

**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E CAPACITAÇÃO PROFISSIONAL
(PRPGCP)**

Mestrado Profissional em Ciências Aplicadas em Saúde

LEYLA MOREIRA SILVA VIANA DE SOUZA

**ÓRTESE PLANTAR
ESTABILIZADORA E PREVENTORA
DE QUEDA PLANTAR E ESCARAS**

Vassouras

2025

LEYLA MOREIRA SILVA VIANA DE SOUZA

ÓRTESE PLANTAR ESTABILIZADORA E PREVENTORA DE QUEDA PLANTAR E ESCARAS

Relatório final apresentado a Pró-reitoria de Pós-graduação e Capacitação Profissional / Coordenação do Mestrado em Ciências Aplicadas em Saúde da Universidade de Vassouras, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas em Saúde.

Orientador:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Cardoso

Doutor em Ciências pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RJ)

Vassouras

2025



SOUZA, LEYLA MOREIRA SILVA VIANA DE
ÓRTESE PLANTAR ESTABILIZADORA E PREVENTORA DE
QUEDA PLANTAR E ESCARAS / LEYLA MOREIRA SILVA VIANA DE
SOUZA. - Vassouras: 2025.

ix, 37 f. : il. ; 29,7 cm.

Orientador: CARLOS EDUARDO CARDOSO. Coorientador: MARCO
AURÉLIO DOS SANTOS SILVA

Dissertação para Obtenção do Grau de Mestre em MESTRADO
PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS APLICADAS EM SAÚDE - Universidade
de Vassouras, 2025.

Inclui Ilustrações, Bibliografias e Material Anexo.

1. ÓRTESE PLANTAR; ESCARAS DE CALCÂNEO; QUEDA
PLANTAR; FISIOTERAPIA; BIOMECÂNICA. 2. undefined. 3. undefined.
4. undefined. 5. undefined. I. CARDOSO, CARLOS EDUARDO. II. SILVA,
MARCO AURÉLIO DOS SANTOS. III. Universidade de Vassouras. IV.

Sistema Gerador de Ficha Catalográfica On-line - Universidade de Vassouras

Título.

LEYLA MOREIRA SILVA VIANA DE SOUZA

ÓRTESE PLANTAR ESTABILIZADORA E PREVENTORA DE QUEDA PLANTAR E ESCARAS

Relatório final apresentado a Pró-reitoria de Pesquisa e Pós-graduação e Pesquisa / Coordenação do Mestrado em Ciências Aplicadas em Saúde da Universidade de Vassouras, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Aplicadas em Saúde.

Banca Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Carlos Eduardo Cardoso, Universidade de Vassouras
Doutor pela PUC-Rio, Rio de Janeiro, Brasil.

Coorientador:

Prof. Dr. Marco Aurélio dos Santos Silva, UniVassouras
Doutor pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro, Brasil.

Profa. Dra. Larissa Alexsandra da Silva Neto Trajano, Universidade de Vassouras

Doutora pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Rio de Janeiro – Brasil

Profa. Dra. Elizabeth Gomes Sanches, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz)
Doutora pelo Instituto Nacional de Controle de Qualidade em Saúde da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, Brasil

Vassouras
2025

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos pacientes que, com sua força silenciosa me inspiraram a enxergar além das rotinas clínicas. Foi observando cada necessidade, cada limitação e cada gesto de coragem que nasceu o desejo de desenvolver este dispositivo. Este trabalho é, sobretudo, um compromisso com o cuidado e com a busca de soluções que tornem suas jornadas mais seguras, dignas e confortáveis.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, que, em meio às adversidades, fortaleceu minha fé e reafirmou minha identidade como filha amparada por Sua presença. Registro minha profunda gratidão ao meu filho, Lucas, cuja dedicação, apoio técnico e incentivo constante foram essenciais para que eu superasse cada desafio e mantivesse a determinação ao longo desta jornada.

À minha mãe, cuja simples existência representa inspiração, força e amor incondicional. Ao meu marido, Hugo, agradeço pela compreensão, apoio e companheirismo. Estendo, ainda, minha profunda gratidão ao meu orientador, Professor Carlos Eduardo Cardoso, e ao meu coorientador, Professor Marco Aurélio dos Santos Silva, pela orientação criteriosa, confiança depositada e pelas valiosas contribuições ao longo deste percurso.

Agradeço igualmente aos profissionais do Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) — Alex Franco Ferreira e Elizabeth Gomes Sanches — pelo apoio técnico, pela escuta qualificada e por acreditarem no propósito humano que sustenta este trabalho.

EPÍGRAFE

Oratio Sancti Benedicti

Crux sacra sit mihi lux,
non draco sit mihi dux.
Vade retro Satana!
Nunquam suade mihi vana.
Sunt mala quae libas;
ipse venena bibas.

RESUMO

O presente estudo descreve o desenvolvimento de uma órtese plantar inovadora, voltada à estabilização do tornozelo, prevenção de quedas plantares e úlceras por pressão em pacientes acamados ou com mobilidade reduzida. A região calcânea, por sua proeminência óssea e escassez de tecido subcutâneo, é particularmente vulnerável a úlceras, enquanto o prolapso ou queda plantar é uma complicação funcional comum em pacientes de longa internação ou com desequilíbrios neuromusculares. A órtese apresenta estrutura em “L” ergonômica, com orifícios para ventilação, velcros ajustáveis e protetor calcâneo em anel ou plano, permitindo aplicação de substâncias terapêuticas. Diferencia-se por combinar estabilização articular, redistribuição de pressão e redução de cisalhamento, promovendo suporte anatômico e alinhamento funcional do pé. O desenvolvimento envolveu revisão de literatura, análise clínica, busca de patentes e prototipagem via CAD e impressão 3D, considerando ergonomia, funcionalidade e segurança. Ensaio clínicos e revisões apontam que órteses personalizadas reduzem picos de pressão, prevenindo escaras, deformidades e complicações. O dispositivo é de fácil manuseio, higienização simples, reutilizável e de baixo custo, podendo ser utilizado em unidades de emergência, UTI, enfermarias e domicílio. Espera-se que sua aplicação diminua dor, tempo de atendimento, complicações secundárias e internações prolongadas, promovendo recuperação funcional precoce, melhoria da qualidade de vida e redução de custos hospitalares. O estudo evidencia a integração de fundamentos biomecânicos, clínicos e tecnológicos, destacando a inovação nacional em dispositivos de saúde e seu potencial impacto assistencial, social e econômico na prevenção de lesões em populações vulneráveis.

Palavras-chave: órtese plantar; escaras de calcâneo; queda plantar; fisioterapia; biomecânica.

ABSTRACT

This study describes the development of an innovative plantar orthosis aimed at ankle stabilization, prevention of plantar drop, and pressure ulcers in bedridden or mobility-impaired patients. The calcaneal region, due to its bony prominence and limited subcutaneous tissue, is particularly prone to ulceration, while plantar drop is a common functional complication in long-term hospitalized patients or those with neuromuscular imbalances. The orthosis features an ergonomic “L”-shaped structure, ventilation holes, adjustable Velcro straps, and a calcaneal protector in ring or flat design, allowing therapeutic substance application. It stands out by combining joint stabilization, plantar pressure redistribution, and shear reduction, providing anatomical support and functional foot alignment. Development involved literature review, clinical practice analysis, patent search, and CAD/3D printing prototyping, with attention to ergonomics, functionality, and safety. Clinical trials and reviews indicate that customized orthoses reduce pressure peaks, preventing ulcers, deformities, and complications. The device is easy to handle, hygienic, reusable, and low-cost, suitable for emergency units, ICUs, wards, and home care. Its use is expected to reduce pain, care time, secondary complications, and prolonged hospitalization, promoting early functional recovery, improved quality of life, and lower healthcare costs. The study highlights the integration of biomechanical, clinical, and technological principles, emphasizing national innovation in healthcare devices and their potential social, economic, and clinical impact in preventing injuries in vulnerable populations.

