balance was assessed by the Berg Balance Scale (BBS) and the electromyographic activity and proprioception of the non-dominant lower limb by Surface Electromyography and Isokinetic Dynamometry, respectively. Participants 1 and 2 achieved the same BBS score after one day of treatment. After the five days of intervention, only participant 1 showed improvement in performance. With regard to participant 3, it can be observed that there was an increase in the score after one day of treatment and that this was maintained after five days. Participant 1 showed an increase in the electrical activity of all the muscles evaluated. Regarding participant 2, an increase in the electrical activity of the peroneus longus, vastus medialis, and gluteus medius muscles was observed. The medial gastrocnemius muscle showed reduced electrical activity after one day of treatment and increased after five days. As for participant 3, we observed a reduction in the electrical activity of the peroneus longus and medial gastrocnemius muscles. The vastus medialis muscle stood out by presenting increased electrical activity in all evaluations. As for the gluteus medius, there was a reduction of the electrical activity after one day of treatment and an increase after five days. Regarding proprioception, for the 60° angle of knee extension, participants 1 and 2 showed increased errors in the attempts to perceive the joint position sense after one day of treatment and decreased after five days. For the 30° angle, participant 1 had a reduction in errors after one day of treatment and after the five days, while participant 2 showed a reduction in errors only after the end of treatment. Participant 3 showed a reduction in errors across all assessments for 60° and 30° knee extension. As more is known about the effects of VCI, it can be used in the biomedical field to benefit patients with different needs. It was found in this study that both treatments were beneficial for the elderly.

Keywords: Aging. Postural Balance. Proprioception. Accidental Falls. Vibration.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide da população brasileira por sexo e faixa etária – 2012/2019. ...	22
Figura 2 – Ciclo vicioso ocasionado pelo declínio da função muscular, redução no nível de atividade física e novamente declínio da função muscular.	24
Figura 3 – Fluxo das informações envolvidas no controle postural.	25
Figura 4 – Ondas vibracionais constantes em forma de seno, produzidas pela plataforma vibratória.....	28
Figura 5 – Representação esquemática e simplificada da detecção do estímulo vibratório pelo corpo humano.	29
Figura 6 – Diagrama esquemático da resposta muscular ao estímulo vibratório.	30
Figura 7 – Representação de modelos de plataformas triplanar e oscilatória.	31
Figura 8– Eletromiógrafo de 8 canais (<i>EMG System do Brasil 830</i>) e eletrodos Ag/AgCl.....	37
Figura 9 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo fibular longo.	38
Figura 10 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo gastrocnêmio medial.	39
Figura 11 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo vasto medial.....	40
Figura 12 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo glúteo médio.	41
Figura 13 – Representação dos sinais obtidos pela EMGS do músculo fibular longo de um dos participantes, durante o apoio unipodal.	42
Figura 14 – Participante durante a avaliação da propriocepção no Dinamômetro <i>Biodex System 3</i>	43
Figura 15 – Treinamento sensório-motor sobre a Plataforma Vibratória (<i>Vibra, Nissan Fisio®</i>).....	45
Figura 16 – Treinamento sensório-motor no solo.....	46

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Pontuações obtidas pelos participantes na EEB.....	54
Gráfico 2 – Resultados obtidos pelos participantes na dinamometria isocinética.	55

LISTA DE FUXOGRAMAS

Fluxograma 1 – Etapas sequenciais dos procedimentos da pesquisa.....	34
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação das pontuações obtidas pela participante 1 na EEB nas três avaliações.	48
Tabela 2 – Análise da EMGS dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio da participante 1 nas três avaliações.	49
Tabela 3– Médias dos erros nas três avaliações da propriocepção da participante 1, nas angulações de 60° e 30° de extensão de joelho no dinamômetro isocinético.....	49
Tabela 4 – Comparação das pontuações obtidas pelo participante 2 na EEB nas três avaliações.	50
Tabela 5 – Análise da EMGS dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio do participante 2.....	51
Tabela 6 – Médias dos erros nas três avaliações da propriocepção do participante 2, nas angulações de 60° e 30° de extensão de joelho no dinamômetro isocinético.....	51
Tabela 7 – Comparação das pontuações obtidas pela participante 3 na EEB nas três avaliações.	52
Tabela 8 – Análise da EMGS dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio da participante 3.....	53
Tabela 9 – Médias dos erros nas três avaliações da propriocepção da participante 3, nas angulações de 60° e 30° de extensão de joelho no dinamômetro isocinético.....	53
Tabela 10 – Resultados obtidos pelos participantes na EMGS.....	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OMS: Organização Mundial da Saúde

VCI: Vibração de Corpo Inteiro

ONU: Organização das Nações Unidas

SNC: Sistema Nervoso Central

RTV: Reflexo Tônico Vibratório

Hz: Hertz

mm: milímetros

CEP: Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVAP: Universidade do Vale do Paraíba

TCLE: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

LERSM: Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora

IP&D: Instituto de Pesquisa & Desenvolvimento

IMC: Índice de Massa Corporal

Kg: Quilograma

m: metros

EEB: Escala de Equilíbrio de Berg

EMGS: Eletromiografia de Superfície

Ag/AgCl: prata/cloreto de prata

SENIAM: *Surface Electromyography for the Non Invasive Assessment of Muscle*

RMS: Root Mean Square

kHz: quilo-hertz

vs: versus

V: Volt

TTO: Tratamento

LISTA DE SÍMBOLOS

®: marca registrada

%: porcentagem

↑: aumento

↓: diminuição

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
2 OBJETIVOS	20
2.1 OBJETIVO GERAL	20
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	20
3 REVISÃO DE LITERATURA	21
3.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL E SEUS ASPECTOS BIOLÓGICOS	21
3.1.1 Efeitos do envelhecimento no sistema muscular, somatossensorial e de controle postural	23
3.2 EFEITOS DO TREINAMENTO SENSORIO-MOTOR NO EQUILÍBRIO DOS IDOSOS	26
3.2.1 Vibração de Corpo Inteiro	27
4 MATERIAIS E MÉTODOS	32
4.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	32
4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E DA AMOSTRA	32
4.3 PROCEDIMENTOS.....	33
4.3.1 Avaliação	35
4.3.2 Treinamento sensorio-motor	44
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	46
5 RESULTADOS	48
5.1 PARTICIPANTE 1	48
5.2 PARTICIPANTE 2	50
5.3 PARTICIPANTE 3	51
6 DISCUSSÃO	57
7 CONCLUSÕES	62
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	69
APÊNDICE B – TRABALHOS DESENVOLVIDOS	72
ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA	73
ANEXO B – REGISTRO CLINICAL TRIALS	75
ANEXO C – ESCALA DE EQUILÍBRIO DE BERG (EEB) – VERSÃO BRASILEIRA	76

1 INTRODUÇÃO

O aumento da expectativa de vida e a queda da taxa de natalidade ocasionaram um intenso envelhecimento na população mundial. Todo ano, 700 mil novos idosos são incorporados à população brasileira (VERAS, 2016). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018), o país ultrapassou a marca de 30 milhões de idosos em 2017. Isso tem gerado desafios econômicos e sociais, além de aumentar a necessidade de pesquisas na área do envelhecimento (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2019).

O avanço da idade é, geralmente, acompanhado pelo declínio das funções biológicas, físico-motoras e cognitivas, com maior incidência de agravos à saúde, sendo assim, ainda que sem doenças crônicas, o processo de envelhecimento envolve perdas funcionais, exigindo que o cuidado com o idoso seja idealizado de maneira diferente do que é realizado com adultos jovens (HAYTER *et al.*, 2015; VERAS; OLIVEIRA, 2018).

O envelhecimento naturalmente ocasiona perda de trofismo e força muscular, assim como diminuição da propriocepção, ou seja, redução da capacidade de percepção do movimento articular (VARELLA *et al.*, 2016; GUSMÃO; REIS, 2017; SUMUKADAS, 2018). Essas modificações podem levar à instabilidade postural, causa mais comum de quedas em idosos (RICHARDSON, 2017).

A queda é o deslocamento não intencional do corpo para um nível inferior, com incapacidade de correção do indivíduo em tempo hábil, podendo causar complicações como limitações funcionais e perda da independência (BOTERO *et al.*, 2018). Ela é a segunda principal causa de mortes acidentais no mundo, sendo que a mortalidade é maior entre os idosos (ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS, 2018). No Brasil, estudo realizado em 70 municípios mostrou que a prevalência de quedas na população idosa foi de 25,1% (PIMENTEL *et al.*, 2018).

Alguns protocolos de exercícios podem ser usados para melhora do equilíbrio em idosos, visando à prevenção de quedas. O treinamento sensório-motor é um dos recursos utilizados por fisioterapeutas para aumentar as habilidades de controle postural, restaurando a estabilidade estática e dinâmica do indivíduo (FERLINC *et al.*, 2019). Novas modalidades deste treinamento mostram-se promissoras, como a Vibração de Corpo Inteiro (VCI), que consiste em ficar sobre uma plataforma que

oscila em uma determinada frequência e amplitude, ativando contrações musculares através da estimulação dos receptores sensoriais (ROGAN *et al.*, 2017).

Embora a literatura aponte os benefícios da VCI para a população idosa, ainda faltam conhecimentos e evidências mais aprofundadas. Estudos envolvendo idosos mostram a heterogeneidade das metodologias empregadas e as divergências com relação à resposta do organismo aos estímulos vibratórios, dificultando a tomada de decisão clínica por parte dos fisioterapeutas (ORR, 2015; BACHA *et al.*, 2016; PESSOA *et al.*, 2017; ROGAN *et al.*, 2017; FISCHER *et al.*, 2019).

Considerando o aumento da expectativa de vida e a alta prevalência de quedas entre os idosos, observa-se a necessidade de estudos que abordem formas de melhorar a qualidade de vida desta população, propondo exercícios que possam minimizar os efeitos do envelhecimento e que sejam de fácil adaptação para futuras pesquisas sobre o tema. Sendo assim, espera-se que os resultados deste estudo sejam úteis para aplicabilidade clínica e científica.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar os efeitos de um treinamento sensório-motor em idosos, sobre uma plataforma vibratória e em superfície estável.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o equilíbrio dos idosos antes e após o treinamento sensório-motor sobre uma plataforma vibratória e em superfície estável;
- Observar a ativação muscular dos idosos antes e após o treinamento sensório-motor sobre uma plataforma vibratória e em superfície estável;
- Verificar a propriocepção dos idosos antes e após o treinamento sensório-motor sobre uma plataforma vibratória e em superfície estável.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Na revisão sistemática da literatura foram abordados temas pertinentes ao trabalho realizado, com o propósito de relacionar os aspectos mais relevantes sobre a pesquisa.

3.1 ENVELHECIMENTO POPULACIONAL E SEUS ASPECTOS BIOLÓGICOS

O envelhecimento é definido como um processo natural, progressivo e irreversível, que não ocorre de forma igualitária nos seres humanos. Ele é caracterizado por alterações morfológicas, bioquímicas, funcionais e psicossociais, as quais determinam a gradual perda da capacidade de adaptação do indivíduo idoso ao meio ambiente (MESQUITA; CAVALCANTE; SIQUEIRA, 2016). De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU), são considerados idosos os indivíduos com idade igual ou acima de 65 anos que residem em países desenvolvidos. Nos países em desenvolvimento, como o Brasil, são idosas as pessoas com 60 anos ou mais, limite esse estabelecido também pelo Estatuto do Idoso (BRASIL, 2013).

A tábua de mortalidade projetada pelo IBGE para o ano de 2019 forneceu uma expectativa de vida de 76,6 anos para o total da população, um acréscimo de 3 meses em relação ao valor estimado para o ano de 2018 (76,3 anos). Para os homens o aumento foi de 72,8 anos em 2018 para 73,1 anos em 2019. Já para as mulheres o ganho foi um pouco menor, em 2018 a expectativa de vida ao nascer era de 79,9 anos se elevando para 80,1 anos em 2019.

A pirâmide abaixo mostra que o envelhecimento da população brasileira aumentou em 2019, se comparado a 2012. Esta mudança pode ser observada pela menor porcentagem encontrada em 2019 nos grupos etários mais jovens (base da pirâmide), ao mesmo tempo em que houve aumento nas porcentagens dos grupos de idade que ficam no topo da pirâmide (Figura 1).

Figura 1 – Pirâmide da população brasileira por sexo e faixa etária – 2012/2019.



Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) – Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Trabalho e Rendimento – Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – 2012/2019.

Em razão da transição demográfica, o envelhecimento tornou-se um dos temas de maior interesse da sociedade, sendo necessário compreender dois conceitos importantes: a senescência e a senilidade. O primeiro está relacionado ao processo biológico do envelhecimento, em que o idoso convive harmonicamente com a progressiva redução de suas funções biológicas. O segundo diz respeito às doenças que podem surgir durante este processo, fazendo com o que o idoso se torne menos ativo e mais fragilizado (DANTAS; SANTOS, 2017).

Diversas teorias foram criadas com o objetivo de ampliar o entendimento sobre os fatores biológicos responsáveis pelo envelhecimento (DA COSTA *et al.*, 2016). De modo geral, elas podem ser classificadas em duas categorias: as de natureza genético-desenvolvimentista e as de natureza estocástica. Na primeira categoria, o envelhecimento é visto como um processo geneticamente programado, enquanto que na segunda acredita-se que o processo depende do acúmulo de

agressões ambientais que atingem um nível incompatível com a manutenção das funções orgânicas. Sabe-se que, embora as teorias sobre este processo apresentem diferenças, devem ser consideradas como saberes complementares (NASCIMENTO, 2020).

O estudo das alterações naturais do envelhecimento amplia o conhecimento dos profissionais desta área, permitindo aperfeiçoar o estudo e elaboração de intervenções preventivas e terapêuticas para a população idosa. Na subseção a seguir foram abordados os aspectos biológicos do envelhecimento no que diz respeito aos sistemas muscular e somatossensorial, bem como a integração destes dois sistemas para a manutenção do controle postural.

3.1.1 Efeitos do envelhecimento no sistema muscular, somatossensorial e de controle postural

Com o processo de envelhecimento, o sistema muscular apresenta alterações anatomofisiológicas, como a substituição de tecido muscular por tecido conjuntivo e adiposo; a diminuição do aporte sanguíneo, das reservas de glicogênio muscular, de unidades motoras e proteínas contráteis; o declínio de fibras musculares; potência, resistência, força e trefismo muscular; diminuição da flexibilidade, além da redução da densidade mitocondrial e da atividade das enzimas oxidativas (DANTAS; SANTOS, 2017; MATSUMOTO *et al.*, 2017; LOCQUET *et al.*, 2018).

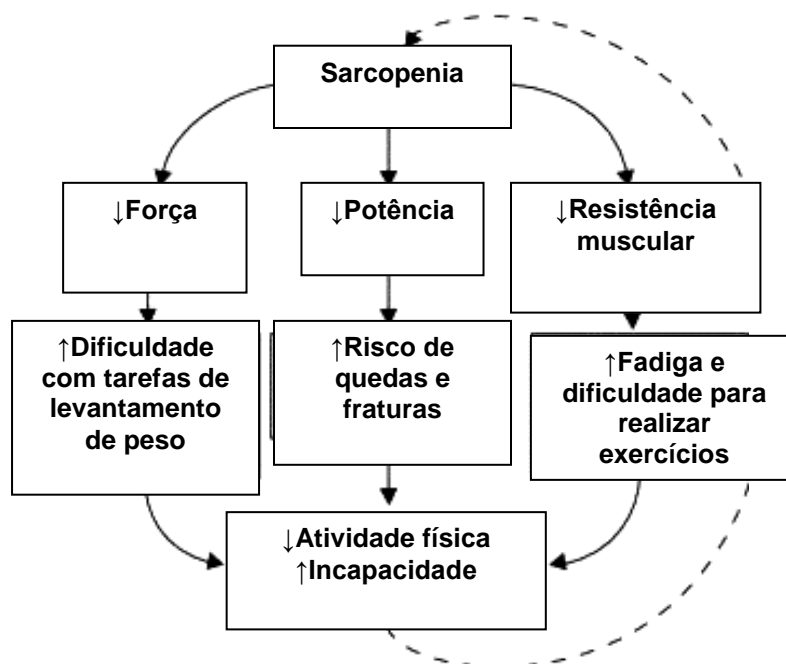
Essas alterações ocasionam diminuição da amplitude de movimento articular e encurtamentos musculares; lentidão dos movimentos; limitações funcionais; fraqueza muscular e fadiga precoce, dificultando a execução das atividades de vida diárias, prejudicando a qualidade de vida e aumentando o risco de quedas entre os idosos. Cabe ressaltar ainda que, uma das complicações que mais afeta essa população é a sarcopenia, causada pela perda expressiva do trefismo e função muscular ao longo do tempo (DANTAS; SANTOS, 2017; CRUZ-JENTOFT *et al.*, 2019).

