



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**EFEITOS DE UM TRATAMENTO  
FISIOTERAPÊUTICO NA DOR, EQUILÍBRIO  
POSTURAL, DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS DE  
PRESSÃO PLANTAR E SENSIBILIDADE DE  
IDOSAS DIABÉTICAS TIPO 2**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Ana Carla Piovesan**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

**EFEITOS DE UM TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO  
NA DOR, EQUILÍBRIO POSTURAL, DISTRIBUIÇÃO DAS  
CARGAS DE PRESSÃO PLANTAR E SENSIBILIDADE DE  
IDOSAS DIABÉTICAS TIPO 2**

**Ana Carla Piovesan**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado do programa de Pós-graduação em Educação Física, área de concentração Aspectos Biológicos e Comportamentais da Educação Física e da Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM-RS),  
como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Educação Física, Saúde e Sociedade**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Sara Teresinha Corazza**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2015**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Piovesan, Ana Carla  
EFEITOS DE UM TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO NA DOR,  
EQUILÍBRIO POSTURAL, DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS DE PRESSÃO  
PLANTAR E SENSIBILIDADE DE IDOSAS DIABÉTICAS TIPO 2 / Ana  
Carla Piovesan.-2015.  
93 p.; 30cm

Orientadora: Sara Teresinha Corazza  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Educação Física e desportos, Programa de  
Pós-Graduação em Educação Física, RS, 2015

1. Fisioterapia 2. Equilíbrio Postural 3.  
Sensibilidade 4. Diabetes Mellitus 5. Idoso I. Corazza,  
Sara Teresinha II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Educação Física e Desportos  
Programa de Pós-Graduação em Educação Física**

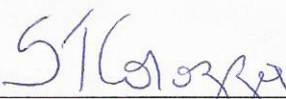
**A comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado**

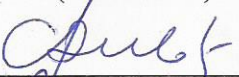
**EFEITOS DE UM TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO NA DOR,  
EQUILÍBRIO POSTURAL, DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS DE  
PRESSÃO PLANTAR E SENSIBILIDADE DE IDOSAS  
DIABÉTICAS TIPO 2**

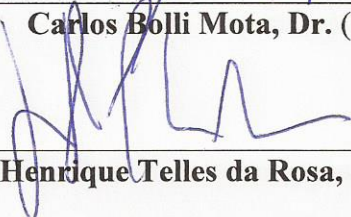
elaborada por  
**Ana Carla Piovesan**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Educação Física, Saúde e Sociedade**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
\_\_\_\_\_  
**Sara Teresinha Corazza, Dra. (UFSM)**  
(Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Carlos Bolli Mota, Dr. (UFSM)**

  
\_\_\_\_\_  
**Luis Henrique Telles da Rosa, Dr. (UFCSPA)**

Santa Maria, 09 de março de 2015.

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho ao meu  
marido **Ernane**,  
ao meu filho **Caetano** e a minha  
**família** que me deram carinho,  
força e alegria  
em todos os momentos para  
chegar até aqui.*

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço a Deus por toda a força durante este período de mestrado e por todo conhecimento que me permitiu adquirir.*

*Ao meu filho Caetano, presente que Deus me trouxe neste momento tão especial da minha vida e que tenho a graça de carregar em meu ventre. Mamãe ama você!*

*Ao meu esposo e futuro papai Ernane Kühn, companheiro da minha vida, que me faz sentir-se tão amada e por sempre acreditar no meu potencial. Você é tudo na minha vida...Te amo meu amor.*

*Aos meus queridos pais, pela fundamental presença em todos os momentos da minha vida. Amo vocês.*

*As minhas amadas irmãs que sempre estiveram comigo, me dando apoio e carinho. Amo vocês.*

*Ao meu animal de estimação “Thor” que sempre me alegrou, trazendo calma e tranquilidade.*

*A minha querida Orientadora Prof<sup>a</sup> Dra. Sara Terezinha Corazza, pela amizade, esclarecimentos e pela paciência na condução deste trabalho. Que desde o início da minha formação me confiou diversas tarefas, me guiando sempre no caminho da pesquisa e da vida acadêmica. Nunca vou esquecer da palavra mágica “disciplina”. O meu muito obrigada Sara!*

*Aos meus colegas do Laboratório de Aprendizagem Motora por me apoiarem e me auxiliarem em diversas fases deste estudo e por serem capazes de transformar cada encontro em momentos inesquecíveis. Obrigada vocês são muito especiais.*

*Faço este agradecimento em especial a minha querida colega Stela Paula Mezzomo que foi o meu braço direito, para desenvolver este trabalho de mestrado. Valeu amiga pela amizade e carinho de sempre!*

*Ao Professor Bolli, pela oportunidade que tive em participar dos grupos de estudos do Laboratório de Biomecânica, aonde adquiri muitos conhecimentos e amizades que jamais vou esquecer. Obrigado Professor!*

*Sou grata também aos colegas do Laboratório de Biomecânica, que sempre disponibilizaram atenção para responder minhas dúvidas, relacionadas com os equipamentos da biomecânica que utilizei em meu trabalho. Valeu a compreensão e paciência de todos vocês.*

*Ao Professor Felipe Pivetta Carpes, por disponibilizar o Baropodometro que utilizei em meu trabalho. Obrigado pela confiança e por sanar os questionamentos sempre que precisei. Obrigado Professor!*

*A Professora Hedioneia Foletto Pivetta que fez parte de toda minha trajetória acadêmica e sempre me incentivou a nunca desistir. Obrigada Hedio!*

*A banca examinadora, Professor Bolli e Luis Henrique pela apreciação do trabalho final.*

*A Universidade Federal de Santa Maria – UFSM e ao Centro de Educação Física e Desportos – CEFD, por proporcionar o Programa de Pós-Graduação.*

*A Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul – Fapergs por agraciar esta pesquisa com os recursos financeiros.*

*Ao elenco de professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Física por exercerem com tanto esmero a árdua tarefa de ensinar e compartilhar conhecimentos.*

*Aos colegas do Mestrado pela amizade, companheirismo e troca de experiências.*

*Às idosas com diabetes mellitus tipo 2, pela participação do estudo  
A minha amiga Bruna Vestena, que cedeu seu espaço de trabalho para realização da intervenção com as idosas. Obrigada Querida!*

## **APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO**

O trabalho de dissertação apresenta-se inicialmente através de um resumo ampliado que traz informações fundamentais da realização da pesquisa, seguindo de uma introdução geral que abrange as variáveis investigadas no estudo, e posteriormente de uma metodologia que possui informações referentes aos participantes, procedimentos éticos, procedimentos de coletas dos dados, instrumentação utilizada, trabalho experimental fisioterapêutico com ênfase nas técnicas realizadas e a análise estatística. A partir destas informações a dissertação foi dividida em dois artigos de pesquisa, cada um com objetivos diferentes. O artigo 1: teve como objetivo avaliar os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica no equilíbrio postural de idosas diabéticas tipo 2 sobre duas condições de apoio: Romberg e Semi-Tandem. Para submissão deste artigo foi escolhida a Revista Brasileira de Fisioterapia (<http://www.scielo.br/revistas/rbfis/pinstruc.htm>). O artigo 2: objetivou verificar os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica na sensibilidade plantar, na dor de membros inferiores e na distribuição das cargas de pressão plantar de idosas diabéticas tipo 2 sobre duas condições de apoio: Romberg e Semi-Tandem, no qual optou-se para submetê-lo a revista Diabetes Care (<http://care.diabetesjournals.org/>). Após a estruturação destes 2 artigos partimos para uma conclusão geral dos estudos que abrange ambos objetivos e resultados investigados para esta população.



## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-graduação em Educação Física,  
Centro de Educação Física e Desportos  
Universidade Federal de Santa Maria

### EFEITOS DE UM TRATAMENTO FISIOTERAPÊUTICO NA DOR, EQUILÍBRIO POSTURAL, DISTRIBUIÇÃO DAS CARGAS DE PRESSÃO PLANTAR E SENSIBILIDADE DE IDOSAS DIABÉTICAS TIPO 2

AUTORA: ANA CARLA PIOVESAN

ORIENTADORA: SARA TERESINHA CORAZZA

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 09 de março de 2015.

A diabetes mellitus (DM) é uma desordem metabólica de etiologia múltipla comum na população idosa. Com o avançar da doença, os idosos podem desenvolver patologias que envolvem todo o sistema nervoso periférico (SNP), responsável em seus danos por ocasionar as polineuropatias, que modificam a qualidade das informações sensoriais necessárias ao controle motor. Neste sentido, torna-se necessário identificar fatores de risco e desenvolver avaliações e tratamentos específicos. **Objetivo:** analisar os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica em idosas diabéticas tipo 2 com  $66,28 \pm 6,21$  anos. Desse modo, a dissertação foi dividida em 2 artigos. **Artigo 1:** objetivou avaliar os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica no equilíbrio postural de idosas diabéticas tipo 2 sobre duas condições de apoio: Romberg e Semi-Tandem. **Artigo 2:** objetivou verificar os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica na sensibilidade plantar, na dor de membros inferiores e na distribuição das cargas de pressão plantar de idosas diabéticas tipo 2 sobre duas condições de apoio: Romberg e Semi-Tandem. **Materiais e método:** para ambos os estudos, participaram 21 idosas diabéticas tipo 2 da cidade de Santa Maria – RS, com idades de  $66,28 \pm 6,21$  anos, divididas em dois grupos: GE (Grupo Experimental); GC (Grupo Controle). Para seleção dos grupos foi utilizado o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) e um questionário de atividade física (IPAQ). Para anamnese utilizou-se um questionário de Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI), bem como um questionário de atividades de Autocuidado com a Diabete (QAD). A intervenção fisioterapêutica realizada, enfatizou estimulação sensorial, proprioceptiva, deslizamentos, torções e trabalho miofascial em membros inferiores (MMII), com objetivo de suscitar respostas adequadas à melhora da dor, sensibilidade, distribuição das cargas de pressão plantar e equilíbrio postural. Foi utilizado o SPSS para *Windows*, realizou-se o Teste t para amostras pareadas/ Wilcoxon e Teste t independente/ Mann-Whitney. **Artigo 1:** realizou-se avaliação do equilíbrio postural através de uma plataforma de força AMTI OR6-6 2000 (*Advanced Mechanical Technology, INC*). Os resultados não apresentaram diferenças estatísticas para as variáveis do equilíbrio postural. **Artigo 2:** foi realizada avaliação da sensibilidade através de um conjunto de monofilamentos - Semmes Weistein Monofilament Examination (SWME); avaliou-se a dor em membros inferiores (MMII) pela Escala Visual Analógica (EVA) e a avaliação da pressão plantar foi realizada com um sistema de baropodometria - FootWorkPro (Arquipelago). Foram encontradas diferenças significativas na sensibilidade, dor e distribuição das cargas de pressão plantar. Pode-se concluir que a intervenção fisioterapêutica realizada, proporcionou estímulos e apresentou benefícios para as idosas.

**Palavras-chave:** Idoso. Diabetes Mellitus. Equilíbrio Postural. Sensibilidade.

## **ABSTRACT**

Master's Degree Thesis  
Post-graduation program in Physical Education  
Universidade Federal de Santa Maria

### **EFFECTS OF PHYSICAL THERAPY TREATMENT IN PAIN, BALANCE POSTURAL, PRESSURE LOADS OF DISTRIBUTION PLANTAR AND SENSIBILITY OF ELDERLY DIABETIC TYPE 2**

AUTHOR: ANA CARLA PIOVESAN

ADVISER: SARA TERESINHA CORAZZA

Date and local of the Defense: Santa Maria, march 9<sup>rd</sup>, 2015.

Diabetes mellitus (DM) is a metabolic disorder of multiple etiologies common in the elderly. With advancing disease, the elderly can develop pathologies that involve the entire peripheral nervous system (SNP), responsible for its damage by causing the polyneuropathy, as which as modify the quality of sensory information necessary for motor control. In this sense, it is necessary to identify risk factors and develop assessments and specific treatments. Objective: To analyze the beneficial effects of physical therapy intervention in elderly diabetic type 2 with  $66.28 \pm 6.21$  years. There by, the dissertation was divided in two articles. Article 1: to evaluate the effects of physical therapy intervention on postural balance of diabetic type 2 elderly on two conditions of support: Romberg and Semi-Tandem. Article 2: aimed to determine the effects of a physical therapy intervention in plantar sensitivity, pain in the lower limbs and in the distribution of plantar pressure loads of elderly diabetic type 2 on two conditions of support: Romberg and Semi-Tandem. Materials and methods: for both studies, participated 21 elderly diabetic type 2 the city of Santa Maria - RS, aged  $66.28 \pm 6.21$  years, divided into two groups: GE (experimental group); GC (control group). For selecting the groups we used the Mini-Mental State Examination (MMSE) and a physical activity questionnaire (IPAQ). To anamnesis used a questionnaire of Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) and a questionnaire of self-care activities with Diabetes (QAD). The physicaltherapy intervention performed, emphasized sensory stimulation, proprioceptive, landslides, twists and myofascial work in lower limbs (LL), in order to raise adequate responses to pain improvement, sensibility, distribution of pressure loads plantar and postural balance. To obtain the results of both studies was used SPSS for Windows, held the paired t-test / Wilcoxon test and independent t / Mann-Whitney. Article 1: held assessment of postural balance through a force platform AMTI OR6-6 2000 (Advanced Mechanical Technology, Inc.). The results were statistically significant for the plantar sensitivity ( $p < 0.05$ ). Article 2: evaluation of sensitivity was performed using a set of monofilaments - Semmes Weistein Monofilament Examination (SWME); evaluated the pain in the lower limbs (LL) by Visual Analogue Scale (EVA) and the evaluation of plantar pressure was performed with an barapodometry system -FootWorkPro (Arkipelago). There were significant differences in the sensitivity, pain and distribution of plantar pressure loads. It can be concluded that physical therapy intervention performed, provided stimuli and showed benefits for the elderly.

Keywords: Elderly. Diabetes Mellitus. Postural balance. Sensibility.

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

AMTI	Advanced Mechanical Technology, INC
CEFD	Centro e Educação Física e Desportos
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
CNS	Conselho Nacional de Saúde
COP	Centro de Pressão
COPap	Deslocamento do centro de pressão ântero-posterior
COPml	Deslocamento do centro de pressão médio-lateral
COPVel	Velocidade média do deslocamento do centro de pressão
COPVELap	Velocidade do deslocamento ântero-posterior
COPVELml	Velocidade do deslocamento médio lateral
DM	Diabetes Mellitus
ESF	Estratégia de Saúde da Família
EVA	Escala Visual Analógica
FNP	Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva
GC	Grupo Controle
GE	Grupo Experimental
IDL	Interactive Data Language
IPAQ	International Physical Activity Questionnaire
LABIOMEC	Laboratório de Biomecânica
LAM	Laboratório de Aprendizagem Motora
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
MMII	Membros inferiores
MMSS	Membros superiores
MNSI	Michigan Neuropathy Screening Instrument

ND	Neuropatia Diabética
NP	Neuropatia Periférica
NPD	Neuropatia Periférica Diabética
PDS	Polineuropatia Diabética Simétrica Distal
QAD	Questionário de Autocuidado com Diabetes
REG	Região
R	Romberg
ST	Semi-Tandem
SNP	Sistema Nervoso Periférico
SWME	Semmes-Weistein Monofilament Examination
TCL	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UBS	Unidade Básica de Saúde
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria
USB	Universal Serial Bus

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma dos aspectos éticos e procedimentos de coletas dos dados .....	24
Figura 2 – Imagens das duas condições de posição que foi utilizada para avaliar o equilíbrio postural .....	26
Figura 3 – Imagem do Baropodometro Eletronico – FootWork Pro, com imagens reproduzidas das cargas de pressão plantar sob duas condições de posição (1º Romberg e 2º Semi-Tandem) .....	28
Figura 4 – Kit com 6 Monofilamentos (Estesiômetro Semmes-Weinstein) para o teste de sensibilidade plantar .....	29
Figura 5 – Escala Visual Analógica (EVA).....	29
Figura 6 – Exercícios de Estimulação proprioceptiva.....	31
Figura 7 – Fortalecimento muscular de MMII com técnicas de FNP .....	32
Figura 8 – Deslizamentos profundos em MMII, trabalho fascial no pé e torções mecânicas .....	33
<b>ARTIGO 1 – Effects of physiotherapy intervention on the postural balance of elderly women carriers of type 2 diabetes under Romberg and Semi-Tandem stance conditions .....</b>	<b>51</b>
Figura 1 – Fluxograma dos aspectos éticos e procedimentos de coletas dos dados .....	58
<b>ARTIGO 2 – Estudo da distribuição das cargas de pressão plantar, sensibilidade e dor de idosas diabéticas tipo 2 submetidas a intervenção fisioterapêutica.....</b>	<b>70</b>
Figura 1 – Fluxograma que inclui dados da seleção dos grupos, informações descritivas e locais onde as avaliações foram realizadas.....	76
Figura 2 – Pé numerado, representando as 9 regiões plantares avaliadas neste estudo divididas em antepé (1-6), mediopé (7-8) e retropé (9) .....	78
Figura 3 – Resultados da sensibilidade plantar através dos MSW no pré e pós-teste nos grupos GE e GC .....	84

## LISTA DE TABELAS

<b>ARTIGO 1 – Effects of physiotherapy intervention on the postural balance of elderly women carriers of type 2 diabetes under Romberg and Semi-Tandem stance conditions</b> .....	<b>51</b>
Tabela 1 – Resultados da estatística descritiva, médias [desvio padrão] no pré e pós-teste entre os grupos GE e GC, na condição de apoio Romberg .....	62
Tabela 2 – Resultados da estatística descritiva, médias [desvio padrão] no pré e pós-teste entre os grupos GE e GC, na condição de apoio Semi-Tandem .....	63
<b>ARTIGO 2 – Estudo da distribuição das cargas de pressão plantar, sensibilidade e dor de idosas diabéticas tipo 2 submetidas a intervenção fisioterapêutica.....</b>	<b>70</b>
Tabela 1 – Distribuições das cargas plantares para ambos os pés, no pré e pós-teste intragrupo para os grupos GE e GC .....	83
Tabela 2 – Distribuições das cargas plantares para ambos os pés, no pré e pós-teste entre os grupos GE e GC .....	83
Tabela 3 – Distribuições das cargas plantares para as análises individuais dos pés, no pré e pós-teste intragrupo para os grupos GE e GC .....	84

## **LISTA DE ANEXOS**

<b>Anexo 1 – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido .....</b>	<b>42</b>
<b>Anexo 2 – Mini - Exame do Estado Mental (MEEM) .....</b>	<b>43</b>
<b>Anexo 3 – (IPAQ) - Questionário Internacional De Atividade Física .....</b>	<b>45</b>
<b>Anexo 4 – Anamnese .....</b>	<b>47</b>
<b>Anexo 5 – (QAD) - Questionário de atividades de Autocuidado com a Diabetes.....</b>	<b>48</b>
<b>Anexo 6 – (MNSI) - Michigan neuropathy screening instrument .....</b>	<b>50</b>

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>8</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>9</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS</b> .....	<b>10</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>12</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>13</b>
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	<b>14</b>
<b>1 Introdução</b> .....	<b>16</b>
<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>21</b>
<b>2 METODOLOGIA</b> .....	<b>22</b>
<b>2.1 Grupos de Participantes</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2 Procedimentos para coleta dos dados e Critérios Éticos</b> .....	<b>22</b>
<b>2.3 Instrumentos</b> .....	<b>25</b>
2.3.1 Equilíbrio Postural.....	25
2.3.2 Pressão Plantar .....	26
2.3.3 Sensibilidade .....	28
2.3.4 Dor.....	29
<b>2.4 Procedimento Experimental - Intervenção Fisioterapêutica</b> .....	<b>30</b>
<b>2.5 Tratamento das Variáveis</b> .....	<b>34</b>
<b>2.6 Tratamento Estatístico</b> .....	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>
<b>ARTIGO 1 – Effects of physiotherapy intervention on the postural balance of elderly women carriers of type 2 diabetes under Romberg and Semi-Tandem stance conditions</b> .....	<b>51</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>52</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>53</b>
<b>Pontos - Chave</b> .....	<b>54</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>55</b>
<b>Métodos</b> .....	<b>56</b>
<b>Participantes</b> .....	<b>56</b>
<b>Procedimento Experimental</b> .....	<b>59</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>61</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>63</b>
<b>Conclusão</b> .....	<b>65</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>67</b>
<b>ARTIGO 2 – Estudo da distribuição das cargas de pressão plantar, sensibilidade e dor de idosas diabéticas tipo 2 submetidas a intervenção fisioterapêutica</b> .....	<b>70</b>
<b>Resumo</b> .....	<b>71</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>72</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>73</b>
<b>Desenho e Métodos de Pesquisa</b> .....	<b>74</b>
<b>Resultados</b> .....	<b>81</b>
<b>Discussão</b> .....	<b>85</b>
<b>Conclusão</b> .....	<b>88</b>
<b>Referências bibliográficas</b> .....	<b>89</b>
<b>CONCLUSÃO GERAL</b> .....	<b>92</b>



## 1 Introdução

O envelhecimento humano é um fenômeno complexo, que ocorre pelo acúmulo de mudanças fisiológicas marcantes, ocasionadas pelo tempo e que conduzem o indivíduo a uma maior vulnerabilidade a diversas patologias (CENCI *et al.*, 2013). Um fator associado ao envelhecimento é a presença de patologias crônicas, sendo uma das mais prevalentes a Diabetes Mellitus (DM), estimando-se 17,4% da população brasileira de 60 a 69 anos sendo afetada (PINHEIRO; VILAÇA; DE AZEVEDO CARVALHO, 2014). A DM é considerada uma patologia de grande proporção em todo o mundo, que afeta cerca de 246 milhões de pessoas desencadeando complicações crônico-degenerativas muito graves. Nos dias de hoje, essa patologia é um dos problemas de saúde pública mais prevalente, com elevado ônus social e econômico devido às altas morbi-mortalidades, com importantes perdas na qualidade de vida (SILVA; RODRIGUES; HONÓRIO, 2009; PINHEIRO; VILAÇA; DE AZEVEDO CARVALHO, 2014).

Designa-se a DM tipo 2 uma patologia crônica de etiologia múltipla, decorrente do mau funcionamento na produção e/ou ação de insulina (SANTOS *et al.*, 2008; NOZABIELI *et al.*, 2012). Caracterizada por hiperglicemia crônica com distúrbios do metabolismo dos carboidratos, lipídeos, e proteínas. Suas complicações clínicas a longo prazo, envolvem de forma degenerativa e crônica o sistema nervoso central, periférico e autonômico, com disfunções e falências de vários órgãos, especialmente rins (insuficiência renal), olhos (cegueira), nervos sensitivos (neuropatia periférica), coração e vasos sanguíneos (SACCO; AMADIO, 2000; SANTOS *et al.*, 2008; CENCI *et al.*, 2013; FREGONESI *et al.*, 2013).

Uma alteração sensório-motora crônica do sistema nervoso periférico (SNP) pode interromper aferências e eferências das extremidades inferiores, que são responsáveis pela manutenção da postura e marcha (SACCO *et al.*, 2009). Quando o SNP passa a sofrer modificações na qualidade de informações sensoriais necessárias ao controle motor, existe a ocorrência de um atraso do distúrbio sensorial autonômico, que repercute em déficits significativos no controle motor (KANADE *et al.*, 2008; NOZABIELI *et al.*, 2012).

Os achados clínicos mais comuns das neuropatias periféricas são: distúrbios sensoriais, déficit motor, comprometimento ou ausência dos reflexos tendíneos, distúrbios autonômicos,

espessamento dos nervos periféricos envolvendo fibras sensoriais que podem levar a dor, dormência, comprometimento e perda da sensibilidade (parestesias) (SACCO; AMADIO, 2000; SANTOS *et al.*, 2008; TEIXEIRA *et al.*, 2010; CENCI *et al.*, 2013). Estudo de Sacco *et al.*, (2007) reforça que estas atingem o SNP, sendo que a principal forma é a polineuropatia diabética simétrica distal (PDSD), equivalendo a cerca de 75% de todas as neuropatias. Já a neuropatia diabética (ND) pode levar a transtornos tróficos da pele e da estrutura osteoarticular do pé, levando ao chamado “pé diabético”. Portadores de DM que apresentam diminuição na sensibilidade, fraqueza muscular e diminuição de amplitude de movimento têm maior risco para o desenvolvimento de ulcerações nos pés (SACCO *et al.*, 2007; SACCO *et al.*, 2009).