Keywords: plantar orthosis; calcaneal pressure sores; plantar drop; physiotherapy; biomechanics.



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA.....	13
3	OBJETIVOS.....	15
	3.1 OBJETIVO GERAL	15
	3.2 OBJETIVO ESPECIFICO.....	15
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
5	DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO.....	21
	5.1 CAMPO DE APLICAÇÃO.....	21
	5.2 FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO.....	21
	5.3 ESTADO DA TÉCNICA.....	21
	5.4 SUMÁRIO DA INVENÇÃO.....	24
	5.5 BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS.....	25
	5.6 DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO.....	28
6	APLICABILIDADE DA INVENÇÃO.....	30
7	IMPACTO PARA SOCIEDADE.....	32
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	34
	REFERÊNCIAS.....	36
	ANEXO A	38

1. INTRODUÇÃO

Uma órtese estabilizadora e preventiva de queda plantar e escaras tem potencial para reduzir a elasticidade localizada no retropé, estabilizar a articulação em posição funcional e atenuar forças de cisalhamento associadas a lesões por pressão, especialmente no calcâneo, região altamente vulnerável em pacientes imobilizados ou com comprometimentos neurológicos e musculoesqueléticos. Evidências em revisões e ensaios clínicos mostraram que dispositivos de freio de carga e palmilhas/órteses moldadas podem redistribuir a pressão plantar, reduzir picos de pressão no antepé e retropé e, em alguns contextos, diminuir a incidência de úlceras no calcâneo, embora a qualidade metodológica ainda varie e exija padronização futura (GREENWOOD, 2022).

A utilização de órteses plantares consolida-se como estratégia terapêutica na fisioterapia e na ortopedia para reduzir a pressão plantar, oferecer estabilidade articular e prevenir lesões teciduais em indivíduos acamados ou com alterações neuro musculoesqueléticas. Diretrizes de prevenção de lesão por pressão destacam que, além de mudanças de decúbito e superfícies de suporte, dispositivos de quebra específicos para o calcâneo são frequentemente necessários para proteção adequada de pés e calcanhares (PETERSON, 2025).

O calcâneo é especialmente suscetível a úlceras por pressão devido à proeminência óssea e à cobertura limitada de partes moles, o que aumenta o risco de isquemia sob extensão prolongada em pacientes restritos ao leito. Revisões sistemáticas sugerem que dispositivos de descarregamento do calcâneo podem reduzir a incidência de úlceras calcárias, ainda que com evidência de baixa qualidade, reforçando a necessidade de soluções que aliviem pressão e cisalhamento na região (SHI, 2022).

Boas práticas recomendam elevar e descarregar os calcanhares para que não haja contato direto com a superfície de apoio, complementando o reposicionamento regular e o manejo de umidade e fricção. Guias de proteção do pé indicam que colchões de ruptura de pressão, isoladamente, especificamente, protegem especificamente o calcâneo, tornando necessária a adoção de botas, cunhas ou órteses que promovem descarga posterior e controle do atrito (MA, 2024).

A queda plantar em indivíduos com desequilíbrios musculares ou neuropatias compromete a marcha e favorece deformidades secundárias quando o pé permanece em flexão plantar sustentada. Dispositivos estabilizadores que posicionam o pé em neutro

atuam como contenção e reposicionamento, auxiliando a prevenir retrações tendíneas e contraturas associadas à imobilização prolongada (PENG,2022).

Ensaios clínicos em pacientes com neuropatia diabética demonstraram que órteses de contato total redistribuem picos de pressão, especialmente em antepé e dedos, aumentando a área de contato e aliviando regiões de maior risco de ulceração. Estudos com palmilhas contornadas e órteses personalizadas evidenciam redução significativa do pico de pressão e do integral pressão-tempo no antepé e retropé, apoiando o princípio biomecânico de redistribuição de cargas para prevenir lesões (ARZEHGAR, 2024).

A estabilidade dos arcos plantares e o equilíbrio entre forças de ocorrência do solo e as articulações tibiotársicas são essenciais para integridade articular; o descanso prolongado altera o ambiente tensional e concentra pressão em proeminências ósseas. Órteses que ampliam a área de contato e distribuem a carga composta por picos pressóricos e o tempo sob pressão em regiões críticas, princípios fundamentais para prevenção de lesões por pressão (PENG,2022).

Diretrizes ressaltam que a prevenção efetiva integra tecnologia de suporte, reposicionamento individualizado e avaliação contínua por fisioterapeutas e terapeutas ocupacionais, otimizando adesão e resultados clínicos. Em contextos de risco muito alto, medidas de interrupção devem ser instituídas precocemente, inclusive em atendimentos de urgência e durante internações prolongadas (FU, 2025).

Diante do cenário epidemiológico de úlcera calcária e das lacunas na padronização de órteses de estabilização e offloading, torna-se essencial analisar fundamentos biomecânicos, clínicos e tecnológicos de uma órtese plantar estabilizadora e preventiva de queda plantar e escaras. O objetivo é demonstrar como o desenho proposto promove suporte anatômico, redistribuição de cargas e alívio de pressão localizada, contribuindo para prevenção de lesões por pressão e manutenção do alinhamento funcional do pé e articulação em diferentes cenários assistenciais.

Considerando as opções disponíveis, entende-se que as mesmas não suprem as demandas. Sendo assim, propôs-se um dispositivo rígido em “L” ergonômico, com bordas arredondadas, fixação por velcros elásticos e protetor em gel texturizado calcâneo, alinha-se às melhores práticas ao combinar estabilização do tornozelo, posicionamento neutro do pé e descarregamento posterior do calcâneo, pressão e cisalhamento locais. Sua aplicabilidade em pronto atendimento para lesões agudas,

enfermarias, UTI e domicílio atende demandas de acesso rápido, higienização e reutilização, com potencial para diminuir dor, tempo de atendimento e incidência de lesões por pressão e queda plantar.

O projeto tem alta relevância nas unidades de pronto atendimento em casos de estabilização de lesões agudas, por ser um dispositivo que auxilia na solução do problema sendo de fácil acesso, minimizando o tempo e quadro algico do paciente. Sendo utilizado também em unidades de longa permanência como enfermarias e unidades de terapia intensiva e domicílio, onde pacientes estão propensos a queda plantar e escaras.

2. JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

A articulação do tornozelo desempenha papel fundamental na sustentação do peso corporal, na absorção de impactos e na mobilidade do pé, sendo essencial para a locomoção e o equilíbrio postural do indivíduo. Alterações nessas estruturas podem comprometer significativamente a função motora, ocasionando dor, instabilidade e limitação das atividades de vida diária.

O desenvolvimento de um dispositivo capaz de otimizar o atendimento em emergências e resgate, bem como prevenir lesões como úlceras por pressão na região calcânea e a queda plantar, representa uma contribuição de grande relevância para a prática clínica. Tal inovação possui potencial para impactar diretamente os processos de recuperação e reabilitação, promovendo melhorias significativas na qualidade de vida dos pacientes e na eficiência dos serviços de saúde.

