



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA**

**ANA JÚLIA GILES COSTA PAULINO**

**Efeito de um protocolo fisioterapêutico na melhora do equilíbrio, pressão plantar e sensibilidade dos pés como prevenção do pé diabético em pacientes com diabetes *mellitus* tipo 2: Série de casos**

Effect of a Physiotherapeutic Protocol on Improving Balance, Plantar Pressure, and Sensory Function of the Feet as Prevention of Diabetic Foot in Patients with Diabetes *Mellitus* Type 2: A Case Series

**RECIFE**

**2024**

## RESUMO

O diabetes *mellitus* é uma das doenças crônicas mais prevalentes na atualidade, com uma incidência crescente a cada ano. A complicação mais comum associada ao diabetes é a neuropatia diabética, que causa alterações sensitivas e motoras, aumentando a vulnerabilidade dos diabéticos a fatores de risco que predisõem ao pé diabético. **Objetivos:** investigar os efeitos de um protocolo sensório-motor na prevenção do pé diabético em pacientes com diabetes tipo 2, focando em variáveis como equilíbrio, pressão plantar e sensibilidade plantar. **Métodos:** O estudo é uma série de casos com amostra por conveniência não probabilística, e envolveu 6 voluntários diabéticos que realizaram 16 sessões de exercícios sensório-motores. **Resultados:** a faixa etária média dos participantes foi de 68,5 anos. Houve melhora significativa nas variáveis de centro de pressão (COP) com olhos abertos ( $p < 0,001$ ), teste Timed Up and Go (TUG) ( $p < 0,001$ ) e pressão máxima plantar no pé esquerdo ( $p < 0,001$ ), além da melhora significativa (menor que  $p < 0,005$ ) dos domínios do questionário de qualidade de vida (SF-36). **Conclusão:** Sugere-se que há efeitos positivos da fisioterapia nas variáveis exploradas, embora não tenha sido observada diferença significativa na sensibilidade plantar.

**Palavras-chave:** Diabetes Mellitus; pé diabético; fisioterapia; equilíbrio; pressão plantar; sensibilidade plantar;

## ABSTRACT

Diabetes *mellitus* is one of the most prevalent chronic diseases today, with increasing incidence each year. The most common complication associated with diabetes is diabetic neuropathy, which causes sensory and motor alterations, increasing diabetics' vulnerability to risk factors that predisposes to the diabetic foot. **Objectives:** Investigate the effects of a sensory-motor protocol in preventing diabetic foot in patients with type 2 diabetes, focusing on variables such as balance, plantar pressure, and plantar sensitivity. **Methods:** The study is a case series with a non-probabilistic convenience sample, involving 6 diabetic volunteers who underwent 16 sessions of sensory-motor exercises. **Results:** The average age of participants was 68.5 years. Significant improvements were observed in the center of pressure (COP) with eyes open ( $p<0.001$ ), Timed Up and Go (TUG) test ( $p<0.001$ ), and maximum plantar pressure in the left foot ( $p<0.001$ ), as well as significant improvements ( $p<0.005$ ) in the quality of life questionnaire domains (SF-36). **Conclusion:** It is suggested that there are positive effects of physiotherapy on the explored variables, although no significant difference in plantar sensitivity was observed.

Keywords: Diabetes *Mellitus*; diabetic foot; physiotherapy; balance; plantar pressure; plantar sensitivity;

## INTRODUÇÃO

O Diabetes *Mellitus* (DM) é uma doença crônica e metabólica, dividida majoritariamente entre dois tipos. O tipo 1 é congênito e insulino dependente, resultado da destruição das células beta pancreáticas por anticorpos autoimunes. O tipo 2, onde o indivíduo torna-se resistente à insulina, é o mais prevalente e ocorre em 90% dos casos dos pacientes diagnosticados com DM<sup>1</sup>. A doença se mostra cada vez mais prevalente, com estimativas do Atlas de diabetes da Federação Internacional de Diabetes (IDF) de 415 milhões de pessoas com diabetes em todo o mundo no ano de 2015<sup>2</sup>, já em 2021, ultrapassaram meio bilhão de pessoas, com 537 milhões diagnosticadas<sup>3</sup>. O Ministério da Saúde associa esse crescimento a questões como o envelhecimento da população, aumento da obesidade, hábitos alimentares e estilos de vida inadequados<sup>4</sup>.

No ranking mundial, o Brasil ocupa o sexto lugar em número de pessoas com diabetes *mellitus*<sup>3</sup>, sendo 1 em cada 10 adultos brasileiros afetados pela doença. Desses, 32% não têm conhecimento de seu diagnóstico. Essa situação não apenas aumenta a vulnerabilidade dos indivíduos e o risco de complicações secundárias associadas ao diabetes não tratado, como também sobrecarrega o sistema de saúde<sup>3</sup>. Entre as complicações, a neuropatia diabética é a mais prevalente no diabetes<sup>4</sup>, caracterizada pela perda progressiva de fibras nervosas finas, grossas ou ambas, e que resultam em alterações sensitivas e motoras. Provoca a diminuição da sensibilidade dolorosa, térmica, proprioceptiva e tátil, já na parte motora pode ocorrer atrofia de músculos intrínsecos do pé. A partir disso, podem ocorrer deformidades e redução dos movimentos, aumento de pressão plantar e anormalidades da marcha<sup>5</sup>. Essas características também impactam no equilíbrio, podendo acarretar num aumento da predisposição à quedas nesses indivíduos<sup>6</sup>.