Sugere-se que após os 30 anos a perda de força muscular seja de 1% por ano até os 60 anos; de 15% por década entre os 60 e 70 anos e 30% por década daí em diante (COSTA; NAVARRO, 2016). Em indivíduos com 60 anos, estima-se que a prevalência de sarcopenia seja de 6% a 12%, podendo atingir 50% dos idosos acima de 85 anos. Entre os brasileiros, a prevalência de sarcopenia é estimada em 17%

para indivíduos com mais de 60 anos, sendo que, para os homens esta porcentagem é estimada em 12%, e em mulheres estimada em 20% (DIZ *et al.*, 2017).

A sarcopenia é classificada em duas categorias: sarcopenia primária, relacionada ao processo natural do envelhecimento, sem outras causas relevantes e sarcopenia secundária, ocasionada por outros fatores, sendo o sedentarismo o fator etiológico que mais se destaca (MARGUTTI; SCHUCH; SCHWANKE, 2017). O declínio da função muscular induz a uma redução no nível de atividade física do indivíduo, que, por sua vez, causa um declínio ainda maior na função muscular (SCIANNI *et al.*, 2019) (Figura 2).

Figura 2 – Ciclo vicioso ocasionado pelo declínio da função muscular, redução no nível de atividade física e novamente declínio da função muscular.

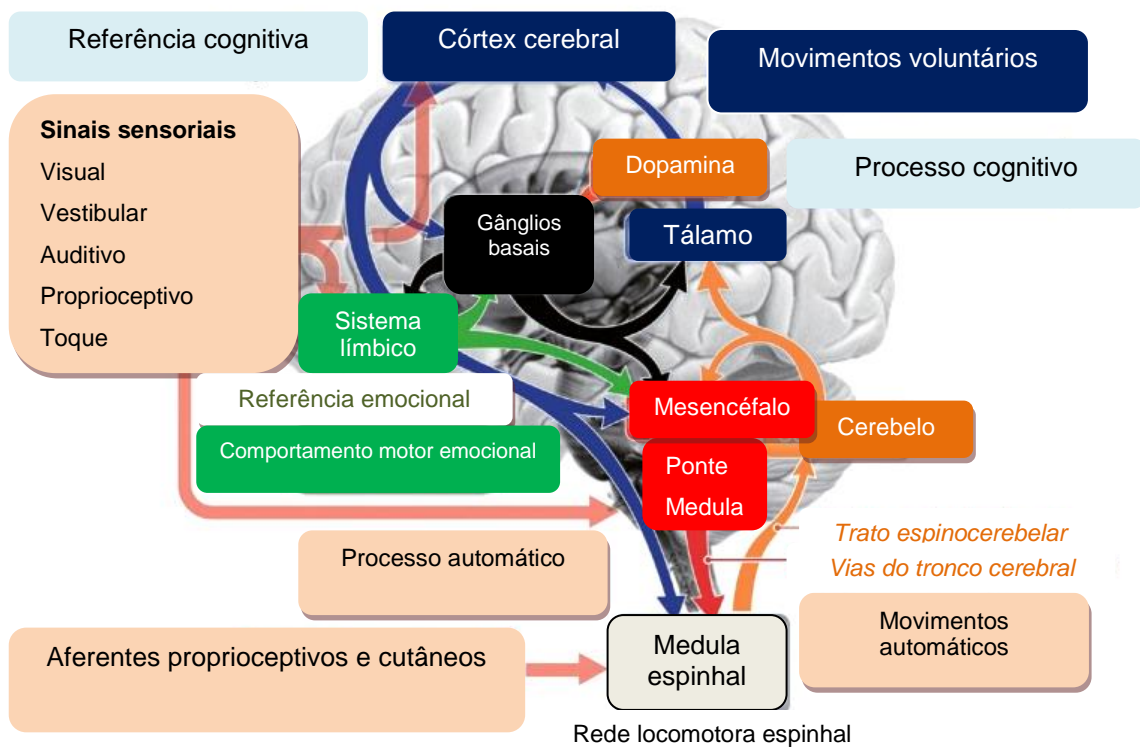


Fonte: Hunter, Mccarthy e Bam-Man (2004).

O sistema somatossensorial é composto por diversos receptores presentes na pele, ossos, músculos e tendões. Sua função é detectar a velocidade do movimento nos segmentos corporais, seu contato com objetos, inclusive o toque, temperatura e orientação da gravidade. Assim, a propriocepção é definida como o conjunto de informações somatossensoriais que são enviadas constantemente ao Sistema Nervoso Central (SNC) por estes conjuntos de receptores (JACOB FILHO *et al.*, 2015).

Por meio do sistema sensorial, informações sobre a posição do corpo e sua trajetória no espaço orientam para o processamento do controle postural. Essas informações aferentes são recebidas pelo SNC, que seleciona respostas efetivas e reguladas no tempo para a ação estabilizadora, sendo que o sistema efetor, composto pelo sistema musculoesquelético, é o responsável por executar as respostas programadas. Portanto, o controle postural ou equilíbrio corporal é resultante da integração do SNC aos sistemas vestibular, visual, proprioceptivo e neuromuscular (DANTAS; SANTOS, 2017) (Figura 3).

Figura 3 – Fluxo das informações envolvidas no controle postural.



Fonte: Takakusaki (2017).

O processo natural do envelhecimento compromete a habilidade do SNC em realizar o processamento dos sinais vestibulares, visuais e proprioceptivos. Essas alterações são responsáveis pela ocorrência de vertigem e/ou tontura; diminuição da sensibilidade ao toque e do senso de posição articular, além de déficits no equilíbrio e conseqüentemente maior risco de quedas e prejuízos na qualidade de vida da população idosa (SANTOS *et al.*, 2015).

3.2 EFEITOS DO TREINAMENTO SENSORIO-MOTOR NO EQUILÍBRIO DOS IDOSOS

Na década de 60, o médico britânico Michael Freeman (1965) sugeriu uma abordagem simples de tratamento para a instabilidade articular crônica de soldados que sofreram lesão no tornozelo. Neste tratamento, os pacientes precisavam se equilibrar sobre um balanço de madeira. Entre os pacientes que completaram o treinamento, o médico observou diminuições significativas na recorrência de entorses de tornozelo. Estes resultados foram pioneiros no entendimento sobre a reabilitação proprioceptiva, não apenas por identificar a importância dos receptores articulares, mas por demonstrar que o SNC também contribui substancialmente para a reabilitação musculoesquelética.

Um fisiatra e neurologista da República Tcheca, Dr. Vladimir Janda, começou a investigar o papel do SNC na disfunção musculoesquelética e na instabilidade corporal. Ele observou que embora estejam separados anatomicamente, é impossível separar o sistema sensorial do motor no controle do movimento humano, senso assim, ele usou o termo “sistema sensorio-motor” para associar as funções destes dois sistemas. Ele enfatizou que qualquer alteração no sistema sensorio-motor é refletida por adaptações compensatórias em outras partes do sistema (JANDA, 2000).

Após o avanço nos estudos, a literatura tem mostrado que o treinamento sensorio-motor é capaz de proporcionar aos idosos uma melhora do equilíbrio e coordenação motora, conseqüentemente diminuindo o risco de quedas. Ele é caracterizado por exercícios que estimulam a melhora da interação neuromuscular. Atualmente pode ser feito de forma unipodal com ou sem a oclusão da visão; utilizando pistas proprioceptivas ou circuitos com obstáculos e recursos que incluem pranchas, degraus, rampas, balanços, cama elástica e discos proprioceptivos. Outras modalidades promissoras para o treinamento nesta população são a realidade virtual e as práticas realizadas fora do solo, como é o caso da hidroterapia e da terapia de VCI (GUSMÃO; REIS, 2017).

3.2.1 *Vibração de Corpo Inteiro*

Ao longo dos anos, a VCI passou a ser utilizada em diversos estudos, que durante um tempo, baseavam-se apenas nos efeitos deletérios da exposição prolongada às vibrações no ambiente de trabalho. Os primeiros estudos sobre os benefícios da estimulação vibratória sobre o corpo vieram no âmbito esportivo. No início dos anos 70, cientistas russos verificaram que a vibração mecânica era capaz de melhorar o desempenho neuromuscular. Eles usaram treinamento de vibração em combinação com treinamento de resistência para aumentar a força muscular da equipe olímpica russa (AMARAL; PÉCORA, 2012; PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014).

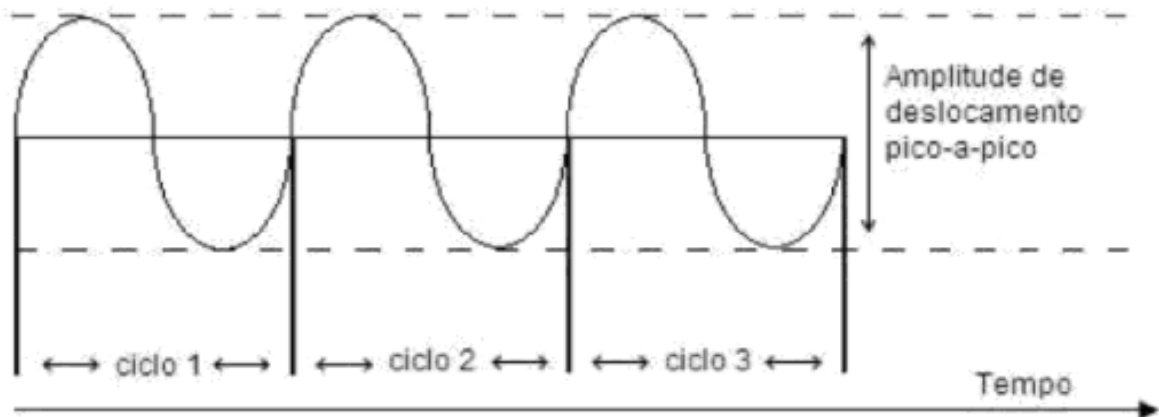
O cientista esportivo russo Dr. Vladimir Nazarov, foi o primeiro a usar a vibração com o objetivo de melhorar a performance atlética, algo a que ele chamou de “Estimulação Biomecânica”. O recurso também passou a ser utilizado para promover fenômenos biológicos no corpo que reduzissem a perda da densidade óssea, assim como a atrofia muscular de astronautas submetidos a condições de gravidade zero no momento de suas viagens fora da atmosfera terrestre. O uso diário da máquina de vibração nos membros proporcionava a astronautas soviéticos a chance de maior permanência no espaço (PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014).

No ano de 1880, o neurologista e professor francês Jean-Martin Charcot percebeu que portadores de Parkinson tiveram uma redução dos sintomas após viagens de trem e a cavalo. Com base nesta hipótese ele desenvolveu uma cadeira vibratória com finalidade terapêutica. Depois dele, nos anos que se seguiram, outros terapeutas também fizeram uso da vibração em diferentes terapias. No Brasil, a terapia vibratória foi introduzida em meados de 2005, sendo caracterizada por oscilações produzidas por uma base ou equipamento, denominado plataforma vibratória (AMARAL; PÉCORA, 2012).

As plataformas vibratórias são capazes de gerar ondas vibracionais constantes do tipo sinusoidais, ou seja, em forma de sino que provocam estímulos mecânicos (Figura 4). Geralmente os exercícios são realizados com os pés apoiados paralelamente sobre o equipamento e suas oscilações produzem uma força de reação ao solo vertical para cada pé alternadamente. Quando o indivíduo está em contato com a plataforma, estes estímulos são percebidos em todo o corpo, se propagando por diversos tecidos. Este modo de vibração indireta deu origem ao

termo terapia de VCI (RITTWEGER, 2010; AMARAL; PÉCORÁ, 2012; PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014).

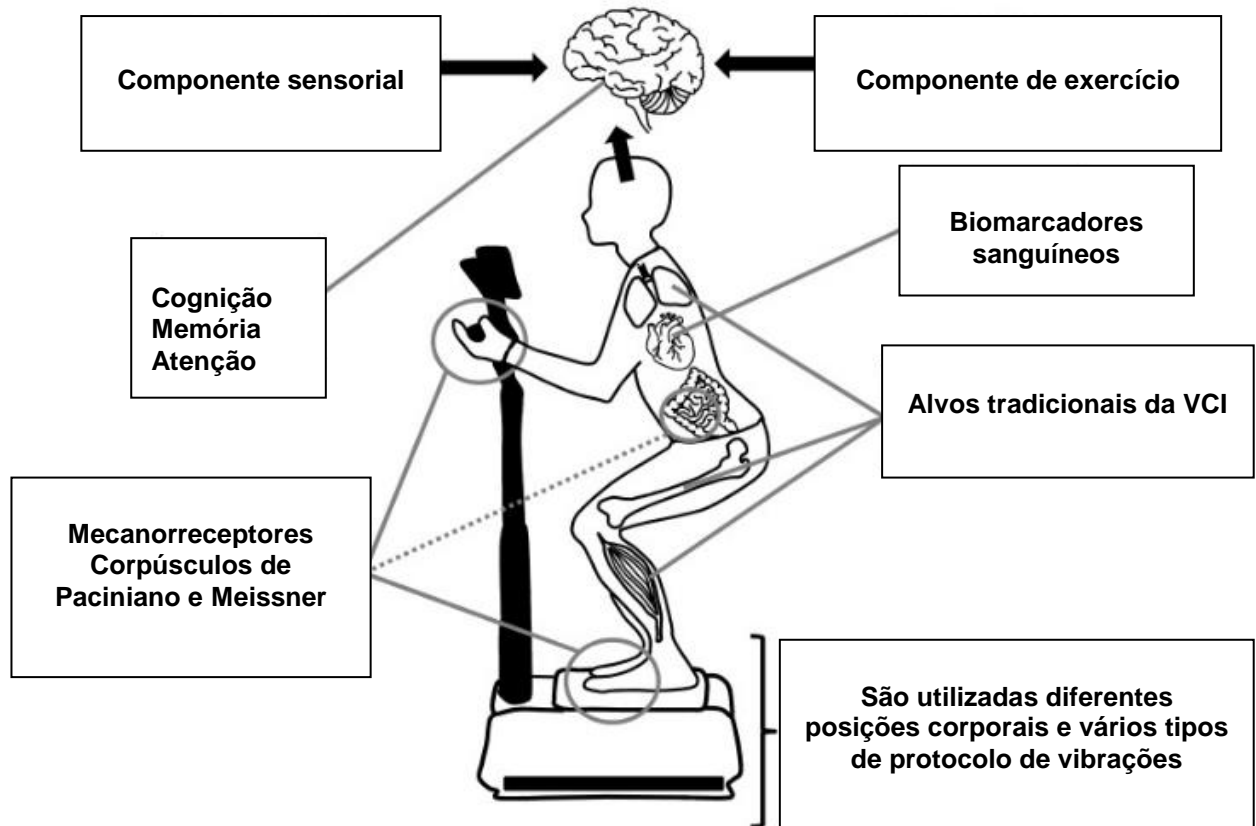
Figura 4 – Ondas vibracionais constantes em forma de seno, produzidas pela plataforma vibratória.