Assim, o presente projeto justifica-se pela necessidade de desenvolver uma órtese plantar de fácil manuseio, acessível e funcional, voltada a estabilização em lesões agudas do tornozelo e à prevenção de escaras e queda plantar, especialmente em pacientes acamados com hipomobilidade decorrente de sedação, doenças neuromusculares e tempo de internação prolongado. O dispositivo proposto poderá ser confeccionado com materiais de fácil obtenção, de fácil higienização, reutilizável, de baixo custo, favorecendo sua produção em escala e o uso em unidades hospitalares, centros de reabilitação e atendimentos domiciliares.

Nesse contexto, a órtese plantar em desenvolvimento apresenta-se como uma inovação relevante por favorecer a redistribuição das pressões na região calcânea e proporcionar sustentação adequada da superfície plantar em posição de decúbito dorsal. Tais características contribuem de forma eficaz para a prevenção de úlceras por pressão e para a manutenção do arco plantar, evitando o prolapso e a queda dessa estrutura. Além disso, em situações de urgência e emergência, especialmente em casos de lesões agudas do tornozelo que demandam estabilização imediata, o dispositivo destaca-se pelo fácil manuseio, o que possibilita maior agilidade no atendimento e melhora do desfecho clínico. No entanto, a inexistência de um recurso com essas especificações tem levado a improvisações durante o atendimento, resultando em maior tempo de resposta, desperdício de materiais e, consequentemente, prejuízos à segurança e ao bem-estar dos pacientes.

A relevância desta pesquisa fundamenta-se em seu potencial impacto social, clínico e assistencial, uma vez que o desenvolvimento e a aplicação de uma órtese plantar nacional, reutilizável e de higienização simples, poderão reduzir complicações secundárias, tempo de internação e custos hospitalares, além de melhorar a qualidade de vida e a autonomia funcional dos pacientes. Ademais, o estudo fortalece a prática interdisciplinar em saúde ao integrar fundamentos biomecânicos, tecnológicos e clínicos em uma abordagem inovadora voltada à melhoria dos processos terapêuticos e assistenciais.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral: Desenvolver um dispositivo para estabilização e proteção da articulação do tornozelo.

3.2 Objetivos específicos:

Promover a estabilização em casos de lesões agudas.

Prevenir escaras de pressão na região do calcâneo e queda plantar na articulação do tornozelo em pacientes acamados com hipomobilidade em domicílio e nas redes hospitalares.

Discutir os diferenciais dos produtos mapeados na busca de anterioridade com a inovação proposta.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo propôs o desenvolvimento de um dispositivo inovador voltado à estabilização da articulação do tornozelo em casos de lesões agudas, bem como, à prevenção de úlceras por pressão em região do calcâneo e prolapso plantar em indivíduos acamados ou com pouca mobilidade, tanto em ambiente hospitalar quanto domiciliar.

O percurso metodológico iniciou-se a partir de observações empíricas realizadas pelo autor em sua prática assistencial nos setores de emergência, unidade de terapia intensiva, enfermarias e atendimentos domiciliares. Nesse contexto, foram identificados desafios recorrentes relacionados à evolução de pacientes acamados com restrição de mobilidade, que frequentemente desenvolvem lesões cutâneas e musculoesqueléticas de relevância clínica, culminando em complicações emergenciais, intervenções cirúrgicas e, por vezes, desfechos clínicos insatisfatórios. Sendo observado também dificuldades na estabilização do tornozelo nas lesões agudas em emergências. Essas constatações serviram de motivação para a busca de soluções que pudessem minimizar tais complicações e aprimorar a qualidade do cuidado prestado.

Diante dessa problemática, realizou-se uma investigação preliminar acerca das complicações na articulação do tornozelo decorrentes da hipomobilidade. Para tanto, utilizou-se a base de dados MEDLINE, acessada via PubMed, bem como o Portal Regional da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), sob a responsabilidade do Centro Latino-Americano e do Caribe de Informação em Ciências da Saúde (BIREME). A busca contemplou suas principais bases, entre elas: Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (Lilacs), Red Peruana de Bibliotecas en Salud (LIPECS), BINACIS, PAHOIRIS, MedCarib, SES-SP, VETINDEX, CUMED, SMS-SP, ColecionaSUS e Scientific Electronic Library Online (SciELO).

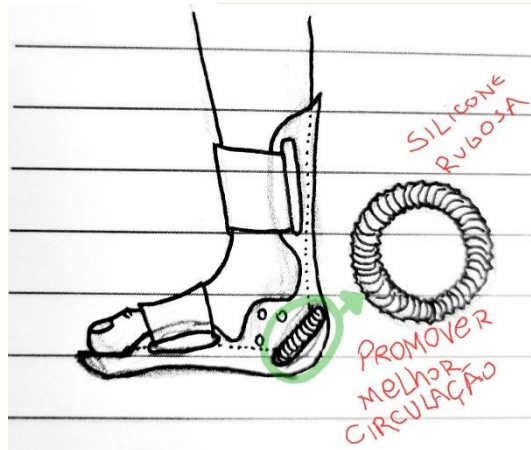
Paralelamente, foi conduzida uma busca de anterioridade em bases de patentes nacionais e internacionais, incluindo Google Patents, Espacenet, WIPO Patentscope e Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI). Essa etapa revelou-se fundamental para o mapeamento do estado da arte e para a identificação lacunas tecnológicas que justificam a originalidade e a relevância da proposta apresentada. A pesquisa seguiu uma metodologia padronizada, com a utilização de descritores equivalentes em português e

inglês, o que permitiu o refinamento dos resultados e a obtenção de informações mais precisas e consistentes, reforçando a fundamentação técnica do pedido da patente.

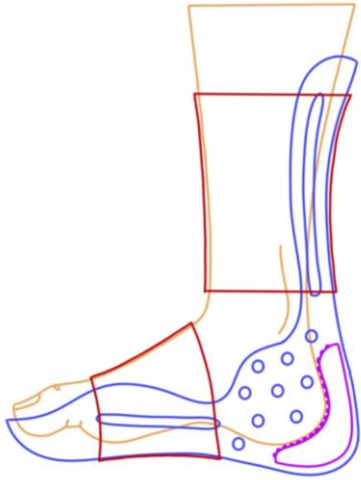
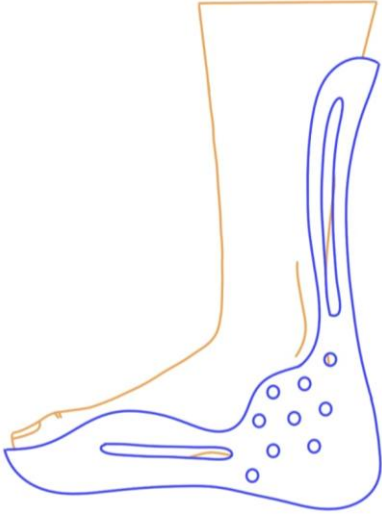
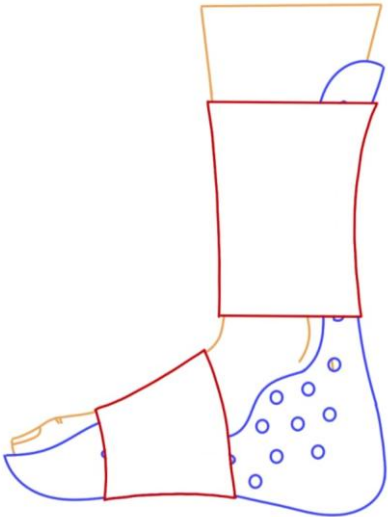
Considerando a magnitude das complicações decorrentes da hipomobilidade no leito e as dificuldades observadas nos atendimentos emergenciais voltados à estabilização da articulação do tornozelo, surgiu a necessidade de desenvolver uma solução inovadora que promovesse resultados clínicos mais eficazes. Nesse contexto, foram elaborados desenhos esquemáticos detalhando a concepção estrutural do dispositivo proposto, conforme as figuras apresentadas a seguir, que se encontram numeradas de 1 a 5.

