



CENTRO PAULA SOUZA

**GOVERNO DO ESTADO
SÃO PAULO**
Secretaria de Desenvolvimento
Econômico, Ciência, Tecnologia e Inovação

ETEC JARAGUÁ

CLARA DA SILVA BARROS

JOYCE SOARES CAMPOS

MANUELA MAMEDE CORREA DE PAIVA

SISTEMA DE MONITORAMENTO DE CAMINHADA PARA PESSOAS COM DEFICIÊNCIAS NEUROMOTORAS

Professor Ms. Jean Mendes Nascimento

São Paulo

2025

Agradecimentos

A finalização e o progresso deste projeto não seriam possíveis sem a colaboração de algumas pessoas, que auxiliaram em partes essenciais para o desenvolvimento deste trabalho.

Agrademos primeiramente ao Caio, pela colaboração e auxílio com materiais ao projeto; ao vulgo Marcola, pela assistência com projetos externos e conhecimentos; a Beatriz pela doação de materiais essenciais para desenvolvimento do protótipo; ao José Arthur por sua grande contribuição com programação e testagem do protótipo e ao Lucas pelo auxílio em breves programações. Agradecemos também ao apoio de nossos pais pelo apoio e confiança que tiveram em nós; e aos professores Leonardo e Jorge Xisto pelo suporte de conhecimento.

Finalmente e não menos importante, agradecer ao nosso orientador Jean Mendes, pelo auxílio na criação e desenvolvimento do projeto, somos muitíssimo gratas pela assistência e confiança que teve em nós, sem ele este projeto jamais seria possível.

Lista de Imagens

Figura 1 - Sensor FSR	20
Figura 2 - Estrutura do Sensor	20
Figura 3 - Circuito da Palmilha	21
Figura 4 - Áreas anatômicas do pé	21
Figura 5 - Posicionamento dos sensores	21
Figura 6 - MPU6050 pinos.....	22
Figura 7 - Design do colete	23
Figura 8 - ESP32.....	24
Figura 9 - Programação Teste	26
Figura 10 - Teste de Sensores	26
Figura 11 - Circuito de Carga da bateria.....	27
Figura 12 - Testagem do MPU6050.....	27
Figura 13 - Tornozeleira modelo 3D	27
Figura 15 - Especificações da fórmula	29
Figura 17 - Frente da Palmilha	31
Figura 18 - Verso da palmilha.....	31
Figura 19 - Colete de Corrida/ Ciclismo	31

Lista de Gráficos

Gráfico 1 - Gráfico da Palmilha	34
Gráfico 2 - Mapa de Calor	35
Gráfico 3 - Gráfico do MPU6050	35

Lista de tabelas

Tabela 1 – Tabela de gastos.....	25
Tabela 2 - Calibragem dos Sensores FSR	29
Tabela 3 - Valores de Calibração.....	30
Tabela 4 – Cronograma	33

Lista de Equações

Equação 1 - Equação para Calibração.....	28
Equação 2 - Fórmula de conversão do peso.....	29

Sumário

RESUMO.....	9
1. INTRODUÇÃO	10
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	12
2.1. Doenças Neuromotoras	12
2.2. Benefícios da Fisioterapia na Reabilitação de Pessoas com Sequelas de Doenças Neuromotoras.....	14
2.3. Avaliação Postural: Importância e Métodos	15
2.3.1. Avaliação Postural	16
○ Radiografia e Ultrassonografia.....	16
○ Biofotogrametria.....	17
○ Método Simetrógrafo.....	17
○ Protocolo de análise.....	17
2.3.2. Anamnese.....	18
2.3.3. Morfologia	18
○ Aspectos Funcionais:	19
○ Aspectos Preventivos:.....	19
○ Aspectos Terapêuticos:	19
3. DESENVOLVIMENTO.....	20
3.1. Materiais	20
○ Sensor de Força Resistivo (FSR).....	20
○ MPU6050 – Acelerômetro e Giroscópio	22
○ ESP32.....	24
3.2. Valores e matérias gerais.....	25
3.3. Métodos	26
3.4. Descrição e Procedimentos	28
○ Calibração dos Sensores FSR.....	28