Fonte: Batista *et al.* (2007).

O corpo humano é dotado de uma alta densidade de mecanorreceptores na pele, principalmente nas mãos e pés, capazes de detectar vibrações. Os mecanorreceptores se projetam através da medula espinhal e do tálamo para o córtex somatossensorial. Várias regiões corticais do cérebro estão envolvidas no processamento da informação vibracional. Vibrações de energia alta o suficiente são, portanto, detectadas conscientemente. Os dois tipos principais de mecanorreceptores cutâneos receptivos às vibrações são: os Corpúsculos de Paciniano, ou receptores de pressão, localizados profundamente na pele; e os Corpúsculos de Meissner, ou receptores de toque, encontrados mais superficialmente (OROSZI *et al.*, 2020). Uma visão geral esquemática e simplificada desta detecção do estímulo vibratório pelo corpo humano está representada na Figura 5.

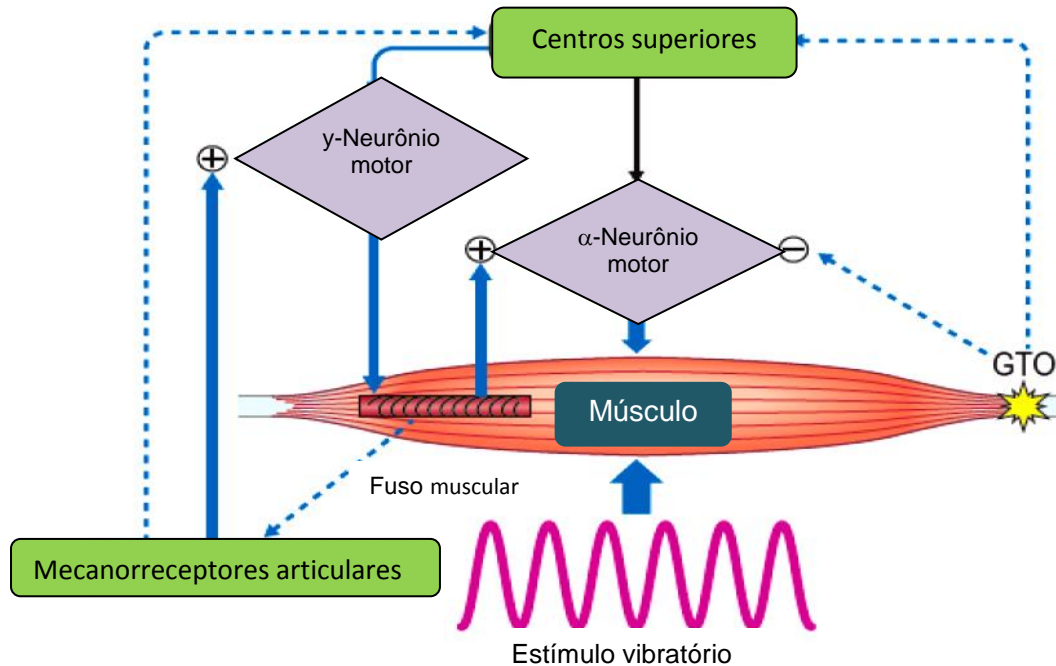
Figura 5 – Representação esquemática e simplificada da detecção do estímulo vibratório pelo corpo humano.



Fonte: Oroszi, T. *et al.* (2020).

A ação mecânica das ondas vibracionais é capaz de produzir mudanças rápidas e curtas no comprimento do complexo músculo-tendão. Esta perturbação é detectada pelos receptores sensoriais que modulam a rigidez muscular por meio da atividade muscular reflexa. O músculo então é forçado a uma contração prolongada, denominada de Reflexo Tônico Vibratório (RTV). Assim, o padrão de coordenação intramuscular é modulado, o movimento ao redor da articulação vai se aprimorando, o que parece influenciar no sistema sensorial proprioceptivo (BATISTA *et al.*, 2007; FLORES *et al.*, 2018) (Figura 6).

Figura 6 – Diagrama esquemático da resposta muscular ao estímulo vibratório.



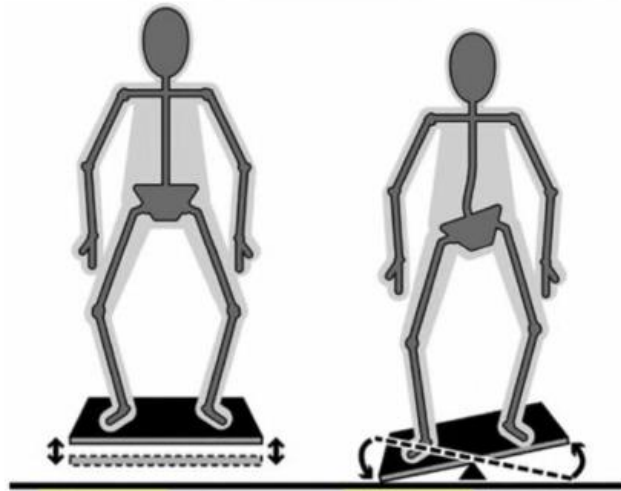
Fonte: Cardinale (2003).

Os parâmetros empregados nas plataformas vibratórias são a frequência, amplitude e direção. A frequência é medida em Hertz (Hz) e está relacionada às taxas de repetição dos ciclos oscilatórios. A amplitude é mensurada em milímetros (mm) e representa a extensão do deslocamento da base do equipamento (PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014). Como exemplo, uma plataforma que funciona com frequência de 30 Hz e amplitude de 5mm, significa que a base deste equipamento se desloca 5 mm durante 30 vezes por segundo (SILVA; SCHNEIDER, 2011). A intensidade do estímulo vibratório dependerá do aumento da frequência e da amplitude de vibração, enquanto que o tempo de exposição está sujeito a muitas variações (PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014).

A direção de deslocamento dependerá do modelo da plataforma. Os dois modelos mais comuns disponibilizados no mercado estão representados na Figura 6. No primeiro modelo chamado de triplanar, a base da plataforma se desloca como um todo, de maneira uniforme e sincrônica. Para esse modelo, seria mais apropriada a denominação de plataforma vibratória. No segundo modelo, a base do equipamento oscila em torno de um pivô, deslocando alternadamente as laterais para cima e para baixo. Sendo assim, podemos denominá-la de plataforma oscilatória. É importante considerar que as frequências e as amplitudes das

vibrações proporcionadas por estes dois modelos de plataforma podem variar de acordo com o fabricante (PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014).

Figura 7 – Representação de modelos de plataformas triplanar e oscilatória.



Fonte: Amaral e Pécora, (2012).

Achados da literatura sugerem que o uso da VCI pode beneficiar indivíduos de diferentes idades, em diversos tratamentos, assim como indivíduos saudáveis que desejam melhorar sua condição física. Com relação à população idosa especificamente, observa-se que este é um recurso que pode ser eficaz para reduzir os efeitos do envelhecimento (RITTWEGGER, 2010; PAIVA; CABEZUELO; FILHO, 2014; FLORES *et al.*, 2018; SANTOS; FRANÇA; ARTIGAS, 2019).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto de pesquisa foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), sob o CAAE 18643413.3.0000.5503 (ANEXO A), respeitando todos os princípios éticos que norteiam pesquisas envolvendo seres humanos, bem como a privacidade dos seus conteúdos, como preconiza a Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (2013). O estudo encontra-se registrado no *Clinical Trials* sob o número: NCT03846037 (ANEXO B).

Por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), os participantes foram previamente esclarecidos sobre os objetivos do estudo, riscos, benefícios e os procedimentos aos quais seriam submetidos. A aceitação plena foi confirmada após a assinatura do TCLE, permanecendo uma via com o participante e outra com a pesquisadora responsável.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO E DA AMOSTRA

Trata-se de um estudo de três casos, realizado nas dependências do Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora (LERSM), pertencente ao Instituto de Pesquisa & Desenvolvimento (IP&D) e dos Laboratórios de Biodinâmica e de Reabilitação Cardiopulmonar, pertencentes à Faculdade de Ciências da Saúde da UNIVAP.

Participaram deste estudo 3 idosos, de ambos os gêneros, na faixa etária entre 61 e 66 anos, residentes na comunidade, em um município do interior do estado de São Paulo, respeitando os critérios de elegibilidade para o estudo.

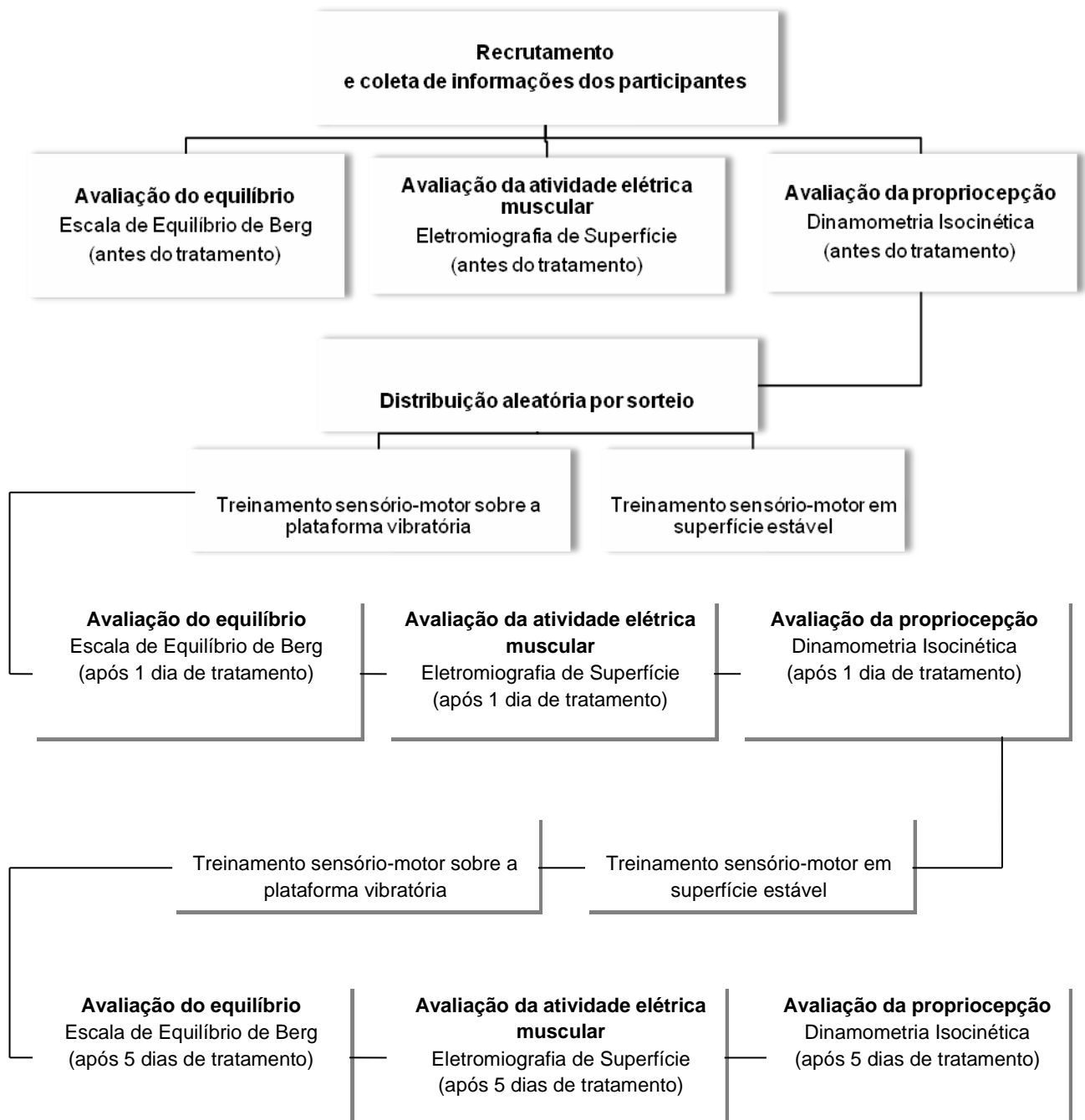
Foram incluídos idosos sedentários; com uma adequada compreensão e competências de comunicação; que não estivessem sob outro tratamento fisioterapêutico e que assinaram o TCLE. Com base no que é preconizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (2020) em novas diretrizes globais sobre atividade física e comportamento sedentário, considerou-se sedentário o indivíduo que não praticasse no mínimo 150 minutos de atividade física intensa semanal, em casos em que não houvesse contraindicações.

Os critérios de exclusão foram: idosos submetidos a qualquer tipo de intervenção cirúrgica há menos de 6 meses; portadores de marca-passo; que apresentassem doenças que interferem no equilíbrio; doenças cardiovasculares não controladas; lesões musculoesqueléticas, implantes metálicos e/ou dor nos membros inferiores; com déficits visuais e/ou auditivos não corrigidos; que estivessem em uso de medicamentos que alteram o equilíbrio; que ingerissem bebida alcoólica antes das sessões de tratamento, além daqueles que relatassem desconforto durante o protocolo de avaliação ou intervenção e que interrompessem o tratamento.

4.3 PROCEDIMENTOS

Os participantes foram recrutados, avaliados e após distribuição aleatória por sorteio, designados para o treinamento sensório-motor sobre a plataforma vibratória ou em superfície estável (Fluxograma 1). A designação para cada tratamento foi realizada por um pesquisador independente que não estava envolvido no recrutamento e/ou na intervenção.

Fluxograma 1 – Etapas sequenciais dos procedimentos da pesquisa.



Foram coletadas informações referentes a sexo; idade; doenças crônicas; histórico de quedas; massa corporal; altura; Índice de Massa Corporal (IMC), dado pelo quociente entre a massa corporal (expressa em quilograma – Kg) pela altura ao quadrado (expressa em metros – m) e membro inferior não dominante dos participantes.

O domínio do membro inferior foi definido como a perna preferida para chutar uma bola, já que em um artigo de revisão realizado por McGrath *et al.* (2016), essa definição mostrou-se mais eficaz na determinação das diferenças entre os membros inferiores no controle postural unipodal. O membro inferior dominante pode apresentar melhor desempenho na realização de tarefas, quando comparado ao membro não dominante. O desequilíbrio muscular entre os lados pode causar sobrecarga e compensações que alteram o movimento (QUEIROZ *et al.*, 2019), isso demonstra a importância de se avaliar e treinar o membro inferior não dominante, sobretudo dos idosos.

4.3.1 Avaliação

Todos os participantes foram avaliados antes e após um dia de tratamento e após cinco sessões consecutivas do treinamento sensório-motor. Eles foram orientados a não praticar exercício físico neste período. Para a avaliação foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Escala de Equilíbrio de Berg (EEB) (ANEXO C)

Para avaliar o equilíbrio dos participantes, foi utilizada a Berg Balance Scale, criada por Berg *et al.* (1992), sendo traduzida, adaptada e validada à população brasileira por Miyamoto *et al.* (2004) (ANEXO C). A literatura aponta uma variedade de testes com o objetivo de avaliar o equilíbrio e estabelecer parâmetros para a identificação de idosos com maior risco de sofrerem quedas. Porém, autores destacam a vantagem da EEB com relação aos demais instrumentos, já que, necessitando de poucos equipamentos para ser administrada, ela avalia aspectos diferentes do equilíbrio, além de verificar a eficácia de intervenções na prática clínica e científica (BERG *et al.*, 1992; MIYAMOTO *et al.*, 2004; DIEGO *et al.*, 2012; PUERRO NETO; BRITO, 2015).