Na sequência, o processo foi formalizado por meio do preenchimento de um formulário fornecido pelo Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT), no qual foram registrados título provisório, área de aplicação, justificativa, objetivos, equipe envolvida e potenciais de inovação.

Figura 1 – Desenho e ideia do dispositivo



Fonte: acervo pessoal do autor (2024).

<p>Figura 2 – Órtese com todas as estruturas.</p>	<p>Figura 3 – Estrutura maleável de apoio ao calcâneo</p>
	
<p>Figura 4 – Estrutura rígida de estabilização.</p>	<p>Figura 5 – Órtese Completa com velcros ajustáveis.</p>
	

Fonte: acervo pessoal do autor (2024).

Após a submissão, realizou-se uma reunião com a equipe do NIT para alinhamento de informações, esclarecimentos e aprofundamento das discussões. Nesse encontro, os pesquisadores enfatizaram a relevância científica e a aplicabilidade prática do projeto, ao passo que a equipe do NIT forneceu orientações sobre trâmites formais, critérios de avaliação e aspectos relacionados à propriedade intelectual, incluindo patentes e registros.

Com o objetivo de assegurar a padronização e a consistência da busca de anterioridade, foi elaborada uma diretriz metodológica detalhando os descritores principais e secundários, os critérios de inclusão e exclusão, as bases de dados consultadas e as combinações de operadores booleanos utilizadas. Esse protocolo foi posteriormente submetido a um escritório especializado em propriedade intelectual, que conduziu uma análise técnica minuciosa, conferindo maior rigor metodológico e confiabilidade aos resultados obtidos.

Com base nos resultados preliminares da busca de anterioridade e nas diretrizes definidas no protocolo metodológico, foi desenvolvida a versão inicial do protótipo utilizando tecnologia de impressão tridimensional (3D). O emprego de um software de Desenho Assistido por Computador (CAD) possibilitou a criação de um modelo físico detalhado, cuja análise prática permitiu avaliar parâmetros ergonômicos, estruturais e funcionais, constituindo etapa fundamental para os aprimoramentos técnicos nas versões subsequentes do dispositivo.

Etapa decisiva consistiu na elaboração dos documentos oficiais e termos de confidencialidade, conduzida pelo NIT. Essa formalização assegurou a proteção estratégica das informações e do potencial inovador da proposta, especialmente no que concerne ao depósito de patentes. Em seguida, realizou-se análise crítica das inovações identificadas em comparação com o dispositivo estabilizador e protetor de escaras e prolapso plantar desenvolvido, culminando na redação da minuta de solicitação de depósito de patente junto ao INPI. A documentação técnica e jurídica foi cuidadosamente elaborada, evidenciando a novidade, a atividade inventiva e a aplicação industrial da invenção.

5. DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

5.1 CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente invenção se aplica no campo de dispositivos médicos, mais especificamente, se refere a uma órtese para estabilização do tornozelo, proteção de queda plantar e escaras de calcâneo.

5.2 FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

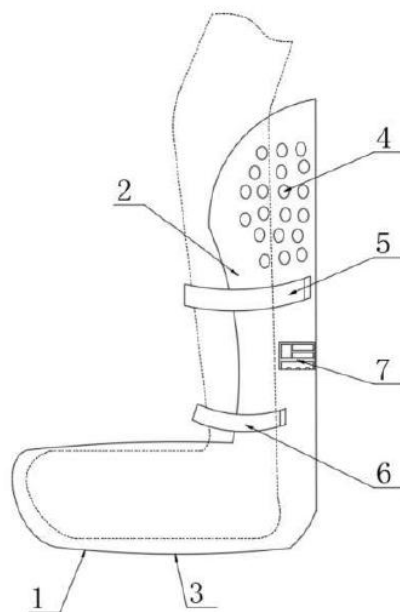
A presente invenção se refere a uma órtese para estabilização do tornozelo, proteção de queda plantar e escaras de calcâneo, compreendendo uma estrutura em formato de L ergonômico que se encaixa no pé envolvendo as regiões plantar, calcâneo e tendão do calcâneo. Em toda sua extensão há orifícios para melhor ventilação e nessa estrutura são acoplados velcros elásticos, que contornam o dorso do pé e região supra maleolar, ajustável a tamanhos diferentes de pés. Ela também conta com protetor em forma de anel ou plano na parte calcânea, o qual poderá contar com uma substância que, além de proteger a pele contra microrganismos, também pode tratar lesões já existentes.

5.3 ESTADO DA TÉCNICA (BUSCA DE ANTERIORIDADE)

O documento CN219000768 (figura 6) descreveu uma órtese pé-tornozelo para monitoramento do paciente a partir de sensores de pressão na parte interior da base da órtese e através de um sensor de queda na parte de trás (onde se encontra o tendão).

Diferentemente da presente invenção, a órtese do documento não foi projetada para uso em situações de leito ou decúbito como a órtese ora proposta. O documento também não revela o uso de um protetor em forma de anel ou plano com superfície texturizada na parte calcânea e não permite aplicação de medicamentos durante o uso. Além disso, a órtese do documento exige um alto custo para fabricação, manutenção especializada e não permite ser esterilizado devido aos seus componentes eletrônicos.

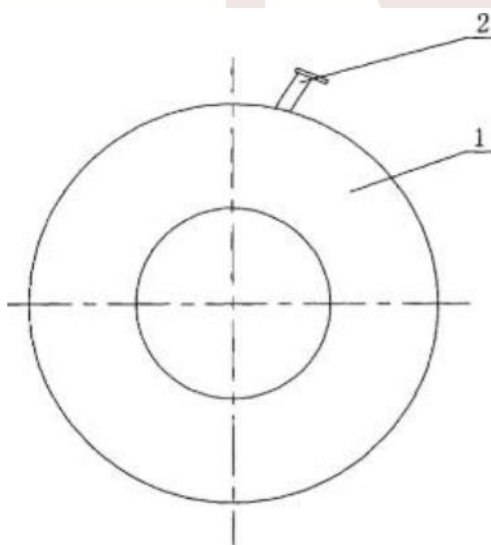
Figura 6 – Órtese de tornozelo-pé impressa em 3D capaz de alcançar detecção de pressão plantar e de queda



Fonte: (MA et al., 2025)

O documento CN201949253 (figura 7) revelou um anel inflável para evitar escaras no calcanhar e tornozelo. Entretanto, como o anel do documento acima é inflável, é necessário um cuidado para que ele não fique rígido ou flácido em demasia. Adicionalmente, o anel do documento não apresenta rugosidades para promoção de melhor circulação, diferindo da presente invenção.