3.5. Cronograma	33
4. RESULTADOS	34
5. CONCLUSÃO	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	38

RESUMO

Nos dias atuais, observa-se que a demanda de aplicações de tecnologias assistivas no tratamento de sequelas causadas por doenças que afetam diretamente as capacidades neuromotoras, como AVCs, Parkinson, demência, epilepsia, entre outras continuam a crescer de forma gradual. O presente trabalho se propõe a analisar a medição do centro de pressão do corpo humano (do inglês, *Center of Pressure, CoP*), da pressão exercida pelos pés durante a caminhada e auxiliar no monitoramento postural, através de palmilhas conectadas a sensores FSR (do inglês, *Force Sensitive Resistor*) e um colete com um acelerômetro que examinará a inclinação do corpo auxiliando na revisão da postura do paciente. Dessa forma trazendo um feedback eficaz e preciso para o fisioterapeuta, assegurando o conforto e bem-estar do paciente. O objetivo deste projeto é oferecer uma solução para assessorar profissionais da saúde, a acompanhar a evolução do paciente de forma mais precisa e segura. O projeto será desenvolvido por meio de etapas como pesquisas bibliográficas, desenvolvimento do protótipo com sensores FSR conectados a um microcontrolador, e testes práticos para validação dos dados coletados. Espera-se que o dispositivo contribua para um acompanhamento clínico mais proveitoso, impulsionando o uso de tecnologias de baixo custo aplicadas à saúde.

Palavras-chave: doenças neuromotoras, sensor de força resistivo, monitoramento clínico

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, há implementação de tecnologias assistivas na área de tratamento de sequelas de enfermidades capazes de modificarem negativamente capacidades neuromotoras, como em AVCs, doença de Parkinson, Demência, Epilepsia etc.; no entanto, as necessidades de tais tecnologias no cotidiano brasileiro permanecem aumentando gradativamente (BRUNETTI, 2022). Tais problemas trazem como consequência debilidades motoras, que podem desencadear anormalidades de marcha, que de acordo com (ZOBOLI, 2023) a pisada de cada indivíduo é diferente e influencia significativamente na qualidade de vida da pessoa. Dessa forma, é essencial a preocupação com a maneira com que o indivíduo pisa, visto que isso pode trazer danos à saúde do sujeito. A distribuição dinâmica das pressões durante o percurso humano apresenta variações específicas entre as diferentes regiões anatômicas do pé.

Conforme a pesquisa realizada a involução da movimentação da marcha motora intensifica a aparição do risco de lesões. (ZHANG et al, 2024). Com isso, sequelas de algumas doenças neuromotoras estão ligadas diretamente com o deslocamento do aparelho locomotor, o que dificulta e impossibilita o cotidiano de indivíduos que possuem tais decorrências. Algumas delas são: Epilepsia, traz consequências como: Contrações Musculares, dificuldades cognitivas e quedas (GOMES, 2024); AVC: Fraqueza, paralisia unilateral ou total, problemas de balanço corporal e coordenação (LIMA, 2023); Demência: Perda de coordenação, inconsistência nos padrões de caminhada (HUANG, 2025); Parkinson: Rigidez muscular, instabilidade e problemas de equilíbrio (XIMENES, 2024).

O presente trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento que utiliza uma palmilha conectada a sensores de força resistivos, que devem assessorar na medição do centro de pressão e da pressão exercida por ambos os pés ao chão no acompanhamento de questões de equilíbrio e estabilidade ou de dificuldades de marcha. Junto dela, um colete que analisa a postura do paciente, identificando se a mesma está correta ou se o indivíduo possui algum desvio postural. Ao utilizar o dispositivo, as informações são levadas a um banco de dados que armazena o estado físico postural do paciente.

Espera-se que a análise dessas pressões permita identificar padrões de sobrecarga que estão correlacionados com a postura, e desta forma, consequentemente detectar possíveis riscos de lesões, através de um sistema que visa identificar variações específicas entre diferentes regiões do pé, contribuindo para o desenvolvimento de intervenções clínicas e melhorias em um dispositivo ortopédico. Garantindo assim, um feedback preciso para o profissional, trazendo maior eficácia para a análise. Assegurando o conforto e a segurança do paciente. Manter o equilíbrio do corpo em pé é essencial para a realização de atividades diárias, (DUARTE; FREITAS, 2010).