Dessa forma, os pés de pessoas com DM se tornam especialmente frágeis, pois a perda do controle muscular favorece o aparecimento de deformidades, que ocorrem pelas fricções e alterações na distribuição dos apoios dos pés durante a caminhada<sup>7</sup>. Devido a isso, determinados pontos são predispostos a agressões que, se não forem interrompidas a tempo, podem ser fatais<sup>7</sup>. A morbimortalidade relacionada ao diabetes é antecedida pelas úlceras que caracterizam o pé diabético, e que podem culminar na amputação de membros inferiores. Segundo o Consenso Internacional sobre Pé Diabético (2001)<sup>8</sup>, 40 a 70% de todas as amputações das extremidades inferiores estão relacionadas ao DM, onde 85% das delas são precedidas de úlceras. Como definição, a afecção do pé diabético é a

presença de infecção, ulceração e/ou destruição de tecidos profundos associados a anormalidades neurológicas e a doença vascular periférica, em pessoas com diabetes.<sup>8</sup>

A atuação do fisioterapeuta nesse contexto abrange a educação em saúde, contribuindo para a prevenção ao promover conhecimento e autocuidado, além da realização de avaliações que monitoram as condições dos membros inferiores<sup>9</sup>. A fisioterapia utiliza exercícios focados na mobilidade, fortalecimento e treinos funcionais com o objetivo de modificar fatores de risco para úlceras, particularmente no pé diabético<sup>10</sup>. As intervenções fisioterapêuticas, incluindo as sensório-motoras, desempenham um papel crucial na retardação do desenvolvimento de complicações associadas ao pé diabético, como a neuropatia diabética<sup>11</sup>, promovendo assim maior independência e qualidade de vida para os pacientes.

O objetivo deste estudo foi desenvolver um protocolo fisioterápico sensório-motor voltado para a prevenção do pé diabético, com foco específico no equilíbrio, pressão plantar e sensibilidade em pacientes com diabetes *mellitus* tipo 2. Este protocolo visa prevenir a instalação de deformidades ao melhorar o equilíbrio, a propriocepção, o tônus e o trofismo muscular, reduzindo assim o risco de úlceras e, conseqüentemente, de amputações.

## **METODOLOGIA DA PESQUISA**

### **Amostra do Estudo**

O estudo se trata de uma série de casos, com uma amostra não probabilística do tipo por conveniência. Todos os participantes possuíam diagnóstico médico de diabetes *mellitus* tipo 2 há mais de 5 anos, tendo acima de 18 anos. Os indivíduos foram encaminhados a partir do Hospital das Clínicas, Clínica Escola de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, busca ativa através de redes sociais e indicações. Participaram da intervenção 6 indivíduos, 4 do sexo feminino e 2 de sexo masculino, com idade média de 68,5 anos.

Entre os critérios de exclusão estão voluntários que apresentem ulcerações ou o pé diabético, pacientes com trombose venosa profunda aguda, arteriopatia crônica obstrutiva ou hipertensão descompensada persistente ( $\geq 180 \times 110$  mmHg). Foram excluídas também pessoas gestantes, pessoas praticantes de exercícios físicos secundários durante o programa de treinamento, com glicemia capilar elevada ( $\geq 300$  mg/dL) ou hipoglicêmicos

( $\leq 70$  mg/dl), com dificuldade de locomoção ou com assiduidade inferior a 75% das sessões agendadas.

### **Coleta de Dados**

A pesquisa seguiu os procedimentos padrões do comitê de ética, tendo a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Pernambuco, sob o parecer N° 6.702.052, CAAE nº 77159024.5.0000.5208. Os pacientes dentro dos critérios de inclusão que concordaram em assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido prosseguiram com as avaliações.

Foram realizadas coleta de dados sociodemográficos elaborados pelos pesquisadores e do questionário *The Medical Outcome Study Short Form-36 Health Survey, SF-36* (Anexo B), utilizado para avaliação da qualidade de vida. Ele é composto por 36 questões, agrupadas em 8 domínios: capacidade funcional, aspectos físicos, dor, estado geral de saúde, vitalidade, aspectos sociais, emocionais e saúde mental. Os escores de cada domínio foram pontuados de zero a cem, onde pontuações mais altas indicam um melhor estado de saúde<sup>12</sup>.

A capacidade funcional, ou a eficiência em corresponder às demandas físicas necessárias para cumprir atividades, básicas ou complexas, de forma independente<sup>13</sup> foi medida através do teste *Timed Up and Go*, também conhecido como teste de levantar-se e andar ou TUG, o qual consiste num instrumento de fácil aplicação utilizado para a avaliação da mobilidade básica<sup>14</sup>. O indivíduo se levanta de uma cadeira sem braços, caminha 3 metros até um poste marcado, girar 180 graus, voltar para a cadeira e sentar sem apoio. A cadeira a utilizar tem uma altura de assento de 45 cm. Sugere-se que, quanto maior o tempo de realização, maior a possível dificuldade de equilíbrio dinâmico e em atividades cotidianas, indicando possibilidade de comprometimento funcional<sup>15</sup>. O teste foi realizado três vezes com intervalos de 30 segundos e o resultado considerado foi a média de execução cronometrada por um cronômetro (Oregon Scientific, Portland, OR, EUA, modelo SL-210).