A escala é considerada segura para a avaliação do equilíbrio estático e dinâmico de idosos baseada em 14 tarefas representativas de atividades da vida diária tais como: levantar-se; permanecer em pé e sentado sem apoio; sentar-se; transferir-se de uma cadeira com apoio para uma sem apoio; permanecer em pé

com os olhos fechados sem apoio e com os pés juntos; inclinar-se para frente; pegar um objeto do chão; virar-se para trás; girar 360°; posicionar os pés alternadamente em um degrau; permanecer em pé sem apoio com um pé à frente do outro e sobre uma perna só (MIYAMOTO *et al.*, 2004).

Os testes avaliam tanto a forma como é realizada cada tarefa, como o tempo para realizá-las. Cada item possui cinco alternativas que variam de 0 a 4 pontos. A capacidade em realizar a atividade de modo independente é expressa na escala através da pontuação 4; quando há necessidade de supervisão por parte do avaliador a pontuação é 3; quando o indivíduo necessita de segurança e auxílio moderado a pontuação é 2; quando há necessidade de auxílio e o tempo de permanência na postura de equilíbrio é mínima a pontuação é 1 e se o indivíduo for incapaz de realizar a tarefa de maneira independente a pontuação é 0. O *score* total varia de 0 a 56 pontos, sendo que quanto maior for à pontuação, melhor é o equilíbrio e menor é o risco de quedas (BERG *et al.*, 1992).

Os materiais utilizados para a aplicação da escala foram: duas cadeiras (uma com braços e outra sem); um cronômetro; um banquinho; uma régua e uma escada auxiliar de consultório. Para cada tarefa, foram dadas instruções por meio de comando verbal e a atividade era demonstrada para o voluntário. O tempo de realização da avaliação foi de aproximadamente 20 minutos.

- Eletromiografia de Superfície

A Eletromiografia de Superfície (EMGS) tem sido amplamente utilizada para se compreender as funções e disfunções do sistema muscular. Este é um recurso não invasivo que permite o registro dos sinais mioelétricos gerados pelas células musculares, possibilitando a análise da atividade muscular por fisioterapeutas, para avaliar efeitos de intervenções terapêuticas, dentre outros objetivos (SCHMIDT; GERZSON; ALMEIDA, 2020).

Para a aquisição dos dados eletromiográficos, foi utilizado o Eletromiógrafo de 8 canais (*EMG System do Brasil 830*), portátil, com *Wi-Fi*, calibrado com as seguintes especificações técnicas: Y_{min} : 0; $Y_{máx}$: 200; Coef.A: 218,85 e Coef.B: 120,31, com placa de conversão A/D (conversor analógico-digital) com 12 bits de

resolução e eletrodo bipolar pré-amplificado com um ganho diferencial de 20 vezes, totalizando uma amplificação final de 1000 vezes (Figura 8).

Figura 8 – Eletromiógrafo de 8 canais (*EMG System do Brasil 830*) e eletrodos Ag/AgCl.



Fonte: Arquivo pessoal (2019). Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensorio Motora – Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

Foram utilizados eletrodos reutilizáveis de prata/cloreto de prata (Ag/AgCl) em forma de disco, com borda plástica e centro de metal, com diâmetro de contato de 10 mm, fixados aos pares entre o ponto motor e o tendão distal de cada músculo a ser avaliado, com uma distância de 20 mm entre eles. Antes da colocação dos eletrodos realizou-se a tricotomia, quando necessária, e a higienização da região com algodão embebido em álcool a 70%, com o intuito de diminuir a impedância da pele. Os eletrodos foram acoplados à pele por gel condutor e fixados com discos adesivos descartáveis e fita adesiva.

Os eletrodos foram posicionados aos pares entre o ponto motor e o tendão distal dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio, do membro inferior não dominante dos participantes, conforme as recomendações do *Surface Electromyography for the Non Invasive Assessment of Muscle* (SENIAM, 2019). Este é um projeto desenvolvido no âmbito do Programa de Investigação e

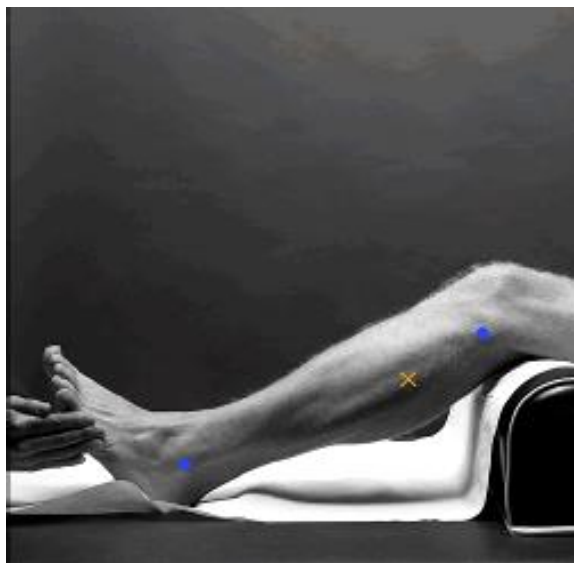
Saúde Biomédica (BIOMED II) da União Europeia, a fim de integrar a investigação e aplicação da EMGS:

- Músculo fibular longo

O músculo fibular longo é um flexor plantar secundário da articulação do tornozelo que também participa da pronação e eversão do antepé. Seu tendão, que cruza o pé obliquamente, ajuda a sustentar a curvatura do arco transversal (MOORE; DALLEY; AGUR, 2018). As alterações que ocorrem nos músculos ao redor do tornozelo, decorrentes do processo de envelhecimento, precisam de atenção especial, considerando sua estreita relação com os padrões da marcha e equilíbrio corporal (MCPHEE *et al.*, 2016).

Com o participante sentado e o membro inferior girado medialmente, os eletrodos foram colocados a 25% acima da linha entre a cabeça da fíbula e o maléolo lateral. Orientou-se que o indivíduo apoiasse o membro inferior acima da articulação do tornozelo, invertesse o pé com flexão plantar enquanto aplica pressão contra a borda lateral e a sola do pé, na direção de inversão do pé e dorsiflexão do tornozelo (Figura 9).

Figura 9 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo fibular longo.



Fonte: Seniam (2021a).

- Músculo gastrocnêmio medial

O músculo gastrocnêmio é constituído por uma cabeça medial e outra lateral, que juntamente com o músculo sóleo dá origem ao músculo tríceps sural, responsável pela estabilização do joelho e flexão plantar do tornozelo (MOORE; DALLEY; AGUR, 2018). Estudos mostram uma redução significativa no comprimento das fibras do músculo gastrocnêmio medial de idosos, porém o mesmo achado não foi verificado nos músculos sóleo e gastrocnêmio lateral. Tais evidências mostram que pode haver diferenças nas adaptações ao envelhecimento nesta musculatura (NARICI *et al.*, 2003; MORSE *et al.*, 2005).

Com o participante em decúbito ventral, o joelho estendido e o pé projetando-se sobre o final da maca, os eletrodos foram posicionados no ponto mais proeminente do músculo, na direção da perna. Foi orientado que o indivíduo realizasse uma flexão plantar da articulação do tornozelo (Figura 10).

Figura 10 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo gastrocnêmio medial.



Fonte: Seniam (2021b).

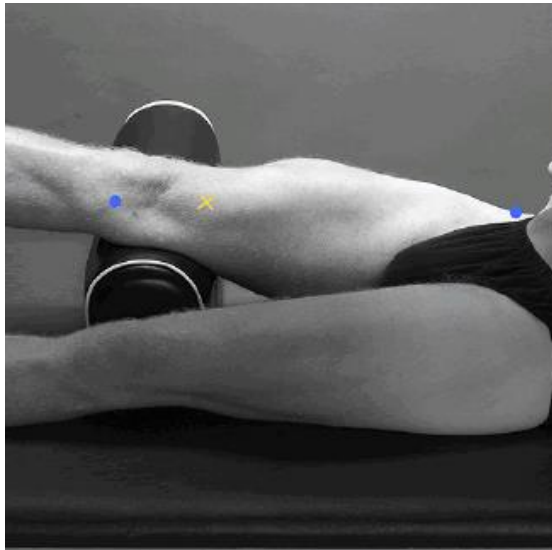
- Músculo vasto medial

O músculo vasto medial faz parte do grupo muscular do quadríceps, sendo responsável pela estabilização medial da patela durante os movimentos do joelho.

Em achados clínicos, este é um músculo que frequentemente mostra-se enfraquecido (PARK *et al.*, 2015). Sendo assim, considerando sua importância no bom alinhamento patelar e conseqüentemente na funcionalidade do joelho, destaca-se a importância de se conhecer as alterações provocadas pelo envelhecimento nesta musculatura.

Com o participante sentado na maca, os joelhos em leve flexão e a parte superior do corpo ligeiramente inclinada para trás, os eletrodos foram posicionados a 80% da linha entre a espinha íliaca ântero-superior e o espaço articular do joelho na frente do ligamento colateral medial, com os eletrodos perpendiculares a esta linha. Foi orientado que o indivíduo estendesse o joelho sem girar a coxa enquanto aplica pressão contra a perna acima do tornozelo na direção da flexão (Figura 11).

Figura 11 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo vasto medial.



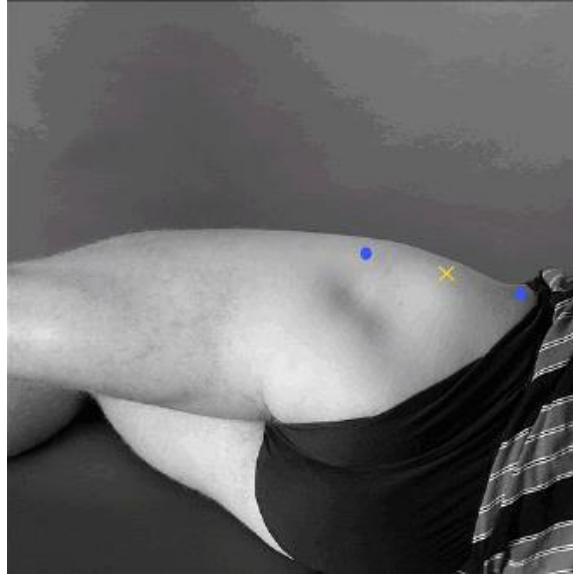
Fonte: Seniam (2021c).

- Músculo glúteo médio

O músculo glúteo médio desempenha um papel importante durante a marcha, sendo considerado o estabilizador primário do quadril, agindo como suporte pélvico durante o apoio unipodal (MOORE; DALLEY; AGUR, 2018). Claudino *et al.* (2015) levantaram a hipótese de que as funções diminuídas dos músculos do quadril, como o glúteo médio, impedem o idoso de usar estratégias para controle postural quando estão prestes a cair.

Com o participante em decúbito lateral, os eletrodos foram posicionados no ponto médio da linha entre a crista íliaca e o trocânter maior do fêmur, com os eletrodos na direção desta linha. Foi orientado que o indivíduo realizasse abdução do quadril contra resistência manual (Figura 12).

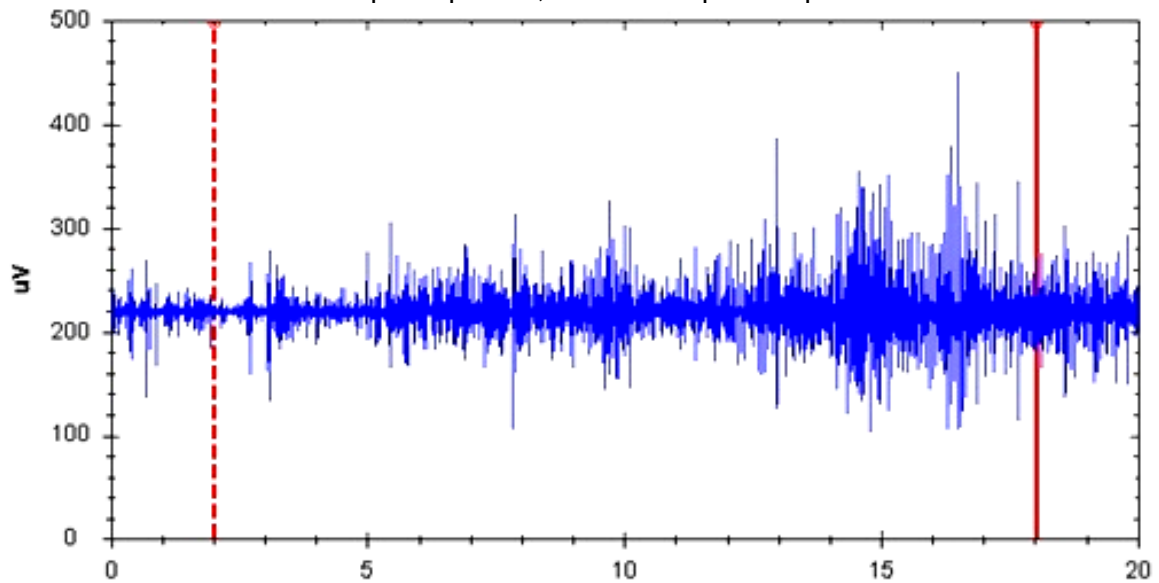
Figura 12 – Representação da localização recomendada pela SENIAM para fixação dos eletrodos e aquisição dos sinais eletromiográficos do músculo glúteo médio.



Fonte: Seniam (2021d)

Todos os registros foram realizados com os voluntários em apoio unipodal por 20 segundos sobre o membro inferior não dominante. O eletrodo de referência do tipo pregador, revestido com gel condutor, foi posicionado sobre o processo estilóide da ulna no lado contralateral ao membro inferior avaliado. Para a análise dos dados, considerando o tempo total da coleta, foi selecionado apenas o trecho entre os dois segundos iniciais e finais, a fim de diminuir os efeitos de adaptação e relaxamento (Figura 13).

Figura 13 – Representação dos sinais obtidos pela EMGS do músculo fibular longo de um dos participantes, durante o apoio unipodal.



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

- Dinamômetro Isocinético Computadorizado

Para avaliação da propriocepção foi utilizado o Dinamômetro Isocinético Computadorizado *Biodex System 3 (EMG System do Brasil)* acionado no modo *Proprioceptor*. Este equipamento contém programações específicas para avaliação da percepção da posição articular. Assim, a propriocepção é avaliada pelo erro dessa percepção em relação a uma posição pré-definida. Havendo redução deste erro, pode-se afirmar que houve melhora da propriocepção da articulação avaliada (THOMAZ, 2015).

A avaliação proprioceptiva foi realizada na articulação do joelho do membro inferior não dominante dos participantes. A articulação do joelho tem um papel substancial no equilíbrio humano e a integridade de sua propriocepção é essencial para o controle neuromotor da articulação. Sendo assim, sua avaliação é um importante método de informação diagnóstica e prognóstica, podendo gerar evidência da eficácia ou não de intervenções terapêuticas (KILBY *et al.*, 2015).

Os participantes foram colocados na cadeira do dinamômetro e estabilizados na posição sentada por cintos na região do tronco, cruzando a região da pelve e coxa e ao redor do tornozelo, com a fossa poplíteia a pelo menos 10 cm fora do assento da cadeira, a fim de eliminar possíveis interferências cutâneas. A articulação

do joelho foi posicionada inicialmente a 90° de flexão e o eixo articular foi alinhado com o eixo do dinamômetro (Figura 14).

Figura 14 – Participante durante a avaliação da propriocepção no Dinamômetro *Biodex System 3*.



Fonte: Arquivo pessoal (2019). Laboratório de Biodinâmica – Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

A articulação do joelho dos participantes foi lentamente estendida pelo examinador, junto ao equipamento, a uma velocidade angular de 20° por segundo, partindo da angulação de 90° de flexão, até as angulações de extensão pré-determinadas: 60° e 30°. Já posicionados na cadeira do dinamômetro e com a oclusão da visão, os voluntários foram instruídos a memorizar o ângulo, no tempo de 10 segundos, e depois retornar para a angulação de 90° de flexão do joelho. Em seguida, foi solicitada aos voluntários a extensão ativa do joelho até o momento em que percebessem o ângulo-alvo testado, interrompendo o movimento por meio de

um disparador manual. Cada voluntário realizou três tentativas para cada ângulo-alvo. Todos os voluntários desconheciam o valor numérico dos ângulos-alvo utilizados e para que aprendessem a realizar o teste no equipamento, eles executaram um pré-teste com angulações diferentes.