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Doenças Neuromotoras

As doenças neuromotoras são as denominações dadas a patologias que acometem o sistema nervoso e a movimentação do tônus muscular, provocando degeneração em células nervosas e a eventual falência celular. Estes distúrbios apresentam em sua maioria caráter crônico e incurável, além de possuírem capacidade de comprometerem a qualidade de vida (CORREIA, 2012, p. 01). Tais enfermidades podem ocorrer tanto por hereditariedade quanto por desequilíbrios químicos cerebrais e/ou mutações genéticas no corpo de indivíduos, como por exemplo na Doença de Parkinson (DP), caracterizada por movimentos involuntários e incontroláveis no paciente (LOPES et al, 2023), e na Esclerose Lateral Amiotrófica (ELA), caracterizada por rigidez muscular unilateral e atrofia muscular (BRUNA, 2011). Acrescenta-se que, de acordo com dados coletados pelo Ministério da Saúde sobre a ELA, a incidência de casos por ano no hemisfério ocidental é de aproximadamente 1/50000 pacientes e sendo predominantemente uma doença esporádica (sem possuir padrão hereditário) em 90% dos casos.

Dentre as sequelas de diversas dessas patologias, como no Alzheimer, Acidentes Vasculares Cerebrais (AVCs), Demência, etc.; também são extremamente comuns o aparecimento de lesões traumáticas/úlceras na coluna vertebral, causadas principalmente devido ao esforço demasiado realizado pelo paciente para se locomover e podem desencadear incapacitações definitivas, requerendo muitas das vezes um acompanhamento constante e caro para a manutenção destes pacientes que geralmente estão em estágios de incapacitação irreversíveis (GONÇALVES et al, 2005, p. 459). Sobre a mobilidade do grupo paralítico, ou seja, das pessoas portadoras de deficiências neuromotoras em si, são observadas: hipotonia muscular e a perda de massa muscular, que acontecem frequentemente no público infantil, de idosos e causam por consequência anormalidades de marcha (REED, 2002); falta de equilíbrio no aparelho locomotor e incômodos na movimentação do indivíduo, sendo as principais causas de quedas na população senil, outrossim, quedas são responsáveis por 70% das causas de morte de cidadãos acima de 75 anos (BITTAR et al, 2002). Ambos os casos podem ser tratados por meio da fisioterapia recreativa ou

exclusivamente pela fisioterapia geriátrica no caso da população de idade avançada por meio de treinamentos de equilíbrio (RABIN, 2021).

Estudos também indicam que portadores de sequelas de disfunções neuromotoras possuem capacidade de apresentarem dificuldades psicossociais, ou seja, danosas à saúde mental, em que crianças e adolescentes com esses distúrbios demonstram maior dificuldade com sua autoestima, habilidades sociais e comportamento comparados à população geral (GOODMAN, 1998), enquanto em idosos, a debilitação causada pela dificuldade na locomoção também é capaz de causar diminuições na autonomia do próprio idoso, tornando-o mais propenso à ser dependente de ajudas de terceiros e deixando-os mais propensos à adquirirem sentimento de insegurança e impotência duradouros (SACHETTI et al, 2012), o que torna tais fatos não apenas uma questão que pode ser enfrentada com ajuda de profissionais da saúde, mas que também exige apoio familiar contínuo.

Segundo estudos realizados no Reino Unido sobre cuidados de saúde mental, 83% das pessoas com doenças raras, representando cerca de 3.5 milhões de indivíduos no território britânico e incluindo doenças como a Atrofia Muscular Espinhal (AME), relataram que a demora em obter um diagnóstico constituiu um fator negativo que impactou a sua saúde mental (SPENCER-STANLEY, 2022). Portanto, todos os efeitos e emoções negativas no humor de pacientes são uma série de questões que podem ser causadas pela perda gradual da força muscular (QIAN et al, 2015).