A ocorrência da DM, pode causar alterações funcionais importantes no equilíbrio postural, especialmente, durante a manutenção da postura ereta. Geralmente estes indivíduos apresentam deterioração de informação somatossensorial dos membros inferiores, na qual a magnitude de oscilação corporal destes pacientes poderia ser maior (RAZUK; LOPES; BARELA, 2010). Porém, ainda é muito pouco conhecido sobre as possíveis alterações que a DM causa nos mecanismos de funcionamento do sistema de controle postural e controle motor, o qual exige um relacionamento coerente e dinâmico entre informação sensorial e ação motora (SANTOS *et al.*, 2008).

Sustenta-se que, para a regulação do equilíbrio, o sistema postural necessita de informações sobre as posições relativas dos segmentos corporais e da magnitude das forças atuando sobre o corpo (YAMAMOTO *et al.*, 2001; GHANAVATI *et al.*, 2012). Para tanto, é necessário haver uma interação entre informações somatossensoriais, colhidas a partir do contato com o meio visual, baseada nas características externas do ambiente e vestibulares, observadas nas forças gravitacionais. Yamamoto *et al.*, (2001) afirmam que tanto as deficiências de sensibilidade profunda nos pés quanto as desordens cerebelares influenciam na estabilidade postural. Os mesmos autores, afirmam que em diabéticos com retinopatia e NP, frequentemente manifestam déficits na sensação profunda e o grau de instabilidade postural mostra-se maior do que em indivíduos não diabéticos. Di Nardo *et al.*, (1999) observaram, utilizando a estabilometria, que a função somatossensorial também é menor em indivíduos com DM.

Em relação as variáveis do equilíbrio, estudo com 50 idosos com neuropatia periférica diabética (NPD) foram avaliados, divididos em dois grupos, sendo que um grupo recebeu o tratamento fisioterapêutico, no qual, observou-se diferença significativa entre os grupos nas variáveis de trajetória do deslocamento e deslocamentos médio lateral. Justificam os autores que este resultado pode ser explicado por uma melhor ativação da estratégia de tornozelo para

a manutenção da estabilidade postural (PINHEIRO; VILAÇA; DE AZEVEDO CARVALHO, 2014). Em outro contexto Corriveau *et al.*, (2000) salientaram que a perda de sensibilidade nos pés, também interfere na manutenção do equilíbrio e na biomecânica do pé, desencadeando deformidades ósseas e possíveis alterações na pressão plantar. Os autores encontraram grande correlação entre a severidade da neuropatia e a alteração do centro de pressão (COP). Nota-se que, a informação sensorial da superfície cutânea plantar é o principal sistema sensorial envolvido na manutenção do controle de equilíbrio em condições normais, conseqüentemente se existir qualquer diminuição de sensibilidade plantar e de informações provenientes dos mecanorreceptores (propriocepção), poderá também ter como conseqüências além de perturbações do controle motor, ulcerações e quedas (ANDREASSEN; JAKOBSEN; ANDERSEN, 2006; SANTOS *et al.*, 2008; SACCO *et al.*, 2009; SAURA *et al.*, 2010).

Além disso, Tilling, Darawil e Britton (2006) reforçam que um diabetes descontrolado associado a complicações como: parestesias e dores, estabelece uma forte relação com as quedas repetitivas na população idosa, e representam um problema às atividades diárias do diabético (LAFOND; CORRIVEAU; PRINCE, 2004). Considera-se que as quedas na maioria das vezes, são causadas por qualquer alteração destas vias de informação, que prejudica o recebimento do estímulo do sistema nervoso central, alterando a resposta (BONFIM; BARELA, 2007).

Considerando esses fatores, Mold *et al.*, (2004); Perry, Mellroy & Maki (2000); Speers *et al.*, (2002); Shumway-Cook e Woollacott (2003); ressaltam que a distribuição da pressão plantar na população idosa pode estar alterada, o que favorece o aparecimento de calosidades e áreas dolorosas, afetando o controle postural e predispondo a quedas. Com a diminuição da sensação plantar, pode haver limitações sobre o equilíbrio quando este for solicitado de forma imprevisível por mudanças posturais multidirecionais (ALFIERI; TEODORI; GUIRRO, 2006).

A ausência ou redução da sensibilidade predispõe o pé do idoso diabético a traumas repetitivos, não reconhecidos, que juntamente com a dificuldade de cicatrização da ferida e alterações na regulação inflamatória, podem predispor lesões e formação de úlceras por mecanismos extrínsecos (como uso de calçados inadequados) e intrínsecos dos pés (como presença de deformidades estruturais e de áreas com alta pressão plantar), (SACCO *et al.*, 2009).

Altos picos de pressão sobre os pés são frequentemente relacionados a necessidade de atenção clínica devidos ao efeito de causar lesões no tecido plantar (RAO; SALTZMAN; YACK, 2010).

Perry, McIlroy & Maki (2000), ressaltam que o estímulo sensorial cutâneo plantar tem importante papel na regulação da marcha e controle postural, interferências de superfícies menos sensíveis podem alterar a informação plantar e prejudicar o controle postural.

Devido à associação do comprometimento neural e vascular nos membros inferiores (MMII), os pés são suscetíveis à descarga de pressão anormal, a alterações do trofismo muscular e déficits no sistema de controle motor, estas alterações podem gerar oscilações do centro de pressão (COP), que está relacionado ao surgimento de instabilidade na deambulação, gerando desequilíbrios na postura e na marcha (SILVA *et al.*, 2014). Hu e Wollacott (1994), verificaram que indivíduos participantes de atividade multissensoriais com enfoque na estimulação proprioceptiva e tátil, demonstraram maior estabilidade postural, conseqüentemente melhora do equilíbrio postural, quando comparados a um grupo controle.

Estudo de Bretan, Pinheiro & Corrente (2010), revelaram correlação entre alterações de sensibilidade cutânea plantar e distúrbios no equilíbrio em idosos. Procurando entender os fatores Santos *et al.*, (2008) avaliaram a aplicação de exercícios proprioceptivos em idosas diabéticas e observaram a sensibilidade e o centro de pressão (COP) após a intervenção, onde sua melhoria pode ser atribuída aos estímulos multissensoriais exercidos e constataram que os parâmetros de equilíbrio e manutenção postural podem ser otimizados pelo aumento das aferências periféricas, reduzindo quedas por perdas sensitivas.

Visto que o controle postural é dado pela interação dos sistemas vestibular, visual e somatossensorial, e que qualquer alteração em um ou mais desses sistemas, resulta em instabilidade postural, o incremento da sensibilidade tátil plantar e controle motor é importante para estabelecer melhorias nesta população (SACCO *et al.*, 2005; SOUZA *et al.*, 2005; ALFIERI; TEODORI; GUIRRO, 2006; SANTOS *et al.*, 2008). Diversos estudos (MUELLER *et al.*, 1994; KATOULIS *et al.*, 1997; ABOUD; ROWLEY; NEWTON, 2000; SACCO; AMADIO, 2003; YAVUZER *et al.*, 2006) já haviam indicado relação entre perdas sensoriais e piora da performance do controle postural em idosos diabéticos, nas atividades da vida diária, marcha e manutenção da postura em pé.

Nesse contexto, que é relacionado ao idoso diabético ou ao idoso diabético neuropático, Yavuzer *et al.*, (2006) compararam diabéticos neuropáticos, não neuropáticos e grupo controle. Esses autores não observaram diferença significativa da velocidade da marcha entre os diabéticos neuropáticos e não neuropáticos. No entanto, foi encontrada diferença significativa entre os diabéticos e o grupo controle, o que mostra que a neuropatia periférica pode não ser a única razão para alterações da mobilidade e equilíbrio, dos idosos com DM.

Estudos apresentaram como resultados que idosos diabéticos, quando realizaram exercícios com intervenção fisioterapêutica, apresentaram respostas positivas referentes aos exercícios (BARROS *et al.*, 2012). Porém, há necessidade de verificação de quais tipos de atividades e o quanto há de mudanças na sensibilidade, na distribuição da pressão plantar e no equilíbrio postural que estão relacionados aos estímulos advindos destas atividades.

Embora sejam pouco frequentes, os estudos destinados a avaliar o impacto da aplicação de exercícios para os pés e MMII em sujeitos com comprometimento motor e sensorial, ocasionado pela DM, Goldsmith *et al.*, (2002) observaram uma redução da pressão plantar e consequentemente, redução da formação de úlceras, após um mês de realização de exercícios. Em outro estudo também foram atenuados os efeitos da sintomatologia da neuropatia periférica em diabéticos, durante o período de intervenção, com exercícios terapêuticos (GOMES *et al.*, 2007). De acordo com os autores, os exercícios promoveram um melhor aporte sanguíneo para os membros inferiores e, dessa forma, contribuem para prevenção da doença.

O exercício físico regular e técnicas fisioterapêuticas têm sido reportados na literatura como fatores favoráveis à saúde, por diminuir riscos de doenças, melhorar a capacidade motora e cardiovascular, a força, o equilíbrio, dentre outros, aumentando a capacidade funcional e promovendo melhores condições de vida aos idosos (NIED; FRANKLIN, 2002; ALFIERI; TEODORI; GUIRRO, 2006; SILVA *et al.*, 2014).

Tendo em vista o crescente número de idosos diabéticos na população, que possuem tendências em desenvolver incapacidades funcionais, implicando em diminuição da qualidade de vida e elevados custos para o sistema de saúde, torna-se necessário analisar os fatores sensoriais e motores que podem ser prejudicados em função desta patologia, onde profissionais de saúde possam auxiliar na promoção de melhor qualidade de vida desta população. Existe também a necessidade de mais estudos que comprovem os efeitos de exercícios sobre o equilíbrio postural, sensibilidade e distribuição da pressão plantar em idosos diabéticos. Desta forma, reforça-se a importância de uma intervenção fisioterapêutica, pois na literatura, pouco tem-se tratado sobre as possíveis adaptações neuromusculares e proprioceptivas de programas de exercícios específicos para o atendimento de idosos diabéticos.

Conforme reporta a literatura, 30% dos idosos sofrem quedas ao menos uma vez ao ano, somando-se a existência de fatores importantes nas alterações somatossensoriais e motoras além de perda dos receptores periféricos, podendo ocorrer neuropatias periféricas, o que não é raro em idosos, pois estima-se que 1 a cada 5 idosos apresentam evidências de neuropatias, além desta e outras perdas proprioceptivas (SILVA *et al.*, 2014).

É nesse sentido, a importância do presente estudo, que além de buscar diferentes estratégias de estímulos, reforça os benefícios dos exercícios fisioterapêuticos e proprioceptivos, para oferecer a esta população, diferentes fontes de estímulos que auxiliem nas possíveis perdas no controle motor, bem como proprioceptivas. Em vista disso, este estudo objetivou como primeiro enfoque: verificar os efeitos de 8 semanas de uma intervenção fisioterapêutica na sensibilidade plantar e dorsal e no equilíbrio postural sob duas condições de posição em idosas diabéticas tipo 2. Em segundo: objetivou-se avaliar a dor, a sensibilidade plantar e a distribuição das cargas de pressão plantar em idosas diabéticas tipo 2, após 8 semanas de intervenção fisioterapêutica.

### **Objetivos Específicos**

- Comparar a dor dos membros inferiores de idosas diabética tipo 2 antes e após intervenção;
- Comparar o equilíbrio postural sob duas condições de apoio de idosas diabéticas tipo 2 antes e após intervenção;
- Identificar a sensibilidade plantar e dorsal em diferentes regiões dos pés de idosas diabéticas tipo 2 antes e após intervenção;
- Analisar as distribuições das cargas de pressão plantar nos pés de idosas diabéticas tipo 2 antes e após intervenção;
- Comparar o equilíbrio postural, a sensibilidade plantar e dorsal, as distribuições das cargas de pressão plantar nos pés, nos grupos (controle e experimental) antes e após intervenção;

## **2 Metodologia**

### **2.1 Grupo de Participantes**

O estudo foi realizado com 21 idosas diabéticas tipo 2, com base em um cálculo amostral de 2 estudos: Araújo et al., (2011), que utilizou-se a variável área de elipse e Alves et al., (2009) onde foi utilizada a variável da pressão média. A amostra foi intencional com média de idade  $66,28 \pm 6,21$  anos, estatura  $1,58 \pm 0,06$  cm e massa corporal de  $76,96 \pm 15,79$  kg, com tempo do diagnóstico da DM de  $8,66 \pm 4,49$  anos. Todas eram voluntárias da cidade de Santa Maria - RS, pertencentes a duas Unidades Básicas de Saúde (UBS). A UBS Ruben Noal, localizada no Bairro Cohab Tancredo Neves e a Unidade de Estratégia da Saúde da Família (ESF) São José, localizada no Bairro São José. Para a divisão dos grupos em Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC), foi realizado um sorteio das UBS. Foram incluídas idosas com DM tipo 2, no mínimo há 3 anos, com idades entre 60 e 75 anos que apresentaram cognitivo preservado, ativas, que faziam uso de hipoglicemiantes orais, com frequência mínima de 12 sessões na intervenção, representando (75%) dos atendimentos. Foram considerados critérios de exclusão: voluntárias que não apresentaram pontuação mínima no Mini-Exame do Estado Mental (MEEM); as que eram inativas; apresentassem queixas de tonturas; problemas musculares e/ou articulares incapacitantes dos membros inferiores; complicações de doenças degenerativas, neurológicas como Parkinson e não ter cumprido a frequência mínima de 75% (12 sessões) do tratamento ou ter desistido do mesmo.

### **2.2 Procedimentos para coleta dos dados e Critérios Éticos**

O estudo obedeceu às normas e critérios exigidos pela resolução nº 196/96 e 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS. O projeto de pesquisa foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, sob o protocolo nº31106414.0.0000.5346. Realizou-se contato com a UBS e a ESF, juntamente com a Secretaria de Município de Saúde da cidade de Santa Maria - RS, onde obteve-se as devidas

autorizações para realizar o estudo. Todas as participantes foram informadas sobre o objetivo da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), (ANEXO 1).

Para selecionar os participantes do estudo foi aplicado 2 instrumentos: o primeiro foi o Mini-Exame do Estado Mental (MEEM), elaborado por Folstein; Folstein e Mchugh (1975) e adaptado por Bertolucci; Brucki e Campacci (1994), (ANEXO 2), que forneceu informações sobre diferentes parâmetros cognitivos, o qual auxiliou as participantes a compreender os procedimentos seguintes. Contém questões agrupadas em sete categorias, cada uma delas planejada com o objetivo de avaliar "funções" cognitivas específicas como a orientação temporal (5 pontos), orientação espacial (5 pontos), registro de três palavras (3 pontos), atenção e cálculo (5 pontos), recordação das três palavras (3 pontos), linguagem (8 pontos) e capacidade construtiva visual (1 ponto). O escore do MEEM pode variar de um mínimo de 0 pontos, o qual indica o maior grau de comprometimento cognitivo dos indivíduos, até um total máximo de 30 pontos, o qual, por sua vez, corresponde a melhor capacidade cognitiva (BRAVO; HÉBERT, 1997). O segundo instrumento foi utilizado um questionário que avalia o nível de atividade física - International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) na versão curta (BENEDETTI; MAZO; BARROS, 2004), (ANEXO 3) que permitiu estimar o tempo semanal gasto em atividades físicas de intensidade moderada e vigorosa, em diferentes contextos do cotidiano, como: trabalho, transporte, tarefas domésticas e lazer, e ainda o tempo despendido em atividades passivas, realizadas na posição sentada. A análise foi realizada de acordo com a classificação: em inativo, irregularmente ativo, ativo, muito ativo. Todas as participantes que fizeram parte do estudo obtiveram como resultado uma pontuação acima de 21 pontos para o MEEM e foram classificados como ativos segundo o IPAQ.

Fez-se parte da avaliação da anamnese (ANEXO 4) 2 questionários: um Questionário de Atividades de Autocuidado com a Diabetes (QAD), (MICHELS *et al.*, 2010), (ANEXO 5). Este foi utilizado para obter aspectos relativos às atividades e cuidados com a DM, alimentação (geral e específica), atividade física, uso da medicação, monitorização da glicemia e o cuidado com os pés, avaliando também o tabagismo. Um questionário de Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI), (MOGHTADERI; BAKHSHIPOUR; RASHIDI, 2006). Utilizou-se durante a anamnese para analisar a presença e sintomas de ND. Repostas positivas em 4 ou mais perguntas se correlaciona com a presença quantificável de ND (ANEXO 6).

As avaliações foram desenvolvidas no Laboratório de Aprendizagem Motora (LAM) e Laboratório de Biomecânica (LABIOMECA) da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, do Centro de Educação Física e Desportos – CEFD, em turnos e horários estabelecidos entre



pesquisador e participantes. Inicialmente as avaliações realizadas no LAM, foram efetivadas com o objetivo de estabelecer resultados através de questionários, anamneses, testes de sensibilidade plantar e dorsal e dor. Posteriormente foram realizadas no LABIOMECC as avaliações do estudo equilíbrio postural e pressão plantar. O grupo experimental recebeu intervenções fisioterapêuticas, 2 vezes semanais, de 60 minutos cada, durante 8 semanas.

Somente as variáveis equilíbrio postural, sensibilidade, pressão plantar e dor foram coletadas antes e após a intervenção fisioterapêutica para o grupo experimental. Estas variáveis também foram coletadas para o grupo controle antes e após, porém este foi controlado para não realizar nenhuma intervenção fisioterapêutica e nenhum exercício físico regular.

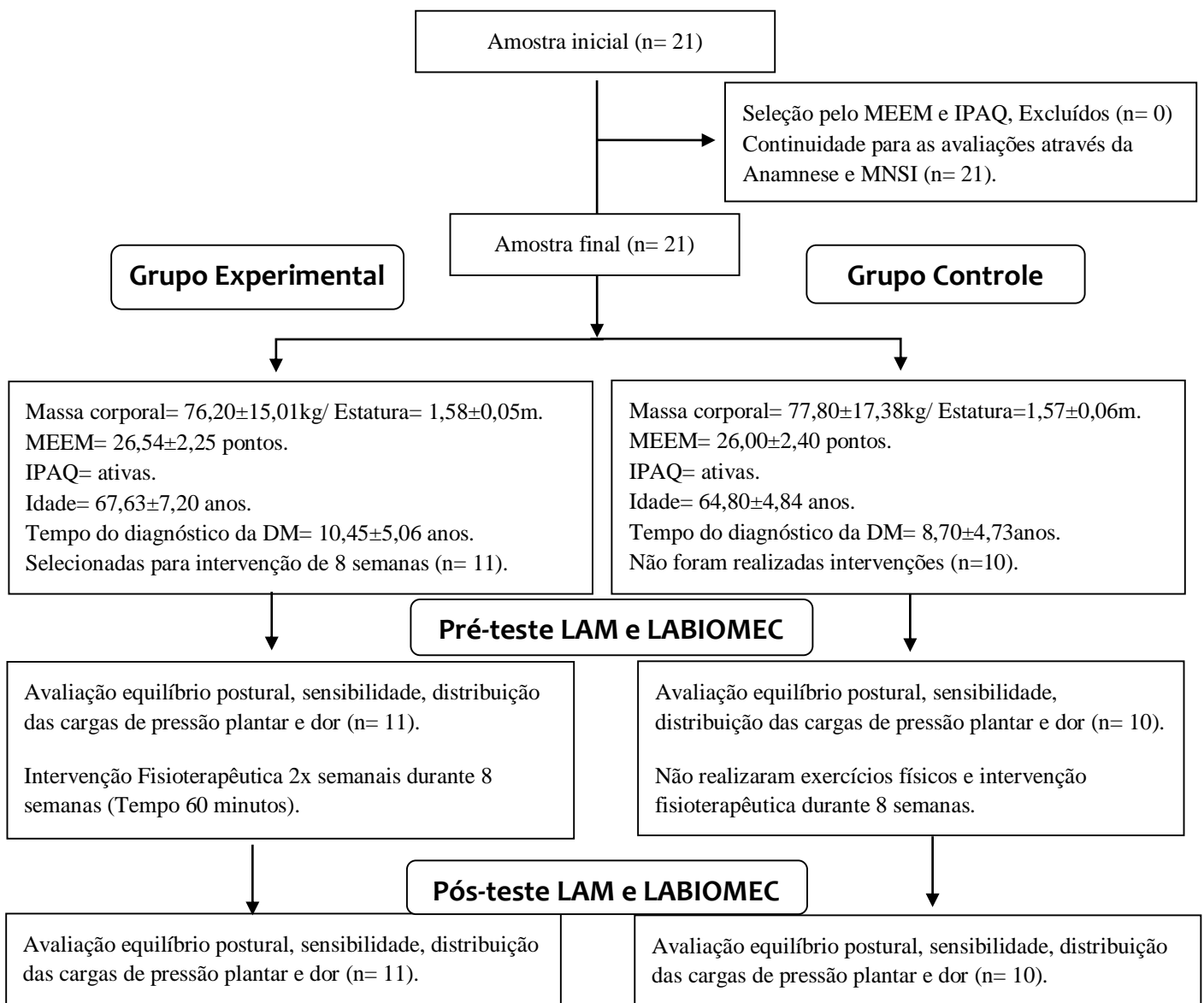


Figura 1 – Fluxograma dos aspectos éticos, procedimentos de coletas dos dados e descrição com resultados dos grupos.

## 2.3 Instrumentos

### 2.3.1 Equilíbrio Postural

Para a aquisição dos dados referentes ao equilíbrio postural foi utilizada uma plataforma de força *AMTI OR6-6 2000 (Advanced Mechanical Technologies, Inc.)*, (PALMIERI *et al.*, 2002; DUARTE; FREITAS, 2010). Para aquisição dos dados as participantes foram instruídas a permanecer o mais estática possível, em cima da mesma, sob duas condições de posição dos pés (Figura 2), sendo a primeira posição – Romberg (NASCIMENTO; PATRIZZI; OLIVEIRA, 2012). Nesta posição foi solicitado que a participante permanecesse em posição ortostática, com os braços ao longo do corpo em cima da plataforma de força, com olhos abertos e pés distanciados seguindo o alinhamento do quadril, com o olhar em um ponto fixo disposto a 2 metros de distância do sujeito na altura dos olhos. Na segunda posição dos pés - Semi-Tandem (SILVA; DUARTE; ARANTES, 2011) a participante permaneceu em posição ortostática, com braços ao longo do corpo; com os pés alinhados um a frente do outro, deixando o hálux do pé posterior desalinhado lateralmente 2,5cm do calcâneo do pé anterior, com um olhar em um ponto fixo disposto a 2 metros de distância do sujeito na altura dos olhos.

Anteriormente ao início da coleta foi demarcado em uma folha de papel o posicionamento dos pés de ambas as condições em cima da plataforma para cada participante, para que este mantivesse a mesma distância entre os pés para ambas as posições durante todas as coletas. Foi realizado tentativas de forma intencional para todos os participantes para as duas condições de posição, totalizando 6 tentativas aleatórias, considerando 3 tentativas de cada condição de posição (1 Romberg; 1 Tandem), esta forma de tratamento foi realizada para não gerar o efeito da aprendizagem e para evitar possíveis adaptações do equilíbrio. Todos as participantes realizaram as tentativas em todas as condições de olhos abertos, com tempo de 30 segundos cada, sendo utilizada como frequência de aquisição da plataforma de força 120 Hz. As variáveis adquiridas pela plataforma de força são relacionadas ao centro de pressão (COP). As informações provenientes da plataforma de força foram tratadas em uma rotina desenvolvida no ambiente Interactive Data Language (IDL), onde os dados brutos de força e momento obtidos pela plataforma foram filtrados com filtro passa-baixa Butterworth de 4ª ordem e frequência de corte de 10 Hz. Após a filtragem, estes dados foram utilizados para o cálculo das coordenadas do centro de pressão (COP). A seguir, os dados de força e momento foram utilizados no cálculo das duas coordenadas do centro de força (COP) a cada instante, uma na direção ântero-posterior

e outra na direção médio-lateral, de acordo com o sistema de coordenadas da plataforma. Finalmente, a partir das coordenadas do COP, foram calculadas as variáveis de interesse. As variáveis avaliadas no estudo foram: amplitude de deslocamento do centro de pressão (COP) nas direções ântero-posterior (COPap), e médio-lateral (COPml), área de Elipse (que corresponde a área da elipse que com 95% de probabilidade contém o centro dos pontos de oscilação e velocidade média de deslocamento do COP (COPVel), nas direções ântero-posterior (COPVelap) e médio-lateral (COPVelml).