4.3.2 *Treinamento sensório-motor*

Após as avaliações iniciais, os participantes realizaram o mesmo protocolo de treinamento sensório-motor, mas em superfícies diferentes. Os voluntários foram submetidos ao treinamento em um período de 5 dias consecutivos, com uma sessão para cada dia. Em pé, descalços, com o tronco ereto, cabeça na posição neutra, olhar fixo na linha do horizonte e membros superiores abduzidos a 90°, os participantes foram orientados a sustentar a postura de apoio unipodal sobre o membro inferior não dominante, com o joelho contralateral fletido a 90°, em 4 séries durante 60 segundos intervaladas por 60 segundos de repouso em ortostase. O treinamento em apoio unipodal exige mais de todas as articulações e musculaturas do membro inferior, sendo amplamente utilizado em estudos (DONATH, 2015; RODRIGUES; BERTONCELLO, 2017).

Para a realização da VCI foi utilizada uma Plataforma Vibratória triplanar (Vibra, *Nissan Fisio*®) no modo de vibração contínua, com uma amplitude de movimento orbital de 6 mm e frequência de vibração ajustada em 30 Hz (Figura 15). De acordo com Santos, França e Artigas (2019), frequências entre 20 a 40 Hz parecem apresentar bons resultados para os idosos.

Figura 15 – Treinamento sensório-motor sobre a Plataforma Vibratória (Vibra, *Nissan Fisisio*®).



Fonte: Arquivo pessoal (2019). Laboratório de Reabilitação Cardiopulmonar – Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

O treinamento sensório-motor em superfície estável foi realizado em um solo plano com piso aderente (Figura 16).

Figura 16 – Treinamento sensório-motor no solo.



Fonte: Arquivo pessoal (2019). Laboratório de Engenharia de Reabilitação Sensório Motora – Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP).

Todos os participantes foram acompanhados pela pesquisadora que ofereceu ajuda somente no caso de desequilíbrio com risco de queda, situação na qual foi fornecido apoio aos membros superiores e suporte ao corpo.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

Todos os dados coletados no estudo foram tabulados no *Microsoft Office Excel 2010*[®]. Para análise dos resultados da EEB foi calculado o percentual de diferença entre as pontuações obtidas pelos participantes nas avaliações. A pontuação total consiste na soma de cada item verificado pelo examinador ao aplicar a escala. Os dados provenientes da EMGS e da dinamometria isocinética foram analisados e interpretados pelos *softwares* próprios de cada equipamento.

Para a análise dos sinais e cálculo do Root Mean Square (RMS), expressa em V, foi utilizado o programa *EMGWorks 4.0 Analysis*: utilizou-se o filtro Butterworth de 4^o ordem, como limite inferior 10 Hz e limite superior de 500 Hz, frequência de amostragem definida para 2 kHz por canal. Em seguida, foi calculado o percentual de diferença entre os valores de RMS obtidos nas avaliações.

Quanto à análise da dinamometria isocinética, foi considerado o ângulo de erro, resultado da média aritmética das diferenças entre os ângulos determinados pelo examinador e a angulação alcançada pelos participantes em cada uma das tentativas. Posteriormente, foi calculado o percentual de diferença entre as médias dos erros.

5 RESULTADOS

A seguir, os resultados referentes aos três participantes da pesquisa serão apresentados em tópicos e seguindo a ordem metodológica. Todos completaram o protocolo do estudo. Um deles realizou o treinamento sensório-motor sobre a plataforma vibratória e os outros dois em superfície estável.

5.1 PARTICIPANTE 1

C.X.X.X, sexo feminino, 61 anos, sedentária, nega doenças crônicas, sem histórico de quedas, massa corporal de 55kg, com 1,58m de altura, IMC de 22,03 e membro inferior direito dominante. Após distribuição aleatória por sorteio, a paciente realizou o treinamento sensório-motor sobre a plataforma vibratória.

A pontuação (*score*) obtida pela participante 1 na EEB está representada na Tabela 1, com o cálculo do percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. Os resultados mostram que, houve melhora do desempenho na EEB, tendo em vista o aumento dos *scores* obtidos pela participante após um dia de tratamento e após os cinco dias de intervenção.

Tabela 1 – Comparação das pontuações obtidas pela participante 1 na EEB nas três avaliações.

Avaliações	Score	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Avaliação basal	51	↑5,88	↑7,84	↑1,85
1º sessão de TTO	54	-	-	-
5º sessão de TTO	55	-	-	-

Legenda: TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento.

Na Tabela 2, estão descritos os resultados referentes ao valor de RMS dos músculos avaliados pela EMGS da participante 1, com o percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. Quando comparadas as três avaliações, os dados mostram que houve aumento do RMS de todos os músculos avaliados, com destaque para o músculo fibular longo, que apresentou aumento expressivo da atividade elétrica.

Tabela 2 – Análise da EMGS dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio da participante 1 nas três avaliações.

Músculo Valor RMS (V)	Avaliação basal	1º sessão de TTO	5º sessão de TTO	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Fibular longo	22,4	22,86	223,84	↑2,05	↑999,28	↑979,18
Gastrocnêmio medial	70,51	71,71	84,09	↑1,70	↑19,26	↑17,26
Vasto medial	11,76	14,93	17,26	↑26,95	↑46,77	↑15,61
Glúteo médio	15,25	18,39	22,23	↑20,59	↑45,77	↑20,88

Legenda: V= Volt; TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento.

Na Tabela 3 são apresentadas as médias dos erros referentes à propriocepção em 60° e 30° de extensão do joelho avaliadas pela dinamometria isocinética da participante 1, com o percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. As médias das três tentativas seguidas mostram que houve melhora do senso de posição articular do joelho comparando os períodos após um dia de tratamento e após as cinco sessões para o ângulo de 60° de extensão, tendo em vista a redução dos erros. Para os 30° de extensão a melhora do senso de posição articular se mostrou mais significativa, já que a redução dos erros foi verificada ao comparar as três avaliações.

Tabela 3– Médias dos erros nas três avaliações da propriocepção da participante 1, nas angulações de 60° e 30° de extensão de joelho no dinamômetro isocinético.

Avaliações	Angulações		60°			30°		
	60°	30°	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Avaliação basal	4	6.7	↑25	↑7,5	↓14	↓10,44	↓14,92	↓5
1º sessão de TTO	5	6	-	-	-	-	-	-
5º sessão de TTO	4.3	5.7	-	-	-	-	-	-

Legenda: TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento; ↓Diminuição.

5.2 PARTICIPANTE 2

A.X.X.X, sexo masculino, 66 anos, sedentário, diabético em uso de medicação para controle, sem histórico de quedas, massa corporal de 80kg, com 1,70m de altura, IMC de 27,68 e membro inferior direito dominante. Após distribuição aleatória por sorteio, o paciente realizou o treinamento sensório-motor em superfície estável.

A pontuação (*score*) obtida pelo participante 2 na EEB está representada na Tabela 4, com o cálculo do percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. Os resultados mostram que, houve melhora do desempenho na EEB, tendo em vista o aumento do *score* obtido pelo participante após um dia de tratamento, que se manteve após os cinco dias de intervenção.

Tabela 4 – Comparação das pontuações obtidas pelo participante 2 na EEB nas três avaliações.

Avaliações	Score	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Avaliação basal	52	↑3,85	↑3,85	0
1º sessão de TTO	54	-	-	-
5º sessão de TTO	54	-	-	-

Legenda: TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento.

Na Tabela 5, estão descritos os resultados referentes ao valor de RMS dos músculos avaliados pela EMGS do participante 2, com o percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. Observou-se que houve aumento do RMS comparando as três avaliações dos músculos fibular longo, vasto medial e glúteo medial, sendo estes dois últimos os que mais se destacaram em relação aos valores do RMS e diferenças percentuais. O músculo gastrocnêmio medial apresentou redução da atividade elétrica após um dia de tratamento e aumento após os cinco dias de intervenção.

Tabela 5 – Análise da EMGS dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio do participante 2.

Músculo Valor RMS (V)	Avaliação basal	1º sessão de TTO	5º sessão de TTO	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Fibular longo	219,86	220,46	223,53	↑0,27	↑1,67	↑1,39
Gastrocnêmio medial	99,77	67,58	84,18	↓32,26	↓15,63	↑24,56
Vasto medial	5,46	12,69	17,25	↑232,42	↑135,93	↑35,93
Glúteo médio	7,71	17,98	22,23	↑133,20	↑188,33	↑23,64

Legenda: V= Volt; TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento; ↓= Diminuição.

Na Tabela 6 são apresentadas as médias dos erros referentes à propriocepção em 60° e 30° de extensão do joelho avaliadas pela dinamometria isocinética do participante 2, com o percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. As médias das três tentativas seguidas mostram que houve melhora do senso de posição articular do joelho comparando os períodos após um dia de tratamento e após as cinco sessões para o ângulo de 60° e 30° de extensão, tendo em vista a redução dos erros.

Tabela 6 – Médias dos erros nas três avaliações da propriocepção do participante 2, nas angulações de 60° e 30° de extensão de joelho no dinamômetro isocinético.

Avaliações	Angulações		60°			30°		
	60°	30°	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Avaliação basal	2,7	3,7	↑148,15	↑48,15	↓40,30	↑35,14	↑16,22	↓14,00
1º sessão de TTO	6,7	5	-	-	-	-	-	-
5º sessão de TTO	4	4,3	-	-	-	-	-	-

Legenda: TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento; ↓Diminuição.

5.3 PARTICIPANTE 3

M.J.X.X, sexo feminino, 65 anos, sedentária, hipertensa em uso de medicação para controle, histórico de mais de duas quedas, com massa corporal de

68kg, 1,68m de altura, IMC de 24,09 e membro inferior direito dominante. Após distribuição aleatória por sorteio, a paciente realizou o treinamento sensório-motor em superfície estável.

A pontuação (*score*) obtida pela participante 3 na EEB está representada na Tabela 7, com o cálculo do percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. Os resultados mostram que, houve melhora do desempenho na EEB, tendo em vista o aumento do *score* obtido pela participante após um dia de tratamento, que se manteve após os cinco dias de intervenção.

Tabela 7 – Comparação das pontuações obtidas pela participante 3 na EEB nas três avaliações.

Avaliações	Score	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Avaliação basal	46	↑4,35	↑4,35	0
1º sessão de TTO	48	-	-	-
5º sessão de TTO	48	-	-	-

Legenda: TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento.

Na Tabela 8, estão descritos os resultados referentes ao valor de RMS dos músculos avaliados pela EMGS da participante 3, com o percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. Observou-se que houve redução do RMS comparando as três avaliações dos músculos fibular longo e gastrocnêmio medial. O músculo vasto medial se destacou ao apresentar aumento da atividade elétrica comparando as três avaliações. Quanto ao glúteo médio, verificou-se redução da atividade elétrica após um dia de tratamento e aumento após os cinco dias de intervenção.

Tabela 8 – Análise da EMGS dos músculos fibular longo, gastrocnêmio medial, vasto medial e glúteo médio da participante 3.

Músculo Valor RMS (V)	Avaliação basal	1º sessão de TTO	5º sessão de TTO	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Fibular longo	223,23	221,62	221,53	↓0,72	↓0,76	↓0,04
Gastrocnêmio medial	20,4	13,94	10,59	↓31,67	↓48,09	↓24,03
Vasto medial	18,04	18,66	21,03	↑3,44	↑16,57	↑12,70
Glúteo médio	16,21	14,25	14,52	↓12,09	↓10,43	↑1,89

Legenda: V= Volt; TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento; ↓= Diminuição.

Na Tabela 9 são apresentadas as médias dos erros referentes à propriocepção em 60° e 30° de extensão do joelho avaliadas pela dinamometria isocinética da participante 3, com o percentual de diferença entre a avaliação basal vs 1º dia; avaliação basal vs 5º dia e avaliação 1º dia vs 5º dia. As médias das três tentativas seguidas mostram que, para o ângulo de 60° e 30° de extensão do joelho houve melhora do senso de posição articular, tendo em vista a redução dos erros ao comparar as três avaliações.

Tabela 9 – Médias dos erros nas três avaliações da propriocepção da participante 3, nas angulações de 60° e 30° de extensão de joelho no dinamômetro isocinético.

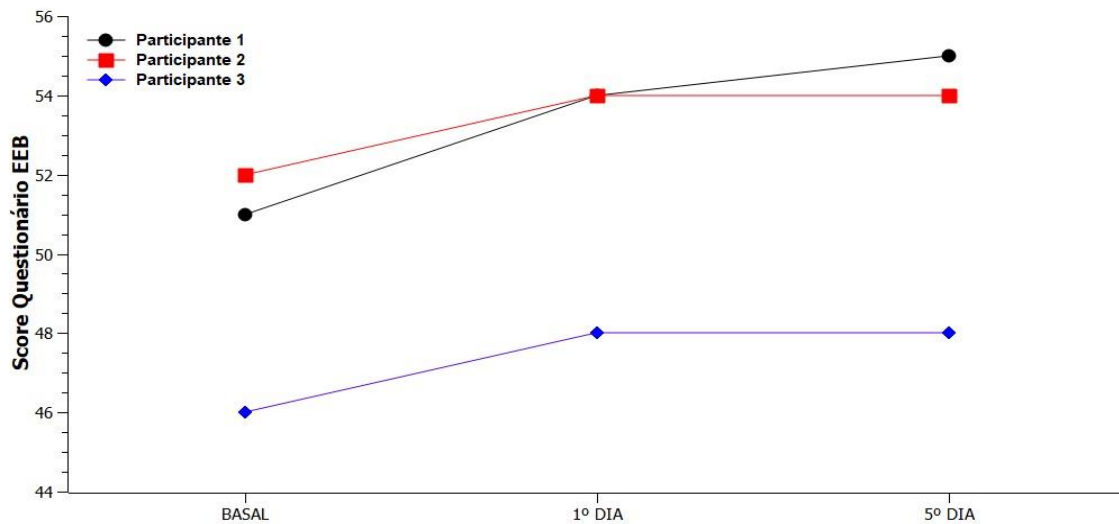
Avaliações	Angulações		60°			30°		
	60°	30°	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia	% Basal vs 1º dia	% Basal vs 5º dia	% 1º dia vs 5º dia
Avaliação basal	9	12,3	↓41,11	↓52,22	↓18,87	↓37,40	↓59,35	↓35,06
1º sessão de TTO	5,3	7,7	-	-	-	-	-	-
5º sessão de TTO	4,3	5	-	-	-	-	-	-

Legenda: TTO= Tratamento; %= Porcentagem; ↑= Aumento; ↓Diminuição.

No Gráfico 1 são apresentadas as pontuações obtidas na EEB pelos três participantes do estudo. Os dados mostram que os participantes 1 e 2 atingiram o mesmo score na EEB após um dia de tratamento. Porém, após os cinco dias de

intervenção, somente a participante 1 apresentou melhora no desempenho. Com relação à participante 3, observa-se que houve aumento do score após um dia de tratamento e que este se manteve após os cinco dias de intervenção.