Para as medidas de pressão plantar máxima (PPM)(kPa) e equilíbrio estático foi utilizada a Plataforma Modular Baropodométrica *MPS Biomech*® (LorAn Engineering, Bolonha, Itália) com aquisição de 50–100 Hz e compatível com o software *Studio BIOMECH*® (grupo Letsense). A plataforma foi calibrada com a altura, massa corporal e tamanho dos sapatos de cada indivíduo. Os pacientes foram orientados a manter a posição ortostática sobre a plataforma, com olhar horizontal, por 30 segundos. Para análise do

equilíbrio estático, a estabilometria foi utilizada de modo a captar a oscilação do centro de pressão (COP)(mm), onde a distância total de COP se refere à oscilação de ambos os eixos médio-lateral e ântero-posterior. Acredita-se que maiores distâncias significam menor estabilidade postural<sup>16</sup>.

A sensibilidade plantar das extremidades inferiores foi mensurada com o monofilamento de 10 gramas (*Semmes-Weinstein*), considerado padrão-ouro pela literatura para diagnóstico de neuropatia. O monofilamento foi aplicado em 11 pontos em cada pé, especificamente na região plantar do primeiro, terceiro e quinto pododáctilos, assim como na cabeça de seus respectivos metatarsos, além do arco plantar medialmente, lateralmente e centralmente ao calcanhar<sup>17</sup>. O paciente, com olhos fechados, foi instruído a se manifestar ao sentir o toque, anteriormente demonstrado num membro superior dentro de seu campo de visão. Cada ponto recebeu três aplicações, estando alterado o ponto com duas ou mais respostas incorretas<sup>18</sup>. Quando o paciente não refere sensação à aplicação do monofilamento de 10 gramas, o ponto é classificado com perda de sensibilidade protetora<sup>19</sup>. A sensibilidade dolorosa foi mensurada através de um pino, aplicado sobre os mesmos pontos.

### **Intervenções**

Foram realizados exercícios sensório-motores com duração de 30 minutos por sessão, duas vezes por semana durante 8 semanas, totalizando 16 sessões. Os indivíduos eram acompanhados por estudantes de fisioterapia na realização do protocolo. As sessões eram organizadas em 5 minutos para alongamentos para membros inferiores (quadríceps, isquiotibiais e iliopsoas), 5 minutos de aquecimento aeróbico utilizando a bicicleta ergométrica ou esteira, onde objetivava-se manter entre 60 a 80% da frequência cardíaca máxima do paciente, obtida a partir da equação de estimativa (220 - idade) e monitorada com uso do oxímetro de pulso portátil G-Tech. Em seguida, 10 minutos de exercícios específicos para a musculatura intrínseca dos pés. Entre eles, as atividades de preensão plantar de toalhas e pequenos objetos, que deveriam ser transportados a um recipiente próximo dentro de um tempo determinado, além do estímulo exteroceptivo com diferentes bolas proprioceptivas.

O treino de equilíbrio foi realizado por 10 minutos, abrangendo posturas dinâmicas e estáticas. Inicialmente, os exercícios foram executados com os olhos abertos e sobre uma

superfície firme, evoluindo gradualmente para superfícies instáveis e a remoção dos estímulos visuais, conforme a capacidade dos pacientes. Além disso, foram empregadas técnicas de facilitação neuromuscular proprioceptiva (FNP) para trabalhar o equilíbrio<sup>20-21</sup> que incluíram o uso de resistência, pressão manual e estímulos verbais<sup>22</sup>. Durante esses exercícios, os pacientes foram posicionados em frente a um espelho e realizaram exercícios de reversão de estabilização, com a base de sustentação reduzida, ou seja, os pés próximos um do outro, para aumentar a dificuldade da manutenção postural. Também foram incluídos treinos de marcha em tandem, com um pé diretamente à frente do outro sobre diferentes superfícies, e exercícios unipodais com alcance dos membros inferiores.

### **Análise Estatística**

A análise dos dados foi realizada utilizando medidas de média e desvio padrão, com a aplicação de intervalos de confiança para variáveis descritivas. Variáveis dicotômicas foram analisadas por meio de frequências e porcentagens, enquanto as variáveis quantitativas foram avaliadas com o Teste de *Wilcoxon* para comparações entre as avaliações pré e pós-intervenção. Um nível de significância de 95% ( $p < 0,05$ ) foi adotado para todas as análises. As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 20.0.

## **RESULTADOS**

Entre os 6 pacientes do estudo, todos eram idosos de 62 anos ou mais, com faixa-etária média de  $68,5 \pm 3,61$  e índice de massa corporal (IMC) médio de 29,3. Metade deles tiveram diagnóstico de diabetes *mellitus* do tipo 2 de 5 a 10 anos, enquanto a outra metade possuía o diagnóstico há 10 anos ou mais, com 83% (5) deles apresentando calosidades ou fissuras na região do calcâneo, 66,7% (4) sem alterações no reflexo do aquileu, e 16,7 (1) relatando formigamento ou dores nos pés.

Houve diferença significativa nos oito domínios do questionário SF-36, sendo a menor diferença nos domínios de aspectos físicos, aspectos emocionais, e saúde mental (0,025, 0,025 e 0,017, respectivamente), como pode ser visto na Tabela 1.