Figura 2 – Imagens das duas condições de posição que foi utilizada para avaliar o equilíbrio postural.

Fonte: Imagens registradas da pesquisadora.

### 2.3.2 Pressão Plantar

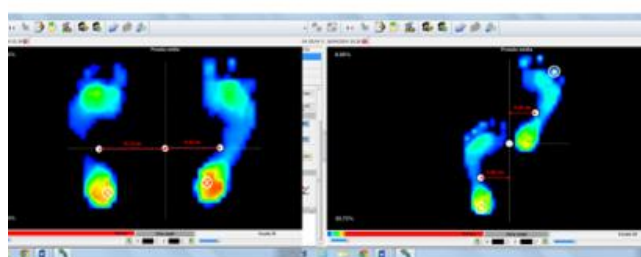
Para a avaliação da pressão plantar foi utilizado um baropodômetro eletrônico - FootWork Pro (Arquipelago) versão 3.2.0.1 AM3 (França) - (Figura 3), (NOZABIELI *et al.*, 2012).

Através do sistema de baropodometria, foi possível observar a distribuição das cargas de pressão plantar em uma análise estática. As distribuições das cargas plantares observadas

foram divididas em 4 quadrantes (anterior-direito e esquerdo; posterior-direito e esquerdo), bem como as cargas de distribuição da pressão plantar em anterior-posterior e médio-lateral de ambos os pés.

Anteriormente ao início da avaliação foi demarcado em uma folha de papel o posicionamento dos pés de ambas as condições de posição em cima do baropodômetro para cada participante, para que este mantivesse a mesma distância entre os pés durante todas as coletas. Para esta avaliação foi solicitado que a participantes permanecesse em pé sobre o baropodômetro eletrônico, no qual foram instruídas a permanecer o mais estática possível, em cima do mesmo, sob duas condições de apoio sendo a primeira condição de posição – Romberg (NASCIMENTO; PATRIZZI; OLIVEIRA, 2012), onde a participante permaneceu em posição ortostática sobre o baropodômetro, com os braços ao longo do corpo de olhos abertos e pés distanciados seguindo o alinhamento do quadril e com o olhar em um ponto fixo disposto a 2 metros de distância do sujeito na altura dos olhos e na segunda condição - Semi-Tandem (SILVA; DUARTE; ARANTES, 2011) onde a participante também permaneceu em posição ortostática, com os braços ao longo do corpo; pés separados lateralmente por 2,5 cm e com o calcanhar do pé direito na frente afastado 2,5 cm do hálux do pé esquerdo, que estava atrás, com um olhar em um ponto fixo disposto a 2 metros de distância do sujeito na altura dos olhos.

Foram realizadas tentativas de forma intencional para todos os participantes e para as duas condições de posição, totalizando 6 tentativas aleatórias, sendo 3 de cada condição (1 Romberg; 1 Tandem), esta forma de tratamento foi realizada para não gerar o efeito da aprendizagem. Todos as participantes realizaram as tentativas para todas as condições de posição, de olhos abertos, com tempo de 30 segundos cada, sendo que foi utilizada como frequência de aquisição 40 Hz para análise estática.



Posição Romberg

Posição Semi-Tandem

Figura 3 – Imagem do Baropodômetro Eletrônico - FootWork Pro, com imagens reproduzidas das cargas de pressão plantar sob duas condições de posição (1º Romberg e 2º Semi-Tandem).

Fonte: Imagens registradas da pesquisadora.

### 2.3.3 Sensibilidade

Utilizou-se um conjunto de monofilamentos – Estesiômetro Semmes-Weinstein (MSW) marca (SorriBauru®) para avaliação da sensibilidade plantar e dorsal do pé. O conjunto de MSW consiste em seis monofilamentos de nylon, de comprimentos iguais de cores e diâmetros diferentes, utilizados para exercer pressão sobre a pele de acordo com a gramagem de cada MSW, que variam de 0,05 a 300 g (0,05 g, 0,2 g, 2,0 g, 4,0 g, 10,0 g, 300 g). Para este protocolo de avaliação foram utilizados todos os monofilamentos, onde seguiu-se as instruções do fabricante do produto, bem como de estudos (NEUMAN, 1999; PERKINS *et al.*, 2001; NATHER *et al.*, 2008; ULHOA *et al.*, 2011; SALES *et al.*, 2012).

Inicialmente, foi realizado uma explicação do procedimento do teste e uma aplicação do monofilamento no antebraço do sujeito para verificar a correta compreensão e melhor explanação quanto ao teste a ser realizado. O sujeito permaneceu de pés descalços, em decúbito ventral sobre uma maca, em uma posição confortável, em seguida, foi solicitado para o mesmo fechar os olhos e relatar quando sentia a pressão do monofilamento em cada região. O monofilamento foi aplicado em cada região demarcada e foi feita a seguinte pergunta: “Você está sentindo alguma coisa aqui?”. O teste foi padronizado com duas a três aplicações em cada região e a ordem das aplicações foi de acordo com as regiões demarcadas do pé. Foram demarcadas 11 regiões do pé (Figura 4) onde cada uma foi testada com os monofilamentos (SOUZA *et al.*, 2005). Cada monofilamento foi aplicado de forma perpendicular à planta do pé, durante 2 segundos, com força suficiente para curv-lo, na região do hálux, do segundo dedo, do quinto dedo, na projeção da cabeça do primeiro e quinto metatarso, no médio pé, calcâneo e região dorsal do pé (SALES; SOUZA; CARDOSO, 2012). A resposta positiva de acordo com cada região, foi suficiente para indicar a sensibilidade no nível indicado para cada MSW. A sensibilidade decorrente deste teste foi a gramagem do filamento que a participante reportou quando foi produzida a pressão sobre a superfície plantar ou dorsal do pé.



Figura 4 – Kit com 6 Monofilamentos (Estesiômetro Semmes-Weinstein) para o teste de sensibilidade plantar, com seu procedimento de aplicação e pé numerado representando as regiões avaliadas.

Fonte: <http://www.sorribauru.com.br>.

### 2.3.4 Dor

Utilizou-se uma Escala Visual Analógica (EVA), (Figura 5) para avaliar a intensidade da dor nos membros inferiores antes de após a intervenção fisioterapêutica. Este instrumento é de grande utilidade e fácil aplicabilidade, comumente utilizado para quantificação de diversos sintomas em diferentes doenças. A EVA consiste em uma escala numerada de 0 a 10, sendo 0 o equivalente a sem dor e 10, a dor máxima relatada pelo paciente (MOREIRA *et al.*, 2009).

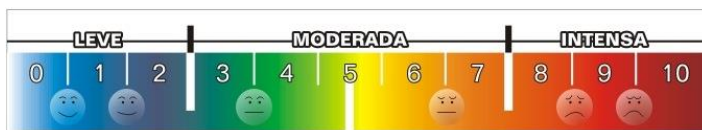


Figura 5 – Escala Visual Analógica (EVA).

Fonte: <http://youfisio.blogspot.com.br>.

## 2.4 Procedimento Experimental - Intervenção Fisioterapêutica

A intervenção fisioterapêutica foi realizada em uma sala iluminada, com espaço amplo, contendo os equipamentos necessários utilizados para as técnicas. As voluntárias foram atendidas individualmente, com o mesmo tempo de sessão e todas as técnicas foram desenvolvidas pela mesma fisioterapeuta.

A intervenção considerou níveis progressivos de dificuldade por se tratar de um trabalho que envolveu a prática regular de exercícios para estimulação proprioceptiva em idosos, evitando dor, cansaço e até mesmo quedas. Esta foi aplicada duas vezes por semana, durante 60 minutos, por um período de 8 semanas, totalizando 16 sessões. Nestas foram estimulados o sistema sensorial proprioceptivo, com facilitações neuromuscular proprioceptiva; fortalecimento de membros inferiores (MMII) e deslizamentos profundos para estimular a circulação profunda e alívio das dores. As técnicas foram divididas em fases para melhor obter o aproveitamento: **Fase a) Trabalho proprioceptivo; Fase b) Fortalecimento muscular com técnicas de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP); Fase c) Deslizamentos, trabalho fascial e torções mecânicas.** O foco desta intervenção foi envolver estímulos nos pés e MMII com estímulos proprioceptivos, fortalecimentos, posicionamentos juntamente com trabalho miofascial, correções do arco plantar, deslizamentos e torções mecânicas. O programa de exercícios aplicado considerou as propostas reportadas na literatura (SACCO; AMADIO, 2000; ALFIERI; TEODORI; GUIRRO, 2006; GOMES *et al.*, 2007; SANTOS *et al.*, 2008; PINHEIRO; VILAÇA; DE AZEVEDO CARVALHO, 2014).

Para a fase (a), (**25 minutos**), foram realizados trabalhos de estimulação proprioceptiva (Figura 6), onde as participantes cumpriram 5 etapas em forma de circuito: a primeira etapa (**5 minutos**) envolvendo dispositivos como: uma caixa contendo espuma de 10 cm de espessura, onde era realizado exercícios em posição ortostática, realizou-se transferências de MMII, plantiflexão dos pés, flexão de joelhos (agachamento) - bipodal e unipodal; a segunda etapa (**5 minutos**) na mesma caixa onde foi colocada a espuma, colocou-se grãos de feijão e algodão, em cima destes materiais realizou-se também exercícios em posição ortostática, transferências de MMII, plantiflexão dos pés, flexão de joelhos bipodal e unipodal; a terceira etapa (**5 minutos**) utilizou-se uma lixa para Madeira 3m folha P100, uma esponja de aço marca *Bom Bril* e uma bola com projeções externas, onde a fisioterapeuta posicionava o participante de decúbito dorsal e realizava movimentos de deslizamentos em todo o pé com estes materiais, solicitando que fechassem os olhos em determinados momentos; a quarta etapa (**5 minutos**)

utilizou-se um disco de gel para propriocepção onde as participantes realizavam flexões de joelho, deslocamentos ântero-posteriores e médio-laterais, equilíbrio unipodal e bipodal, todas estas atividades eram realizadas com os olhos abertos. Também eram solicitadas para transpor obstáculos realizando caminhadas para frente, para trás utilizando diferentes tipos de superfícies, como o disco gel de propriocepção e as espumas de 10 cm; a quinta etapa (**5 minutos**) foram realizadas atividades em posição ortostática sobre o disco de gel, onde utilizou-se uma bola com projeções externas que utilizou-se para jogar (a bola era jogada nas mãos de cada participante, na qual se encontrava em posição ortostática sobre o disco de gel). Um elástico de resistência leve da marca Thera-Band, também foi utilizado enquanto a participante permanecia sobre o disco de gel para trabalhar estímulos de contrações musculares em MMII. Nesta etapa utilizando uma bola de 65 cm da marca Mercur, as participantes sentavam sobre a bola com MMII na largura do quadril e realizaram exercícios de deslocamentos látero-laterais e antero-posteriores, circundação e de “quicar” sobre a bola.



Figura 6 – Exercícios de estimulação proprioceptiva.

Fonte: Imagens registradas da pesquisadora.

Na fase **(b)**, (**15 minutos**). Realizou-se exercícios de fortalecimento muscular de MMII com técnicas de FNP (Figura 7). Foi utilizada uma bola de 65 cm, marca *Mercur*, onde realizou-se exercícios de “agachamento” na posição ortostática, com a bola posicionada na região lombar, os exercícios foram realizados direcionados para a musculatura extensora e flexora do joelho, flexores e extensores de quadril. Na mesma posição fazendo o uso da bola na região



lombar, foram realizados exercícios de MMII com auxílio de uma caneleira com velcro de 2 kg, que foi posicionada na região do tornozelo e realizou-se movimentos de flexão do quadril. Estes exercícios foram realizados com ambos os MMII, sendo que foi realizada 2 séries de 15 repetições. Utilizando a mesma bola de 65 cm, realizavam exercícios de fortalecimento da musculatura intrínseca do pé, do membro contrário ao que estava sobre a bola. Enquanto um pé ficava fazendo a bola mover-se anteriormente e posteriormente, o outro pé ficava no solo fortalecendo toda a musculatura intrínseca do pé. Trabalhou-se exercícios de FNP para MMII na diagonal que são intimamente ligados ao movimento funcional normal. Realizava-se 10 repetições com cada membro inferior, com o participante em decúbito dorsal com MMII estendidos, o terapeuta aplicava resistência máxima ao movimento que era solicitado em padrão de facilitação, os comandos verbais eram “Puxe, Segure, Relaxe” (SUSAN S. ADLER, 2007).

Para finalizar esta fase (b) foi realizado exercícios utilizando um elástico de resistência leve da marca *Thera-Band* em MMII, realizando fortalecimento da musculatura adutora, abduzora, flexora e extensora do quadril, realizava-se uma série de 15 repetições para cada grupo muscular.

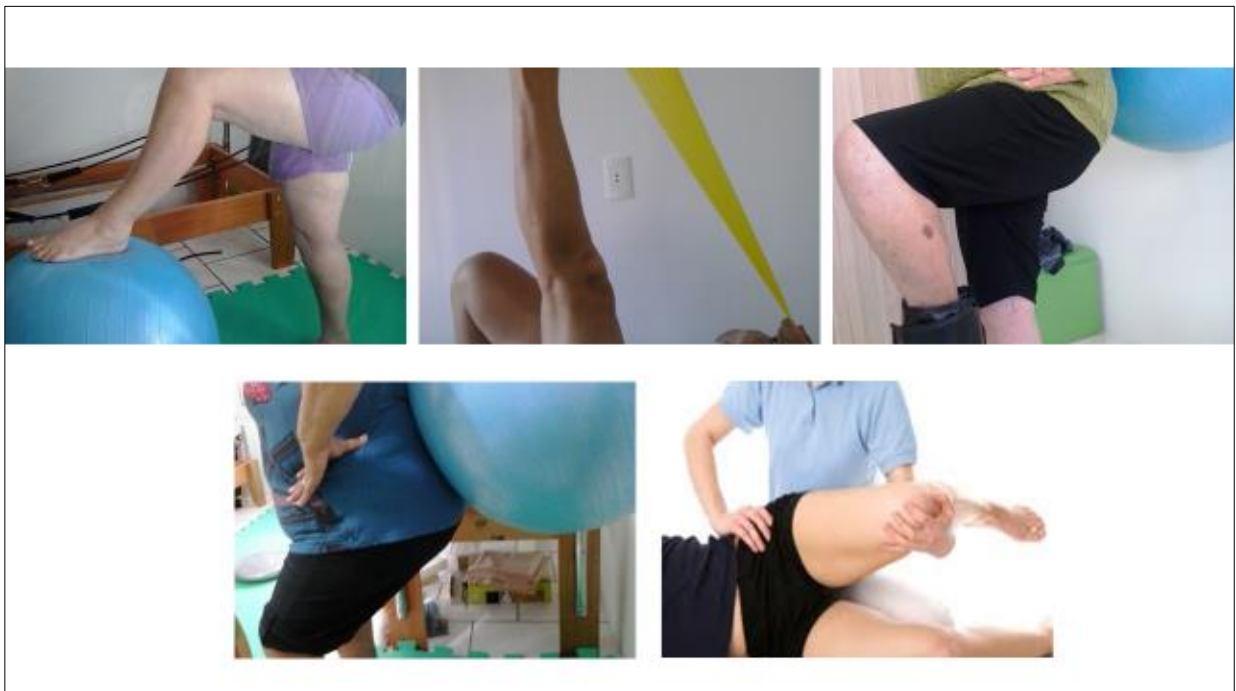


Figura 7 – Fortalecimento muscular de MMII e técnicas de FNP  
Fonte: Imagens registradas da pesquisadora.

Prosseguindo o tratamento fisioterapêutico apresenta-se por final a fase (c), (20 minutos) que realizou-se **Deslizamentos, trabalho fascial e torções mecânicas**. Foi realizada em MMII deslizamentos profundos e torções mecânicas (Figura 8). Este tratamento se realizou

a partir de técnicas que visassem deslizamentos profundo, o qual proporcionou aumento do metabolismo local, aumento da drenagem venolinfática e drenagem catabólica, como consequentemente aumento da circulação sanguínea, ativação das fibras sensitivas aferentes, nutrição e oxigenação dos tecidos). Para esta técnica o sujeito se posicionou em decúbito dorsal (DD) e em decúbito ventral (DV) e a terapeuta impôs as mãos na base do pé e em direção centrípeta realizou movimentos de deslizamentos profundos até a coxa. Após a realização dos deslizamentos profundos, foi realizado um reposicionamento (torções mecânicas) de MMII, onde o sujeito permaneceu em DD com um dos MMII em suave abdução de 20 ° graus, o terapeuta promoveu movimentos rotacionais iniciou tensões em rotação externa de fêmur de proximal à distal ao nível do joelho, manteve a tensão e iniciou uma contra tensão em rotação interna de tibia de proximal a distal, decoaptando o joelho ao nível do tornozelo por fim soltou a tensão do fêmur e alinhou o pé. Nesta fase também foi realizado trabalhos miofasciais, juntamente com correções do arco plantar dos pés. Neste trabalho final o paciente é colocado em posição ortostática sobre uma superfície de tatame, onde estimulou-se a dorsiflexão, flexão plantar, inversão, eversão (os exercícios foram realizados com o apoio da mão do terapeuta no pé do paciente, e foi informado estímulos verbais para realizar movimentos combinados de precursão (pequenas batidas com as pontas dos dedos) do 1° ao 5° dedo e calcâneo.

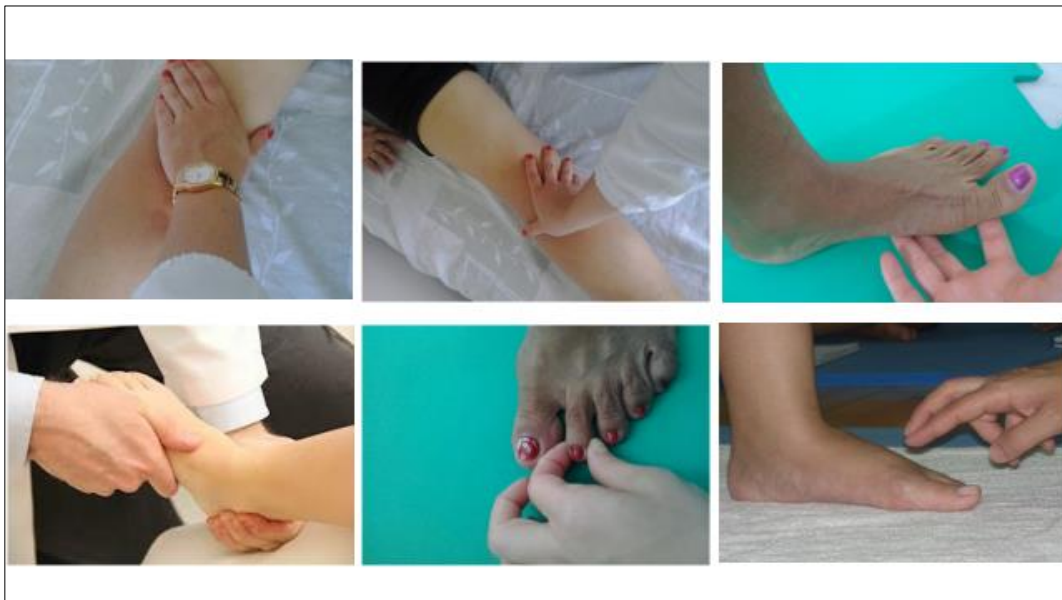


Figura 8 – Deslizamentos profundos em MMII, trabalho fascial no pé e torções mecânicas  
Fonte: Imagens registradas da pesquisadora.

Após o tratamento fisioterapêutico realizado no grupo experimental, foi analisado em ambos os grupos o pós-teste das variáveis do estudo, nesta etapa as participantes que realizaram o pré-teste, passaram novamente por todos os procedimentos de análise.

## **2.5 Tratamento das Variáveis**

Todas as variáveis do estudo foram organizadas e tabuladas em planilhas do Excel 2013. Destaca-se que para analisar as variáveis de distribuição de cargas de pressão plantar e equilíbrio postural, realizou-se as médias das 3 tentativas para cada condição de apoio: Romberg e Semi-Tandem.

## **2.6 Tratamento Estatístico**

Os dados foram submetidos a estatística descritiva com descrição dos valores de média e desvio padrão. Após isso foi verificada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade da variância (Teste de Levene). Para comparação entre pré e pós teste para as variáveis com distribuição normal foi utilizado o teste *t* para amostras pareadas, para variáveis dependentes. Já para as variáveis com distribuição não-normal foi utilizado o teste não paramétrico de *Wilcoxon* para variáveis dependentes. O teste *t* para amostras independentes foi utilizado para comparar os resultados do grupo experimental com os resultados do grupo controle. Já para as variáveis que não apresentaram uma distribuição normal utilizou-se o teste U de *Mann-Whitney*. Foi utilizado um aplicativo estatístico *SPSS for Windows*, versão 19.0 e adotado um nível de significância para todos os testes de 5% ( $\sigma=0,05$ ), (FIELD, 2009).

## REFERÊNCIAS

ABBOUD, R.; ROWLEY, D.; NEWTON, R. Lower limb muscle dysfunction may contribute to foot ulceration in diabetic patients. **Clinical Biomechanics**, v. 15, n. 1, p. 37-45, 2000. ISSN 0268-0033.

ALFIERI, F. M.; TEODORI, R. M.; GUIRRO, R. R. J. D. Estudo baropodométrico em idosos submetidos à intervenção fisioterapêutica. **Fisioterapia em movimento**, v. 19, n. 2, p. 67-74, 2006.

ALVES, E.; LIMA, Z.B.; SEIXLACK, M.A.L.; BERTOLINI, G.R.F.; BUZANELLO, M.R. Avaliação da pressão plantar em indivíduos com fascite plantar. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 1, n. 3, p. 277-281, 2008 - ISSN 1983-1870.

ARAÚJO, T.B.; SILVA, N.A.; COSTA, J.N.; PEREIRA, M.M.; SAFONS, M.P. Effect of equine-assisted therapy on the postural balance of the elderly. **Brazilian Journal of Physical Therapy**. v. 5, n. 5, p. 414-9, 2011.

ANDREASSEN, C. S.; JAKOBSEN, J.; ANDERSEN, H. Muscle weakness a progressive late complication in diabetic distal symmetric polyneuropathy. **Diabetes**, v. 55, n. 3, p. 806-812, 2006. ISSN 0012-1797.

BARROS, M. D. F. A. et al. Impacto de intervenção fisioterapêutica na prevenção do pé diabético. **Fisioterapia e Movimento**, v. 25, n. 4, p. 747-57, 2012.

BENEDETTI, T. B.; MAZO, G. Z.; BARROS, M. D. Aplicação do Questionário Internacional de Atividades Físicas para avaliação do nível de atividades físicas de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 12, n. 1, p. 25-34, 2004.

BERTOLUCCI, P. H. F.; BRUCKI, S. M. D.; CAMPACCI, S. O Mini-Exame do Estado Mental em uma população geral: impacto da escolaridade. **Arquivos de Neuropsiquiatria**. v. 52, n. 1, p. 1-7, 1994.

BONFIM, T. R.; BARELA, J. A. Efeito da manipulação da informação sensorial na propriocepção e no controle postural. **Fisioterapia em Movimento**, v. 20, n. 2, p. 107-17, 2007.

BRAVO, G.; HÉBERT, R. Reliability of the Modified Mini -Mental State Examination in the context of a two - phase community prevalence study. **Neuroepidemiology**, v. 16, n. 3, p. 141-148, 1997.

BRETAN, O.; PINHEIRO, R. M.; CORRENTE, J. E. Avaliação funcional de equilíbrio e da sensibilidade cutânea plantar de idosos moradores na comunidade. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 72, n. 2, p. 219-224, 2010, doi:10.1590/S1808-86942010000200012.

CENCI, D. R. et al. Análise do equilíbrio em pacientes diabéticos por meio do sistema F-Scan e da Escala de Equilíbrio de Berg. **Fisioterapia em Movimento**, v. 26, n. 1, p. 55-61, 2013.