2.2. Benefícios da Fisioterapia na Reabilitação de Pessoas com Sequelas de Doenças Neuromotoras

De acordo com o Ministério da Saúde, a fisioterapia tem mostrado benefícios consistentes em contextos clínicos nas questões de doenças neuromotoras como AVC, Doença de Parkinson e esclerose múltipla são as doenças neuromotoras que ocorrem em maior frequência no Brasil.

Possuindo a função fundamental de tratar doenças neuromotoras, a fisioterapia pode servir de auxílio para reabilitar pessoas com sequelas das doenças que afetam a mobilidade e independência funcional.

Estudos feitos por ALVES et al (2021) diversos estudos utilizando métodos como IM (Imagética mental), PM (projeção mental) e PF (prática física) com o intuito de tratar doenças como AVC, resultados obtidos no tratamento foram positivos na recuperação da marcha e no equilíbrio.

A intervenção fisioterapêutica fundamentada em técnicas direcionadas e orientações adequadas promove a aquisição de habilidades motoras, previne deformidades e favorece a maior integração dos pacientes em seus ambientes familiar e social. melhora na autonomia das atividades diárias e bem-estar psicológico. (OLIVEIRA; CONCEIÇÃO. 2021).

A revisão sistemática, composta por dez estudos selecionados, indicou que a intervenção fisioterapêutica foi eficaz na melhora da força, no controle do equilíbrio e na capacidade funcional dos pacientes, evidenciando benefícios consistentes da prática clínica baseada em evidências. (SOUZA; RIESCO, 2021).

2.3. Avaliação Postural: Importância e Métodos

O movimento das cadeias musculares e o comportamento postural, varia para cada pessoa, e por isso muitos acabam negligenciando a forma de comportar a postura. Por esse motivo, a avaliação postural faz-se algo extremamente necessário no mundo atual. Trata-se de uma análise da postura dos indivíduos, que tem como objetivo a prevenção e a correção de possíveis variações musculoesqueléticas que podem acabar acarretando em doenças mais sérias. Sendo assim ela é fundamental para identificar irregularidades em determinados pontos do corpo e corrigi-las através da fisioterapia e de atividades físicas que auxiliam na melhora da postura. (CLINIMED, 2023).

Esses parâmetros para a avaliação postural são de suma importância para a saúde dos seres humanos. Problemas como dores nas costas, lesões, entre outros, podem ter diversas causas, e identifica-las ajudará a realizar um tratamento mais eficaz, que possa realmente resolver tais questões de forma definitiva; além de ser eficiente para a própria prevenção dessas complicações. Essas medidas avaliativas podem contribuir para prevenir lesões, melhorar o desempenho físico, identificar problemas implícitos; e a partir da descoberta das anormalidades, planejar um tratamento personalizado para o indivíduo dependendo da condição física do mesmo. Isso posto que há diversas causas, sejam elas mais graves ou até mesmo ocultas; sendo de desequilíbrios musculares, desgastes excessivos de músculos, tendões, nervos, ligamentos, articulações, entre outros à desalinhamento corporal ou desvios posturais. (REABILITANDO FISIOTERAPIA JF, 2025).

Para a realização desses parâmetros avaliatórios, existem três métodos: a avaliação postural em si, a anamnese e a Morfologia. (EKSY, 2021).

2.3.1. Avaliação Postural

O foco da avaliação postural é efetivamente constatar desvios posturais, lesões e naturalmente evitar a degradação dos mesmos, através de uma análise detalhada da postura do ser humano, onde se analisa o alinhamento das seções corpóreas, afim de verificar padrões inadequados de movimento, desequilíbrios musculares, articulações desalinhadas, entre outros. (REABILITANDO FISIOTERAPIA JF, 2025).

A avaliação postural utiliza diversas técnicas para identificar as anormalidades, além das avaliações mais básicas onde se realiza a observação, a medição de ângulos e distância, a palpação e a análise de movimento; existem também algumas técnicas mais específicas, são elas: Radiografia e Ultrassonografia, biofotogrametria, Método Simetrógrafo e Protocolo de análise. (REABILITANDO FISIOTERAPIA JF, 2025; EKSJ, 2021).