A partir da variável Centro de Pressão (COP) da baropodometria, verificou-se uma média e desvio padrão de  $29,7 \pm 11,1$  (mm) antes da intervenção e  $28,3 \pm 12,6$  (mm) após ela, para o COP mensurado com olhos abertos (OA). Enquanto para o COP avaliado com olhos

fechados (OF) foram de  $31,2 \pm 18,4$  (mm) antes e  $35,00 \pm 17,1$  (mm) depois. Os resultados mostraram diferença significativa, com o valor de  $p$  sendo  $<0,001$  tanto para medidas de COP OA quanto para o COP OF. Houve diminuição da média de oscilações com olhos abertos ( $p < 0,001$ ). Quanto ao COP OF, a média aumentou, constando uma diminuição do equilíbrio estático (Tabela 02).

Os resultados referentes ao TUG tiveram uma queda com diferenças significativas, com o valor de  $p < 0,0001$ . As pressões plantares máximas avaliadas também apresentaram diferenças significativas, com o pé direito tendo uma maior diferença na avaliação realizada com olhos abertos em relação às outras. Houve, no entanto, aumento nas médias de pressão máxima nos pés direitos em ambas as reavaliações com olhos abertos e fechados. (Tabela 03)

As pressões máximas tiveram as médias diminuídas após a intervenção no pé esquerdo, tanto com olhos abertos (OA) quanto com olhos fechados (OF). No entanto, o mesmo não aconteceu com as médias dos pés direitos, que aumentaram OA e OF. Todos os resultados com diferenças significativas de  $p < 0,001$ . (Tabela 03)

Com relação à sensibilidade plantar, somou-se os resultados de cada ponto onde não houve sensibilidade plantar e após isso, foi realizada a média e desvio padrão e comparado antes e após a intervenção, com o intuito de verificar se houve queda nos números de pontos onde não houve sensação dolorosa ou protetora. Dessa forma, houve diminuição da média de pontos com ausência de sensibilidade, tanto protetora quanto plantar. No entanto, a análise não demonstrou melhora significativa na comparação pré e pós intervenção nas variáveis para ambos os pés, onde o mais próximo de significância foi  $p < 0,083$ , como é visível na tabela 04.

Após 16 sessões com o protocolo sensório motor serem realizadas, houve melhora em questões de qualidade de vida, capacidade funcional no que se refere ao equilíbrio dinâmico e pressões máximas num dos pés. A sensibilidade protetora não obteve melhora significativa, embora as médias de ausência de sensibilidade entre os pacientes tenham melhorado com olhos abertos.

## **DISCUSSÃO**

Vários estudos vêm sendo realizados no mundo com o intuito de diminuir as consequências do diabetes *mellitus*, entre essas, as graves alterações que acometem os pés

destes indivíduos, que poderiam terminar em amputações. Entretanto, a eficácia dos diversos tratamentos propostos ainda não foi de todo demonstrada, havendo a necessidade de novas alternativas para a prevenção e tratamento destes pacientes. Nosso trabalho reforça a importância da aplicação de um protocolo direcionado para os pés destes indivíduos através de exercícios sensório-motores direcionados às variantes que aparecem alteradas com o curso da doença, tais como a pressão plantar, alterações de sensibilidade e equilíbrio estáticos, fatores que implicarão na qualidade de vida das pessoas portadoras de diabetes. Além disso, essas intervenções atuarão na prevenção dos fatores de risco associados ao desenvolvimento do pé diabético.

Após a intervenção, observou-se uma melhora significativa nas respostas do SF-36, com  $p < 0,005$  em todos os domínios. Num ensaio clínico com intervenções que buscavam melhorar a estabilidade postural em pacientes com DM e neuropatia periférica, foi utilizado o questionário de forma modificada (SF-12) e não identificaram diferenças significativas entre grupos, exceto no domínio de saúde mental, com diferença positiva à favor do grupo intervenção<sup>23</sup>. Em nosso estudo, o estado geral de saúde apresentou a menor média, 52,5, ainda superior ao escore médio esperado de 50 para o SF-36<sup>24</sup>. Por outro lado, o domínio de aspectos físicos obteve a maior média, com todos os seis pacientes atingindo o escore máximo de 100, superando a média de 58,37 observada em outro estudo<sup>25</sup>. Esses resultados indicam que a intervenção teve efeitos positivos nos domínios avaliados, promovendo uma melhoria na qualidade de vida.

Em relação ao COP, houve uma diminuição significativa na média de oscilação dos pacientes com os olhos abertos, enquanto a média aumentou com os olhos fechados. Essas diferenças foram estatisticamente significativas. Sabe-se da contribuição do sistema visual para a manutenção do equilíbrio e de um controle postural aperfeiçoado, podendo ser vista em indivíduos com anomalias de sistemas como o vestibular<sup>26</sup>. Devido a isso, as mensurações de COPs maiores em situações sem estímulos visuais são bem documentadas, corroboradas pela literatura<sup>27-28</sup>. Um dos estudos também registrou aumento dos COPs em pacientes idosos com diabetes tipo 2 ao realizar a avaliação com os olhos fechados. Jiang et al. (2022)<sup>28</sup> observaram resultados semelhantes, com COPs mais altos em pacientes com diabetes *mellitus*, independentemente da presença de neuropatia diabética. No entanto, esses estudos não mostraram piora significativa na reavaliação com olhos fechados.