CORRIVEAU, H.; PRINCE, F.; HÉBERT, R.; RAÎCHE, M.; TESSIER, D.; MAHEUX, P.; ARDILOUZE, J. L. Evaluation of Postural Stability in Elderly With Diabetic Neuropathy. **Diabetes Care**, Ottawa (Canadá), v. 23, n. 8, p.1187-1191, 2000.

DI NARDO, G. G.; GHIRLANDA, G.; CERCONE, S.; PITOCCHO, D.; SOPONARA, C.; COSENZA, A. The use of posturography to detect neurosensorial disorder in IDDM without clinical neuropathy. **Journal of Diabetes and Its Complications**, v. 13, n. 2, p. 79-85, 1999. doi:10.1016/S1056-8727(99)00032-X.

DUARTE, M.; FREITAS, S. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 14, n. 3, p. 183-92, 2010.

FIELD, A. **Descobrendo a estatística usando SPSS**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOLSTEIN, M. F.; FOLSTEIN, S. E.; MCHUGH, P. R. Mini-Mental State: a practical method for grading the cognitive state of patients for clinician. **Journal of Psychiatric Research**, v.12, n. 3, p. 189-198, 1975.

FREGONESI, C. E. P. T. et al. Força muscular e parâmetros espaço temporais da marcha em diabéticos neuropatas. **Terapia Manual**, v. 10, n. 47, 2013. ISSN 2236-5435.

GHANAVATI, T. et al. Functional balance in elderly with diabetic neuropathy. **Diabetes research and clinical practice**, v. 96, n. 1, p. 24-28, 2012. ISSN 0168-8227.

GOLDSMITH, J. R.; LIDTKE, R. H.; SHOTT, S. The effects of range- -of-motion therapy on the plantar pressures of patients with diabetes mellitus. **Journal of the American Podiatric Medical Association**, v. 92, n. 9, p. 483-90. 2002. PMID:12381797.

GOMES, A. A. et al. Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas respostas sensoriais e funcionais de diabéticos neuropatas. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 14, n. 1, p. 14-21, 2007. ISSN 2316-9117.

HU, M. H.; WOOLLACOTT. Multisensory training of standing balance in older adults: Postural stability and one-leg stance balance. **Journals of Gerontology**, v. 49, n. 2, p. 53-61, 1994.

KANADE, R. et al. Investigation of standing balance in patients with diabetic neuropathy at different stages of foot complications. **Clinical Biomechanics**, v. 23, n. 9, p. 1183-1191, 2008. ISSN 0268-0033.

KATOULIS, E. C. et al. Gait abnormalities in diabetic neuropathy. **Diabetes Care**, v. 20, n. 12, p. 1904-1907, 1997. ISSN 0149-5992.

LAFOND, D.; CORRIVEAU, H.; PRINCE, F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. **Diabetes care**, v. 27, n. 1, p. 173-178, 2004. ISSN 0149-5992.

MENDONÇA, S. S.; MORAIS, J. S. A.; MOURA, M. C. G. G. Proposal of a protocol physiotherapeutic assessment for diabetics feet. **Fisioterapia em Movimento**. v. 24, n. 2, p. 285-98, 2011.

MICHELS, M. J. et al. Questionário de atividades de autocuidado com o diabetes: tradução, adaptação e avaliação das propriedades psicométricas. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolismo**, v. 54, n. 7, p. 644-51, 2010.

MOGHTADERI, A.; BAKHSHIPOUR, A.; RASHIDI, H. Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. **Clinical neurology and neurosurgery**, v. 108, n. 5, p. 477-481, 2006. ISSN 0303-8467.

MOLD, J. W.; VESELY, S. K.; KEYL, B. A.; SCHENK, J. B.; ROBERTS, M. The prevalence, predictors, and consequences of peripheral sensory neuropathy in older adults. **Journal of The American Board of Family Medicine**, v. 17, n. 5, p. 309-318, 2004. doi: 10.3122/jabfm.17.5.309.

MOREIRA, R. O. et al. Sintomas depressivos e qualidade de vida em pacientes diabéticos tipo 2 com polineuropatia distal diabética. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia e Metabolologia**, v. 53, n. 9, p. 1103-1111, 2009.

MUELLER, M. J. et al. Differences in the gait characteristics of patients with diabetes and peripheral neuropathy compared with age-matched controls. **Physical Therapy**, v. 74, n. 4, p. 299-308, 1994. ISSN 0031-9023.

NASCIMENTO, L. C. G. D.; PATRIZZI, L. J.; OLIVEIRA, C. Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilíbrio postural de idosos. **Fisioterapia em Movimento**, v. 25, n. 2, p. 325-31, 2012.

NATHER, A.; NEO, S. H.; CHIONH, S. B.; LIEW, C. F. S.; SIM, E. Y.; CHEW, J. L. L. Assessment of sensory neuropathy in diabetic patients without diabetic foot problems. **Journal of Diabetes and Its Complications**. v. 22, n.2, p.126-31, 2008.

NEUMAN, C. R. **Polineuropatia do diabetes mellitus: caracterização clínica e padronização de testes autonômicos e somáticos**. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Medicina: Ciências Médicas, 1999.

NIED, R. J.; FRANKLIN, B. Promoting and prescribing exercise for the elderly. **American Family Physician**, v. 65, n. 3, p. 419-426, 2002. ISSN 0002-838X.

NOZABIELI, A. et al. Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria. **Motricidade**, v. 8, n. 3, p. 30-39, 2012. ISSN 1646-107X.

PALMIERI, R. et al. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. **Journal of Sport Rehabilitation**, v. 11, n. 1, p. 51-66, 2002. ISSN 1056-6716.

PERKINS, B. A.; OLALEYE, D.; ZINMAN, B.; BRIL, V. Simple Screening Tests for Peripheral Neuropathy in the Diabetes Clinic. **Diabetes Care**, Toronto (Canadá), v. 24, n. 2, p.250-256, fev. 2001.

PERRY, S. D.; MCLLOY, W. E.; MAKI, B. E. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. **Experimental Brain Research**, v. 877, n. 2, p. 401-406, 2000.

PINHEIRO, H. A.; VILAÇA, K. H. C.; DE AZEVEDO CARVALHO, G. Estabilidade postural, risco de quedas e medo de cair em idosos com neuropatia diabética que realizam exercícios terapêuticos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 21, n. 2, p. 127-132, 2014. ISSN 2316-9117.

RAO, S.; SALTZMAN, C. L.; YACK, H. J. Relationships between segmental foot mobility and plantar loading in individuals with and without diabetes and neuropathy. **Gait & posture**, v. 31, n. 2, p. 251-255, 2010. ISSN 0966-6362.

RAZUK, M.; LOPES, A. G.; BARELA, J. A. Controle postural e informação somatosensorial em idosos diabéticos praticantes e não praticantes de atividade física. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, v. 18, n. 1, p. 26-34, 2010. ISSN 0103-1716.

SACCO, I.; AMADIO, A. A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of diabetic neuropathic patients. **Clinical Biomechanics**, v. 15, n. 3, p. 196-202, 2000. ISSN 0268-0033.

\_\_\_\_\_. Influence of the diabetic neuropathy on the behavior of electromyographic and sensorial responses in treadmill gait. **Clinical Biomechanics**, v. 18, n. 5, p. 426-434, 2003. ISSN 0268-0033.

SACCO, I. D. C. N. et al. Implementing a clinical assessment protocol for sensory and skeletal function in diabetic neuropathy patients at a university hospital in Brazil. **Sao Paulo Medical Journal**, v. 123, n. 5, p. 229-233, 2005. ISSN 1516-3180.

SACCO, I. D. C. N. et al. Alteração do arco longitudinal medial na neuropatia periférica diabética. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 17, n. 1, p. 13-16, 2009. ISSN 1413-7852.

SACCO, I. D. C. N. et al. Avaliação das perdas sensório-motoras do pé e tornozelo decorrentes da neuropatia diabética. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 11, n. 1, p. 27-33, 2007.

SALES, K. L. D. S.; SOUZA, L. A. D.; CARDOSO, V. S. Static balance in individuals with diabetic peripheral neuropathy. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 19, n. 2, p. 122-127, 2012. ISSN 1809-2950.

SANTOS, A. et al. Efeito do treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas. **Revista Brasileira de Fisioterapia**, v. 12, n. 3, p. 183-7, 2008.

SAURA, V. et al. Predictive factors of gait in neuropathic and non-neuropathic diabetic patients. **Acta Ortopédica Brasileira**, v. 18, n. 3, p. 148-151, 2010. ISSN 1413-7852.

SILVA, A. G. D.; RODRIGUES, L. C.; HONÓRIO, G. J. D. S. Análise do equilíbrio bipodal em diabéticos com neuropatia periférica. **Fisioterapia Brasil**, v. 10, n. 4, p. 248-251, 2009. ISSN 1518-9740.

SILVA, E. C.; DUARTE, N. B.; ARANTES, P. M. M. Estudo da relação entre o nível de atividade física e o risco de quedas em idosos. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 18, n. 1, p. 23-30, 2011. ISSN 2316-9117.



SILVA, P. et al. Long-term benefits of somatosensory training to improve balance of elderly with diabetes mellitus. **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, 2014. ISSN 1360-8592.

SOUZA, A. et al. Avaliação da neuropatia periférica: correlação entre a sensibilidade cutânea dos pés, achados clínicos e eletroneuromiográficos. **Revista Acta Fisiátrica**, v. 12, n. 3, p. 87-93, 2005.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. H. **Controle Motor: Teoria e aplicações práticas**. 2.ed. São Paulo: Manole, 2003.

SPEERS, R. A.; KUO, A. D.; HORAK, F. B. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. **Gait & Posture**, v. 16, n. 1, p. 20-30, 2002.

SUSAN S. ADLER, D. B., MATH BUCK. . **PNF - Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva - Um Guia Ilustrado**. 2007.

TEIXEIRA, C. S. et al. A influência dos sistemas sensoriais na plataforma de força: estudo do equilíbrio corporal em idosos com e sem queixa de tontura. **Revista CEFAC**, v. 12, n. 6, p. 1025-32, 2010.

TILLING, L. M.; DARAWIL, K.; e BRITTON, M. Falls as a complication of diabetes mellitus in older people. **Journal of Diabetes Complications**, Londres (Inglaterra), v. 20, n.3, p. 158-162, jun, 2006.

ULHOA, L. S.; LIMA, R. C. O.; CUNHA, V. N. C.; GOMES, E. B.; CAMPBELL, C. S. G.; PEDROSA, H. C. Mobilidade articular de idosos diabéticos e não diabéticos e influência da fisioterapia. **Fisioterapia em Movimento**, v. 24, n. 1, p. 99-106, 2011.

YAMAMOTO, R. et al. Postural sway and diabetic peripheral neuropathy. **Diabetes research and clinical practice**, v. 52, n. 3, p. 213-221, 2001. ISSN 0168-8227.

YAVUZER, G. et al. Gait deviations of patients with diabetes mellitus: looking beyond peripheral neuropathy. **Europa medicophysica**, v. 42, n. 2, p. 127-133, 2006. ISSN 0014-2573.

**ANEXOS**

(ANEXO 1)

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA - UFSM  
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA E DESPORTOS - CEFD  
LABORATÓRIO DE ENSINO E PESQUISA DO MOVIMENTO HUMANO  
APRENDIZAGEM MOTORA E BIOMECÂNICA  
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado a participar de forma voluntária, podendo desistir a qualquer momento da pesquisa intitulada em “efeitos de um tratamento fisioterapêutico na dor, equilíbrio postural, distribuição das cargas de pressão plantar e sensibilidade de idosas diabéticas tipo 2”. Levando em consideração a diabetes, juntamente com suas complicações, faz-se necessário investigar o efeito de um tratamento fisioterapêutico em idosas diabéticas tipo 2. Objetivo da pesquisa será: verificar o efeito de um tratamento fisioterapêutico para o equilíbrio, distribuição da pressão plantar, sensibilidade e dor de idosas diabéticas tipo 2. Assim, todas irão responder algumas perguntas sobre você mesmo, um questionário sobre cuidado com a sua diabetes, com perguntas referentes ao seu dia-a-dia, outro questionário que avalia a memória, concentração, um teste que avalia você quanto ao nível de atividade física, um teste que avalia sintomas da Neuropatia, será usado um instrumento (Estesiômetro) para avaliar a sensibilidade plantar, que faz uma “cosquinha” no pé, e uma escala visual analógica que avalia a dor. No laboratório de Biomecânica, vamos avaliar o equilíbrio postural, onde você ficará em pé de olhos abertos, sob duas condições de apoio, sobre uma plataforma de força, totalizando 6 tentativas, e para a distribuição das cargas da pressão plantar vamos utilizar um sistema de Baropodometria, a posição em pé sobre o equipamento, aonde vamos ver toda a pressão do pé sob duas condições de apoio. Após, realizadas estas coletas o tratamento para você melhorar o equilíbrio postural, a sensibilidade, a distribuição da pressão plantar e a dor será realizado num período de 8 semanas compreendendo os meses de maio e junho do ano de 2014.

**RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES:** Não existem riscos graves na realização dos testes, poderá haver algum risco em poder se desequilibrar ao ficar em pé sobre o instrumento, mas a pesquisadora estará sempre ao lado do idoso para não acontecer esse tipo de risco.

**BENEFÍCIOS:** O benefício de participar na pesquisa relaciona-se ao fato de que os resultados irão ser incorporados ao conhecimento científico e posteriormente a situações de ensino-aprendizagem desta população, bem como a melhoria dos sintomas provenientes da diabetes.

**DESPESAS:** Não terei que pagar por nenhum dos procedimentos.

**CONFIDENCIALIDADE:** A sua identidade será preservada, onde será utilizada somente para a realização da pesquisa. As informações somente poderão ser divulgadas de forma anônima e serão mantidas no Laboratório de Aprendizagem Motora do Centro de Educação Física e Desporto situado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria por um período de dois anos sob a responsabilidade da Prof. Dr. Sara Teresinha Corazza. Após este período será excluído.

**CONSENTIMENTO:** Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Termo de Consentimento será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:** Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar esse consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa – UFSM - Avenida Roraima, 1000 - Prédio da Reitoria - 2º andar. Sala Comitê de Ética. Cidade Universitária - Bairro Camobi 97105-900 - Santa Maria-RS Tel.:(55)32209362 Fax:(55) 3220-8009 E-mail: [comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br](mailto:comiteeticapesquisa@mail.ufsm.br); ou com os responsáveis da pesquisa Ana Carla Piovesan (55) 99623659 [e-mail-aninhapiovesan@yahoo.com.br](mailto:e-mail-aninhapiovesan@yahoo.com.br) ou Sara Teresinha Corazza [stcorazza@yahoo.com.br](mailto:stcorazza@yahoo.com.br) 3220-8876.

Nome do participante: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Nome do Responsável: Prof. Dr. Sara Teresinha Corazza

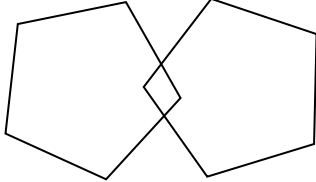
CPF: 474182220-68

Assinatura do Pesquisador: \_\_\_\_\_

(ANEXO 2)

**MEEM (Mini Exame do Estado Mental)**

1. Orientação temporal (0-5 pontos).	Em que dia estamos?	Ano	1
		Hora	1
		Mês	1
		Dia	1
		Dia da semana	1
2. Orientação espacial (0-5 pontos).	Onde estamos?	Estado	1
		Cidade	1
		Bairro	1
		Rua	1
		Local	1
3. Repita as palavras (0-3 pontos).	Peça ao idoso para repetir as palavras depois dizê-las. Repita todos os objetos até que o entrevistado o aprenda (máximo	Carro	1
		Vaso	1
		Tijolo	1
4 Cálculo (0-5 pontos).	Se de R\$100,00 fossem tirados R\$7,00 quanto restaria? E se tirarmos mais R\$7,00?(total 5 subtrações)	93	1
		86	1
		79	1
		72	1
		65	1
5. Memorização	Repita as palavras que disse há pouco	Carro	1
		Vaso	1
6. Linguagem (0-2 pontos)	Mostre um relógio e uma caneta e peça ao idoso para nomeá-los	Relógio	1
		Caneta	1
7. Linguagem (1 ponto).	Repita a frase:	NEM AQUI, NEM ALI, NEM LÁ.	1
8. Linguagem (0-3 pontos).	Siga uma ordem de três estágios:	Pegue o papel com a mão	1
		Dobre o papel	1
		Ponha-o no chão	1
9. Linguagem (1 ponto).	Escreva em um papel: “feche os olhos”. Peça ao idoso que leia a ordem e a execute.	FECHE OS OLHOS	1

10. Linguagem (1 ponto).	Peça ao idoso para escrever uma frase completa.		1
11. Linguagem (1 ponto).	Copie o desenho:	 The image shows two identical pentagons drawn with black outlines. They are positioned side-by-side and overlap in the center. The overlapping area forms a smaller, irregular shape.	1
Pontuação			



**3b** Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades **por dia**? horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre (deixa livre ou lazer. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV, jogando vídeo game, bate-papo na internet e uso do computador para jogar e estudar. Não inclua o tempo gasto sentado durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

**4a.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana? \_\_\_\_ horas \_\_\_\_ minutos

**4b.** Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana? \_\_\_\_ horas \_\_\_\_ minutos

**5.** Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? ( ) Sim ( ) Não

**6.** Você sabe o objetivo do Programa? ( ) Sim ( ) Não

(ANEXO 4)

**Anamnese**

Nome: \_\_\_\_\_ DN: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_ Contato:( ) \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Peso: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Altura: \_\_\_\_\_

Diagnóstico de Neuropatia Periférica ( ) sim ( ) não

É Hipertenso(a): ( ) sim ( ) não

Realiza Atividade Física além do grupo de intervenção? ( ) sim,

quais.....( ) não

Realiza outras práticas de atividade física como Hidroginástica, academia ( ) sim, ( ) não

quais?.....

Faz algum uso de medicamento ( ) sim, qual?.....( ) não

Diabético (a)? ( ) sim ( ) não

Faz uso de hipoglicemiantes orais pela Diabetes ( ) sim ( ) não, a quanto tempo ingere este tipo de medicação ?

Há quanto tempo descobriu a Diabetes?

Possui algum problema cardiovascular ( ) sim ( ) não

Usa prótese visual: ( ) sim ( ) não

Há quanto tempo usa:.....

Qual comprometimento na visão:.....

Usa prótese auditiva: ( ) sim ( ) não

Há quanto tempo usa:.....

Possui artrose: ( ) sim ( ) não

Artrite Reumatóide ( ) sim ( ) não

Osteoporose ( ) sim ( ) não, sabe o grau?

Algum tipo de prótese que impossibilite algum movimento ( ) sim ( ) não

Você fuma ( ) sim ( ) não, quantidade.....

Quantas horas você dorme por dia ( ), ( ), ( ), ( ).....

Faz algum tratamento com médico ou fisioterapeuta para patologias envolvendo quadril, osteoporose? ( ) sim ( ) não

Já fez algum procedimento cirúrgico: ( ) sim ( ) não, Qual? .....

Há quanto tempo: .....

Possui algum tipo de prótese: ( ) sim ( ) não, Onde: ( ) Quadril ( ) Joelho

Já sofreu algum tipo de queda? ( ) sim, ( ) não, quantas vezes ?.....onde foi ?



(ANEXO 5)

**QAD: Questionário de atividades de Autocuidado com a Diabetes**

<b>QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADES DE AUTOCUIDADO COM O DIABETES- QAD</b>	
<b>1. ALIMENTAÇÃO GERAL</b>	<b>Nº de dias</b>
1.1 Em quantos dos últimos SETE DIAS seguiu uma dieta saudável?	0 1 2 3 4 5 6 7
1.2 Durante o último mês, QUANTOS DIAS POR SEMANA, em média, seguiu a orientação alimentar dada por um profissional de saúde (médico, enfermeiro, nutricionista)?	0 1 2 3 4 5 6 7
<b>2. ALIMENTAÇÃO ESPECÍFICA</b>	
2.1 Em quantos dos últimos SETE DIAS comeu cinco ou mais porções de frutas e/ou vegetais?	0 1 2 3 4 5 6 7
2.2 Em quantos dos últimos SETE DIAS comeu alimentos ricos em gordura, como carnes vermelhas ou alimentos com leite integral ou derivados?	0 1 2 3 4 5 6 7
2.3 Em quantos dos últimos SETE DIAS comeu doces?	0 1 2 3 4 5 6 7
<b>3. ATIVIDADE FÍSICA</b>	
3.1 Em quantos dos últimos SETE DIAS realizou atividade física durante pelo menos 30 minutos? (Minutos totais de atividade contínua, inclusive andar)	0 1 2 3 4 5 6 7
3.2 Em quantos dos últimos SETE DIAS participou algum tipo de exercício físico específico (nadar, caminhar, andar de bicicleta), sem incluir suas atividades em casa ou em seu trabalho?	0 1 2 3 4 5 6 7
<b>4. MONITORIZAÇÃO DE GLICEMIA</b>	
4.1 Em quantos dos últimos SETE DIAS avaliou o açúcar no sangue?	0 1 2 3 4 5 6 7
4.2 Em quantos dos últimos SETE DIAS avaliou o açúcar no sangue o número de vezes recomendado pelo enfermeiro ou médico?	0 1 2 3 4 5 6 7
<b>5. CUIDADOS COM OS PÉS</b>	
5.1 Em quantos dos últimos SETE DIAS examinou os seus pés?	0 1 2 3 4 5 6 7
5.2 Em quantos dos últimos SETE DIAS examinou dentro dos sapatos antes de calçá-los?	0 1 2 3 4 5 6 7
5.3 Em quantos dos últimos SETE DIAS secou os espaços entre os dedos dos pés depois de lavá-los?	0 1 2 3 4 5 6 7

<b>6. MEDICAÇÃO</b>	
6.1 Em quantos dos últimos SETE DIAS tomou seus medicamentos do diabetes, conforme foi recomendado? OU (se insulina e comprimidos):	0 1 2 3 4 5 6 7
6.2 Em quantos dos últimos SETE DIAS tomou suas injeções de insulina, conforme foi recomendado?	0 1 2 3 4 5 6 7
6.3 Em quantos dos últimos SETE DIAS tomou o número indicado de comprimidos do diabetes?	0 1 2 3 4 5 6 7
<b>7. TABAGISMO</b>	
7.1 Você fumou um cigarro -ainda que só uma tragada- durante os últimos SETE DIAS? (0)Não (1)Sim [ ]	
7.2 Se sim, quantos cigarros fuma, habitualmente, num dia? Número de cigarros: _____	
7.3 Quando fumou o seu último cigarro? [ ]	
(0) Nunca fumou (1) Há mais de dois anos atrás (2) Um a dois anos atrás (3) Quatro a doze meses atrás (4) Um a três meses atrás (5) No último mês (6) Hoje	
<i>O nível de adesão, por dimensão, é obtido pela soma dos itens e dividido pelo n° destes; os resultados (médias) são expressos em dias por semana.</i>	

(ANEXO 6)

**MICHIGAN NEUROPATHY SCREENING INSTRUMENT****Neuropathy Screening Instrument Questionnaire**

Please take a few minutes to answer the questions below about the feeling in your legs and feet. **Check yes or no based on how you usually feel.**

- |   |                                 |                                |
|---|---------------------------------|--------------------------------|
| 1. Are your legs and/or feet numb?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 2. Do you ever have any burning pain in your legs and/or feet?                                  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 3. Are your feet too sensitive to touch?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 4. Do you get muscle cramps in your legs and/or feet?   | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 5. Do you ever have any prickling feelings in your legs or feet?                                | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 6. Does it hurt when the bed covers touch your skin?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 7. When you get into the tub or shower, are you able to tell the hot water from the cold water? | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 8. Have you ever had an open sore on your foot?   | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 9. Has your doctor ever told you that you have diabetic neuropathy?                             | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 10. Do you feel weak all over most of the time?   | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 11. Are your symptoms worse at night?   | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 12. Do your legs hurt when you walk?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 13. Are you able to sense your feet when you walk?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 14. Is the skin on your feet so dry that it cracks open?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
| 15. Have you ever had an amputation?  | 1. yes <input type="checkbox"/> | 2. no <input type="checkbox"/> |
|   | TOTAL: _____/15 Pts.            |                                |

**Figure 1**—MNSI questionnaire.

**Effects of physiotherapy intervention on the postural balance of elderly women carriers of type 2 diabetes under Romberg and Semi-Tandem stance conditions**

**Effects of physical therapy intervention on postural balance.**

ANA CARLA PIOVESAN<sup>1</sup>, SARA TERESINHA CORAZZA<sup>1</sup>, STELA PAULA MEZZOMO<sup>1</sup> CARLOS BOLLI MOTA<sup>2</sup>, MATEUS CORRÊA SILVEIRA<sup>2</sup>, HEDIONEIA MARIA FOLETTO PIVETTA<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Motor Learning Laboratory, Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brazil.