Figura 7 – Vedante aerado médico para prevenção de úlcera de pressão no pé



Fonte: (ZHONG, 2011)

O produto “CALCANHEIRA PARA ESPORÃO FOOT CARE” (figura 8) é indicado para esporão calcâneo, fascite plantar, tendinite, bursite, artralgia, entre outros desconfortos na parte inferior do pé. Este produto não foi projetado para utilização em situação de decúbito, não compreende suporte que impeça a queda plantar, não apresenta rugosidades para melhorar a circulação e não provê estabilização articular. Além disso, o produto depende de um meio externo para seu funcionamento (algum tipo de calçado fechado), diferenciando-se assim totalmente da proposta da invenção.

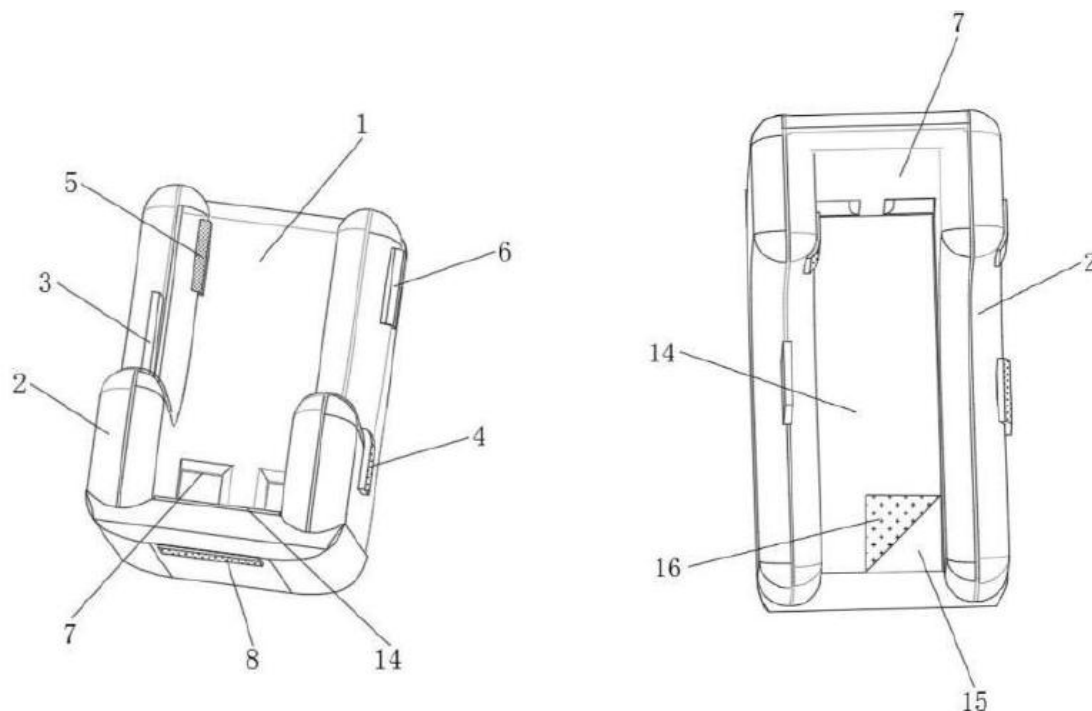
Figura 8 – Calcanheira para esporão foot care



Fonte: (HIDROLIGHT, s.d.)

O documento CN221556433 (figura 9) revelou uma almofada em forma de “L” para evitar escaras com alças de nylon e aberturas na parte traseira para ventilação. Diferentemente da presente invenção, a almofada do documento não possui uma estrutura rígida e não pode ser usada como uma órtese. Por se tratar de espuma, a almofada não pode ser esterilizada e possui um alto grau de complexidade de materiais, tornando sua produção de alto custo, além de não permitir a aplicação de medicamentos durante seu uso.

Figura 9 – Cobertura de pé para enfermagem anti-úlceras e prevenção de foot drop



Fonte: (OUYANG; CAO, 2024)

Portanto, pode-se concluir que a presente invenção se distancia dos documentos do estado da técnica aqui apresentados, visto que nenhum deles se refere a uma órtese com estrutura rígida e anatômica, capaz de envolver de forma estabilizadora as regiões plantar, calcânea e tendínea, prevenindo efetivamente a queda plantar e a instabilidade articular, além de compreender um protetor em forma de anel ou plano com superfície texturizada, com a possibilidade de uso de substâncias medicamentosas com ação protetora ou terapêutica.

5.4 SUMÁRIO DA INVENÇÃO

A presente invenção se refere a uma órtese para estabilização do tornozelo, proteção de queda plantar e escaras de calcâneo, compreendendo uma estrutura em formato de “L” ergonômico que se encaixa no pé envolvendo as regiões plantar, calcâneo e tendão do calcâneo. Em toda sua extensão há orifícios para melhor ventilação e nessa estrutura são acoplados velcros elásticos, que contornam o dorso do pé e região supra maleolar, ajustável a tamanhos diferentes de pés. Ela também conta com protetor em

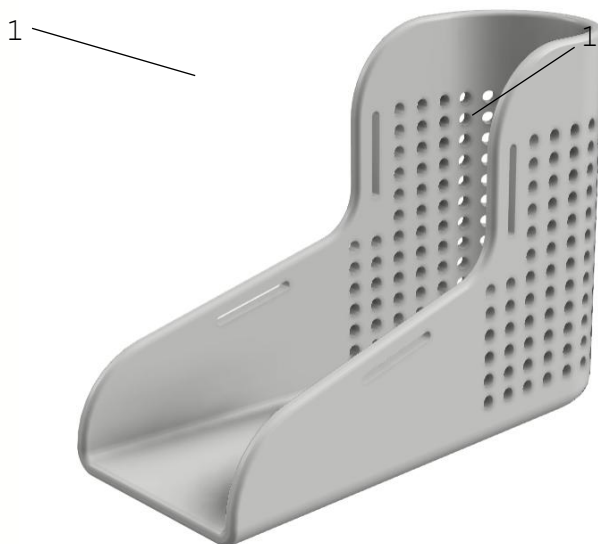
forma de anel ou plano na parte calcânea, o qual poderá contar com uma substância que, além de proteger a pele contra microrganismos, também pode tratar lesões já existentes (ANEXO A).

5.5 BREVE DESCRIÇÃO DAS FIGURAS

A presente invenção poderá ser mais bem compreendida através da breve descrição das figuras a seguir:

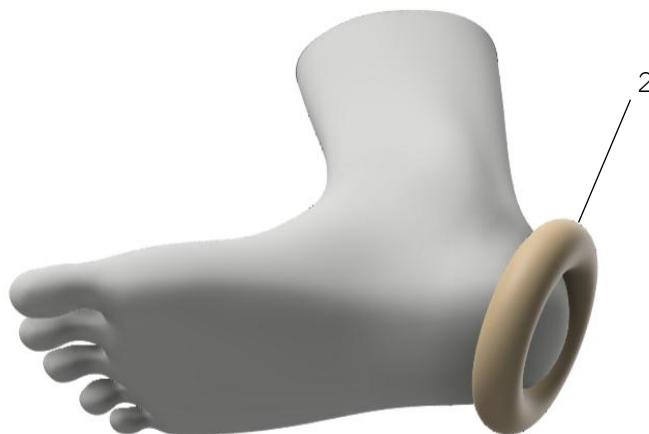
A Figura 10 ilustra a estrutura da órtese; A Figura 11 ilustra o dispositivo de apoio em forma de anel; A Figura 12 ilustra uma primeira modalidade do dispositivo para aplicação de medicação; A Figura 13 ilustra uma segunda modalidade do dispositivo para aplicação de medicação e a Figura 14 ilustra uma terceira modalidade do dispositivo para aplicação de medicação.