Na capacidade funcional, observou-se uma queda significativa na média do tempo do

TUG test. Inicialmente, a média era superior a 11,3 segundos, o que é considerado por Bischoff et al.<sup>29</sup> como indicativo de independência parcial. Posteriormente, essa média caiu para 10,8 segundos, com uma diferença significativa ( $p < 0,001$ ). Outros estudos ressaltam a importância da independência funcional para indivíduos idosos, como os participantes da nossa amostra, pois ela está associada à redução do risco de quedas e da morbimortalidade relacionada.

Sabe-se que a população idosa sofre uma diminuição progressiva do equilíbrio, atribuída a comprometimentos nos sistemas vestibular, visual e proprioceptivo, os quais são essenciais para a manutenção da estabilidade postural<sup>30</sup>. A presença do diabetes, agrava os riscos dessa perda de equilíbrio, principalmente através da neuropatia periférica, que frequentemente precede o desenvolvimento do pé diabético. A neuropatia periférica provoca alterações significativas à sensibilidade e funções motoras, impactando num pior desempenho de membros inferiores e comprometendo o equilíbrio<sup>5-31</sup>. De acordo com Silva et al<sup>30</sup>, a participação de idosos em programas de exercícios que induzem desequilíbrio e fornecem uma alta quantidade de informações proprioceptivas, o que induz a melhora das habilidades necessárias para situações desafiadoras. Isso pois tais exercícios são projetados para estimular os sistemas sensoriais e motores, ajudando a compensar as deficiências associadas ao envelhecimento e ao diabetes, e, conseqüentemente, contribuindo para a melhoria do equilíbrio e redução do risco de quedas.

Além disso, alterações nas funções motoras podem levar ao aumento de pressão plantar desses pacientes<sup>5-33</sup>. Estudos anteriores corroboram que a neuropatia sensorial e as altas pressões plantares são fatores significativos para a degradação tecidual. Regiões como cabeça dos metatarsos ou o calcanhar, que são sujeitas à maior pressão, têm maior probabilidade de desenvolver úlceras, o que pode causar infecções e até amputações<sup>33-34</sup>.

Nesse contexto, trabalhar com exercícios objetivando a diminuição das pressões plantares máximas (PPMs) é uma estratégia eficaz contra o pé diabético. É particularmente benéfico ao prevenir a primeira ulceração, uma vez que pacientes com úlceras anteriores têm um risco elevado de recorrência ulcerativa<sup>33</sup>. Neste estudo, observou-se uma redução significativa nas médias de PPM apenas nos pés esquerdos durante as avaliações OA e OF, enquanto os pés direitos apresentaram médias mais elevadas em ambas as avaliações. Em contraste, um estudo realizado com uma população semelhante, idosas com diabetes *mellitus* tipo 2, mostrou diferenças significativas em ambos os pés na região do retropé em

ambos os pés após a intervenção sensório motora, além de deslizamentos em membros inferiores e fortalecimento muscular por meio de técnicas de Facilitação Neuromuscular Proprioceptiva (FNP)<sup>35</sup>. No entanto, um ensaio clínico com indivíduos a partir de 45 anos não encontrou diferenças significativas quanto às pressões plantares após a intervenção proprioceptiva<sup>36</sup>.

O monofilamento de 10g é amplamente reconhecido como o padrão ideal para avaliar a sensibilidade protetora e prever o risco de lesão plantar<sup>37</sup>. Manter níveis normais de sensibilidade é crucial para pacientes diabéticos, especialmente para aqueles com diagnóstico prolongado de diabetes *mellitus*, como os participantes deste estudo. No entanto, observou-se uma baixa média de alteração nos pontos de sensibilidade e nenhuma diferença significativa após a intervenção sensório motora. Essa falta de alteração significativa pode estar relacionada aos baixos níveis iniciais de alteração sensitiva entre os participantes do estudo. Além disso, um estudo conduzido com idosas diabéticas e intervenções proprioceptivas também não relatou melhorias significativas no grupo experimental<sup>35</sup>. Em contraste, um estudo com adultos a partir dos 45 anos, que implementou um programa de fortalecimento e estímulos manuais, demonstrou uma diferença significativa na variável de sensibilidade, favorecendo as intervenções<sup>36</sup>.

Embora o estudo tenha apresentado, em sua maioria, resultados significativos e positivos, existem entre suas limitações o número reduzido de voluntários e a curta duração do protocolo, que foi de apenas oito semanas. Essas limitações podem ter impactado os resultados obtidos.

## CONCLUSÃO

Os resultados do presente estudo indicam efeitos positivos significativos de um protocolo de fisioterapia com treino de equilíbrio, exercícios direcionados aos pés e estímulos exteroceptivos para o aumento da qualidade de vida, capacidade funcional, equilíbrio e nas pressões plantares máximas dos pacientes portadores de diabetes tipo 2. No entanto, quanto à sensibilidade plantar, não encontramos mudanças significativas neste parâmetro recomenda-se a realização de estudos com amostras maiores, para verificar ou não os efeitos da intervenção na sensibilidade plantar.