<sup>2</sup> Biomechanics Laboratory (LABIOMECC), Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brazil.

<sup>3</sup> Federal University of Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brazil.

Corresponding author: Ana Carla Piovesan

Address: RST 509, number, 4665, Block A, apt 302

Neighborhood: Camobi

Santa Maria, RS

97095-000

E-mail: [aninhapiovesan@yahoo.com.br](mailto:aninhapiovesan@yahoo.com.br)

Phone: (55) 9962-3659

Key words: postural balance; static balance; diabetes mellitus; aged; physical therapy.

## Resumo

**Contextualização:** A prevalência da Diabetes Mellitus é maior em idosos, e a tendência é aumentar com a idade. Idosos diabéticos apresentam desordens que envolvem todo o sistema nervoso periférico e autonômico. Estes sistemas, são importantes fontes de informações sensoriais necessárias ao controle motor e equilíbrio postural. **Objetivo:** avaliar os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica no equilíbrio postural de idosas diabéticas tipo 2 sob duas condições de apoio: Romberg e Semi-Tandem. **Métodos:** participaram 21 idosas diabéticas tipo 2, idade média de  $66,28 \pm 6,21$  anos, ativas, divididas em 2 grupos: Grupo Experimental (GE)  $n=11$  e Grupo Controle  $n=10$  (GC). Foram avaliadas por meio da plataforma de força AMTI OR6-6 2000 (*Advanced Mechanical Technology, INC*). A avaliação do equilíbrio postural foi realizada antes e após 16 sessões de fisioterapia. Os valores referentes as variáveis foram submetidas ao teste t e teste t pareado para amostras independentes. **Resultados:** ao analisar o equilíbrio postural nos grupos GE e GC, nas duas condições de apoio (Romberg e Semi-Tandem), não foram observadas diferenças significativas antes e após a intervenção fisioterapêutica. **Conclusões:** a intervenção parece representar uma importante abordagem para esta população, porém, não houve resultados significativos no equilíbrio postural, quando realizados estímulos multissensoriais, fortalecimento muscular e técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva.

## **Abstract**

**Background:** The prevalence of diabetes mellitus is higher in the elderly, and the tendency is increasing with age. Diabetic disorders involving elderly have all peripheral and autonomic nervous system. These systems are important fountain of sensory information necessary for motor control and postural balance. **Objective:** To evaluate the effects of physiotherapy intervention on postural balance of diabetic type 2 elderly under two different conditions of support: Romberg and Semi-Tandem. **Methods:** participants 21 elderly diabetic type 2, age  $66.28 \pm 6.21$  years, active, divided into 2 groups: Experimental Group (EG)  $n = 11$  and Control Group (CG)  $n = 10$ . Were evaluated by force platform AMTI OR6-6 2000 (Advanced Mechanical Technology, Inc.) The evaluation of postural balance was carried out before and after 16 physiotherapy sessions. The values for the variables were assessed by t test and paired t-test for independent samples. **Results:** to analyze the postural balance in GE and GC groups, in both systems support (Romberg and Semi-Tandem), no significant differences were observed before and after physical therapy. **Conclusions:** intervention may be an important approach for this population, however, there was no significant results in postural balance, when realized multisensory stimuli, muscle strengthening and proprioceptive neuromuscular facilitation techniques.

**Pontos-chave**

As aplicações deste estudo relacionam-se com o processo do envelhecimento;

Retrata as possibilidades de otimização através de intervenções fisioterapêuticas;

Identificaram-se alterações funcionais no equilíbrio postural nas avaliações;

O presente estudo, suavizou processos álgicos de dores e desconfortos nas idosas.

## Introduction

*Diabetes mellitus* (DM) is a pathology that represents a public health issue due to the growing aging population as well as the changes in the life style of people, leading to risk factors for the disease such as stress, sedentary lifestyles and obesity. Brazil is ranked the sixth country in number of DM patients, with around 11.3 million carriers <sup>(1)</sup>.

This chronic disease exerts various deleterious effects, one of them being the development of diabetic neuropathy (DN), which affects the peripheral nervous system (PNS) and generally occurs in a symmetric and distal way <sup>(2)</sup>. The DN leads to the reduced plantar sensitivity, pain in lower limbs, muscle weakness especially of the intrinsic muscles of the feet, reduction of the range of motion (ROM), thus contributing to postural instability, risk of falls, and degeneration of the proprioceptive system <sup>(3-5)</sup>.

The reduction of plantar sensitivity as well as of the information from the mechanoreceptors influence on the restrictions of postural balance in elderly diabetics <sup>(6)</sup>. Elderly diabetics present a greater oscillation of the center of pressure (COP) in the anteroposterior and mediolateral directions <sup>(7, 8)</sup>, due to the decrease in the afferent activity of the PNS. They develop motor strategies mainly in the ankle joints, aiming to work the intrinsic muscles of the feet. Lafond, Corriveau and Prince <sup>(8)</sup> have shown the importance of focusing on the instability of postural balance in mediolateral oscillations, and emphasized that even during a static assessment in bipedal position with eyes open, mechanisms of postural adjustment of ankle joints are affected in elderly diabetics because of the decrease in the proprioceptive information.

It is known that due to the dysfunctions in the somatosensory and neuromotor systems and the progressive interruption of afferent and efferent activities of the lower-limb extremities <sup>(6)</sup>, unbalances in the tonic postural system are triggered creating atypical compensatory forces that cause changes in the kinetic parameters of the plantar center of pressure in both static and dynamic positions <sup>(9)</sup>.

The functional decline in elderly diabetics is associated with the progressive interruption of afferent and efferent activities of lower-limb extremities, whose consequences are the decrease of protective reactions and the increase of falls. Muscle strength training may create positive effects for these individuals <sup>(10)</sup>.

Studies <sup>(2, 6, 11)</sup> have shown that physiotherapy for DM patients may be effective to attenuate some symptoms, relieving pain, tingling and burning, besides contributing to better mobility, proprioception and muscle strength. Another study has shown correlation between



reduction of the plantar sensitivity and balance disorders in individuals with sensitivity complaints who had neurologic or systemic diseases, especially elderly diabetics <sup>(7)</sup>.

Although there are data regarding this topic, studies are scarce and works are few that approach the performance of variables after physiotherapy interventions. Physiotherapy is needed to promote actions that prevent the processes that DM causes in the PNS, as well as intervene with exercises of strengthening, stretching, gait training, proprioception and balance <sup>(9, 12)</sup>.

Physiotherapy interventions may contribute to recovery and prevention of sensory and motor dysfunctions in these individuals so that such studies are important to expand the knowledge regarding DM and its implications.

In this context, the purpose of this study was to assess the effects of physiotherapy intervention on postural balance after 8 weeks of treatment.

## **Methods**

This study was performed in accordance with CNS Resolutions 196/ 96 and 466/12, approved by the Human Research Ethics Committee of Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, under the Protocol nº 31106414.0.0000.5346, and all volunteers signed the Informed Consent Form (ICF).

## **Participants**

The sample of this study consisted of 21 active <sup>(13)</sup> elderly women with type 2 diabetes mellitus, between 60 and 75 years old ( $66,28 \pm 6,21$ ), divided into two groups: Experimental Group (EG)  $n=11$  and Control Group (CG)  $n=10$ .

The sample calculation was based on a study by Araújo et al. <sup>(14)</sup>, taking into account the results obtained in the ellipse area assessment ( $\text{cm}^2$ ) as outcome, in a sample of at least 20 individuals. The calculation was estimated with the GPower 3.1 software, and obtained through the level of significance (alpha) of 5% ( $p < 0,05$ ) and of strength (beta) of 95%.

All the participants were volunteers from the Basic Health Units (BHU) in Santa Maria – RS, Brazil. The exclusion criteria were: not achieving minimum score in the Mini-mental state examination (MMSE), being inactive, having complaints of dizziness, muscle or joint problems in the lower limbs, complications from degenerative diseases such as Parkinson, not accomplishing minimum attendance of 75% (12 sessions), or quitting the intervention.

The participants were submitted to an assessment prior to the selection in which data were collected regarding the level of physical activity through the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) <sup>(13)</sup>, and the cognitive status through the MMSE <sup>(15)</sup>. A physiotherapy assessment was also performed through anamnesis with the Summary of Diabetes Self Care Activities (SDSCA) <sup>(16)</sup>, and the questionnaire of Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) <sup>(17)</sup>.

The assessments were carried out at the Motor Learning Laboratory (LAM) and the Biomechanics Laboratory (LABIOMECH) at Centro de Educação Física e Desportos (CEFD) of Universidade Federal de Santa Maria. Figure 1 shows a flowchart of the procedures followed for data collection.

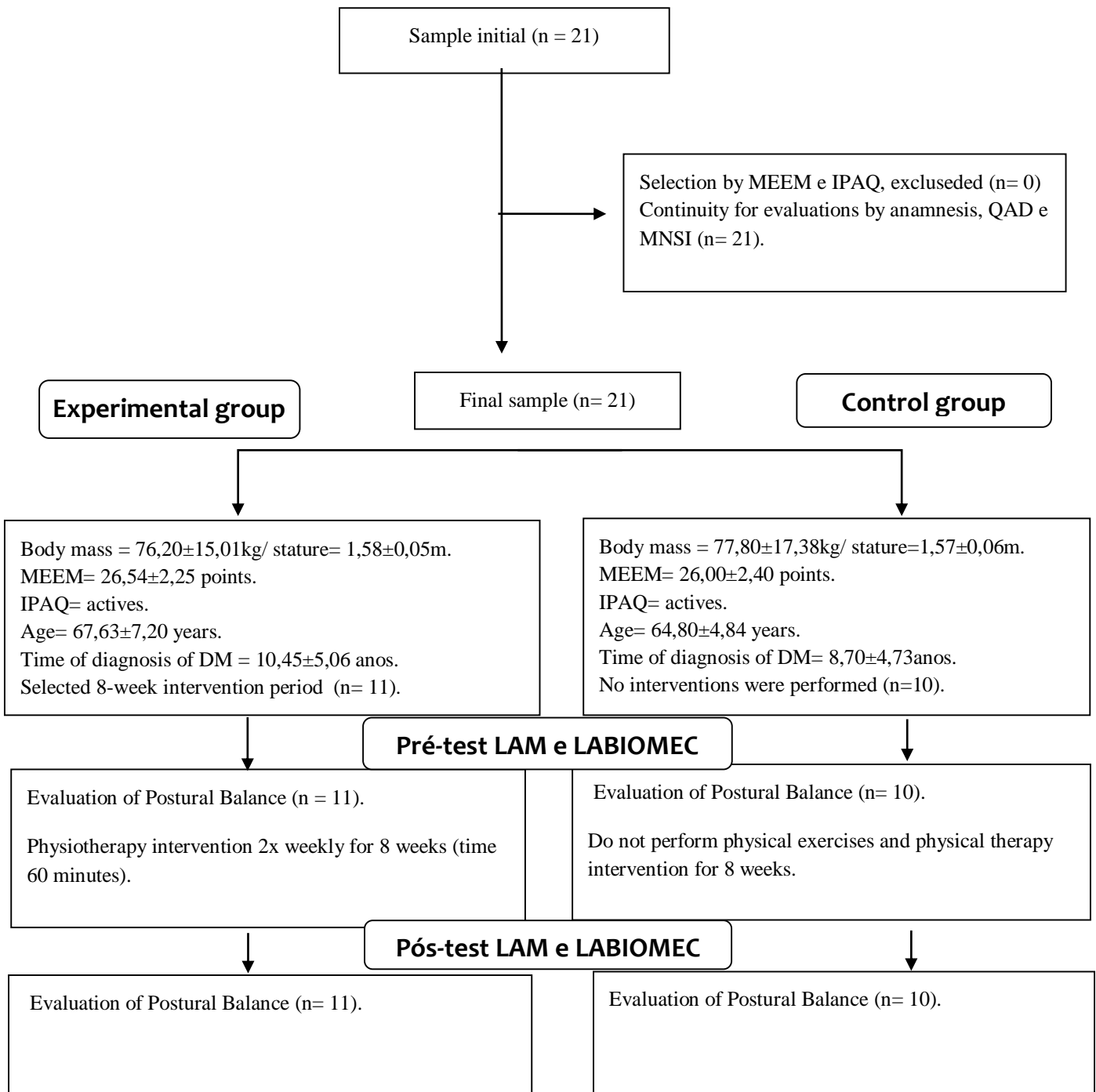


Figure 1 - Flowchart of the ethical aspects and data collection procedures.

## Experimental Procedure

The physiotherapy intervention was carried out for 60 minutes twice a week, for 8 weeks, in a total of 16 sessions. The progressive levels of difficulty were considered individually since it was a study involving proprioceptive stimulus, avoiding pain, tiredness and falls. The techniques were divided in stages for a better performance: Stage a) Proprioceptive work; Stage b) Muscle strengthening with techniques of Proprioceptive Neuromuscular Facilitation (PNF); Stage c) Sliding, fascial work and mechanical twists. The sessions were performed individually, the volunteers received treatment in the same sequence and form, and all techniques were executed by a physiotherapist. The intervention used was structured based on the literature data <sup>(2, 6, 12, 18-19)</sup>.

In stage **a) (25 minutes)**, the proprioceptive stimulation technique was performed in a circuit of 5 steps: the first step (**5 minutes**) was carried out with a box with 10 cm-thick foam, for exercises in orthostatic position, lower limbs transfers, bipedal and unipedal plantar flexion and knee flexion (squat); the second step (**5 minutes**) used the same box with beans and cotton and the volunteers performed the same sequence of exercises on these materials; the third step (**5 minutes**) used a 3M™ P100 wood sandpaper, a Bom Bril® steel sponge and a ball with external projections with which the physiotherapist put the participant in supine position and executed sliding movements with these materials in the foot, asking the participant to close the eyes at certain points; the fourth step (**5 minutes**) used a gel disc with which the participants performed knee flexions, anteroposterior and mediolateral shifts, bipedal and unipedal balance with eyes open, and the participants were also requested to cross obstacles walking back and forth on different surfaces such as the proprioception gel disc and the 10cm foams; and the fifth step activities (**5 minutes**) were performed in orthostatic position on the gel disc (ball game with the upper limbs), with a Mercur® Thera-Band light resistance band in the lower limbs. Lastly, a 65cm ball by Mercur® was used to stimulate exercises of laterolateral and anteroposterior shifts, circumduction and bouncing on the ball.

In stage **b) (15 minutes)**, muscle strengthening exercises for the lower limbs were performed with PNF. A 65cm Mercur® ball was used for squat exercises in orthostatic position, the ball placed in the lower back, and the exercises were carried out directed to the extensor and flexor muscles of knees and hips. The lower limbs exercises were performed with the ball in the same position with a 2kg shin guard with Velcro straps, placed in the ankle region and the volunteers performed hip flexions. These exercises were performed with both feet, two sets of

15 repetitions. Strengthening exercises of the intrinsic muscles of the feet were performed with the same 65cm ball in the opposite limb to the one on the ball. PNF exercises for the lower limbs in the diagonal direction were performed, initially linked to the functional movement. Ten repetitions were executed in each lower limb, with the participant in supine position and the lower limbs straight. In this position, the therapist imposed maximum resistance to the requested movement in a facilitation pattern, being the commands “pull, hold, relax”<sup>(20)</sup>.

To finalize this stage (b), exercises with a Mercur® Thera-Band light resistance band were performed in the lower limbs, strengthening the adductor, abductor, flexor and extensor muscles of the hips, one set of 15 repetitions for each muscle group.

In stage c) (**20 minutes**), deep sliding movements and mechanical twists were performed in the lower limbs. These techniques provide the increase of the local metabolism, the venous lymphatic and catabolic drainage, with the consequent increase in the blood circulation, the activation of afferent sensory fibers, nutrition and oxygenation of tissues. The volunteers stayed in supine and prone positions and the therapist placed the hands at their foot base in centripetal direction and executed deep sliding movements. Then, repositioning (mechanical twists) of the lower limbs was performed, the volunteer remained in supine with one of the lower limbs in 20 degrees of abduction. In this position, the therapist promoted rotational movements and started tensions of the femur in external rotation from proximal to distal direction to the knee level. Tension was kept and a counter-tension was started in internal rotation of the tibia from proximal to distal direction, with decoaptation of the knee to the ankle level, and lastly the femoral tension was released and the foot was aligned. Myofascial techniques and plantar arch corrections were also performed in this stage. Dorsiflexion, plantar flexion, inversion, eversion (exercises were performed with hand support) were stimulated in orthostatic position on a tatami, and combined with this technique, percussion movements were performed from the 1<sup>st</sup> to the 5<sup>th</sup> toe.

## **Instruments**

The assessment of postural balance was carried out with a force plate *AMTI OR6-6 2000* (*Advanced Mechanical Technologies, Inc.*)<sup>(21)</sup>. Data were collected under Romberg e Semi-Tandem<sup>(22)</sup> stance conditions.

The attempts were performed randomly for the two conditions, in a total of 6 attempts. This type of treatment was performed in order not to create the learning effect and to avoid possible balance adaptations. The attempts in both stance conditions were performed with eyes

open (EO), 30s each, and frequency of acquisition of 120 Hz. The raw data of force and momentum were filtered with 4<sup>th</sup> order Butterworth low-pass filter and cutoff frequency of 10 Hz. After filtering, these data were used for calculating coordinates of center of pressure (COP). The variables assessed in the study were range of displacement of center of pressure (COP) in the anteroposterior (COPap) and mediolateral (COPml) directions, ellipse area (ellipse), which corresponds to the ellipse area that contains the oscillation and mean velocity of displacement of COP (COPVel) in the anteroposterior (COPVelap) and mediolateral (COPVelml) directions.

### **Statistical Processing**

The data were submitted to descriptive statistics with the description of mean and standard deviation values. Afterwards, data normality was verified through the Shapiro-Wilk and homogeneity of variance (Levene test) tests. The Student's *t*-test was used to compare pre and post-tests for the variables with normal distribution, paired for dependent variables. For the variables with non-normal distribution, the non-parametric *Wilcoxon* test was used for dependent variables. The *t*-test for independent variables was used to compare the results of the experimental group and the control group. The *Mann-Whitney U* test was used for the variables that did not have normal distribution. The statistics software *SPSS for Windows*, version 19.0 was used and a significance level of 5% ( $\sigma=0.05$ ) was adopted for all tests.

### **Results**

The variables were very similar, confirming homogeneity and ascertaining the compatibility of the groups. Experimental (EG) and Control (CG) groups were similar in age (EG:  $67.63\pm 7.20$ ; CG:  $64.80\pm 4.84$  years), body mass (EG:  $76.20\pm 15.01$ kg; CG:  $77.80\pm 17.38$ kg), stature (EG:  $1.58\pm 0.05$ cm; CG:  $1.57\pm 0.06$ cm), MMSE (EG:  $26.54\pm 2.25$ ; CG:  $26.00\pm 2.40$  points), mean time of DM diagnosis (EG:  $10.45\pm 5.06$ ; CG:  $8.70\pm 4.73$ ), and for the MNSI questionnaire (EG:  $4.00\pm 0.63$ ; CG:  $2.50\pm 1.77$  points). According to the MNSI questionnaire, it was observed that the neuropathic symptom was moderate. In the EG, 36.4% of participants had tingling feet and 45.5% had burning pain in the lower limbs, and in the CG 50% showed tingling feet and 40% had burning pain. The results for the SDSCA regarding care with the feet, medication and glycemic control were 63.6%, 72.7% and 90.9% for the EG, and

for the CG 80%, 60% and 100%, respectively. Through this questionnaire, it was considered that care regarding DM was taken by the majority of the elderly participants.

Through the analysis of postural balance in EG and CG, in both Romberg (Table 1) and Semi-Tandem (Table 2) stance conditions, significant differences were not observed before and after the intragroup physiotherapy intervention, neither between groups, for all the variables of postural balance (COPap, COPml, Ellipse area, COPVel, COPVelap, and COPVelml).

Table 1 - Results of descriptive statistics, mean [standard deviation] pre- and post-test between GE and GC groups, provided Romberg position.

	GE				GC			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
COPap(cm)	2,47	[0,56]	2,56	[0,70]	2,02	[0,45]	2,49	[0,54]
COPml(cm)	1,96	[1,29]	1,29	[0,43]	1,16	[0,56]	1,21	[0,51]
Ellipse(cm <sup>2</sup> )	3,05	[2,09]	2,31	[1,00]	1,95	[1,42]	2,15	[1,03]
COPVelap(cm/s)	1,12	[0,54]	0,94	[0,19]	0,82	[0,18]	0,89	[0,24]
COPVelml(cm/s)	0,92	[0,77]	0,40	[0,05]	0,38	[0,09]	0,41	[1,13]
COPVel(cm/s)	1,62	[0,97]	1,10	[0,19]	0,99	[0,18]	1,07	[0,28]

Table 1: Conditions of position: Romberg eyes open; for EG: Experimental Group and CG: Control Group, pre and post test while. COPAP: displacement amplitude of the anteroposterior center of pressure COPml: displacement amplitude of the medial-lateral center of pressure Ellipse: 95% probability contains the center points of the oscillation, COPVel: mean speed of displacement of the center of pressure, COPVelap: average speed of anteroposterior displacement, COPVelml: average speed of the average lateral displacement.

Table 2 - Results of descriptive statistics, mean [standard deviation] pre- and post-test between GE and GC groups, provided Semi-Tandem position.

	GE				GC			
	Pré		Pós		Pré		Pós	
COPap(cm)	2,63	[0,63]	2,92	[1,15]	2,55	[0,06]	2,54	[0,63]
COPml(cm)	2,93	[1,35]	3,60	[0,79]	3,29	[0,61]	3,55	[0,77]
Ellipse(cm <sup>2</sup> )	5,37	[3,51]	6,59	[3,19]	5,16	[2,05]	5,51	[2,48]
COPVelap(cm/s)	1,39	[0,43]	1,82	[0,63]	1,52	[0,32]	1,43	[0,29]
COPVelml(cm/s)	1,40	[0,76]	1,96	[0,48]	1,61	[0,44]	1,56	[0,31]
COPVel(cm/s)	2,17	[0,86]	2,92	[0,81]	2,34	[0,47]	2,31	[0,43]

Table 2: Condition position: Semi-Tandem eyes open; for SG: Experimental Group and CG: control group, pre and post test while. COPAP: displacement amplitude of the anteroposterior center of pressure COPml: displacement amplitude of the medial-lateral center of pressure Ellipse: 95% probability contains the center points of the oscillation, COPVel: mean speed of displacement of the center of pressure, COPVelap: average speed of anteroposterior displacement, COPVelml: average speed of the average lateral displacement.

## Discussion

The prevalence of DM has been sharply increasing in the elderly population <sup>(1)</sup>. The course of the disease may lead to different types of complications as well as chronic involvements throughout the patient's life <sup>(4)</sup>.

This study aimed to assess the effectiveness of a physiotherapy intervention in the postural balance of elderly women with type 2 diabetes under two stance conditions. The results evidenced that the variables of postural balance assessed in the different stance conditions did not suffer influence after the intervention.

Non-significant results for postural balance are in agreement with a study by Santos et al. <sup>(6)</sup>, which have not found significant difference regarding the mediolateral oscillation of the center of pressure, before and after physiotherapy interventions for six and twelve weeks. The elderly diabetics also showed greater oscillation range in the mediolateral direction in the Tandem stance, similar to the Semi-Tandem stance assessed in this study. It could be observed that when there is a greater demand for the maintenance of the upright posture, oscillation tends to be higher <sup>(2,3)</sup>.