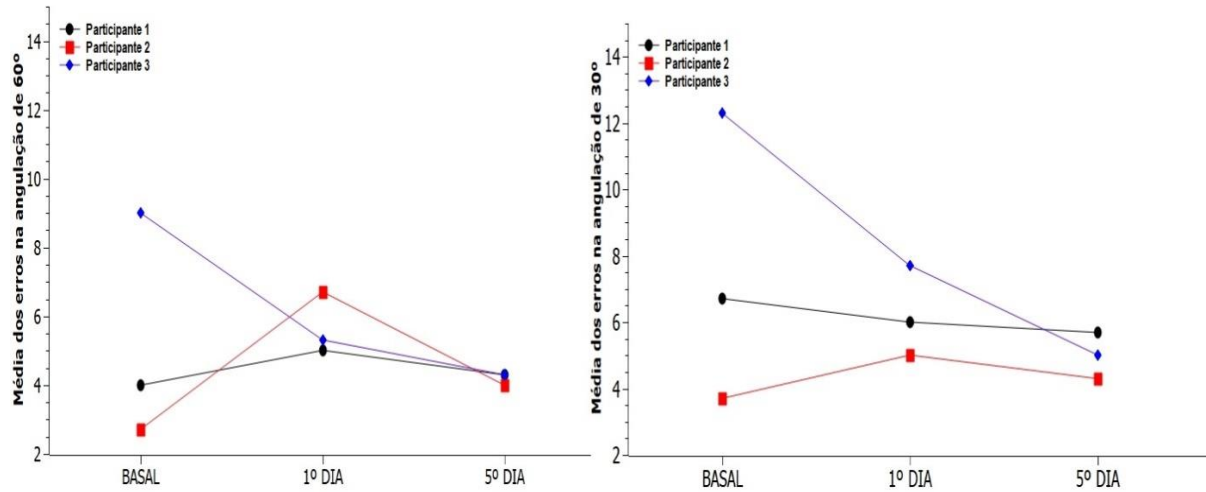
Gráfico 1 – Pontuações obtidas pelos participantes na EEB.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Gráfico 2 apresenta os resultados obtidos na dinamometria isocinética pelos três participantes do estudo. Observou-se que somente a participante 3 apresentou redução dos erros nas três avaliações da propriocepção em 60° e 30° de extensão do joelho. Para o ângulo de 60°, os participantes 1 e 2 apresentaram aumento do erro após um dia de tratamento e diminuição após os cinco dias de intervenção. Entretanto, para o ângulo de 30°, a participante 1 teve redução dos erros após um dia de tratamento e após as cinco sessões, enquanto que o participante 2 apresentou redução do erro somente após os cinco dias de tratamento.

Gráfico 2 – Resultados obtidos pelos participantes na dinamometria isocinética.



Fonte: Elaborado pela autora.

A Tabela 10 apresenta os resultados obtidos na EMGS pelos três participantes do estudo. Observou-se que a participante 1 obteve aumento da atividade elétrica de todos os músculos avaliados, com destaque para o músculo fibular longo. Em relação à participante 2, verificou-se aumento da atividade elétrica dos músculos fibular longo, vasto medial e glúteo medial, sendo estes dois últimos os que mais se destacaram nas avaliações. O músculo gastrocnêmio medial apresentou redução da atividade elétrica após um dia de tratamento e aumento após os cinco dias de intervenção. Quanto à participante 3, observou-se redução da atividade elétrica dos músculos fibular longo e gastrocnêmio medial. O músculo vasto medial se destacou ao apresentar aumento da atividade elétrica em todas as avaliações. Quanto ao glúteo médio, verificou-se redução da atividade elétrica após um dia de tratamento e aumento após os cinco dias de intervenção.

Tabela 10 – Resultados obtidos pelos participantes na EMGS.

	Participante 1	Participante 2	Participante 3
Fibular longo			
Basal vs 1º dia	↑2,05	↑0,27	↓0,72
Basal vs 5º dia	↑999,28	↑1,67	↓0,76
1º dia vs 5º dia	↑979,18	↑1,39	↓0,04
Gastrocnêmio medial			
Basal vs 1º dia	↑1,70	↓32,26	↓31,67
Basal vs 5º dia	↑19,26	↓15,63	↓48,09
1º dia vs 5º dia	↑17,26	↑24,56	↓24,03
Vasto medial			
Basal vs 1º dia	↑26,95	↑232,42	↑3,44
Basal vs 5º dia	↑46,77	↑135,93	↑16,57
1º dia vs 5º dia	↑15,61	↑35,93	↑12,70
Glúteo medial			
Basal vs 1º dia	↑20,59	↑133,20	↓12,09
Basal vs 5º dia	↑45,77	↑188,33	↓10,43
1º dia vs 5º dia	↑20,88	↑23,64	↑1,89

Legenda: ↑= Aumento; ↓Diminuição.

6 DISCUSSÃO

Na literatura atual encontram-se vários estudos sobre os benefícios da VCI para a população idosa, porém o protocolo ideal e a relação dose-resposta ainda não foram bem estabelecidos devido à variedade de parâmetros adotados nos diferentes estudos (ORR, 2015; BACHA *et al.*, 2016; PESSOA *et al.*, 2017; ROGAN *et al.*, 2017; FISCHER *et al.*, 2019). Alguns destes estudos apresentam limitações metodológicas, que comprometem a qualidade das pesquisas sobre o tema. Em um estudo realizado por Bigliassi *et al.* (2012) com 15 idosas, foi observado que o exercício agudo na plataforma vibratória não afetou o equilíbrio estático e dinâmico das voluntárias. Entretanto, os autores consideraram que o estudo apresentou limitações, como a falta de grupo controle para comparação intergrupos.

Para Rogan *et al.* (2017), a tomada de decisão no cuidado de idosos é uma tarefa complexa e deve ser baseada no melhor nível disponível de evidência científica com base em estudos bem desenhados, com rigor metodológico, que minimiza as chances de viés e que permite uma interpretação correta dos resultados. Em uma revisão de literatura realizada por estes mesmos autores, os protocolos dos estudos analisados diferiram significativamente entre eles, além de apresentarem pequenos números de amostras e muitos não terem realizado randomização cega.

Em outra revisão de literatura realizada por Santos, França e Artigas (2019) sobre os benefícios da plataforma vibratória para a população idosa, também verificou-se que as abordagens metodológicas variam em relação aos protocolos utilizados. As frequências variaram entre 20 a 40 Hz e quanto ao período de treinamento, os autores observaram que este oscilava entre uma única sessão até 13 semanas de tratamento, sendo obtidos como principais desfechos a melhora do equilíbrio, ganho de força, melhora da funcionalidade e qualidade de vida.

No presente estudo, os resultados apontam que a participante 1 obteve melhora do equilíbrio corporal após somente um dia de VCI e que o tratamento continuou mostrando-se benéfico após os cinco dias de intervenção, havendo novamente um aumento no *score* na EEB. Um estudo realizado por Tsuji *et al.* (2014), constituído por 18 idosos com média de idade de 69,1 anos, apontou melhora no controle postural por meio do Teste de Alcance Funcional, após uma única sessão de VCI em plataforma com frequência de 40Hz e amplitude de 2-4mm.

As tarefas avaliadas pela EEB representam atividades simples da vida diária e seu uso foi capaz de demonstrar a melhora do equilíbrio da participante 1. De acordo com Silva e Schneider (2011), um aspecto relevante que se deve levar em consideração ao pesquisar os efeitos da VCI no equilíbrio de idosos, é a evidência sobre a validade e a confiabilidade dos instrumentos empregados na medida dos desfechos.

Quanto a atividade elétrica muscular, os dados da participante 1 mostram que houve aumento do RMS de todos os músculos do membro inferior não dominante, avaliados neste estudo. De acordo com Bernardo-Filho *et al.* (2018), a VCI provoca uma contração muscular isométrica, conduz respostas adaptativas à exposição da vibração e oscilação de contrações musculares, alcançando muitos benefícios, dentre eles a melhora do equilíbrio postural, corroborando com os resultados do presente estudo.

Estudos que avaliaram a atividade eletromiográfica de músculos importantes na estabilização do tornozelo, como o fibular longo, durante diferentes exercícios proprioceptivos, mostraram a importância desses músculos na estabilização da articulação do tornozelo (FERREIRA *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Cunha e Bonfim (2007) realizaram um trabalho com oito mulheres para investigar a atividade elétrica dos músculos tibial anterior e fibular longo durante a manutenção da postura sobre uma prancha proprioceptiva em apoio unipodal e bipodal. Os resultados obtidos demonstraram que houve maior ativação do músculo fibular longo apenas nos exercícios em apoio unipodal na direção médio-lateral. Durante a VCI, sobretudo quando realizada em apoio unipodal, há uma perturbação capaz de gerar instabilidade médio-lateral no membro inferior, talvez isso explique o porquê deste músculo ter sido o mais ativado durante a terapia vibratória.

Goudarzian *et al.* (2017) acreditam que a vibração possa atuar como um estímulo mecânico, capaz de aumentar a atividade muscular, ativar os receptores articulares e gerar maior potencial nas propriedades neuromusculares. Essas adaptações neurais nos membros inferiores desempenham um papel importante no controle postural. Em um estudo realizado pelos autores com 22 idosas na faixa etária entre 60 e 80 anos, houve aumento da força muscular dos membros inferiores das voluntárias, além de melhora do equilíbrio dinâmico após dez dias consecutivos de VCI.

Fatores como a posição adotada durante o treinamento sobre a plataforma vibratória, também parecem ser relevantes. Na literatura encontram-se indicações de posturas nas mais variadas formas. Em um estudo realizado por Lam *et al.* (2016), uma única sessão de VCI proporcionou aumento da atividade muscular dos principais grupos musculares dos membros inferiores de idosos, sendo que este resultado foi mais significativo quando o treinamento foi executado na posição ereta em apoio unipodal. Estes mesmos autores ainda destacam que as diferenças no posicionamento alteram o grupo muscular que será mais ativado durante o exercício, assim como o recrutamento das fibras musculares.

O processo de envelhecimento promove uma alteração na velocidade das respostas musculares diante das perturbações no equilíbrio corporal. O treinamento proprioceptivo em plataformas instáveis é um importante recurso para a melhora do condicionamento neuromuscular. Durante o treinamento, a instabilidade dos movimentos exige mais das articulações, assim, a ativação dos impulsos proprioceptivos regula automaticamente os ajustes na contração muscular, reabilitando o equilíbrio (GUSMÃO; REIS, 2017).

Em uma revisão recente da literatura realizada por Alam, Khan e Farooq (2018) sobre a VCI como um método de treinamento neuromuscular, concluiu que ela pode promover a melhora da força muscular, potência e flexibilidade, no entanto, os autores destacam que estes bons resultados não dependem apenas do protocolo adotado no treinamento, mas também da característica dos indivíduos tratados. Embora seja sedentária, a participante submetida à VCI no presente estudo, apresenta outras características que podem ter contribuído para sua boa evolução durante a pesquisa, como a ausência de doenças crônicas e de histórico de quedas e IMC considerado normal para o sexo e idade (22,03).

Em relação à propriocepção, a participante 1 também obteve bons resultados através da VCI. Para o ângulo de 60° de extensão do joelho, houve diminuição dos erros nas tentativas de percepção do senso de posição articular após os cinco dias de intervenção. Para o ângulo de 30°, a redução dos erros ocorreu após um dia de tratamento e após as cinco sessões. Vários aspectos do controle motor têm sido investigados observando o controle postural. Isso porque o controle postural é mantido por um sistema que sofre a ação de forças em constante mudança, sendo, portanto, razoável a sugestão de que esta orientação corporal é alcançada a partir de um relacionamento entre informação sensorial e ação motora. Neste caso,

informação sensorial influencia a realização das ações motoras relacionadas ao controle postural e, simultaneamente, a realização destas ações motoras influencia a obtenção de informação sensorial (FERLING *et al.*, 2019).

Sabe-se que o equilíbrio postural envolve tanto a capacidade de se recuperar de uma instabilidade, como a habilidade de antecipar o movimento para evitá-la. Logo, quando essas perturbações acontecem, são utilizadas estratégias de movimento para recuperar a estabilidade em resposta ao deslocamento do centro de gravidade. A articulação do joelho, escolhida para ser avaliada no atual estudo, contribui para essas estratégias, porém, é uma das articulações mais acometidas por alterações crônico-degenerativas nos idosos. Tais alterações podem causar instabilidade articular e prejuízos na propriocepção, que alteram o controle postural. (SOUZA; MOURA; BASTONE, 2017).

Os resultados dos três participantes mostram que houve melhora do equilíbrio postural, da atividade elétrica dos músculos avaliados e redução de erros nas tentativas de percepção do senso de posição articular do joelho. Portanto, os dados obtidos neste estudo mostram que, ambos os tratamentos foram benéficos para os idosos, porém a participante que realizou o exercício unipodal associado à VCI obteve melhores resultados. Acredita-se que o sistema proprioceptivo pode condicionar-se com exercícios específicos e que a VCI possa atuar de forma complementar aos estímulos que já são fornecidos em superfície estável.

Cabe ressaltar que o participante 2 é sedentário, diabético em uso de medicação para controle e possui um IMC considerado acima do ideal para o sexo e idade (27,68). A participante 3 também é sedentária, hipertensa em uso de medicação para controle, tem histórico de mais de duas quedas e apresentou um desempenho muito baixo na EEB. Estes fatores podem ter contribuído para resultados menos expressivos em alguns aspectos avaliados no estudo. Doenças crônicas como o Diabetes Mellitus podem aumentar o déficit de equilíbrio e conseqüentemente o risco de quedas na população idosa, devido a fatores como desenvolvimento de neuropatia, retinopatia, alteração da glicemia e/ou polifarmácia, sendo este último um fator também relacionado à Hipertensão Arterial Sistêmica. O sobrepeso pode estar associado às doenças crônicas e também contribui para maior prevalência de quedas entre os idosos (FONTES *et al.*, 2019; RODRIGUES *et al.*, 2020).

O projeto deste trabalho tinha como propósito realizar um estudo clínico randomizado sobre o tema, porém não foi possível completar a amostra desejada devido à pandemia da COVID-19. Optou-se pela interrupção da coleta de dados, já que os voluntários do estudo fazem parte do grupo de risco. Apesar disso, este estudo apresenta uma importante implicação clínica e pode ser útil para a elaboração de novas pesquisas sobre o assunto.

7 CONCLUSÕES

À medida que se conhece mais sobre os efeitos da terapia vibratória, é possível utilizá-la na área da engenharia biomédica para beneficiar pacientes com diferentes necessidades. Neste estudo, verificou-se que ambos os tratamentos foram benéficos para os participantes.

A idosa que realizou o exercício unipodal associado à VCI obteve melhora no equilíbrio postural, tendo em vista o aumento do *score* da EEB nas avaliações após um dia de VCI e após o fim do tratamento. Quanto à análise muscular, em todos os músculos avaliados houve aumento da atividade elétrica nos períodos de avaliação. Com relação à propriocepção, também foram verificados alguns benefícios, sendo obtida redução dos erros de percepção do senso de posição articular do joelho em algumas das angulações testadas.

Os idosos que realizaram o treinamento sensório-motor no solo apresentaram resultados semelhantes. Houve melhora no equilíbrio postural, sendo observado aumento do *score* da EEB após um dia de tratamento, que se manteve após os cinco dias de intervenção. Com relação à avaliação muscular, alguns músculos se destacaram apresentando aumento da atividade elétrica. Quanto à propriocepção, também foi verificada a redução dos erros de percepção do senso de posição articular do joelho em algumas das angulações testadas.