## REFERÊNCIAS

1. GOIS, et al. Physiopathology of healing in patients with diabetes mellitus. *Brazilian Journal of Health Review*, Curitiba, v.4, n.4, p.14438-14452 jul./aug.2021
2. International Diabetes Federation. *Diabetes atlas*. 7th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2015. Available from: <https://www.sbd.org.br/atlas-do-diabetes-2015-idf-7a-edicao-sociedade-brasileira-de-diabetes>
3. International Diabetes Federation. *Diabetes atlas*. 10th ed. Brussels: International Diabetes Federation; 2021. Available from: <https://diabetesatlas.org>
4. Ministério da Saúde. *Diabetes Mellitus*. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. *Cadernos de Atenção Básica*, n.º 16 2006; Série A. Normas e Manuais Técnicos Brasília, DF.
5. Silva Júnior WS, Fioretti A, Vancea D, Macedo C, Zagury R, Bertoluci M. *Atividade física e exercício no pré-diabetes e DM2*. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes (2021). DOI: 10.29327/557753.2022-8, ISBN: 978-85-5722-906-8.
6. Diretriz Oficial da Sociedade Brasileira de Diabetes. 2022. DOI: 10.29327/557753.2022-8. ISBN: 978-65-5941-622-6.
7. Xavier D, Ferreira MA, Fernandes A, et al. Estratégias de reabilitação fisioterapêutica em pacientes com neuropatia diabética: uma revisão sistemática. *Rev Sustinere*. 2021;9:270-83. Available from: <https://doi.org/10.12957/sustinere.2021.45639>. Accessed: 26 Jul 2024.
8. Magno L, Santos M, Silva C, et al. Fisioterapia convencional versus conceito Balance sobre alterações sensório-motoras da neuropatia diabética. *Pará Res Med J*. 2017;1(1). DOI: 10.4322/prmj.2017.0041/9.
9. Mustapa A, Justine M, Mohd Mustafah N, Jamil N, Manaf H. Postural control and gait performance in diabetic peripheral neuropathy: a systematic review. *Biomed Res Int*. 2016;2016:9305025.
10. Consenso Internacional sobre Pé Diabético. Brasília: Secretaria de Estado de

- Saúde; Grupo de Trabalho Internacional sobre Pé Diabético; 2001. 100 p.
11. Silva Júnior WS, Fioretti A, Vancea D, Macedo C, Zagury R, Bertoluci M. Atividade física e exercício no pré-diabetes e DM2.
  12. Abreu CO. Modalidades fisioterapêuticas utilizadas em pacientes portadores de neuropatia diabética. Monografia, Graduação em Fisioterapia; Faculdade de Educação e Meio Ambiente – FAEMA, Ariquemes; 2018.
  13. Laguardia J, Silva M, Reis J, et al. Dados normativos brasileiros do questionário Short Form-36 versão 2. Rev Bras Epidemiol. 2013. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1415-790X2013000400009>.
  14. Camara FM, Gerez AG, Miranda ML, Velardi M. Capacidade funcional do idoso: formas de avaliação e tendências. Acta Fisiatr. 2008;15(4):249-56. DOI: 10.11606/issn.2317-0190.v15i4a103005.
  15. Shimada H, Park H, Kobayashi H, et al. Predictive validity of the classification schema for functional mobility tests in instrumental activities of daily living decline among older adults. Arch Phys Med Rehabil. 2010;91(2):241-6.
  16. Steffen TM, Hacker TA, Mollinger L. Age- and gender-related test performance in community-dwelling elderly people: Six-Minute Walk Test, Berg Balance Scale, Timed Up & Go Test, and gait speeds. Phys Ther. 2002;82(2):128-37.
  17. Rhea CK, Kiefer AW, Haran FJ, Glass SM, Warren WH. A new measure of the CoP trajectory in postural sway: dynamics of heading change. Med Eng Phys. 2014;36:1473-9.
  18. Nozabiel AJ, Silva A, Gonçalves J, et al. Análise do equilíbrio postural de indivíduos diabéticos por meio de baropodometria. Motricidade. 2012;8(3):30-9. DOI: 10.6063/motricidade.8(3).1154.
  19. Grupo de Trabalho Internacional sobre Pé Diabético. Diretrizes práticas: abordagem e prevenção do pé diabético. Brasília: Secretaria de Estado de Saúde do Distrito Federal; 2001.
  20. Von Prince K, Butler B Jr. Measuring sensory function of the hand in peripheral nerve injuries. Am J Occup Ther. 1967;21(6):385-95.
  21. Silva I, Lopes J, Santana F, et al. Efeito de um protocolo de Facilitação