Evidences of postural alterations with a slower response time for motor control in elderly diabetics may compromise balance and increase the risk of falls <sup>(23)</sup>. It is known that reduced postural control is one of the main complications of DM and is associated not only with a decline in the functions of the peripheral sensory system but also with some specific clinical findings such as reduced muscle strength, visual impairment, alterations in the vestibular system and reduction of proprioception <sup>(24)</sup>.

Studies <sup>(2, 4, 12, 25)</sup> have shown resistance strength trainings as an impact factor to decrease postural instability, in order to obtain significant improvements in postural balance.

Approximately 50% of diabetic patients with 60 years of age show evidences of loss in the sensory system, which provides actions to the postural control, involving the peripheral nervous system to obtain motor responses <sup>(8, 19, 26)</sup>. Sources of sensory afferent activities such as visual, proprioceptive and vestibular are seen as elements that contribute to postural balance <sup>(32)</sup>. Studies that focus on postural balance in elderly diabetics report relationships with several parameters that most of the times are indicative of the risk of falls <sup>(6, 8, 12, 27)</sup>.

It is known that the probability of a fall is even higher for elder individuals, who develop age-related illnesses such as type 2 DM <sup>(10, 23)</sup>. These elder individuals often have loss in balance, sensory capacity and gait dynamics <sup>(15)</sup>.

The present study also takes into account that all volunteers were elderly diabetics and, according to studies by Morrison et al. <sup>(10)</sup>, Santos et al. <sup>(6)</sup>, Pinheiro, Vilaça and De Azevedo <sup>(2)</sup>, this population has deficits regarding the loss of receptors in the sensory fibers, what hinders the improvement of the postural balance, as evidenced in the results of this study. On the other hand, it seems that there are no significant changes in postural balance when multisensory stimuli are proposed for this population, as also shown in our results.

The individuals with impairment of the sensory function, mainly of the sensitivity in the plantar region, show loss of balance in both static and dynamic tests <sup>(29)</sup>. Di Nardo et al. <sup>(30)</sup> emphasize that there is also a decrease in the activities of the antigravitational muscles. Menz et al. <sup>(31)</sup> have observed that balance alterations could be more related to the alterations in the tactile rather than the visual sensitivity.

Symptoms such as dizziness and unbalance are common in the elderly population. Under these conditions, a neurological dysfunction of nerve fibers generally begins at the tip of the toes and gradually spreads to the lower limbs <sup>(6)</sup>. Its chronicity may damage the large sensory fibers, causing the decrease of tactile sensitivity, in addition to a deficit of the motor control. The intervention performed in this study emphasized in large proportions the stimuli in the lower limbs.

Centomo et al. <sup>(32)</sup> have assessed the postural stability among elderly individuals with type 2 DM with and without neuropsychiatric disorders (NPD) also using the force plate, and did not observe differences between the groups, similarly to the present study. A justification given by the authors is that even though the NPD was not diagnosed, the diabetic individuals already showed alterations in postural responses that may have influenced their balance, and for this reason, there were no differences between groups.

A study <sup>(33)</sup> has shown that the elderly use the conjunct activation of muscles of the hips and the ankles as a strategy for postural control, whereas young individuals use the muscles of the ankles only. This may be explained because of the large loss of motor units in distal muscles compared to proximal muscles, and probably because of the insufficiency of proprioceptive information in the distal extremities of the lower limbs, due to the susceptibility to mechanical traumas that the peripheral regions suffer throughout the aging process.

The results of previous studies <sup>(5, 7)</sup> allow to evidence that intrinsic nerve alterations caused by the loss of peripheral afferent activities may eventually culminate in the postural instability, mainly in elderly diabetics, due to the impairment in the nerve conduction velocity to the fast muscle fibers.

Physiotherapy interventions for this population have been performed <sup>(4, 8, 19, 26)</sup> with the therapeutic aim of reducing postural instability, improving sensitivity and decreasing the risk of falls. Although the clinical condition associated with DM is largely known, Gomes et al. <sup>(24)</sup> have confirmed the lack of scientific studies regarding the physiotherapy treatment for DM patients.

As the postural control happens through the interaction of vestibular, visual and somatosensory systems, this study sought to benefit tactile sensitivity and postural balance through multisensory exercises, involving proprioception activities together with the improvement of the local circulation, focusing on promoting the quality of life and preventing the dysfunctions caused by DM.

## **Conclusion**

In summary, the applied intervention was not adequate to promote significant changes in the variables of postural balance in the group selected. This elderly diabetic population already shows deficits in postural balance since they can be considered special. On the other

hand, the results found allow us to conclude that the proposed physiotherapy intervention provided improvements in qualitative aspects as reported by the participants.

We could have chosen activities that acted specifically in the musculature that involves postural control and not only in the lower limbs muscles, as well as exercises specific for balance training. It should be therefore noted the need for more studies approaching this topic with a population of elderly with type 2 diabetes mellitus.

## Referências Bibliográficas

1. Wild S, Roglic G, Green A, Sicree R, King H. Global prevalence of diabetes estimates for the year 2000 and projections for 2030. *Diabetes care*. 2004;27(5):1047-53.
2. Pinheiro HA, Vilaça KHC, de Azevedo Carvalho G. Postural stability, risk of falls and fear of falling in elderly patients with diabetic neuropathy who perform therapeutic exercises. *Fisioter. Pesqui.* 2014;21(2):127-32.
3. Vinik A, Park T, Stansberry K, Pittenger G. Diabetic neuropathies. *Diabetologia*. 2000;43(8):957-73.
4. Kanade R, Van Deursen RWM, Harding KG, Price P. Investigation of standing balance in patients with diabetic neuropathy at different stages of foot complications. *Clin Biomech*. 2008;23(9):1183-91.
5. Gregg EW, Sorlie P, Paulose-Ram R, Gu Q, Eberhardt MS, Wolz M, et al. Prevalence of Lower-Extremity Disease in the US Adult Population  $\geq$  40 Years of Age With and Without Diabetes 1999–2000 National Health and Nutrition Examination Survey. *Diabetes care*. 2004;27(7):1591-7.
6. Santos A, Bertato F, Montebelo M, Guirro E. Effect of proprioceptive training among diabetic women. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(3):183-7.
7. Silva AGd, Rodrigues LC, Honório GJdS. Analysis of bipedal balance in diabetic patients with peripheral neuropathy. *Fisioter Bras.* 2009;10(4):248-51.
8. Lafond D, Corriveau H, Prince F. Postural control mechanisms during quiet standing in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes care*. 2004;27(1):173-8.
9. Perry SD, McIlroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Brain Res.* 2000;877(2):401-6.
10. Morrison S, Kerr G, Newell K, Silburn P. Differential time-and frequency-dependent structure of postural sway and finger tremor in Parkinson's disease. *Neurosci. Lett.* 2008;443(3):123-8.
11. Kruse RL, LeMaster JW, Madsen RW. Fall and balance outcomes after an intervention to promote leg strength, balance, and walking in people with diabetic peripheral neuropathy: “feet first” randomized controlled trial. *Phys Ther* . 2010;90(11):1568-79.
12. Silva P, Botelho PFFB, de Oliveira Guirro EC, Vaz MMO, de Abreu DCC. Long-term benefits of somatosensory training to improve balance of elderly with diabetes mellitus. *J of Body and Movem Ther.* 2014.

13. Benedetti TB, Mazo GZ, Barros Md. International Application Questionnaire Physical Activity for assessing the level of physical activity of older women: concurrent validity and test-retest reproducibility. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2004;12(1):25-34.
14. Araujo TB, Silva NA, Costa JN, Pereira MM, Safons MP. Effect of equine-assisted therapy on the postural balance of the elderly. *Braz J Phys Ther.* 2011;15(5):414-9.
15. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J of Psyc Res.* 1975;12(3):189-98.
16. Michels MJ, Coral MHC, Sakae TM, Damas TB, Furlanetto LM. Self-care activities questionnaire with diabetes translation, adaptation and evaluation of psychometric properties. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2010;54(7):644-51.
17. Moghtaderi A, Bakhshipour A, Rashidi H. Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. *Clin Neuro and Neuros.* 2006;108(5):477-81.
18. Sacco I, Amadio A. A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of diabetic neuropathic patients. *Clin Biomec.* 2000;15(3):196-202.
19. Gomes AA, Sartor CD, João SMA, Sacco ICN, Bernik MMS. Effects of physical therapy intervention in sensory and functional responses of diabetic neuropathic. *Fisioter. Pesqui.* 2007;14(1):14-21.
20. Susan S. Adler DB, Math Buck. . PNF - Neuromuscular Facilitation - Um Guia Ilustrado. 2º, ed. 2007.
21. Duarte M, Freitas S. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev bras fisioter.* 2010;14(3):183-92.
22. Palmieri R, Ingersoll C, Stone M, Krause B. Center-of-pressure parameters used in the assessment of postural control. *J Sport Rehabil.* 2002;11(1):51-66.
23. Morrison S, Colberg SR, Mariano M, Parson HK, Vinik AI. Balance training reduces falls risk in older individuals with type 2 diabetes. *Diabetes care.* 2010;33(4):748-50.
24. Cenci DR, da Silva MD, Gomes ÉB, Pinheiro HA. Balance analysis in diabetic patients through the F-Scan system and the Berg Balance Scale. *Fisioter Mov.* 2013;26(1):55-61.
25. Richardson J, Ching C, Hurvitz E. The relationship between electromyographically documented peripheral neuropathy and falls. *J Am Geriatr Soc.* 1992;40(10):1008-12.
26. Sacco IdCN, Sartor C, Gomes A, João S, Cronfli R. Evaluation of sensorimotor loss of the foot and ankle due to diabetic neuropathy. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(1):27-33.

27. Simoneau GG, Ulbrecht JS, Derr JA, Becker MB, Cavanagh PR. Postural instability in patients with diabetic sensory neuropathy. *Diabetes Care*. 1994;17(12):1411-21.
28. Horak FB, Dickstein R, Peterka RJ. Diabetic neuropathy and surface sway-referencing disrupt somatosensory information for postural stability in stance. *Somatosens Motor Res*. 2002;19(4):316-26.
29. D'Ambrogi E, Giurato L, D'Agostino MA, Giacomozzi C, Macellari V, Caselli A, et al. Contribution of plantar fascia to the increased forefoot pressures in diabetic patients. *Diabetes Care*. 2003;26(5):1525-9.
30. Di Nardo W, Ghirlanda G, Cercone S, Pitocco D, Soponara C, Cosenza A, et al. The use of dynamic posturography to detect neurosensorial disorder in IDDM without clinical neuropathy. *J Diabet Complications*. 1999;13(2):79-85.
31. Menz HB, Lord SR, St George R, Fitzpatrick RC. Walking stability and sensorimotor function in older people with diabetic peripheral neuropathy. *Arch Phys Med Rehabil*. 2004;85(2):245-52.
32. Centomo H, Termoz N, Savoie S, Beliveau L, Prince F. Postural control following a self-initiated reaching task in type 2 diabetic patients and age-matched controls. *Gait & posture*. 2007;25(4):509-14.
33. Amiridis IG, Hatzitaki V, Arabatzi F. Age-induced modifications of static postural control in humans. *Neurosci. Lett*. 2003;350(3):137-40.

**Estudo da distribuição das cargas de pressão plantar, sensibilidade e dor de idosas diabéticas tipo 2 submetidas a intervenção fisioterapêutica.**

Pressão plantar, sensibilidade e dor em idosas.

ANA CARLA PIOVESAN<sup>1</sup>, SARA TERESINHA CORAZZA<sup>1</sup>, STELA PAULA MEZZOMO<sup>1</sup>, CARLOS BOLLI MOTA<sup>2</sup>, GUSTAVO DO NASCIMENTO PETTER<sup>2</sup>, FELIPE PIVETTA CARPES<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Laboratório de Aprendizagem Motora Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

<sup>2</sup> Laboratório de Biomecânica (LABIOMECC), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria (RS), Brasil.

<sup>3</sup> Laboratório de Neuromecânica, Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana (RS), Brasil.

Ana Carla Piovesan: Mestranda em Educação Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, Brasil.

Sara Teresinha Corazza: Doutora em Ciência do Movimento pela Universidade Federal de Santa Maria, (UFSM), RS, Brasil.

Stela Paula Mezzomo: Mestranda em Educação Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, Brasil.

Carlos Bolli Mota: Doutor em Ciência do Movimento pela Universidade Federal de Santa Maria, (UFSM), RS, Brasil.

Gustavo do Nascimento Petter: Mestrando em Educação Física pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RS, Brasil.

Felipe Pivetta Carpes: Doutor em Ciência do Movimento pela Universidade Federal de Santa Maria, (UFSM), RS, Brasil.

Autor de correspondência: **Ana Carla Piovesan**

Endereço: RST 509, nº 4665, Bloco A, apto 302

Bairro: Camobi

Santa Maria, RS

97095-000

E-mail: [aninhapiovesan@yahoo.com.br](mailto:aninhapiovesan@yahoo.com.br)

(55) 9962-3659

Contagem de palavras: 4.779

Contagem de tabelas: 3

Contagem de figuras: 3

## Resumo

**Objetivo:** avaliar a sensibilidade tátil dos pés, a dor de membros inferiores (MMII) e a distribuição da pressão plantar sobre duas condições de posição Romberg (R) e Semi-Tandem (ST), em idosas diabéticas tipo 2. **Desenho e Métodos de Investigação:** participaram 21 idosas diabéticas tipo 2, com idades entre 60 e 75 anos ( $66,28 \pm 6,21$ ), ativas, divididas em 2 grupos: Grupo Experimental (GE)  $n=11$  e Grupo Controle  $n=10$  (GC). Todas as idosas eram voluntárias, pertencentes à Unidades Básicas de Saúde (UBS) da cidade de Santa Maria – RS. A intervenção fisioterapêutica foi realizada duas vezes semanais, durante 60 minutos, por um período de 8 semanas. Utilizou-se um Baropodômetro Eletrônico, um conjunto de monofilamentos e uma escala visual analógica. Os dados foram analisados através do programa estatístico SPSS *for Windows*, versão 19.0. **Resultados:** para ambos os pés, foi encontrada diferença estatística na distribuição das cargas de pressão plantar intragrupo no GE, na região anterior, condição ST ( $p=0,016$ ), na região posterior para as duas condições também observou-se diferença R ( $p=0,054$ ) e ST ( $p=0,016$ ). Para os pés direito e esquerdo, foi encontrada diferença no GE na região anterior do pé esquerdo, condição ST ( $p=0,001$ ). Encontrou-se diferença entre os grupos pré-intervenção para a condição (R), na região médio-lateral direita ( $p=0,055$ ) e esquerda ( $p=0,032$ ). Em pés separados a diferença foi observada no pé esquerdo para ST, no pós-teste, região posterior ( $p=0,041$ ). Na sensibilidade plantar, houve diferença significativa ( $p<0,05$ ) intragrupo e entre grupos. Para a dor em MMII, obteve-se diferença entre os grupos quando avaliada intervenção ( $p=0,001$ ) e intragrupo GE ( $p=0,001$ ). **Conclusão:** a intervenção realizada propiciou melhores condições de aferências somato-sensoriais, cutâneo-plantares e dor que são importantes na manutenção do controle motor desta população.



## Abstract

**Objective:** to evaluate the tactile sensibility of the feet, pain in the lower limbs (LL) and the plantar pressure distribution on two conditions Romberg position (R) and Semi-Tandem (ST) in elderly diabetic type 2. **Design and Methods Research:** participants 21 elderly diabetic type 2, aged 60 and 75 years ( $66.28 \pm 6.21$ ), active, divided into 2 groups: Experimental Group (EG)  $n = 11$  and Control Group  $n = 10$  (CG). All the elderly were voluntary, belonging to the Basic Health Units (BHU) in the city of Santa Maria - RS. The physical therapy procedure was performed twice weekly for 60 minutes for a period of 8 weeks. We used an Electronic Baropodômetro, a set of monofilament and a visual analogue scale. Data were analyzed with the statistical program SPSS for Windows, version 19.0. **Results:** for both feet, found intragroup statistical difference in GE, in the previous region, ST condition ( $p = 0.016$ ) in the posterior region for the two conditions also observed difference R ( $p = 0.054$ ) and ST ( $p = 0.016$ ). To the right and left feet, was found difference in GE in the anterior region of the left foot, ST condition ( $p = 0.001$ ). Found a difference between the pre intervention groups for the R condition, mid-lateral right region ( $p = 0.055$ ) and left ( $p = 0.032$ ). Feet separated the difference was observed in the left foot to ST, the post-test, posterior region ( $p = 0.041$ ). In plantar sensibility, there was a significant difference ( $p < 0.05$ ) between groups and intra-group. For pain in the lower limbs was obtained difference between the groups when evaluated intervention ( $p = 0.001$ ) and intra-group GE ( $p = 0.001$ ). **Conclusion:** The intervention performed provided the best condition somatosensorial afferents, skin-plantar and pain that are important in motor control maintenance of this population.

Atualmente a Diabetes Mellitus (DM) é considerada como uma epidemia de proporções mundiais e um problema de Saúde Pública, porque, sua evolução é crônica e gera muitas complicações clínicas (1). O Brasil tem cerca de 10 milhões de diabéticos, sendo o 6º país em número de doentes (2).

Dentre as alterações decorrentes do processo de envelhecimento, as doenças crônicas como a DM são marcantes, pois podem predispor indivíduos idosos a diminuição da capacidade de discriminação somato-sensorial, diminuição da propriocepção, declínio na percepção e movimento articular e dor em membros inferiores (3, 4). Dentre as complicações crônicas decorrentes da DM está a Neuropatia Diabética (ND) e os sintomas neurológicos costumam aparecer após cinco a dez anos de evolução do diabetes, mas podem ser as primeiras manifestações da doença (5).

Estudos apontam que 10% dos pacientes portadores de DM tipo 2 desenvolvem algum tipo de lesões nos pés. Uma das complicações mais comuns observadas em pacientes com DM é a neuropatia sensoriomotora (6). Sua prevalência tem sido relatada que variando de 20% a 75% (5) e os sinais clínicos, tipicamente acometem os nervos e seguem um envolvimento de padrão distal, onde as fibras aferentes são afetadas em primeiro lugar seguindo por fibras eferentes (7). Os danos causados nos nervos, muitas vezes começam com a perda somatossensorial dos membros distais, podendo ser acompanhada por fraqueza, formigamento, dor, diminuição da sensibilidade tátil e diminuição de reflexos profundos (2, 5).

Essas modificações decorrentes da DM e do processo de envelhecimento fazem com que os idosos se tornem menos sensíveis a vibração, a pressão tátil, a dor e a temperatura cutânea. Considerando esses fatores Perry, McIlroy e Maki (8), Speers, Kuo e Horak (9) e Mold et al. (10) afirmam que a distribuição da pressão plantar na população idosa pode estar alterada, o que favorece o aparecimento de áreas dolorosas. Uma elevada pressão plantar em idosos com DM é causa de risco para possíveis ulcerações no pé e qualquer destes fatores alterados, o risco é ainda maior (7). Neste sentido, ao relacionar a intensidade de pressão aplicada a determinada área plantar, podendo ser melhor distribuída a partir de intervenções multissensoriais, é possível tornar os idosos menos propensos a desenvolver calosidades, risco de quedas e interferências no controle motor (11).

A perda da sensibilidade é um dos principais fatores que contribuem para a diminuição de aferências para o sistema de controle motor e, portanto esses pacientes diabéticos juntamente em processo de envelhecimento

são mais propensos a apresentarem episódios de quedas, instabilidade postural e alterações na marcha, porque possuem alterações na sensibilidade e na distribuição da pressão plantar (12, 13).

Sabe-se que a limitação de mobilidade do tornozelo é comum em pacientes diabéticos, com ou sem presença de neuropatia, sugerindo que outros mecanismos além da neuropatia, podem contribuir para alterações da biomecânica do pé e tornozelo (7, 12). Neste contexto, a diminuição da propriocepção relacionada à idade é clinicamente significativa, bem como alterações somato-sensoriais, diminuição da sensação da posição articular e diminuição da sensação cutânea plantar, também podem estar relacionadas com alterações do controle motor e risco de quedas (14). A literatura reporta que 30% dos idosos sofrem quedas ao menos uma vez ao ano. Além de fraturas e outros problemas físicos provocados pelas quedas, considera-se o alto custo tanto para o indivíduo quanto para o sistema de saúde (15).

Estudos (11, 16, 17) com ênfase na estimulação proprioceptiva, estímulos sensoriais, exercícios ativos envolvendo técnicas da fisioterapia, já demonstraram resultados importantes na melhora da sensibilidade tátil, da distribuição da pressão plantar e do controle motor.

Tendo em vista a importância na prevenção de complicações da DM, este estudo foi desenvolvido para intervir com os efeitos de uma intervenção fisioterapêutica. O tratamento realizado foi através de estímulos multissensoriais para esta população idosa com ênfase na prevenção do pé diabético. Com objetivo de observar a sensibilidade tátil, a distribuição das cargas de pressão plantar e a dor antes e após a intervenção que foi realizada.

## **Desenho e Métodos de Pesquisa**

### **Visão geral do estudo**

Este trabalho, foi desenvolvido de acordo com às normas e critérios exigidos pela resolução nº 196/96 e 466/12 do Conselho Nacional de Saúde – CNS e aprovado por Comitê de Ética em Pesquisas em Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, sob o protocolo nº 31106414.0.0000.5346. As voluntárias foram recrutadas em Unidades Básicas de Saúde, juntamente com a Secretaria Municipal da Saúde da cidade de

Santa Maria - RS. Todas as participantes foram informadas sobre o objetivo da pesquisa e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

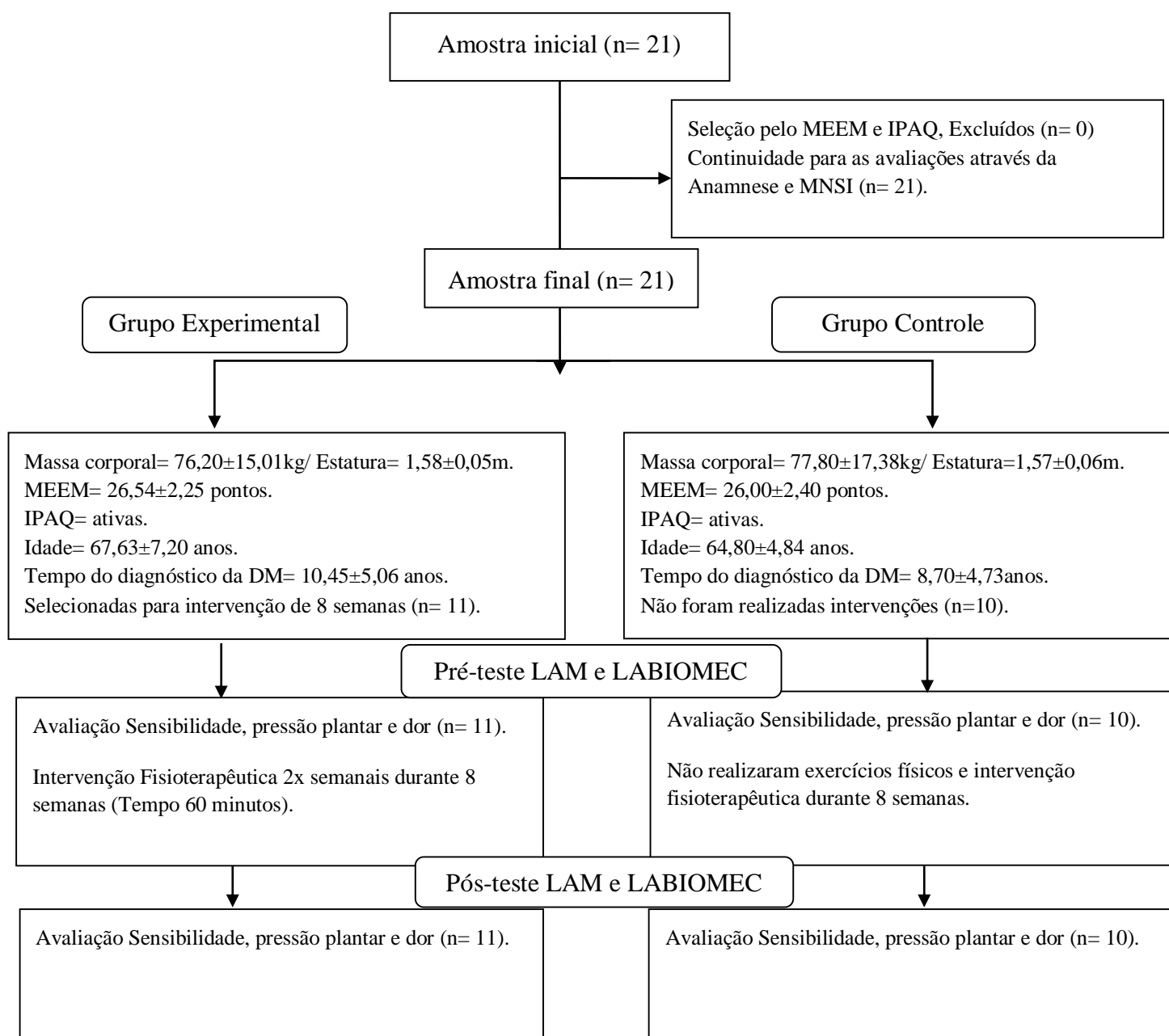
Obteve-se seleção dos participantes através Mini-Exame do Estado Mental (MEEM) (18) e de um questionário que avalia o nível de atividade física - International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) (19). A continuidade das avaliações foi através de uma anamnese contendo 2 questionários: Questionário de Atividades de Autocuidado com a Diabetes (QAD) (20), e questionário de Michigan Neuropathy Screening Instrument (MNSI) (21). Após os grupos foram divididos em Grupo Experimental (GE) e Grupo Controle (GC).