Figura 10 – Estrutura rígida (1) compreende uma estrutura rígida em formato de “L” ergonômico, podendo ser construída de PVC, Nylon, Poliuretano ou PETG.



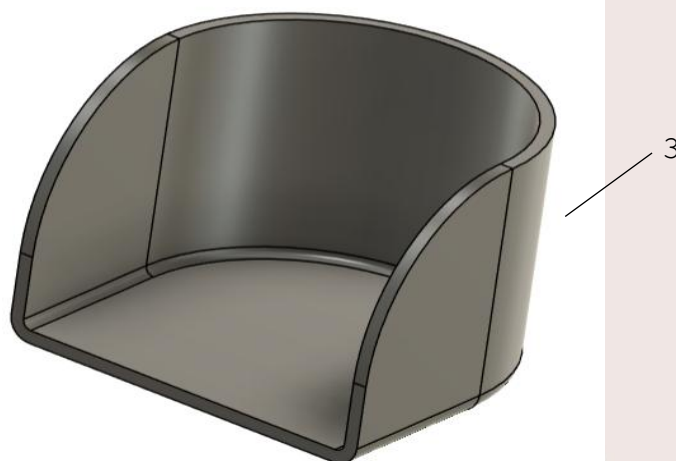
Fonte: desenvolvido pelo NIT, acervo pessoal do autor (2024).

Figura 11 – Elemento de apoio em formato de anel (2) fabricado em silicone, TPU (Poliuretano termoplástico) ou resina flexível, e envolve o calcanhar do paciente, de modo a evitar o contato direto com a estrutura rígida.



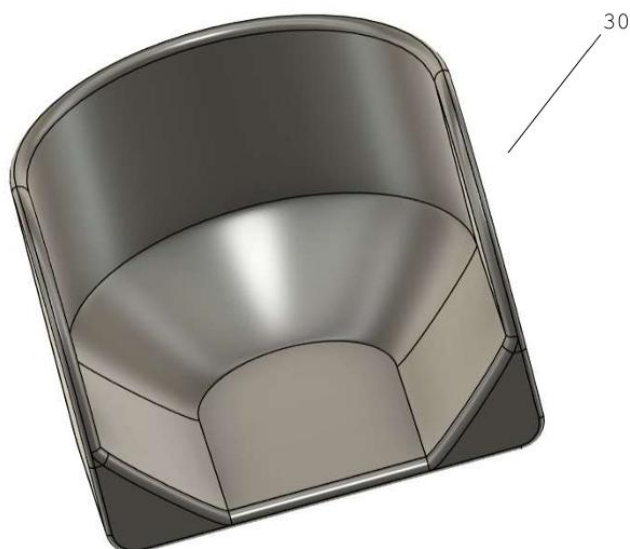
Fonte: desenvolvido pelo NIT, acervo pessoal do autor (2024).

Figura 12 – Elemento de apoio plano (3), fabricado em silicone, TPU (Poliuretano termoplástico) ou resina flexível. É disposto na parte calcânea, no interior da estrutura rígida.



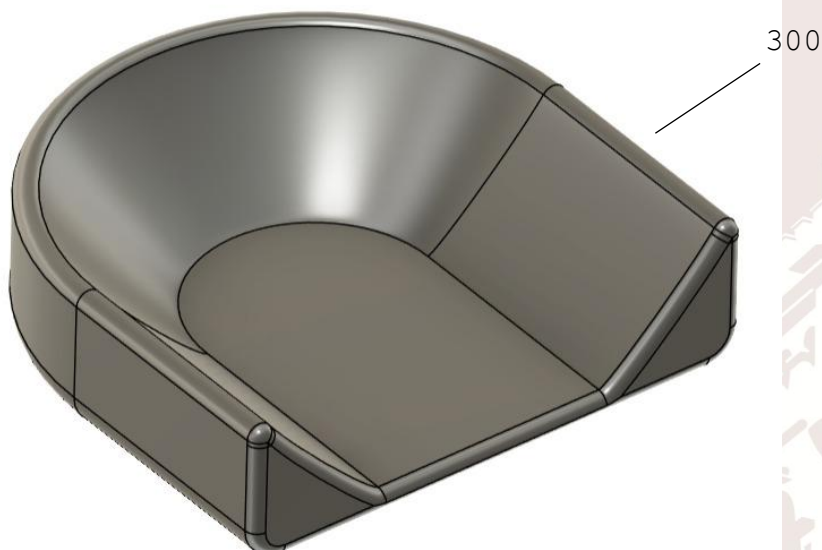
Fonte: desenvolvido pelo NIT, acervo pessoal do autor (2024).

Figura 13 – Outra modalidade do elemento de apoio plano (30). Sua porção inferior compreende um rebaixo e sua borda lateral acompanha o formato do calcanhar. Essa modalidade é usada para situações em que se necessita de maior área para aplicação de substâncias medicamentosas com ação protetora ou terapêutica.



Fonte: desenvolvido pelo NIT, acervo pessoal do autor (2024).

Figura 14 – Outra modalidade do elemento de apoio plano (300). Sua porção inferior compreende um rebaixo e não há bordas laterais. Essa modalidade é usada para situações em que se necessita de menor área para aplicação de substâncias medicamentosas com ação protetora ou terapêutica.



Fonte: desenvolvido pelo NIT, acervo pessoal do autor (2024).

5.6. DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

A invenção poderá ser mais bem compreendida através da seguinte descrição detalhada, em consonância com as Figuras anteriormente mostradas.

A presente invenção descreve uma órtese para estabilização do tornozelo, proteção de queda plantar e escaras de calcâneo, que compreende uma estrutura rígida e um elemento de apoio.

A estrutura rígida (1), ilustrada na Figura 10, compreende uma estrutura rígida em formato de “L” ergonômico, podendo ser construída de PVC, Nylon, Poliuretano ou PETG para impressão 3d, com bordas arredondadas, que se encaixa no pé envolvendo as regiões plantar, calcâneo e tendão do calcâneo. A estrutura rígida (1) compreende uma pluralidade de orifícios (10) presente em parte ou em toda a sua superfície, para permitir a ventilação.

A estrutura (1) compreende ainda aberturas para a passagem de dois velcros elásticos, que contornam o dorso do pé e região supra maleolar, ajustável a tamanhos diferentes de pés.

O elemento de apoio pode ser em formato de anel (2), como mostrado na Figura 11, ou pode ser plano (3, 30, 300) com superfície texturizada, como mostrado nas Figuras 12, 13 e 14.

O elemento de apoio em formato de anel (2) é fabricado em silicone, TPU (Poliuretano termoplástico) ou resina flexível, e envolve o calcanhar do paciente, de modo a evitar o contato direto com a estrutura rígida (1). O elemento de apoio plano (3, 30, 300) é fabricado em silicone, TPU (Poliuretano termoplástico) ou resina flexível e é disposto na parte calcânea, no interior da estrutura rígida (1). Ainda, pode-se aplicar substâncias medicamentosas com ação protetora ou terapêutica ao elemento de apoio plano (30, 300).

Em uma modalidade do elemento de apoio plano (3), sua porção inferior é plana e sua borda lateral acompanha o formato do calcanhar. Essa modalidade é usada para situações em que se utiliza o anel (2) em conjunto, para apoio do calcanhar, sem necessidade de uso de substâncias medicamentosas.