- Neuromuscular Proprioceptiva (FNP) no equilíbrio postural de idosas. *Fisioter Pesq.* 2017;24(1):1-7. DOI: 10.1590/1809-2950/16636724012017.
22. Grewal GS, Schwenk M, Lee-Eng J, Parvaneh S, Bharara M, Menzies RA, et al. Treinamento de equilíbrio interativo baseado em sensor com feedback visual do movimento articular para melhorar a estabilidade postural em diabéticos com neuropatia periférica: um ensaio clínico randomizado controlado. *Gerontologia.* 2015;61(6):567-74.
23. Santos TS, Almeida RM, Costa TS, Lima S, Ribeiro J. Correlação do equilíbrio e qualidade de vida de idosos de um centro social em Belém-PA. *Rev Bras Cienc Saude.* 2021;25(2):341-8. DOI: 10.22478/ufpb.2317-6032.2021v25n2.55938
24. Amancio MRD, Castro TV, Carizo BG, Joviliano RD. Evaluation of quality of life in older group of coexistence. *Rev Fafibe On-Line.* 2015;8(1):404-15.
25. Ribeiro T. Estudo do equilíbrio estático e dinâmico em indivíduos idosos. Porto: Dissertação de Mestrado em Atividade Física para a Terceira Idade, Faculdade de Desporto, Universidade do Porto; 2009.
26. Mehdikhani M, Khalaj N, Chung TY, Mazlan M. The effect of feet position on standing balance in patients with diabetes. *Proc Inst Mech Eng H.* 2014;228(8):819-23. DOI: 10.1177/0954411914547714.
27. Jiang X, Deng F, Rui S, et al. The evaluation of gait and balance for patients with early diabetic peripheral neuropathy: a cross-sectional study. *Risk Manag Healthc Policy.* 2022;15:543-52.
28. Bischoff HA, Stähelin HB, Herrmann FR, et al. Identifying a cut-off point for normal mobility: a comparison of the timed 'up and go' test in community-dwelling and institutionalized elderly women. *Age Ageing.* 2003;32:315-20.
29. Silva A, Vieira M, Sampaio T. Reeducação proprioceptiva no equilíbrio de idosos. *Rev Interdiscip Ciências Médicas.* 2018;1(2):54-60.
30. Leininger GM, Vincent AM, Feldman EL. The role of growth factors in diabetic peripheral neuropathy. *J Peripher Nerv Syst.* 2004;9(1):26-53 DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1085-9489.2004.09105>
31. Armstrong DG, Boulton AJ, Bus SA. Diabetic foot ulcers and their

- recurrence. *N Engl J Med.* 2017;376:2367-75.
32. Castro-Martins P, Marques A, Coelho L, Vaz M, Costa JT. Plantar pressure thresholds as a strategy to prevent diabetic foot ulcers: a systematic review. *Heliyon.* 2024;10(4). DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e26161.
  33. Oliveira KA. Avaliação de um protocolo de treinamento proprioceptivo sobre a postura, pressão plantar e mobilidade funcional de indivíduos com Diabetes mellitus 2 – Ensaio clínico controlado e randomizado. *Fisioter Pesq.* 2018. Available from: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/32501>.
  34. Piovesan AC. Estudo da distribuição das cargas de pressão plantar, sensibilidade e dor de idosas diabéticas tipo 2 submetidas a intervenção fisioterapêutica. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); 2015. Available from: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/6722>.
  35. 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 Diabetes Complications.* 2005;19(1):47-53.

## ANEXO A – TABELAS

Tabela 01 - Comparação de médias e desvio padrão do questionário SF-36 pré e pós intervenção

<b>Domínio de Qualidade de Vida</b>	<b>Pré</b>	<b>Pós a intervenção</b>	<b>p</b>
<b>Capacidade Funcional</b>	69,1±31,5	73,3±20,4	0,003**
<b>Aspectos Físicos</b>	66,6±51,6	100±0*	0,025**
<b>Dor</b>	69,0±41,1	71,0±18,2	0,009**
<b>Estado Geral de Saúde</b>	59,2±21,1	52,5±16,3	0,001**
<b>Vitalidade</b>	64,2±31,8	66,7±17,8	0,004**
<b>Aspectos Sociais</b>	87,7±19,4	87,7±24,8	0,001**
<b>Aspectos Emocionais</b>	66,7±51,6	83,3±40,8	0,025**
<b>Saúde Mental</b>	60,7±42,4	87,3±23,5	0,017**

p<0,05 são resultados significativos.

\* Desvio padrão foi igual a zero.

\*\* É significativamente diferente. A significância de p foi menor que 0,005.

Tabela 02 - Comparação de médias e desvio padrão do Centro de Pressão (mm) pré e pós intervenção

<b>Variáveis</b>	<b>Pré intervenção</b>	<b>Pós intervenção</b>	<b>p</b>
<b>COP OA* (mm)</b>	29,7 ± 11,1	28,3 ±12,6	0,001*
<b>COP OF**</b>	31,2±18,4	35,00±17,1	0,001*

COP – distância em mm.

COP: Centro de Pressão; OA: Olhos Abertos; OF: Olhos Fechados;

\* É significativamente diferente. A significância de p foi menor que 0,005.

Tabela 03 - Comparação de médias e desvio padrão do Teste Timed Up and Go (TUG) (s) e Pressões Plantares Máximas(kPa) pré e pós intervenção

Variáveis	Pré	Pós	p
<b>TUG (s)</b>	11,3±1,21	10,8±1,47	0,001*
<b>PPM* PD OA** (kPa)</b>	140,2 ±27,9	160,0 ±29,7	0,001*
<b>PPM PE* OA</b>	139,8 ±49,8	122,7 ± 43,8	0,001*
<b>PPM PD**** OF*****</b>	148,7±53,92	160,0±32,33	0,001*
<b>PPM PE OF</b>	139,3±54,2	112,5±30,5	0,001*

PPM – mensurada em KpA.

\*PPM: Pressão plantar máxima; PD: Pé direito; PE: Pé esquerdo; OA\*: Olhos abertos; OF: Olhos fechados;

\* É significativamente diferente. A significância de p foi menor que 0,005.

Tabela 04 - Comparação de médias e desvio padrão dos pontos sem sensibilidade dolorosa e sem sensibilidade protetora cutânea pré e pós intervenção.