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Aprendizagem Motora (LAM) e Laboratório de Biomecânica (LABIOMECA) da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, do Centro de Educação Física e Desportos – CEFD. As avaliações foram aplicadas em uma única sessão, individualmente antes e após a intervenção fisioterapêutica.

## **Participantes**

O cálculo amostral foi estimado através de um aplicativo GPower 3.1, com obtenção de um nível de significância (alfa) de 5% ( $p < 0,05$ ) e poder (beta) de 80%. A avaliação da distribuição das cargas plantares, foi realizada em uma amostra de pelo menos 10 sujeitos em cada grupo, experimental e controle, baseado nos resultados de Alves et al. (22), considerando o resultado na pressão média como desfecho primário.

Participaram deste estudo 21 idosas diabéticas tipo 2, com idades entre 60 e 75 anos ( $66,28 \pm 6,21$ ), ativas (19), que fazem uso de hipoglicemiantes orais, divididas em 2 grupos: Grupo Experimental (GE)  $n=11$  e Grupo Controle  $n=10$  (GC). Todas as idosas eram voluntárias, pertencentes à Unidades Básicas de Saúde (UBS) da cidade de Santa Maria – RS. Foram considerados fatores de exclusão: não apresentar pontuação mínima no MEEM, apresentar queixas de tonturas, apresentar problemas musculares e/ou articulares incapacitantes nos membros inferiores, apresentarem complicações de doenças degenerativas como Parkinson, serem idosas inativas e não ter cumprido a frequência mínima de 75% (12 sessões) da intervenção ou ter desistido da mesma, não possuir consigo um atestado via médico da UBS que comprovasse a DM.



A (Figura 1), é expressa através de um fluxograma que inclui dados da seleção dos grupos, informações descritivas e locais onde as avaliações foram realizadas.

Figura 1: Fluxograma.

Para as avaliações das variáveis do estudo utilizou-se 3 instrumentos. Foi utilizado um baropodômetro eletrônico FootWork Pro (Arquipelago) versão 3.2.0.1 AM3 (França) para a avaliação das distribuições das cargas de pressão plantares. As análises foram avaliadas em duas condições de posição: Romberg (R) e Semi-Tandem (ST), (23). Para a condição (R) a participante permanecia em posição ortostática sobre o baropodômetro, com os braços ao longo do corpo, de olhos abertos e pés distanciados seguindo o alinhamento do quadril e com o olhar horizontalizado em um ponto fixo disposto a 2 metros de distância na altura dos olhos. Na segunda condição (ST) a participante também permanecia em pé, com os braços ao longo do corpo; pés separados lateralmente por 2,5 cm e com o calcanhar do pé que estiver na frente afastado 2,5 cm do hálux do pé que estiver atrás, com um olhar horizontalizado em um ponto fixo disposto a 2 metros de distância na altura dos olhos (24). A avaliação baropodométrica foi realizada 24 horas antes do início da intervenção fisioterapêutica e 24 horas após o seu término. Anteriormente ao início da avaliação o baropodômetro foi calibrado com a informação sobre a massa corporal individual e para cada voluntária, sendo demarcado em uma folha de papel o posicionamento dos pés para ambas condições (R e ST) com objetivo de manter o mesmo espaço delimitado na plataforma de baropodometria, despida de calçados e meias (22).

Foram realizadas 6 tentativas intercaladas (3 Romberg e 3 Semi-Tandem), de forma intencional para todas as participantes, este procedimento foi adotado para não gerar o efeito da aprendizagem. Foram feitas as três mensurações seguidas com duração de 30 segundos cada, sendo utilizada 40 Hz como frequência de aquisição para análise estática. Para ambos os pés, foi observada a distribuição das cargas plantares na divisão anterior-posterior e mediolateral direita- esquerda. Para as análises individuais dos pés, estes foram divididos em quatro quadrantes (anterior direito e esquerdo, posterior direito e esquerdo).

Para avaliar a sensibilidade protetora dos pés, na região plantar, utilizou-se um conjunto de monofilamentos/Estesiômetro - Semmes-Weinstein (MSW) marca (SorriBauru®) que consiste em seis monofilamentos de nylon, utilizados para exercer pressão sobre a pele de acordo com a gramagem de cada MSW, que variam de 0,05 a 300 g (0,05 g, 0,2 g, 2 g, 4 g, 10 g, 300 g). O protocolo de avaliação seguiu as instruções do fabricante do produto, bem como de estudos (25, 26). A voluntária permaneceu de pés descalços, em decúbito ventral sobre uma maca, em uma posição confortável e em seguida, foi solicitado que a mesma fechasse os olhos e relatasse quando sentisse a pressão do monofilamento em cada região. O teste foi padronizado com duas a três

aplicações em cada região e a ordem das aplicações foi de acordo com as regiões demarcadas do pé. Cada monofilamento foi aplicado de forma perpendicular à planta do pé conforme ilustra a (figura 3), durante 2 segundos, com força suficiente para curvá-lo, nas 9 regiões plantares (25). A resposta positiva de acordo com cada região, foi suficiente para indicar a sensibilidade plantar. A variável decorrente deste teste foi a gramagem do monofilamento que a participante reportou quando estava produzindo pressão sobre a superfície plantar do pé.

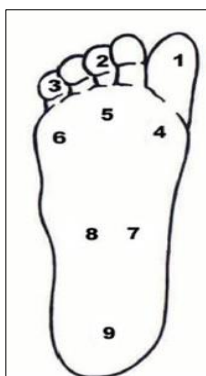


Figura 2: Pé numerado, representando as 9 regiões plantares avaliadas neste estudo divididas em antepé (1-6), mediopé (7-8) e retropé (9).

Fonte: Souza et al (27).

Para avaliar a gravidade da dor nos membros inferiores antes de após a intervenção fisioterapêutica em utilizou-se uma Escala Visual Analógica (EVA). A EVA consiste em uma escala numerada de 0 a 10, sendo zero o equivalente a ausência de dor e 10 para a magnitude máxima de dor relatada pelo paciente (28).

### **Intervenção Fisioterapêutica**

A intervenção fisioterapêutica foi aplicada duas vezes por semana, durante 60 minutos, por um período de 8 semanas, contemplando 16 sessões. Nestas foram estimulados o sistema sensorial proprioceptivo, com facilitação neuromuscular proprioceptiva; fortalecimento de membros inferiores (MMII), deslizamentos profundos para estimular a circulação profunda, juntamente com trabalho miofascial, correções do arco plantar, deslizamentos, torções mecânicas e alívio das dores. Considerou-se individualmente os níveis progressivos de dificuldade por se tratar de um trabalho que envolveu a prática de estimulação proprioceptiva, evitando dor, cansaço e quedas. As técnicas foram divididas em fases para melhor obter o aproveitamento: Fase a) Trabalho proprioceptivo; Fase b) Fortalecimento muscular com técnicas de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva

(FNP); Fase c) Deslizamentos, trabalho fascial e torções mecânicas. As sessões foram realizadas de forma individual, onde as voluntárias receberam o mesmo tratamento na sequência e forma e todas as técnicas foram realizadas por uma fisioterapeuta. A intervenção aplicada foi estruturada com base em (16, 17, 29-31).

Na fase (a), (25 minutos), as técnicas de estimulação proprioceptiva foi realizada em 5 etapas em forma de circuito: a primeira etapa (5 minutos) envolvendo dispositivos como: uma caixa contendo espuma de 10 cm de espessura, onde era realizado exercícios em posição ortostática, realizou-se transferências de MMII, plantiflexão dos pés, flexão de joelhos (agachamento) - bipodal e unipodal; a segunda etapa (5 minutos) na mesma caixa onde foi colocada a espuma, colocou-se grãos de feijão e algodão, em cima destes materiais realizou-se também exercícios em posição ortostática, transferências de MMII, plantiflexão dos pés, flexão de joelhos bipodal e unipodal; a terceira etapa (5 minutos) utilizou-se uma lixa para madeira 3m folha P100, uma esponja de aço marca *Bom Bril* e uma bola com projeções externas, onde a fisioterapeuta posicionava o participante de decúbito dorsal e realizava movimentos de deslizamentos em todo o pé com estes materiais, solicitando que fechassem os olhos em determinados momentos; a quarta etapa (5 minutos) utilizou-se um disco de gel para propriocepção onde as participantes realizavam flexões de joelho, deslocamentos ântero-posteriores e médio-laterais, equilíbrio unipodal e bipodal, com os olhos abertos. Também eram solicitadas a transpor obstáculos realizando caminhadas para frente, para trás utilizando diferentes tipos de superfícies, como o disco gel de propriocepção e as espumas de 10 cm, na quinta etapa (5 minutos) foram realizadas atividades em posição ortostática sobre o disco de gel (jogo de bola com membros superiores (MMSS), uso de um elástico de resistência leve da marca Thera-Band em MMII). Finalmente, foi utilizada uma bola de 65 cm da marca Mercur, onde foram estimulados exercícios de deslocamentos látero-laterais e antero-posteriores, circundação e de “quicar” sobre a bola.

Na fase (b), (15 minutos) realizou-se exercícios de fortalecimento muscular de MMII com técnicas de FNP. Uma bola de 65 cm, marca *Mercur*, foi utilizada para exercícios de “agachamento” na posição ortostática, com a bola posicionada na região lombar, os exercícios foram realizados direcionados para a musculatura extensora e flexora do joelho, flexores e extensores de quadril, com a bola na mesma posição, foram realizados exercícios de MMII com auxílio de uma caneleira com velcro de 2 kg, que foi posicionada na região do tornozelo onde realizou-se movimentos de flexão do quadril. Estes exercícios foram realizados com ambos os MMII, com 2 séries de 15 repetições. Utilizando a mesma bola de 65 cm, foram realizados exercícios de fortalecimento da



musculatura intrínseca do pé, do membro contrário ao que estava sobre a bola. Trabalhou-se exercícios de FNP para MMII na diagonal que são intimamente ligados ao movimento funcional normal. Realizava-se 10 repetições com cada membro inferior, com o participante em decúbito dorsal com MMII estendidos, o terapeuta aplicava resistência máxima ao movimento que era solicitado em padrão de facilitação, os comandos verbais eram “Puxe, Segure, Relaxe” (32).

Para finalizar esta fase (b) foi realizado exercícios utilizando um elástico de resistência leve da marca *Thera-Band* em MMII, realizando fortalecimento da musculatura adutora, abdução, flexora e extensora do quadril, realizava-se uma série de 15 repetições para cada grupo muscular.

Na fase (c), (20 minutos) foi realizado em MMII deslizamentos profundos e torções mecânicas, estas técnicas proporcionaram aumento do metabolismo local, aumento da drenagem venolinfática e drenagem catabólica, como consequentemente aumento da circulação sanguínea, ativação das fibras sensitivas aferentes, nutrição e oxigenação dos tecidos. Nesta técnica as voluntárias se posicionaram em decúbito dorsal (DD) e em decúbito ventral (DV) e a terapeuta apoiou as mãos na base do pé e em direção centrípeta onde realizava-se movimentos de deslizamentos profundos. Após era realizado um reposicionamento (torções mecânicas) de MMII, e a voluntária permanecia em DD com um dos MMII em suave abdução de 20° graus, a fisioterapeuta promoveu movimentos rotacionais, iniciou-se tensões em rotação externa de fêmur de proximal à distal ao nível do joelho, manteve-se a tensão e iniciou-se uma contra tensão em rotação interna de tibia de proximal a distal, decoaptando o joelho ao nível do tornozelo por fim solta a tensão do fêmur e alinhou o pé. Técnicas miofasciais e correções do arco plantar também foram realizadas nesta fase. Foi estimulado em posição ortostática sobre um tatame a dorsiflexão, flexão plantar, inversão, eversão (os exercícios foram realizados com o apoio da mão) e combinado a esta técnica movimentos de percurção “batidas” do 1° ao 5° foi realizada.

## **Tratamento Estatístico**

Os dados foram submetidos a estatística descritiva com descrição dos valores de média e desvio padrão. Após isso foi verificada a normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk e homogeneidade da variância (Teste de Levene). Para comparação entre pré e pós teste para as variáveis com distribuição normal foi utilizado

o teste *t* de *Student* pareado, para variáveis dependentes. Já para as variáveis com distribuição não-normal foi utilizado o teste não-paramétrico de *Wilcoxon* para variáveis dependentes. O teste *t* para amostras independentes foi utilizado para comparar os resultados do grupo experimental com os resultados do grupo controle. Já para as variáveis que não apresentaram uma distribuição normal utilizou-se o teste U de *Mann-Whitney*. Foi utilizado um aplicativo estatístico *SPSS for Windows*, versão 19.0 e adotado um nível de significância para todos os testes de 5% ( $\sigma=0,05$ ).

## Resultados

Os grupos GE e GC apresentaram as seguintes caracterizações de idade (GE:  $67,63 \pm 7,20$ ; GC:  $64,80 \pm 4,84$  anos), massa corporal (GE:  $76,20 \pm 15,01$ kg; GC:  $77,80 \pm 17,38$ kg), estatura (GE:  $1,58 \pm 0,05$ cm; GC:  $1,57 \pm 0,06$ cm), número do calçado (GE:  $36,45 \pm 1,21$ ; GC:  $37,60 \pm 1,89$ ), MEEM (GE:  $26,54 \pm 2,25$ ; GC:  $26,00 \pm 2,40$  pontos), com tempo do diagnóstico para DM (GE:  $10,45 \pm 5,06$ ; GC:  $8,70 \pm 4,73$ ). As variáveis apresentaram-se muito similares, confirmando a homogeneidade e garantindo a comparabilidade dos grupos.

A (Tabela 1) apresenta a média e [desvio padrão] das distribuições das cargas plantares em ambos os pés, no pré e pós-teste intragrupo (Grupo Experimental e Grupo Controle), nas regiões anterior- posterior e médio-lateral (direita e esquerda) para as condições de posição Romberg e Semi-Tandem. Observou-se diferença estatística intragrupo no GE para a região anterior de ambos os pés na condição Semi-Tandem ( $p < 0,05$ ). Este resultado revelou uma menor distribuição das cargas plantares na região anterior após a intervenção. Na região posterior, para as duas condições de posição também foi observada diferença estatística intragrupo ( $p < 0,05$ ), pode-se observar uma menor distribuição das cargas plantares na condição Romberg. Para a posição Semi-Tandem, na região posterior, observou-se um aumento da distribuição plantar das cargas, este resultado pode ter efeito a intervenção fisioterapêutica realizada, e pela melhor distribuição da pressão plantar. Foi observada diferença estatística entre os grupos pré intervenção, na região médio-lateral direita e esquerda para a condição de posição Romberg (Tabela 2).

Referente as análises individuais dos pés (anterior direito e esquerdo / posterior direito e esquerdo) apresenta-se na (Tabela 3) os resultados das médias [desvio padrão] das distribuições das cargas plantares no pré e pós-teste intragrupo nos grupos Experimental e Controle, nas condições de posição Romberg e Semi-Tandem. Foi encontrada diferença significativa no GE na região anterior do pé esquerdo na condição Semi-Tandem, apresentando uma diminuição das distribuições das cargas plantares após a intervenção fisioterapêutica.

Comparando os grupos através do teste t independente, encontrou-se somente diferença significativa no pós-teste, para a região posterior, pé esquerdo e condição ST (GE=44,58 ±4,78 e GC=39,96±4,87; t= 2,194; p=0,041). Este resultado, demonstrou diferenças de distribuição da pressão plantar, quando a pressão da região anterior diminuiu no GE, mantendo-se a distribuição da pressão plantar no GC.

Ao ponderar a variável da sensibilidade plantar, foi encontrada diferença significativa ( $p < 0,05$ ) intragrupo no GE e GC. Após a intervenção fisioterapêutica, o GE obteve melhora ao discriminar os monofilamentos, observando um aumento da sensibilidade plantar em 6 regiões, compreendendo o pé direito e esquerdo. Porém, o pé esquerdo, foi o pé que se apresentou com melhor discriminação tátil. Este resultado também pode ser explicado através da baropodmetria, quando a distribuição da pressão plantar diminuiu na região anterior para o pé esquerdo.

A diferença estatística encontrada no GC, para ambos os pés demonstra que o grupo apresentou decréscimo para sensibilidade plantar ao discriminar os monofilamentos testados (figura 3).

Em relação a dor avaliada antes e após a intervenção fisioterapêutica, nos membros inferiores (MMII), observou-se diferença estatística para o GE, estes resultados relacionam-se com a diminuição da dor (Dor\_pré = 3,54±2,29, Dor\_pós = 0,54±0,93, p=0,001). Não foi observada diferença significativa para o GC (p=0,096). Observou-se diferença entre os grupos quando foi avaliada a dor pós intervenção (GE= 0,54±0,93/GC= 4,30±2,49, p=0,001).

Tabela 1: Distribuições das cargas plantares para ambos os pés, no pré e pós-teste intragrupo para os grupos GE e GC.

Regiões%	Condições	GE		p	GC		p
		Pré	Pós		Pré	Pós	
Anterior/ Antepé	Romberg	48,47 [7,13]	50,27 [6,94]	0,142	45,66 [5,47]	45,16 [7,13]	0,765
	Semi-Tandem	49,27 [6,16]	46,56 [6,21]	0,016*	49,63 [4,81]	48,23 [3,93]	0,425
Posterior/ Retropé	Romberg	51,24 [7,13]	49,42 [6,49]	0,054*	54,33 [5,47]	54,83 [6,71]	0,765
	Semi-Tandem	50,72 [6,16]	53,42 [6,21]	0,016*	50,36 [4,81]	51,76 [3,93]	0,212
Mediolateral Esquerda	Romberg	48,24 [3,59]	51,00 [4,28]	0,114	51,13 [1,68]	52,70 [4,46]	0,272
	Semi-Tandem	51,81 [7,12]	49,81 [6,07]	0,262	47,19 [5,95]	47,36 [7,20]	0,948
Medioateral Direita	Romberg	51,84 [3,63]	49,00 [4,28]	0,098	49,20 [1,95]	47,29 [4,64]	0,212
	Semi-Tandem	48,18 [7,12]	50,06 [6,14]	0,286	52,80 [5,95]	52,63 [7,20]	0,948

Legenda: GE= Grupo Experimental; GC= Grupo Controle; (\*) valor  $p < 0,05$  valor significativo para o teste t pareado.

Tabela 2: Distribuições das cargas plantares para ambos os pés, no pré e pós-teste entre os grupos GE e GC.

Regiões%	Condições	GE		GC		p
		Pré	Pós	Pré	Pós	
Anterior	Romberg	48,47 [7,13]	50,27 [6,94]	45,66 [5,47]	45,16 [7,13]	0,283 / 0,104
	Semi-Tandem	49,27 [6,16]	46,56 [6,21]	49,63 [4,81]	48,23 [3,93]	0,884 / 0,479
Posterior	Romberg	51,24 [7,13]	49,42 [6,49]	54,33 [5,47]	54,83 [6,71]	0,283 / 0,076
	Semi-Tandem	50,72 [6,16]	53,42 [6,21]	50,36 [4,81]	51,76 [3,93]	0,884 / 0,479
Mediolateral Esquerda	Romberg	48,24 [3,59]	51,00 [4,28]	51,13 [1,68]	52,70 [4,46]	0,032* / 0,384
	Semi-Tandem	51,81 [7,12]	49,81 [6,07]	47,19 [5,95]	47,36 [7,20]	0,125 / 0,408
Medioateral Direita	Romberg	51,84 [3,63]	49,00 [4,28]	49,20 [1,95]	47,29 [4,64]	0,055* / 0,384
	Semi-Tandem	48,18 [7,12]	50,06 [6,14]	52,80 [5,95]	52,63 [7,20]	0,125 / 0,389

Legenda: GE= Grupo Experimental; GC= Grupo Controle; (\*) valor  $p < 0,05$  valor significativo para o teste t independente.

Tabela 3: Distribuições das cargas plantares para as análises individuais dos pés, no pré e pós-teste intragrupo para os grupos GE e GC.

Regiões%	Condições	Pé	GE		p	GC		p
			Pré	Pós		Pré	Pós	
Anterior <i>Antepé</i>	Romberg	D	24,12 [4,25]	23,46 [5,06]	0,442	21,15 [3,79]	20,30 [3,89]	0,474
		E	24,56 [4,19]	26,76 [4,65]	0,007	24,48 [3,94]	24,78 [3,67]	0,746
	Semi-Tandem	D	41,20 [4,59]	41,28 [4,11]	0,936	42,29 [4,76]	40,82 [3,16]	0,161
		E	8,67 [4,45]	5,35 [4,18]	0,001*	7,37 [3,99]	7,38 [3,10]	0,997
Posterior <i>Retropé</i>	Romberg	D	27,71 [5,92]	25,37 [3,40]	0,076	27,70 [4,50]	26,99 [5,54]	0,692
		E	23,61 [5,31]	24,38 [5,61]	0,366	26,65 [3,99]	27,91 [7,08]	0,364
	Semi-Tandem	D	6,69 [7,47]	8,77 [7,23]	0,501	10,48 [7,40]	11,83 [8,45]	0,606
		E	43,27 [5,38]	44,58 [4,78]	0,317	39,83 [3,10]	39,96 [4,87]	0,920

Legenda: D= Direito; E= Esquerdo; GE= Grupo Experimental; GC= Grupo Controle; \* valor  $p < 0,05$ .