Em uma outra modalidade do elemento de apoio plano (30), sua porção inferior compreende um rebaixo e sua borda lateral acompanha o formato do calcanhar. Essa

modalidade é usada para situações em que se necessita de maior área para aplicação de substâncias medicamentosas com ação protetora ou terapêutica.

Em uma outra modalidade do elemento de apoio plano (300), sua porção inferior compreende um rebaixo e não há bordas laterais. Essa modalidade é usada para situações em que se necessita de menor área para aplicação de substâncias medicamentosas com ação protetora ou terapêutica.

A presente invenção foi revelada neste relatório descritivo em termos de sua modalidade preferida. Entretanto, outras modificações e variações são possíveis a partir da presente descrição, estando ainda inseridas no escopo da invenção.



6. APLICABILIDADE DA INVENÇÃO

A órtese plantar estabilizadora e preventora de úlceras por pressão e prolapso plantar proposta, configura-se como uma inovação significativa no campo da medicina. Trata-se de um dispositivo desenvolvido para oferecer suporte, estabilidade e proteção à articulação do tornozelo e às estruturas plantares, sendo aplicável em diferentes contextos assistenciais, desde unidades hospitalares até o ambiente domiciliar.

Nas unidades de pronto atendimento, a órtese pode ser empregada em pacientes com lesões agudas do tornozelo, como entorses articulares e fraturas, atuando na estabilização imediata e na redução de sobrecargas mecânicas, podendo ser utilizada por toda equipe multidisciplinar, já que seu manuseio será de fácil compreensão.

Em unidades de internação, como unidades de terapia intensiva e enfermarias, sua utilização é indicada para os pacientes com mobilidade reduzida ou com ausência de movimentos, auxiliando na prevenção de complicações secundárias, como escaras de calcâneo e prolapso plantar, condições comumente observadas em indivíduos com restrição prolongada ao leito.

No contexto domiciliar, o dispositivo apresenta elevado potencial de aplicabilidade, especialmente entre pacientes acamados ou com limitações funcionais importantes. Seu uso contínuo pode contribuir para a prevenção de úlceras por pressão de contato e para a manutenção da curvatura plantar fisiológica, reduzindo complicações e promovendo conforto e segurança ao usuário.

Pretende-se que o dispositivo desenvolvido apresente, entre as principais vantagens funcionais e terapêuticas: a melhora do quadro algíco imediato, a redução do risco de escaras calcâneas, a facilidade de higienização e manuseio, além da diminuição do tempo e dos custos associados à hospitalização prolongada.

Dessa forma, a órtese plantar em desenvolvimento configura-se como uma tecnologia assistiva promissora, com potencial para impactar positivamente o cuidado integral de pacientes com lesões do tornozelo ou submetidos à imobilização prolongada, fortalecendo as práticas de reabilitação e prevenção de complicações nos diferentes níveis de atenção à saúde.

Para assegurar sua ampla aplicabilidade, o projeto de desenvolvimento prioriza características como eficácia biomecânica, segurança, acessibilidade e simplicidade

operacional, de modo a garantir o uso por pacientes de diferentes perfis socioeconômicos e condições clínicas.

7. IMPACTO PARA A SOCIEDADE

O desenvolvimento da órtese plantar estabilizadora e preventora de úlceras por pressão e prolapso plantar representa um avanço significativo no campo da fisioterapia, da ortopedia e da saúde pública, com potencial impacto direto sobre a qualidade de vida dos pacientes e a eficiência dos serviços assistenciais. A criação de um dispositivo nacional, de baixo custo e fácil utilização, atende a uma demanda crescente por tecnologias acessíveis, eficazes e sustentáveis no contexto hospitalar e domiciliar, especialmente em sistemas públicos de saúde como o SUS.

Sob o ponto de vista clínico e funcional, a órtese contribui para a redução de complicações decorrentes da imobilidade prolongada, como úlceras por pressão e deformidades plantares, que frequentemente levam a internações mais longas, sofrimento físico e custos elevados. Ao favorecer a redistribuição das pressões plantares e a manutenção do alinhamento biomecânico do pé, o dispositivo promove maior conforto, segurança e estabilidade, permitindo melhor recuperação funcional e reabilitação precoce. Essa característica é especialmente relevante em pacientes idosos, acamados ou com doenças neuromusculares, nos quais a prevenção é determinante para a preservação da autonomia e da integridade física.

No âmbito assistencial e institucional, a implementação dessa tecnologia tem potencial para otimizar fluxos de atendimento em unidades de urgência, emergência e internação, reduzindo a necessidade de improvisações e o uso inadequado de materiais durante o manejo de pacientes. Essa padronização pode favorecer maior agilidade no atendimento, reduz o tempo de resposta em situações críticas e melhora os indicadores de desfecho clínico, com impacto direto sobre a eficiência e a segurança dos serviços de saúde.

Do ponto de vista econômico e social, o dispositivo apresenta benefícios expressivos. Por ser confeccionado com materiais de fácil obtenção, reutilizável e de higienização simples, permite ampla produção e distribuição, diminuindo custos hospitalares relacionados a curativos, internações prolongadas e readmissões por complicações secundárias. Além disso, sua fácil aplicabilidade possibilita o uso por cuidadores e familiares, ampliando o alcance da tecnologia e promovendo a continuidade do cuidado após a alta hospitalar.

A introdução dessa órtese no sistema de saúde pode, portanto, reduzir desigualdades de acesso a dispositivos terapêuticos de alta relevância clínica, fortalecendo as políticas públicas voltadas à prevenção de agravos e à promoção da saúde. Ao integrar fundamentos biomecânicos, tecnológicos e assistenciais, o dispositivo também impulsiona a inovação científica e o desenvolvimento de tecnologias nacionais voltadas à reabilitação e à urgência, contribuindo para a soberania tecnológica e o avanço da pesquisa aplicada no país.

Em síntese, o impacto social do dispositivo transcende o benefício individual do paciente, alcançando dimensões coletivas de saúde pública, sustentabilidade e inclusão. A órtese plantar em desenvolvimento consolida-se como uma solução prática, segura e de baixo custo, capaz de transformar práticas clínicas, reduzir custos institucionais e promover uma assistência mais humana, eficiente e equitativa — reforçando o compromisso da ciência com a melhoria das condições de vida e da qualidade do cuidado em saúde no Brasil.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da órtese plantar estabilizadora e preventora de úlceras por pressão e prolapso plantar configura-se como uma contribuição significativa para a fisioterapia, a ortopedia e a saúde pública, ao reunir em um único dispositivo princípios biomecânicos, clínicos e tecnológicos voltados à promoção do cuidado integral. A partir da análise das necessidades assistenciais identificadas em contextos de urgência, emergência e internação prolongada, constatou-se a carência de recursos específicos e acessíveis capazes de prevenir complicações decorrentes da imobilidade e de otimizar a estabilização em lesões agudas do tornozelo.

A proposta deste estudo buscou atender a essa lacuna, apresentando um dispositivo de fácil manuseio, baixo custo e higienização simples, com potencial de aplicação em diferentes níveis de atenção à saúde. O projeto destacou-se por priorizar a funcionalidade, a segurança e a acessibilidade, características essenciais para o uso hospitalar, ambulatorial e domiciliar, beneficiando tanto profissionais da saúde quanto pacientes e cuidadores.