Variáveis	Pré	Pós	p
<b>Ausência de Sens. Dolorosa PE</b>	0,50±0,54	0,00±0,00	0,083
<b>Ausência de Sens. Dolorosa PD</b>	0,67±0,82	0,17±0,41	0,180
<b>Ausência de Sens. protetora PE</b>	0,33± 0,41	0,00±0,000	0,157
<b>Ausência de Sensi. protetora PD</b>	0,83± 0,75	0,17± 0,41	0,102

Obs: A sensibilidade protetora foi testada com o monofilamento de 10mg, de coloração laranja. Sens.: Sensibilidade; PE: Pé esquerdo; PD: Pé direito;

## ANEXO B – Versão Brasileira do Questionário de Qualidade de Vida -SF-36

1- Em geral você diria que sua saúde é:

Excelente	Muito Boa	Boa	Ruim	Muito Ruim
1	2	3	4	5

2- Comparada há um ano atrás, como você se classificaria sua idade em geral, agora?

Muito Melhor	Um Pouco Melhor	Quase a Mesma	Um Pouco Pior	Muito Pior
1	2	3	4	5

3- Os seguintes itens são sobre atividades que você poderia fazer atualmente durante um dia comum. Devido à sua saúde, você teria dificuldade para fazer estas atividades? Neste caso, quando?

Atividades	Sim, dificulta muito	Sim, dificulta um pouco	Não, não dificulta de modo algum
a) Atividades Rigorosas, que exigem muito esforço, tais como correr, levantar objetos pesados, participar em esportes árduos.	1	2	3
b) Atividades moderadas, tais como mover uma mesa, passar aspirador de pó, jogar bola, varrer a casa.	1	2	3
c) Levantar ou carregar mantimentos	1	2	3
d) Subir vários lances de escada	1	2	3
e) Subir um lance de escada	1	2	3
f) Curvar-se, ajoelhar-se ou dobrar-se	1	2	3
g) Andar mais de 1 quilômetro	1	2	3
h) Andar vários quarteirões	1	2	3
i) Andar um quarteirão	1	2	3
j) Tomar banho ou vestir-se	1	2	3

4- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou com alguma atividade regular, como consequência de sua saúde física?

	Sim	Não
a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Esteve limitado no seu tipo de trabalho ou a outras atividades.	1	2
d) Teve dificuldade de fazer seu trabalho ou outras atividades (p. ex. necessitou de um esforço extra).	1	2

5- Durante as últimas 4 semanas, você teve algum dos seguintes problemas com seu trabalho ou outra atividade regular diária, como consequência de algum problema emocional (como se sentir deprimido ou ansioso)?

	Sim	Não

a) Você diminui a quantidade de tempo que se dedicava ao seu trabalho ou a outras atividades?	1	2
b) Realizou menos tarefas do que você gostaria?	1	2
c) Não realizou ou fez qualquer das atividades com tanto cuidado como geralmente faz.	1	2

6- Durante as últimas 4 semanas, de que maneira sua saúde física ou problemas emocionais interferiram nas suas atividades sociais normais, em relação à família, amigos ou em grupo?

De forma nenhuma	Ligeiramente	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

7- Quanta dor no corpo você teve durante as últimas 4 semanas?

Nenhuma	Muito leve	Leve	Moderada	Grave	Muito grave
1	2	3	4	5	6

8- Durante as últimas 4 semanas, quanto a dor interferiu com seu trabalho normal (incluindo o trabalho dentro de casa)?

De maneira alguma	Um pouco	Moderadamente	Bastante	Extremamente
1	2	3	4	5

9- Estas questões são sobre como você se sente e como tudo tem acontecido com você durante as últimas 4 semanas. Para cada questão, por favor dê uma resposta que mais se aproxime de maneira como você se sente, em relação às últimas 4 semanas.

	Todo Tempo	A maior parte do tempo	Uma boa parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nunca
a) Quanto tempo você tem se sentindo cheio de vigor, de vontade, de força?	1	2	3	4	5	6
b) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa muito nervosa?	1	2	3	4	5	6
c) Quanto tempo você tem se sentido tão deprimido que nada pode anima-lo?	1	2	3	4	5	6
d) Quanto tempo você tem se sentido calmo ou tranqüilo?	1	2	3	4	5	6

e) Quanto tempo você tem se sentido com muita energia?	1	2	3	4	5	6
f) Quanto tempo você tem se sentido desanimado ou abatido?	1	2	3	4	5	6
g) Quanto tempo você tem se sentido esgotado?	1	2	3	4	5	6
h) Quanto tempo você tem se sentido uma pessoa feliz?	1	2	3	4	5	6
i) Quanto tempo você tem se sentido cansado?	1	2	3	4	5	6

10- Durante as últimas 4 semanas, quanto de seu tempo a sua saúde física ou problemas emocionais interferiram com as suas atividades sociais (como visitar amigos, parentes, etc)?

Todo Tempo	A maior parte do tempo	Alguma parte do tempo	Uma pequena parte do tempo	Nenhuma parte do tempo
1	2	3	4	5

11- O quanto verdadeiro ou falso é cada uma das afirmações para você?

	Definitivamente verdadeiro	A maioria das vezes verdadeiro	Não sei	A maioria das vezes falso	Definitivamente falso
a) Eu costumo obedecer um pouco mais facilmente que as outras pessoas	1	2	3	4	5
b) Eu sou tão saudável quanto qualquer pessoa que eu conheço	1	2	3	4	5
c) Eu acho que a minha saúde vai piorar	1	2	3	4	5
d) Minha saúde é excelente	1	2	3	4	5