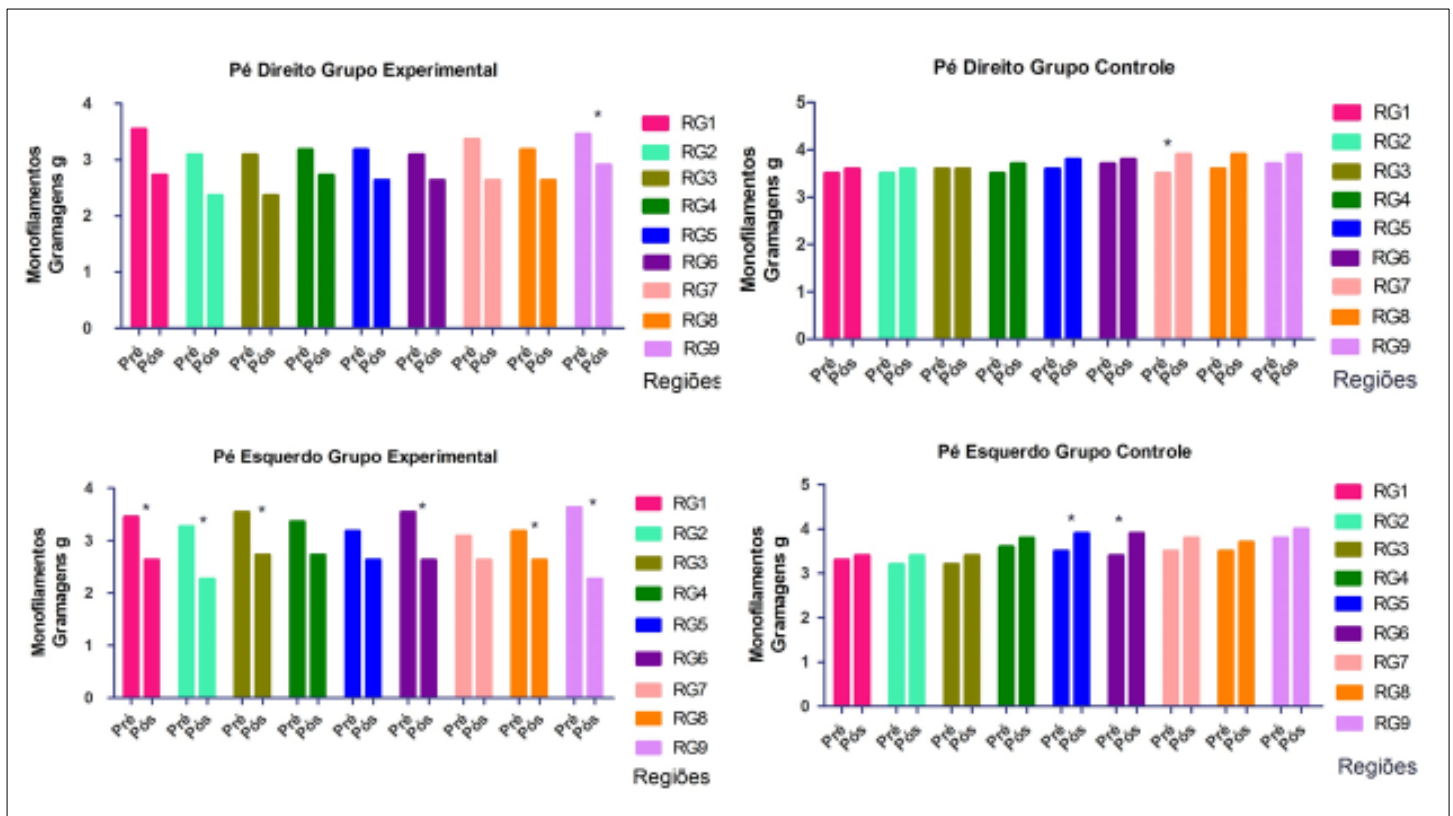


Figura 3: Resultados da sensibilidade plantar através dos MSW no pré e pós-teste nos grupos GE e GC.

Legenda: RG= região, \* valor  $p < 0,05$ , cada cor equivale as 9 regiões avaliadas.

## Discussão

A DM acomete cerca de 7,6% da população no Brasil com idade entre 30 e 69 anos, sendo que cerca de 50% dos pacientes desconhecem o diagnóstico e 24% daqueles reconhecidamente portadores de DM não fazem qualquer tipo de tratamento (7, 33). As alterações de sensibilidade e da distribuição das cargas de pressão plantar no paciente com diabetes mellitus, são responsáveis diretas pelas diversas deformidades nos pés, principalmente relacionadas a úlceras plantares, pelo aumento de descarga de peso em diferentes regiões dos pés (33).

Condições estáticas e durante a marcha, associadas à Diabetes Mellitus são mais frequentemente avaliadas com a medição das cargas de pressão plantar, porque descarga de peso, elevando a carga de pressão local, são considerados como um importante fator de risco para ulceração. Neste caso, distribuições de cargas de pressão plantar vem sendo estudada com o objetivo de comparar descargas de peso na posição ortostática e durante a marcha com diversos objetivos, como para reduzir pontos de pressão em indivíduos diabéticos ou amenizar as calosidades, buscando assim, auxílios terapêuticos que visem melhorias através desta avaliação (2, 7).

O apoio adequado dos pés no solo, direciona o corpo a uma postura desejável e a uma adequada distribuição das cargas de pressão. Segundo Sacco et al. (12), a distribuição das cargas da pressão plantar pode ser afetada por vários fatores, em especial estruturas anatômicas do pé, deformidades e amplitude de movimento. Casselli et al. (34), encontraram pressão plantar aumentada na região de antepé somente em diabéticos com neuropatia grave, em comparação com diabéticos com neuropatia moderada e com não-neuropatas. Mudanças significativas de descarga de peso em componentes de antepé, também podem estar presentes em pacientes diabéticos sem neuropatia, sugerindo que outras modificações, independente da neuropatia periférica, pode ocorrer (12).

Nos diabéticos, as distribuições das cargas de pressões são ligeiramente aumentadas em ambas às regiões (retropé e antepé), (27) corroborando com os resultados do presente estudo, onde foi encontrada na região posterior (retropé) nas duas condições de posição diferença estatística intragrupo ( $p < 0,05$ ), no entanto após a intervenção fisioterapêutica, minimizou-se a distribuição de cargas nesta região plantar.

Essa diminuição das cargas plantares no retropé encontrada no estudo, é relevante, pois, o calcâneo é uma área com pico de descarga de peso mais elevado em idosos diabéticos (35), portanto com maior risco de desenvolvimento de úlceras plantares para esta população.

O calcanhar recebe a inervação sensitiva do nervo sural e sabe-se que esse nervo frequentemente é acometido primariamente pela DM, o que pode associar-se à maior frequência de insensibilidade protetora nesse locus plantar (27, 35)

Neste grupo de idosas diabéticas, o pé esquerdo apresentou diferença significativa na diminuição das cargas de pressão plantar para região anterior/antepé em condição (ST), ( $p=0,001$ ). Nossos resultados, corroboram com estudo de Tuna et al. (36), onde a pressão plantar revelou valores significativos ( $p=0,032$ ) de percentuais (%) em antepés esquerdos de pacientes diabéticos. Possivelmente a intervenção fisioterapêutica realizada no presente estudo, estimulou os pontos com maiores frequências de insensibilidade, bem como os pontos com maior distribuição de cargas plantar analisados pela baropodômetria. Com a evolução da sensibilidade tátil em diferentes regiões do pé esquerdo, conseqüentemente, existiu a harmonia na distribuição plantar do pé.

Em um estudo de Alfieri (2), após um programa de intervenção, encontrou-se uma diminuição da pressão plantar nos pés de idosos, não importando a condição visual, foi observado que a pressão plantar diminuiu quando foram avaliadas em apoio bipodal tanto com olhos abertos, quanto olhos fechados. O presente estudo vem ao encontro deste mencionado, pois, após a intervenção fisioterapêutica houve também uma diminuição da distribuição das cargas de pressão plantar. Possivelmente, estas voluntárias conseguiram reduzi-las pelas estimulações sensoriais realizadas e através das variadas técnicas, distribuir de forma mais homogênea a pressão plantar dos pés, onde contribuiu também para a melhora da sensibilidade tátil e alívio da dor local.

Estudos de Lord et al. (37) e Manfio et al. (38), afirmam que diminuição das cargas de pressão plantar está associada a melhora da dor e desconfortos dos pés e membros inferiores. Estes resultados apontam para a importância da intervenção fisioterapêutica que foi realizada no presente estudo, pois a dor avaliada em membros inferiores, obteve resultados significativos após a intervenção.

Considerando que as perdas sensoriais aumentam durante o envelhecimento, e podem dificultar os movimentos articulares, bem como diminuição sensorial, é possível intervir de uma forma específica para uma

estimulação proprioceptiva, onde possa-se inferir mais efetivamente sobre a distribuição das cargas plantares (9). Os resultados do presente estudo apresentaram uma melhor distribuição das cargas plantares quando foi avaliado ambos os pés, sabe-se que altas cargas plantares repercutem diretamente no estímulo sensorial cutâneo plantar.

Alfieri (2) em seu estudo, considerou que o aumento da área de contato na superfície plantar facilita o controle de movimentos, uma vez que o receptor sensorial da superfície plantar também aumenta. Nosso estudo não trabalhou com a variável da área de superfície plantar, porém estudos (2, 39) asseveram que essa área aumentada provavelmente beneficia a redistribuição da pressão plantar, pois sua concentração em áreas menores indica sobrecarga e, assim, tendência a picos de pressão plantar. Sabe-se que, o incremento da área de contato favorece melhor distribuição dos picos de pressão de contato. Altos picos de pressão sobre os pés e altas cargas de pressão em uma determinada região estão frequentemente relacionados a necessidade de atenção clínica devido ao efeito de causar lesões no tecido plantar.

O componente sensitivo em idosos diabéticos implica em perda gradual da sensibilidade, e sensação de dores em membros inferiores (16), favorecendo o aumento de quedas, déficit na estabilidade postural e consequentes fraturas nesta população. Diversos estudos (34, 39-41) têm sido realizados para avaliar a sensibilidade tátil através dos monofilamentos, pois, determinam os limites de percepção que possam causar danos aos pacientes diabéticos ou com perda da sensibilidade.

Idosos diabéticos, apresentam diminuição das sensibilidades tátil e térmica, principalmente nos calcanhares relacionado com a função muscular, especialmente nos músculos intrínsecos do pé, tibial anterior e tríceps sural (12). Sabe-se que, quanto maior a idade do sujeito, menor a sensibilidade tátil percebida no pé. Pelo próprio processo do envelhecimento, as pessoas da terceira idade apresentam diminuição da sensibilidade protetora, o que não está relacionado, necessariamente, com a neuropatia periférica, porém em idosos diabéticos a atenção para esta variável aumenta (34). Os autores apontam, que o tempo de diagnóstico da DM constitui fatores de risco para complicações referentes à doença (42). O que foi confirmado pelas análises deste estudo, é que as 21 idosas possuíram tempo da doença de  $8,66 \pm 4,49$  anos e não sentiram conscientemente o primeiro e segundo filamentos.

No presente estudo conforme ilustra a (Figura 1) a maioria das respostas para a sensibilidade tátil foi relatada para o monofilamento de número 3, referindo-se a 2,0g, que representa dificuldades quando discriminação de forma e temperatura, representado também perda da sensibilidade protetora (3).



Estudo apresentado por Sacco et al (12), também encontrou diminuição importante e significativa no grupo dos diabéticos, sendo a maioria das respostas para o monofilamento foi para o de (4,0g), este é mais vulnerável a lesões. Não foi o mesmo encontrado neste estudo, porém, mostrou que após a intervenção houve uma diminuição na interpretação do monofilamento conseqüentemente uma melhora da sensibilidade.

Uma análise da sensibilidade tátil, semelhante ao nosso estudo foi avaliada através do monofilamento de 10g em 12 pontos na superfície plantar bilateralmente, de idosas diabéticas (16). Foram avaliadas em um período inicial e após seis e 12 semanas de intervenção fisioterapêutica. Dos 12 pontos avaliados 15% das voluntárias sentiam todos os pontos examinados, após 6 semanas, esse índice elevou-se para 46% e após as 12 semanas 85%. Estes resultados também foram significativos após a intervenção ( $p < 0,05$ ), ressaltando-se a importância de estímulos sensoriais nestes sítios plantares.

Medidas terapêuticas, tem-se mostrado em diversos estudos (1, 2, 16, 17, 30) e sido avaliadas com aplicações de diversos programas de exercícios e estímulos em voluntários diabéticos, observando que parâmetros de equilíbrio postural, da pressão plantar e melhora proprioceptiva, podem ser otimizados por provável aumento das aferências periféricas, melhorando o controle postural, conseqüentemente reduzindo quedas e futuras complicações da DM.

O presente estudo também contemplou essas medidas com a proposta de intervenção realizada. Os resultados permitem concluir que através da intervenção fisioterapêutica, foram obtidas melhoras significativas nas variáveis analisadas.

## **Conclusão**

Os exercícios fisioterapêuticos realizados proporcionaram melhores condições de adaptação das distribuições das cargas plantares, alívio da dor e melhora da sensibilidade plantar. Os incrementos destas atividades para estas populações são relevantes, pois é através destas atividades que ocorre a manutenção de importantes perdas que ocorrem no processo de envelhecimento.

## Referências

1. Gomes AA, Sartor CD, João SMA, Sacco ICN, Bernik MMS. Efeitos da intervenção fisioterapêutica nas respostas sensoriais e funcionais de diabéticos neuropatas. *Fisioter Pesqui.* 2007;14(1):14-21.
2. Alfieri FM. Distribuição da pressão plantar em idosos após intervenção proprioceptiva. *Rev bras cineantropom desempenho hum.* 2008;10(2):137-42.
3. Da Silva Borges F, Cardoso HSG. Avaliação sensório-motora do tornozelo e pé entre idosos diabéticos e não diabéticos. *Rev Bras Geriatr Gerontol.* 2010.
4. Barros MdFA, Mendes JC, Nascimento J, Carvalho A. Impacto de intervenção fisioterapêutica na prevenção do pé diabético. *Fisioter mov.* 2012;25(4):747-57.
5. Lin S, Chen Y, Liao C, Chou C. Association between sensorimotor function and forward reach in patients with diabetes. *Gait & posture.* 2010;32(4):581-5.
6. Vinik A, Park T, Stansberry K, Pittenger G. Diabetic neuropathies. *Diabetologia.* 2000;43(8):957-73.
7. Amemiya A, Noguchi H, Oe M, Ohashi Y, Ueki K, Kadowaki T, et al. Elevated plantar pressure in diabetic patients and its relationship with their gait features. *Gait & posture.* 2014;40(3):408-14.
8. Perry SD, McIlroy WE, Maki BE. The role of plantar cutaneous mechanoreceptors in the control of compensatory stepping reactions evoked by unpredictable, multi-directional perturbation. *Bra Res.* 2000;877(2):401-6.
9. Speers R, Kuo A, Horak F. Contributions of altered sensation and feedback responses to changes in coordination of postural control due to aging. *Gait & posture.* 2002;16(1):20-30.
10. Mold JW, Vesely SK, Keyl BA, Schenk JB, Roberts M. The prevalence, predictors, and consequences of peripheral sensory neuropathy in older patients. *J Am Board Fam Pract.* 2004;17(5):309-18.
11. Alfieri FM, Teodori RM, Guirro RRJd. Estudo baropodométrico em idosos submetidos à intervenção fisioterapêutica. *Fisioter movi.* 2006;19(2):67-74.
12. Sacco IdCN, Sartor C, Gomes A, João S, Cronfli R. Avaliação das perdas sensório-motoras do pé e tornozelo decorrentes da neuropatia diabética. *Rev Bras Fisioter.* 2007;11(1):27-33.
13. Cenci DR, da Silva MD, Gomes ÉB, Pinheiro HA. Análise do equilíbrio em pacientes diabéticos por meio do sistema F-Scan e da Escala de Equilíbrio de Berg. *Fisioter mov.* 2013;26(1):55-61.
14. Raspovic A. Gait characteristics of people with diabetes-related peripheral neuropathy, with and without a history of ulceration. *Gait & posture.* 2013;38(4):723-8.
15. Perracini MR, Ramos LR. Fatores associados a quedas em uma coorte de idosos residentes na comunidade. *Rev Saude Públ.* 2002;36(6):709-16.
16. Santos A, Bertato F, Montebelo M, Guirro E. Efeito do treinamento proprioceptivo em mulheres diabéticas. *Rev Bras Fisioter.* 2008;12(3):183-7.
17. Pinheiro HA, Vilaça KHC, de Azevedo Carvalho G. Estabilidade postural, risco de quedas e medo de cair em idosos com neuropatia diabética que realizam exercícios terapêuticos. *Fisioter Pesqui.* 2014;21(2):127-32.
18. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psyc Res.* 1975;12(3):189-98.

19. Benedetti TB, Mazo GZ, Barros Md. Aplicação do Questionário Internacional de Atividades Físicas para avaliação do nível de atividades físicas de mulheres idosas: validade concorrente e reprodutibilidade teste-reteste. *Rev Bras Ciênc Mov.* 2004;12(1):25-34.
20. Michels MJ, Coral MHC, Sakae TM, Damas TB, Furlanetto LM. Questionário de atividades de autocuidado com o diabetes: tradução, adaptação e avaliação das propriedades psicométricas. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2010;54(7):644-51.
21. Moghtaderi A, Bakhshipour A, Rashidi H. Validation of Michigan neuropathy screening instrument for diabetic peripheral neuropathy. *Clin neurol and neuros.* 2006;108(5):477-81.
22. Alves E, Lima ZB, Seixlack MAdL, Bertolini GRF, Buzanello MR. Avaliação da pressão plantar em indivíduos com fascite plantar. *Saud Pesq.* 2009;1(3):277-81.
23. Nozabieli A, Martinelli AR, Mantovani AM, Faria C, Ferreira D, Fregonesi C. Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria. *Motri.* 2012;8(3):30-9.
24. Silva EC, Duarte NB, Arantes PMM. Estudo da relação entre o nível de atividade física e o risco de quedas em idosas. *Fisioter e Pesq.* 2011;18(1):23-30.
25. Sales KLdS, Souza LAd, Cardoso VS. Static balance in individuals with diabetic peripheral neuropathy. *Fisioter Pesq.* 2012;19(2):122-7.
26. Perkins BA, Olaleye D, Zinman B, Bril V. Simple screening tests for peripheral neuropathy in the diabetes clinic. *Diabetes care.* 2001;24(2):250-6.
27. Souza A, Nery C, Marciano L, Garbino JA. Avaliação da neuropatia periférica: correlação entre a sensibilidade cutânea dos pés, achados clínicos e eletroneuromiográficos. *Acta Fisiatr.* 2005;12(3):87-93.
28. Moreira RO, Amâncio A, Brum HR, Vasconcelos DL, Nascimento GF. Sintomas depressivos e qualidade de vida em pacientes diabéticos tipo 2 com polineuropatia distal diabética. *Arq Bras Endocrinol Metab.* 2009;53(9):1103-11.
29. Teodori RM, Guirro EdO, Santos RM. Distribuição da pressão plantar e localização do centro de força após intervenção pelo método de reeducação postural global: um estudo de caso. *Fisioter Mov.* 2005;18(1):27-35.
30. Silva P, Botelho PFFB, de Oliveira Guirro EC, Vaz MMO, de Abreu DCC. Long-term benefits of somatosensory training to improve balance of elderly with diabetes mellitus. *J of Body and Movem Ther.* 2014.
31. Sacco I, Amadio A. A study of biomechanical parameters in gait analysis and sensitive cronaxie of diabetic neuropathic patients. *Clin Biomec.* 2000;15(3):196-202.
32. Susan S. Adler DB, Math Buck. . PNF - Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva - Um Guia Ilustrado. 2º, editor2007.
33. Rahman MA, Aziz Z, Acharya UR, Ha TP, Kannathal N, Ng E, et al. Analysis of plantar pressure in diabetic type 2 subjects with and without neuropathy. *ITBM-RBM.* 2006;27(2):46-55.
34. Caselli A, Pham H, Giurini JM, Armstrong DG, Veves A. The forefoot-to-rearfoot plantar pressure ratio is increased in severe diabetic neuropathy and can predict foot ulceration. *Diabetes care.* 2002;25(6):1066-71.
35. Richardson J, Ching C, Hurvitz E. The relationship between electromyographically documented peripheral neuropathy and falls. *Journal of the American Geriatrics Society.* 1992;40(10):1008-12.

36. Tuna H, Birtane M, GÜLDİKEN S, Soysal NA, TAŞPINAR Ö, SÜT N, et al. The Effect of Disease Duration on Foot Plantar Pressure Values in Patients with Type 2 Diabetes Mellitus. *Turkiye Fiziksel Tip Ve Rehabilitasyon Dergisi*. 2014;60(3):231-5.
37. Lord M. Spatial resolution in plantar pressure measurement. *Med Eng Phys*. 1997;19(2):140-4.
38. Manfio E, Vilardi Jr N, Abrunhosa V, Furtado C, Souza L. Análise do comportamento da distribuição de pressão plantar em sujeitos normais. *Fisioter Bras*. 2001;2(3):157-68.
39. Mantovani AM, Martinelli AR, de Souza Fortaleza AC, Albuquerque DM, Ferreira CEPTF. Análise da pressão e área de superfície plantar em diabéticos neuropatas, que utilizam palmilha. *Arq. Ciênc. Saúde*. 2014; 21(4) 43-7.
40. Leonard DR, Farooqi MH, Myers S. Restoration of Sensation, Reduced Pain, and Improved Balance in Subjects With Diabetic Peripheral Neuropathy A double-blind, randomized, placebo-controlled study with monochromatic near-infrared treatment. *Diabetes Care*. 2004;27(1):168-72.
41. Kamei N, Yamane K, Nakanishi S, Yamashita Y, Tamura T, Ohshita K, et al. Effectiveness of Semmes–Weinstein monofilament examination for diabetic peripheral neuropathy screening. *J Diabet Complications*. 2005;19(1):47-53.
42. Santos VPd, Silveira DRd, Caffaro RA. Risk factors for primary major amputation in diabetic patients. *Sao Paulo Medical Journal*. 2006;124(2):66-70.

## Conclusão Geral

A diabetes mellitus (DM) é considerada como uma doença crônica de alta relevância, dada a ampla magnitude, elevada morbimortalidade e difícil controle. Exige envolvimento contínuo de profissionais, pacientes e familiares, além de acompanhamento sistematizado com enfoque de vários aspectos da assistência à saúde. Nesse contexto, destaca-se a DM, com suas especificidades e peculiaridades que fazem do paciente idoso o principal responsável pelo manejo da doença, por meio das atividades de autocuidado. Suas complicações a longo prazo interferem no sistema sensorial e autonômico, podendo interromper importantes aferências e eferências de extremidades, que são fontes responsáveis para o controle motor desta população. Sabe-se que os sistemas sensoriais são os receptores que têm importantes funções de discriminar informações temporais, espaciais e sobre a pressão de contato nos pés.

Com a diminuição da sensibilidade e aumento de descargas de pressão plantar, reconhece-se que pode ocasionar importantes alterações na biomecânica do pé, envolvendo fâscias musculares e articulações, muitas vezes estas alterações são responsáveis por ocasionar úlceras e dores em membros inferiores, bem como, alterações da marcha e do equilíbrio postural.

Os resultados do presente estudo, permitiram concluir que a intervenção fisioterapêutica realizada, proporcionou melhores condições de qualidade de vida para as idosas diabéticas. Dentre as variáveis investigadas que foram, equilíbrio postural, sensibilidade plantar e dorsal, distribuição das cargas de pressão plantar e dor em membros inferiores. Para o equilíbrio postural para as duas condições de apoio Romberg e Semi-Tandem, não foram observadas diferenças significativas antes e após a intervenção fisioterapêutica intragrupo, tampouco entre grupos, para todas as variáveis investigadas (COPap, COPml, Área de elipse, COPVel, COPVelap e COPVelml). A literatura apresenta uma instabilidade em ambas as condições de apoio, estas, podem refletir ao fato da população ser idosa e apresentar uma doença crônica, que apresenta déficits nas informações proprioceptivas, pelo sistema sensorio motor gerando conseqüentemente, um maior grau de instabilidade postural. Podendo resultar de uma ausência no repertório de respostas, não obtendo na maioria das vezes melhora na condição de equilíbrio postural.

No Artigo 2, ao analisar a distribuição das cargas de pressão plantar, em diferentes condições de posição (Romberg e Semi-Tandem) para ambos os pés e pés separados (direito e esquerdo) foi encontrada, diferença estatística intragupo no GE e entre os grupos. Sustenta-se que a intervenção realizada propiciou melhores condições nas aferências somatossensoriais, as quais, são importantes para prevenir áreas dolorosas e possíveis ulcerações. Quando avaliada a dor, ocorreram importantes auto-relatos das idosas, referindo-se a sensações de membros inferiores mais leves e com mais facilidades da marcha e velocidade dos membros inferiores. Nota-se que a dor no presente estudo também apresentou diferença significativa. Estudos preliminares, mostraram que a intervenção da fisioterapia em indivíduos idosos e diabéticos é eficaz na atenuação de alguns sintomas, como dormência, formigamento, queimação, alívio de dores, além de contribuir para a mobilidade e prevenção de limitações de função muscular, melhora na estabilidade postural e força.

O envolvimento aferente e eferente na avaliação sensitiva deve ser investigado em detalhes para que uma afirmação mais precisa possa ser feita em relação às contribuições sensoriais e motoras. Finalmente, espera-se que os resultados do presente estudo, venham também influenciar estudos futuros sobre a relação entre as mudanças no desempenho de controle postural, distribuição das cargas de pressão plantar, sensibilidade e dor em idosos diabéticos e a grande incidência de quedas nessa população.