Os resultados esperados com a implementação dessa tecnologia incluem a redução do tempo de internação, a diminuição de custos hospitalares e a prevenção de complicações secundárias, como úlceras por pressão e deformidades plantares. Além disso, o dispositivo contribui para a manutenção do alinhamento biomecânico do pé, favorecendo a recuperação funcional e a reabilitação precoce, o que impacta diretamente a qualidade de vida e a autonomia dos pacientes.

Do ponto de vista científico e tecnológico, o presente trabalho reforça a importância da pesquisa aplicada na criação de soluções sustentáveis e de relevância social, que possam ser produzidas nacionalmente e integradas às práticas clínicas do SUS. A interdisciplinaridade entre as áreas da fisioterapia, engenharia, biomecânica e tecnologia assistiva demonstra que a inovação em saúde depende da colaboração entre diferentes campos do conhecimento para alcançar resultados efetivos e humanizados.

Assim, conclui-se que a órtese plantar proposta representa uma inovação promissora, com potencial para transformar práticas clínicas e ampliar o acesso a tecnologias de reabilitação seguras, econômicas e de fácil utilização. Seu impacto transcende o ambiente hospitalar, alcançando a sociedade de forma ampla, ao promover

o cuidado preventivo, a inclusão funcional e a melhoria da qualidade de vida de pessoas em situação de vulnerabilidade motora.

Em síntese, o estudo reafirma o compromisso da pesquisa científica com a promoção de uma assistência em saúde mais eficiente, equitativa e centrada no paciente, consolidando a relevância do desenvolvimento tecnológico como instrumento de transformação social e aprimoramento das práticas terapêuticas no campo da urgência e reabilitação.

REFERÊNCIAS

ARZEHGAR, A.; NIA, R. G. N. N.; HOSEINKHANI, M.; MASOUMI, F.; SAYYED-HOSSEINIAN, S.; ESLAMI, S. An overview of plantar pressure distribution measurements and its applications in health and medicine. **Gait and Posture**, v. 117, p. 235–244, 2025. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0966636224007604>. Acesso em: 12 nov. 2025.

FU, T.; WU, X.; YU, B. Efficacy of silicone foam dressings in preventing pressure injuries in the sacral and heel areas of patients: a meta-analysis. **Frontiers in Medicine**, v. 12, 1644290, 13 ago. 2025. DOI: 10.3389/fmed.2025.1644290. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/medicine/articles/10.3389/fmed.2025.1644290/full>. Acesso em: 12 nov. 2025.

GREENWOOD, D. C. et al. Eficácia comparativa de dispositivos médicos específicos para o calcanhar na prevenção de úlceras de pressão no calcanhar: revisão sistemática de ensaios clínicos randomizados. **Journal of Tissue Viability**, 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36272951/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

HIDROLIGHT. **Calcanheira para esporão** [Produto ortopédico para alívio de impacto e desconforto do calcanhar]. São Paulo: Ortopedia São Lucas. Referência: 7908192705563. Disponível em: <https://www.ortopediasaolucas.com.br/hidrolight-calcanheira-para-esporao-7908192705563>. Acesso em: 12 nov. 2025.

MA, J.; LING, H.; ZHANG, P.; CAI, L.; JIN, F. 3D printing ankle foot orthosis capable of achieving plantar pressure and fall detection [Órtese tornozelo-pé impressa em 3D capaz de realizar medição de pressão plantar e detecção de quedas]. China. Patente: **CN219000768U**, publicado em 12 maio 2023. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/086234906/publication/CN219000768U?q=CN219000768>. Acesso em: 12 nov. 2025.

MA, M. et al. O efeito de palmilhas ortopédicas personalizadas na pressão plantar em corredores sintomáticos com pé plano flexível. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, 2024. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2024.1343001/full>. Acesso em: 12 nov. 2025.

OUYANG, W.; CAO, J. Anti bed sore foot drop nursing foot cover [Cobertura de pé para enfermagem anti úlceras e prevenção de foot drop]. China. Patente: **CN221556433U**, publicado em 20 ago. 2024. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/092293716/publication/CN221556433U?q=CN221556433>. Acesso em: 12 nov. 2025.

PENG, Y. et al. Diferentes combinações de características de design de órteses para pé plano e seus efeitos na pressão plantar e na tensão da fáscia plantar: um estudo Taguchi/FE. **Frontiers in Bioengineering and Biotechnology**, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology/articles/10.3389/fbioe.2022.853085/full>. Acesso em: 12 nov. 2025.

PETERSON, A. et al. **Prevenção de lesões por pressão em indivíduos com mobilidade reduzida**. 2025. Disponível em: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12330434/>. Acesso em: 12 nov. 2025.

SHI, Q. Q. et al. Efeitos de palmilhas anatômicas com diferentes materiais na distribuição da carga plantar. **Scientific Reports**, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-19814-0>. Acesso em: 12 nov. 2025.

ZHONG, H. Medical aerated gasket for preventing foot bedsore [Vedante aerado médico para prevenção de úlcera de pressão no pé]. China. **Patente: CN201949253U**, publicado em 31 ago. 2011. Disponível em: <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/044493384/publication/CN201949253U?q=CN201949253>. Acesso em: 12 nov. 2025.

ANEXOS

ANEXO A
Depósito da invenção

18/09/2025 10:41 870250083984



29409162344763453

Pedido nacional de invenção; Pedido nacional de modelo de utilidade; Pedido nacional de certificado de adição de invenção; e Entrada na fase nacional do PCT

Número do Processo: BR 10 2025 019902 5

Dados do Depositante (71)

Depositante 1 de 1

Nome ou Razão Social: FUNDAÇÃO EDUCACIONAL SEVERINO SOMBRA

Tipo de Pessoa: Pessoa Jurídica

CPF/CNPJ: 32410037000184

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Jurídica: Associação com intuito não econômico

Endereço: AV. EXPEDICIONARIO OSWALDO DE ALMEIDA RAMOS, Nº 280 - CENTRO

Cidade: Vassouras

Estado: RJ

Dados do Pedido

Natureza Patente: 10 - Patente de Invenção (PI)

Título da Invenção ou Modelo de ÚTILIDADE (54):

Resumo:

A presente invenção se refere a uma órtese para estabilização do tornozelo, proteção de queda plantar e escaras de calcâneo, compreendendo uma estrutura em formato de L ergonômico que se encaixa no pé envolvendo as regiões plantar, calcâneo e tendão do calcâneo. Em toda sua extensão há orifícios para melhor ventilação e nessa estrutura são acoplados velcros elásticos, que contornam o dorso do pé e região supra maleolar, ajustável a tamanhos diferentes de pés. Ela também conta com protetor em forma de anel ou plano na parte calcânea, o qual poderá contar com uma substância que, além de proteger a pele contra microrganismos, também pode tratar lesões já existentes.

Figura a publicar: 1



Dados do Inventor (72)

Inventor 1 de 5

Nome: LEYLA MOREIRA SILVA VIANA DE SOUZA

CPF: 03293681760

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Fonoaudiólogo, fisioterapeuta, terapeuta ocupacional e afins

Nome: CARLOS EDUARDO CARDOSO

CPF: 54500303049

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Físico, químico, meteorologista, geólogo, oceanógrafo e afins

Nome: MARCO AURÉLIO DOS SANTOS SILVA

CPF: 11051411793

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Nome: ALEX FRANCO FERREIRA

CPF: 00766276759

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Professor do ensino superior

Nome: ELIZABETH GOMES SANCHES

CPF: 00072916710

Nacionalidade: Brasileira

Qualificação Física: Biólogo, biomédico e afins