Estes achados são promissores para o uso do treinamento sensório-motor com a população idosa, porém sugere-se que sejam realizados ensaios clínicos, capazes de elucidar sobre protocolos ideais de VCI a serem utilizados nesta faixa etária.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, M. M.; KHAN, A. A.; FAROOQ, M. Effect of whole-body vibration on neuromuscular performance: A literature review. **Work**, v. 59, n. 4, p. 571-83, 2018.
- AMARAL, P. C.; PÉCORA, C. W. **Plataforma Vibratória: Introdução ao treinamento vibratório: Livro didático**. São Paulo: Editora Paulo Amaral, 2012.
- BACHA, J. M. R. *et al.* O impacto do treinamento sensório-motor com plataforma vibratória no equilíbrio e na mobilidade funcional no indivíduo idoso com sequela de acidente vascular encefálico: relato de caso. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 23, n. 1, p. 111-6, 2016.
- BATISTA, M. A. B. *et al.* Efeitos do Treinamento com Plataformas Vibratórias. **Revista Brasileira de Ciência & Movimento**, v. 15, n. 3, p. 103-113, 2007.
- BERG, K. O. *et al.* Measuring balance in the elderly: validation of an instrument. **Canadian Journal of Public Health**, v. 83, n. 2, p. 7-11, 1992.
- BERNARDO-FILHO, M. *et al.* Biological consequences of exposure to mechanical vibration. **Dose Response**, v. 16, n. 3, p. 1559325818799618, 2018.
- BIGLIASSI, M. *et al.* Efeito do exercício agudo realizado na plataforma vibratória sobre o equilíbrio estático e dinâmico de idosos. **Geriatrics, Gerontology and Aging**, v. 6, n. 3, p. 254-260, 2012.
- BOTERO, M. A. *et al.* Factors associated with occasional and recurrent falls in Mexican community-dwelling older people: **PLOS ONE**, v. 13, n. 2, p. 1-12, 2018.
- BRASIL. Ministério da Saúde. **Estatuto do Idoso**. 3ª ed. Brasília: MS, 2013.
- CARDINALE, M.; LIM, J. Electromyography activity of vastus lateralis muscle during whole-body vibrations of different frequencies. **The Journal of Strength & Conditioning Research**, v. 17, n. 3, p. 621-4, 2003.
- CLAUDINO, R. *et al.* Análise das estratégias de ajustes posturais do glúteo médio na presença de perturbações em idosos e jovens. **Arquivos de Ciências da Saúde**, v. 22, n. 2, p. 63-68, 2015.
- COSTA, J. S.; NAVARRO, D. N. Exercício Físico e Sarcopenia. **Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 10, n. 58, p. 209–213, 2016.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: revised European consensus on definition and diagnosis. **Age Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16-31, 2019.
- CUNHA, P. L.; BONFIM, T. R. Ativação eletromiográfica em exercícios sobre a prancha de equilíbrio. **Fisioterapia Brasil**, v. 8, n. 3, p. 192-7, 2007.
- DA COSTA, J.P. *et al.* A synopsis on aging-Theories, mechanisms and future prospects. **Ageing Research Reviews**, v. 29, p. 90-112, 2016.

DANTAS, E. H. M.; SANTOS, C. A. S. **Aspectos biopsicossociais do envelhecimento e a prevenção de quedas na terceira idade**. Joaçaba: Editora Unoesc, 2017.

DIEGO, I. M. A. *et al.* Efectos de lavibroterapia sobre elcontrol postural, lafuncionalidad y la fatiga en pacientes conesclerosis múltiple. Ensayo clínico aleatorizado. **Neurología**, v. 27, n. 3, p. 143-153, 2012.

DIZ, J. B. M. *et al.* Prevalence of sarcopenia in older Brazilians: A systematic review and meta-analysis. **Geriatrics and Gerontology International**, v. 17, n. 1, p. 5–16, 2017.

DONATH, L. Different ankle muscle coordination patterns and co-activation during quiet stance between young adults and seniors do not change after a bout of high intensity training. **BMC Geriatrics**, v. 15, n. 19, p. 1-8, 2015.

FERLING, A. *et al.* The importance and role of proprioception in the elderly: a short review. **Materia Socio-Medica**, v. 31, n. 3, p. 219-221, 2019.

FERREIRA, L. A. B. *et al.* Análise da atividade eletromiográfica dos músculos do tornozelo em solo estável e instável. **Fisioterapia em Movimento**, v. 22, n. 2, p. 177-187, 2009.

FISCHER, M. *et al.* Long-term effects of whole-body vibration on human gait: a systematic review and meta-analysis. **Frontiers in Neurology**, v. 10, n. 627, p. 1-24, 2019.

FLORES, B. C. *et al.* Efeitos do treino com plataforma vibratória sobre a força muscular e capacidade funcional em idosas hígdas. **Saúde (Santa Maria)**, v. 44, n. 3, p. 1-11, 2018.

FONTES, F. P. *et al.* Intervenção fisioterapêutica na melhora do equilíbrio em idoso com diabetes mellitus tipo 2: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 27, n. 3, p. 200-209, 2019.

FREEMAN, M. A. R. Instabilidade do pé após lesões o ligamento lateral do tornozelo. **The Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 47, n. 4, p. 669–6777, 1965.

GOUDARZIAN, M. R. *et al.* Effects of whole body vibration training and mental training on mobility, neuromuscular performance, and muscle strength in older men. **Journal of Exercise Rehabilitation**, v. 13, n. 5, p. 573-580, 2017.

GUSMÃO, M. F. S.; REIS, L. A. Efeitos do treinamento sensório-motor no equilíbrio de idosos: revisão sistemática. **Revista de Saúde Coletiva da UEMS**, Feira de Santana, v. 7, n. 1, p. 64-70, 2017.

HAYTER, A. K. M. *et al.* Community perceptions of health and chronic disease in South Indian rural transitional communities: a qualitative study. **Global Health Action**, v. 8, n. 1, p. 1-8, 2015.

HUNTER, G. R.; MCCARTHY, J. P.; BAM-MAN, M. M. Effects of resistance training on older adults. **Sports Medicine**, v. 34, n. 5, p. 330-348, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. **Diário Oficial da União**, 13 de junho de 2013. Seção 1, p. 59.

MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 9, p. 1411-1421, 2004.

MOORE, K. L.; DALLEY, A. F.; AGUR, A. M. R. **Anatomia Orientada para a Clínica**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 2018.

MORSE, C. I. et al. Changes in triceps surae muscle architecture with sarcopenia. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 183, n. 3, p. 291-8, 2005.

NARICI, M. V. et al. Effect of aging on human muscle architecture. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 6, p. 2229-2234, 2003.

NASCIMENTO, M. M. Uma visão geral das teorias do envelhecimento humano. **Revista Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 8, n. 1, p. 161-168, 2020.

OLIVEIRA, D. C. S. et al. Análise eletromiográfica de músculos do membro inferior em exercícios proprioceptivos realizados com olhos abertos e fechados. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 18, n. 4, p. 261-266, 2012.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS), 2018. **Quedas**. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/falls>>. Acesso em: 07 de março de 2019.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS), 2020. **Orientações sobre atividade física e comportamento sedentário**. Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128>>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2021.

OROSZI, T. et al. Vibration detection: its function and recent advances in medical applications. **F1000Research**, v. 9, Rev-619, 2020.

ORR, R. The effect of whole body vibration exposure on balance and functional mobility in older adults: A systematic review and meta-analysis. **Maturitas**, v. 80, n. 4, p. 342-358, 2015.

PAIVA, D.; CABEZUELO, P. J. M.; FILHO, M. B. **Plataforma Oscilante/Vibratória: Fundamentos e a Prática Clínica**. São Paulo: Editora Andreoli, 2014.

PARK, S. et al. Differences in onset timing between the vastus medialis and lateralis during concentric knee contraction in individuals with genu varum or valgum. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, n. 4, p. 1207-1210, 2015.

PESSOA, M. F. et al. Effects of Whole Body Vibration on muscle strength and quality of life in health elderly: A meta-analysis. **Fisioterapia em Movimento**, v. 30, n. 1, 171-82, 2017.

PIMENTEL, W. R. T. et al. Quedas entre idosos brasileiros residentes em áreas urbanas: ELSI-Brasil. **Revista de Saúde Pública**, v. 52, n. 2, p. 1-9, 2018.

PUERRO NETO, J.; BRITO, C. A. F. Mobilidade funcional em função da força muscular em mulheres idosas fisicamente ativas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 21, n. 5, p. 369-175, 2015.

QUEIROZ, K. V. *et al.* Avaliação dos ísquios tibiais através do ângulo poplíteo em pacientes idosos com artrose de joelho. **Fisioterapia Brasil**, v. 20, n. 6, p. 713-720, 2019.

RICHARDSON, J. K. The confusing circular nature of falls research. and a possible antidote. **American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation**, v. 96, n. 1, p. 55-59, 2017.

RITTWEGER, J. Vibration as an exercise modality: how it may work, and what its potential might be. **European Journal off Applied Physiology**, v. 108, n. 5, p. 877-904, 2010.

RODRIGUES, A. E. C. *et al.* Mulheres idosas obesas apresentam maior prevalência de quedas e pior equilíbrio estático e dinâmico? Um estudo transversal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 89242-89254, 2020.

RODRIGUES, E. H. P.; BERTONCELLO, D. Análise eletromiográfica durante exercícios de propriocepção de tornozelo em apoio unipodal. **ConScientiae Saúde**, v. 16, n. 1, p. 73-81, 2017.

ROGAN, S. *et al.* Effects of whole-body vibration on postural control in elderly: An update of a systematic review and meta-analysis. **Archives of Gerontology and Geriatrics**, v. 73, p. 95-112, 2017.

SANTOS, K. B. *et al.* Associação entre exercício físico e propriocepção em idosos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 20, n.1, p.17-25, 2015.

SANTOS, S. M.; FRANÇA, L. S.; ARTIGAS, N. R. Os benefícios da plataforma vibratória na melhora dos déficits neuromusculares do envelhecimento: uma revisão de literatura. **Saúde e Desenvolvimento Humano**, v. 7, n. 3, p. 73-80, 2019.

SCHMIDT, B. G.; GERZSON, L. R.; ALMEIDA, C. S. O uso da eletromiografia de superfície como medida de desfecho da fisioterapia em crianças com Paralisia Cerebral: uma revisão sistemática. 2020. **Journal of Human Growth and Development**, v. 30, n. 2, p. 216-226, 2020.

SCIANNI, A. A. *et al.* Effects of physical exercises on the nervous system of elders and its functional consequences. **Revista Brasileira de Ciências do Esporte**, v. 41, n. 1, p. 81-95, 2019.

SENIAM - SURFACE ELECTROMYOGRAPHY FOR THE NON INVASIVE ASSESSMENT OF MUSCLE. 2019. **Recommendations for sensor locations on individual muscles**. Disponível em:<<http://www.seniam.org/>>. Acesso em: 03 de maio de 2019.

SENIAM. **Gastrocnemius**. 2021b. Disponível em: <http://seniam.org/peroneuslongus.html>. Acesso em: jan. 2021.

SENIAM. **Gluteus**. 2021d. Disponível em: <http://seniam.org/gluteusmedius.html>. Acesso em: jan. 2021

SENIAM. **Peroneus longus**. 2021a. Disponível em: <http://seniam.org/peroneuslongus.html>. Acesso em: jan. 2021.

SENIAM. **Quadriceps Femoris**. 2021c. Disponível em: <http://seniam.org/quadricepsfemorisvastusmedialis.html>. Acesso em: jan. 2021

SILVA, P. Z.; SCHNEIDER, R. H. Efeitos da plataforma vibratória no equilíbrio em idosos. **Acta Fisiátrica**, v. 18, n. 1, p. 21-26, 2011.

SOUZA, A. A.; MOURA, J. A.; BASTONE, A. C. Efetividade de um programa de fisioterapia aquática na capacidade aeróbia, dor, rigidez, equilíbrio e função física de idosos com osteoartrite de joelho. **Fisioterapia Brasil**, v. 18, n. 2, p. 165-171, 2017.

SUMUKADAS, D. et al. The effect of perindopril on postural instability in older people with a history of falls-a randomised controlled trial. **Age and Ageing**, v.47, n.1, p.75-81, 2018.

TAKAKUSAKI, K. Functional Neuroanatomy for Posture and Gait Control. **Journal of Movement Disorders**, v. 10, n. 1, p. 1-17, 2017.

THOMAZ, R. A. M. **Efeitos dos exercícios proprioceptivos associados a estímulos vibratórios na atividade eletromiográfica, oscilação postural e senso de posição articular em indivíduos saudáveis**. 2015. 55 f. Dissertação (Mestrado em Bioengenharia) – Universidade do Vale do Paraíba, São José dos Campos – SP, 2015.

TSUJI, T. *et al.* Short-term effects of Whole-Body Vibration on functional mobility and flexibility in healthy, older adults. **Journal of Geriatric Physical Therapy**, v. 37, n. 2, p. 58-64, 2014.

VARELLA, L. R. D. *et al.* Influence of parity, type of delivery, and physical activity level on pelvic floor muscles in postmenopausal women. **Journal of Physical Therapy Science**, p. 28, n. 3, p. 824-830, 2016.

VERAS, R. É possível, no Brasil, envelhecer com saúde e qualidade de vida? **Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, v. 19, n. 3, p. 381-382, 2016.

VERAS, R. P.; OLIVEIRA, M. Envelhecer no Brasil: a construção de um modelo de cuidado. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, v. 23, n. 6, p. 1929-1936, 2018.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Dados de Identificação

Título do Projeto de Pesquisa: Efeitos da plataforma vibratória sobre o equilíbrio, atividade eletromiográfica e propriocepção de idosos

Pesquisadora Responsável: Juliana de Oliveira Souza

Equipe Executora: Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima

Instituição a que pertence a Pesquisadora Responsável: Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP)

Telefones para contato: (32) 98473-0165 / (12) 99770-0096

Nome do (a) voluntário (a):

Idade: _____ anos

Sexo: () M () F

R.G. _____

O (A) Sr. (ª) está sendo convidado (a) como voluntário (a) a participar da pesquisa com o título “**Efeitos da plataforma vibratória sobre o equilíbrio, atividade eletromiográfica e propriocepção de idosos**”, de responsabilidade da pesquisadora Juliana de Oliveira Souza.

Existem poucas pesquisas comparando os efeitos de um mesmo exercício realizado no solo e na plataforma vibratória. Sendo assim, o objetivo dessa pesquisa é descobrir onde os exercícios farão mais efeito, no solo ou na plataforma vibratória.

Será realizada uma sessão com duração máxima de duas horas no período da manhã ou da tarde, de acordo com a sua disponibilidade. Nesta sessão serão realizadas avaliações físicas antes e depois dos exercícios nas quais serão utilizados equipamentos que testam o equilíbrio, medem a contração muscular e a amplitude de movimento do joelho.

O equilíbrio será testado utilizando uma escala simples que avalia 14 tarefas, como levantar-se de uma posição sentada até ficar em pé, pegar objetos do chão, ficar em pé sobre apenas uma das pernas, dentre outras.

Para verificar a contração muscular, um aparelho receberá informações através de sensores que estarão colados na pele por cima de alguns músculos do

quadril, coxa e perna. Para esta avaliação você deverá ficar apoiado sobre uma perna por 20 segundos.

Para medir a amplitude de movimento do joelho, você estará na posição sentada e deverá esticá-lo até certa altura, memorizar a posição e depois tentar voltar 3 vezes para esta mesma posição com os olhos tapados. Serão testadas 3 posições diferentes.

Os exercícios serão realizados em pé, durante 1 (um) minuto, olhando para frente, com os braços abertos, sobre apenas uma perna, enquanto a outra irá levantar com o joelho dobrado até próximo da altura do quadril. Esta posição será sustentada por 4 vezes no solo ou na plataforma vibratória, com 1 (um) minuto de descanso entre cada vez. Antes de ser realizado, o exercício será treinado no solo. Sobre a plataforma, as mãos poderão ser apoiadas somente quando sentir necessidade. Os pés deverão estar descalços, tanto na plataforma, quanto no solo. Todos os testes e exercícios serão realizados sob orientação da pesquisadora responsável, da forma mais simples que você possa entender.

Os riscos desta pesquisa, ainda que de classificação baixa, estão relacionados à presença de desconfortos musculares, cansaço físico e risco de queda, já que você estará sobre o apoio de um pé só. Sendo assim, a realização dos exercícios será acompanhada pela pesquisadora responsável, sendo fornecido o apoio das mãos quando necessário. Por falta de costume, a vibração da plataforma pode gerar desconforto. Utilizaremos uma baixa vibração, se mesmo assim houver desconforto, será pedido que abaixe a cabeça para amenizar a vibração nesta região. Se ainda assim os desconfortos permanecerem, você terá a liberdade de interromper os exercícios em qualquer momento.

Espera-se que os exercícios melhorem o equilíbrio e a contração dos músculos da perna, e assim você terá melhora na realização das tarefas do dia a dia, como uma simples caminhada. Como consequência também poderá melhorar sua capacidade de realizar ajustes posturais capazes de prevenir a ocorrência de quedas.

Seus dados pessoais serão mantidos em absoluto sigilo e serão preservadas sua imagem e privacidade. Os resultados desta pesquisa não serão utilizados para outras finalidades que não estejam previstas neste termo.

O (A) Sr. (ª) receberá uma cópia deste termo, constando os dados da pesquisadora responsável e da equipe executora, podendo tirar suas dúvidas sobre

a pesquisa. Agora ou a qualquer momento o (a) Sr. (ª) poderá recusar-se a continuar participando e, também poderá retirar este consentimento sem que isso lhe proporcione qualquer prejuízo ou penalidade. A seguir são descritas todas as formas de contato com os responsáveis pela pesquisa:

Pesquisadora/Executora responsável:

Nome: Juliana de Oliveira Souza

E-mail: jufisio_souza@yahoo.com.br

Endereço: Rua Dona Santa, 612 – Padaria Velha – Santa Rita de Jacutinga – MG

Telefone: (32) 98473-0165

Equipe Executora:

Nome: Profa. Dra. Fernanda Pupio Silva Lima

E-mail: fpupio@univap.br

Endereço: Rua Benedito Freire, 326 – Condomínio Altos da Serra VI – Urbanova – São José dos Campos – SP.

Telefone: (12) 99770-0096

Eu, _____, RG nº _____ fui informado (a) e concordo em participar, como voluntário (a), do projeto de pesquisa acima descrito.

São José dos Campos, ____ de _____ de _____.

Nome e assinatura do (a) voluntário (a) ou seu acompanhante

Nome e assinatura da pesquisadora responsável

Testemunha

Testemunha

APÊNDICE B – TRABALHOS DESENVOLVIDOS

SOUZA, J. O.; LIMA, F. P. S. **Os efeitos da terapia vibratória no equilíbrio de idosos: uma revisão da literatura.** In: XXIII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica – Universidade do Vale do Paraíba, 2019, São José dos Campos.

SOUZA, J. O.; LIMA, F. P. S. **Os efeitos da terapia vibratória no equilíbrio de idosos: uma revisão da literatura.** In: II Sala dos Programas Profissionais no XIX Encontro Latino Americano de Pós Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2019, São José dos Campos.

SOUZA, J. O.; LIMA, F. P. S. **A influência da vibração de corpo inteiro na propriocepção de idosos: um estudo de caso.** 18º Congresso de Saúde e Qualidade de Vida do Cone Leste Paulista – Universidade do Vale do Paraíba, 2020, São José dos Campos.

SOUZA, J. O.; LIMA, M. O.; MARTINS, R. A. B. L.; LIMA, F. P. S. **Efeitos do treinamento sensório-motor na propriocepção e equilíbrio de idosos: um estudo de caso.** In: Congresso Internacional de Fisioterapia e Envelhecimento Humano - Online. Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano, Suplemento 01/2020.

SOUZA, J. O.; LIMA, F. P. S. **Os efeitos da plataforma vibratória no equilíbrio de idosos: um estudo de caso.** In: XX Encontro Latino Americano de Pós Graduação – Universidade do Vale do Paraíba, 2020, São José dos Campos.

ANEXO A – PARECER DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE DO VALE DO
PARAÍBA - UNIVAP

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: Avaliação da força de reação ao solo, atividade elétrica muscular e propriocepção antes e após exercícios na plataforma vibratória e piscina terapêutica.

Pesquisador: Fernanda Pupio Silva Lima

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 18643413.3.0000.5503

Instituição Proponente: Universidade do Vale do Paraíba - UNIVAP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 428.493

Data da Relatoria: 25/10/2013

Apresentação do Projeto:

Projeto descreve claramente o objetivo, justificativa, benefícios do estudo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

O presente estudo consiste em comparar os efeitos de um mesmo protocolo de exercícios aplicados, separadamente em ambientes e/ou superfícies distintos sobre a propriocepção e atividade muscular em jovens e idosos saudáveis e sem histórico de lesões nos membros inferiores.

Objetivo Secundário:

Avaliar a propriocepção da articulação do joelho; atividade Elétrica muscular e a força de reação ao solo, antes e após a aplicação de um protocolo de exercícios no ambiente aquático, sob a plataforma vibratória, e sob uma superfície estável; Comparar os efeitos proporcionados por cada recurso terapêutico, visando identificar qual é o mais eficaz na melhora da propriocepção; Comparar os efeitos proporcionados por cada recurso terapêutico considerando as diferentes faixas etárias (idosos e jovens).

Continuação do Parecer: 428.493

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Como serão realizados testes e treinos de equilíbrio, é de se esperar que sejam aumentados os riscos de quedas. Isso porque, além de estimular reações de equilíbrio, durante os exercícios, ocorrerão dois fatores que dificultarão ainda mais o equilíbrio dos indivíduos participantes do estudo: o apoio unipodal e o local em que realizarão as atividades (ambiente aquático ou em cima da plataforma vibratória). Para tanto, todas as atividades

serão acompanhadas por dois profissionais (um avaliador e um instrutor) que estarão aptos a fornecer o apoio que for necessário. Além disso, todas as atividades serão realizadas onde apoios para os membros inferiores estejam ao alcance das mãos.

Benefícios:

A prática de qualquer atividade física incrementa no bem estar físico e emocional humano. Especificamente, os treinos de equilíbrio são importantes para prevenção de quedas ou para aperfeiçoamento em práticas esportivas. Quando é alterada a superfície de trabalho, as dificuldades de manutenção da postura aumentam e assim também aumentam.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Foram feitas as correções recomendadas no parecer anterior.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Aprovado

Recomendações:

Aprovado

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O projeto encontra-se aprovado por este CEP.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ANEXO B – REGISTRO CLINICAL TRIALS

ClinicalTrials.gov PRS
Protocol Registration and Results System

ClinicalTrials.gov PRS **DRAFT Receipt (Working Version)**

Last Update: 02/15/2019 12:11

ClinicalTrials.gov ID: NCT03846037

Study Identification

Unique Protocol ID: CAAE 18643413.3.0000.5503

Brief Title: Evaluation of the Balance, Muscular Electric Activity, Proprioception Before and After in the Vibratory Platform

Official Title: Effects of Proprioceptive Exercises Associated With Vibratory Stimuli on Electromyographic Activity, Postural Oscillation and Sense of Joint Position in Healthy Individuals

Secondary IDs:

Study Status

Record Verification: February 2019

Overall Status: Completed

Study Start: March 5, 2013 [Actual]

Primary Completion: August 10, 2015 [Actual]

Study Completion: October 3, 2015 [Actual]

Sponsor/Collaborators

Sponsor: Universidade do Vale do Paraíba

Responsible Party: Sponsor

Collaborators:

ANEXO C – ESCALA DE EQUILÍBRIO DE BERG (EEB) – VERSÃO BRASILEIRA

Paciente nº _____

Avaliação nº _____

Idade: _____ anos

Gênero: _____

Membro inferior dominante: _____

ANEXO C – ESCALA DE EQUILÍBRIO DE BERG (EEB) – VERSÃO BRASILEIRA

1. Posição sentada para posição em pé

Instruções: Por favor, levante-se. Tente não usar suas mãos para se apoiar.

- (4) Capaz de levantar-se sem utilizar as mãos e estabilizar-se independentemente;
- (3) Capaz de levantar-se independentemente utilizando as mãos;
- (2) Capaz de levantar-se utilizando as mãos após diversas tentativas;
- (1) Necessita de ajuda mínima para levantar-se ou se estabilizar-se;
- (0) Necessita de ajuda moderada ou máxima para levantar-se.

2. Permanecer em pé sem apoio.

Instruções: Por favor, fique em pé por 2 minutos sem se apoiar

- (4) Capaz de permanecer em pé com segurança por 2 minutos;
- (3) Capaz de permanecer em pé por 2 minutos com supervisão;
- (2) Capaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio;
- (1) Necessita de várias tentativas para permanecer em pé por 30 segundos sem apoio;
- (0) Incapaz de permanecer em pé por 30 segundos sem apoio.

3. Permanecer sentado sem apoio nas costas, mas com os pés apoiados no chão ou em um banquinho

Instruções: Por favor, fique sentado sem apoiar as costas e com os braços cruzados por 2 minutos.

- (4) Capaz de permanecer sentado com segurança e com firmeza por 2 minutos;
- (3) Capaz de permanecer sentado por 2 minutos sob supervisão;
- (2) Capaz de permanecer sentado por 30 segundos;
- (1) Capaz de permanecer sentado por 10 segundos;
- (0) Incapaz de permanecer sentado sem apoio durante 10 segundos.

4. Posição em pé para posição sentada

Instruções: Por favor, sente-se.

- (4) Senta-se com segurança com uso mínimo das mãos;
- (3) Controla a descida utilizando as mãos;
- (2) Utiliza a parte posterior das pernas contra a cadeira para controlar a descida;

- (1) Senta-se independentemente, mas tem descida sem controle;
 - (0) Necessita de ajuda para sentar-se.
-

5. Transferências

Instruções: Por favor, caminhe desde a cadeira até a cama e volte novamente. Uma das vezes, sente em uma cadeira com apoios para os braços e, na outra, em uma cadeira sem apoios.

- (4) Capaz de transferir-se com segurança com uso mínimo das mãos;
 - (3) Capaz de transferir-se com segurança com o uso das mãos;
 - (2) Capaz de transferir-se seguindo orientações verbais e/ou supervisão;
 - (1) Necessita de uma pessoa para ajudar;
 - (0) Necessita de duas pessoas para ajudar ou supervisionar para realizar a tarefa com segurança.
-

6. Permanecer em pé sem apoio, com os olhos fechados

Instruções: Por favor, fique em pé e feche os olhos por 10 segundos.

- (4) Capaz de permanecer em pé por 10 segundos com segurança;
 - (3) Capaz de permanecer em pé por 10 segundos com supervisão;
 - (2) Capaz de permanecer em pé por 3 segundos;
 - (1) Incapaz de permanecer com os olhos fechados durante 3 segundos, mas mantém-se em pé;
 - (0) Necessita de ajuda para não cair.
-

7. Permanecer em pé sem apoio com os pés juntos

Instruções: Por favor, junte seus pés e fique em pé sem se apoiar.

- (4) Capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com segurança;
 - (3) Capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 1 minuto com supervisão;
 - (2) Capaz de posicionar os pés juntos independentemente e permanecer por 30 segundos;
 - (1) Necessita de ajuda para posicionar-se, mas é capaz de permanecer com os pés juntos por 15 segundos;
 - (0) Necessita de ajuda para posicionar-se e é incapaz de permanecer nessa posição por 15 segundos.
-

8. Inclinar-se para frente, com o braço esticado

Instruções: Por favor, levante o braço a 90°. Estique os dedos e tente alcançar a frente o mais longe possível. (O examinador posiciona a régua no fim da ponta dos dedos quando o braço estiver a 90°. Ao serem esticados para frente, os dedos não devem tocar a régua. A medida a ser registrada é a distância que os dedos conseguem alcançar quando o paciente se inclina para frente o máximo que ele consegue. Quando possível, o paciente pode usar ambos os braços para evitar rotação do tronco).

- (4) Pode avançar a frente >25 cm com segurança;
- (3) Pode avançar a frente >12,5 cm com segurança;
- (2) Pode avançar a frente >5 cm com segurança;
- (1) Pode avançar a frente, mas necessita de supervisão;
- (0) Perde o equilíbrio na tentativa, ou necessita de apoio externo.

9. Pegar um objeto do chão a partir de uma posição em pé

Instruções: Pegue o sapato/chinelo que está na frente dos seus pés.

- (4) Capaz de pegar o chinelo com facilidade e segurança;
 - (3) Capaz de pegar o chinelo, mas necessita de supervisão;
 - (2) Incapaz de pegá-lo, mas se estica até ficar a 2-5 cm do chinelo e mantém o equilíbrio independentemente;
 - (1) Incapaz de pegá-lo, necessitando de supervisão enquanto está tentando;
 - (0) Incapaz de tentar ou necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair.
-

10. Virar-se e olhar para trás por cima dos ombros direito e esquerdo enquanto permanece em pé

Instruções: Por favor, vire-se para olhar diretamente atrás de você por cima do seu ombro esquerdo sem tirar os pés do chão. Faça o mesmo por cima do ombro direito. (O examinador poderá pegar um objeto e posicioná-lo diretamente atrás do paciente para estimular o movimento).

- (4) Olha para trás de ambos os lados com uma boa distribuição do peso;
 - (3) Olha para trás somente de um lado, o lado contrário demonstra menor distribuição do peso;
 - (2) Vira somente para os lados, mas mantém o equilíbrio;
 - (1) Necessita de supervisão para virar;
 - (0) Necessita de ajuda para não perder o equilíbrio ou cair.
-

11. Girar 360 graus

Instruções: Por favor, gire-se completamente ao redor de si mesmo. Faça uma pausa. Gire-se completamente ao redor de si mesmo em sentido horário.

- (4) Capaz de girar 360 graus com segurança em 4 segundos ou menos;
 - (3) Capaz de girar 360 graus com segurança somente para um lado em 4 segundos ou menos;
 - (2) Capaz de girar 360 graus com segurança, mas lentamente;
 - (1) Necessita de supervisão próxima ou orientações verbais;
 - (0) Necessita de ajuda enquanto gira.
-

12. Posicionar os pés alternadamente no degrau ou banquinho enquanto permanece em pé sem apoio

Instruções: Por favor, toque cada pé alternadamente no degrau/banquinho. Continue até que cada pé tenha tocado o degrau/banquinho quatro vezes.

- (4) Capaz de permanecer em pé independentemente e com segurança, completando 8 movimentos em 20 segundos;
 - (3) Capaz de permanecer em pé independentemente e completar 8 movimentos em mais de 20 segundos;
 - (2) Capaz de completar 4 movimentos sem ajuda;
 - (1) Capaz de completar mais de 2 movimentos com o mínimo de ajuda;
 - (0) Incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair.
-

13. Permanecer em pé sem apoio com um pé à frente

Instruções: (Demonstre para o paciente). Coloque um pé diretamente à frente do outro na mesma linha, se você achar que não irá conseguir, coloque o pé um pouco mais à frente do outro pé e levemente para o lado.

- (4) Capaz de colocar um pé imediatamente à frente do outro, independentemente, e permanecer por 30 segundos;
 - (3) Capaz de colocar um pé um pouco mais à frente do outro e levemente para o lado, independentemente, e permanecer por 30 segundos;
 - (2) Capaz de dar um pequeno passo, independentemente, e permanecer por 30 segundos;
 - (1) Necessita de ajuda para dar o passo, porém permanece por 15 segundos;
 - (0) Perde o equilíbrio ao tentar dar um passo ou ficar de pé.
-

14. Permanecer em pé sobre uma perna

Instruções: Fique em pé sobre uma perna o máximo que você puder sem se segurar.

- (4) Capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por mais de 10 segundos;
 - (3) Capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 5-10 segundos;
 - (2) Capaz de levantar uma perna independentemente e permanecer por 3 segundos ou mais;
 - (1) Tenta levantar uma perna, mas é incapaz de permanecer por 3 segundos, embora permaneça em pé independentemente;
 - (0) Incapaz de tentar, ou necessita de ajuda para não cair.
-

Pontuação total: 56

Pontuação máxima: _____

Fonte: MIYAMOTO, S. T. et al. Brazilian version of the Berg balance scale. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 9, p. 1411-1421, 2004.