- Radiografia e Ultrassonografia

A Radiografia e a Ultrassonografia são procedimentos de diagnóstico por imagem, no entanto, os fisioterapeutas e profissionais de educação física só podem requisitar a partir da autorização de um médico. (EKSJ, 2021).

Radiografia é um mecanismo que através de maquinários de imagem, como tomografia, raios-x, scanners, ressonância magnética e medicina nuclear, auxiliam os profissionais a identificar lesões e fraturas. Essas máquinas utilizam radiações ionizantes para gerar imagens detalhadas de ossos e determinados órgãos, porém apresentam leves riscos à saúde. (ADVENTHEALTH UNIVERSITY, 2025).

A Ultrassonografia ou ultrassom, é um método de imagem bem menos evasivo que a radiografia, ela utiliza ondas sonoras de alta frequência para produzir imagens de tecidos, órgãos e fluxos sanguíneos. (ADVENTHEALTH UNIVERSITY, 2025).

- Biofotogrametria

A Biofotogrametria, fotogrametria ou Bodyfotogrametria, é um método de avaliação postural que utiliza fotografias e softwares para identificar problemas posturais no corpo. A examinação é feita a partir da palpação, onde será feita a demarcação de pontos anatômicos no paciente, posteriormente fotografar o indivíduo, seguidamente realizar o upload das fotos em um determinado software onde será feita a verificação da angulação e distâncias verticais e horizontais entre os pontos demarcados no paciente. Geralmente utilizam softwares como AutoCad, Corel Draw ou o Software para Avaliação Postural (SAPO) e o Alcmagem, que são sistemas já desenvolvidos para a realização dessas medidas avaliativas. (SOUZA, et al., 2011; EKSU, 2021).

- Método Simetrógrafo

O método simetrógrafo ou simetrografia, é um método que utiliza um equipamento denominado simetrógrafo para realizar a avaliação da postura e da simetria corporal. Este dispositivo trata-se de uma grade com linhas horizontais e verticais que fornecem uma referência de comparação com as linhas referenciais do corpo do indivíduo avaliado. Este critério permite um exame preciso e detalhado de desvios posturais, além de auxiliar na descoberta de desequilíbrios posturais que não são visíveis. (FARAH, 2024).

- Protocolo de análise

O protocolo de análise é um procedimento de avaliação a ser seguido pelo fisioterapeuta, mas este processo pode variar de acordo com cada paciente ou profissional, contudo, ele geralmente segue algumas etapas de inspeção visual e física, examinando primeiro a postura do paciente a partir da observação de quatro pontos principais: Anterior, posterior, lateral esquerda e lateral direita; a partir disso é feito o exame físico de palpação e análise de movimentos.

Neste protocolo pode-se incluir também a anamnese que será explicada mais à frente. (BERRINI, 2020).

2.3.2. Anamnese

A anamnese possui uma importância significativa numa avaliação postural. Pode-se defini-la como a parte inicial de um processo de medidas avaliativas. Ela consiste em um interrogatório ou entrevista, feita pelo profissional ao paciente, antes de um exame físico. (CLINIMED, 2023). Ela tem o objetivo de coletar informações sobre o avaliado, manifestando aspectos de estilo de vida, históricos clínicos, pessoais e familiares, sintomas, entre outras questões que podem contribuir para a revisão do estado físico do paciente. (MONTENEGRO, 2024). A coleta desses elementos pode auxiliar o fisioterapeuta a identificar problemas, que podem muitas vezes ter ligação com um histórico passado, por isso a recordação de eventos prévios, principalmente os relacionados à saúde, pode ser de extrema utilidade para o exame. Ademais contribui, para a percepção de sintomas e sinais atuais que cooperam para que o profissional possa planejar e implementar um tratamento personalizado e designar um diagnóstico mais preciso. (SANTOS; VEIGA; ANDRADE, 2011).

2.3.3. Morfologia

A morfologia, é o estudo da forma, composição e aspecto de uma matéria. Relacionado ao corpo humano, visa o conhecimento da forma do corpo ou de partes dele, ou seja, consiste sucintamente num estudo de anatomia humana. Referente a isso, inclui-se a forma e organização das estruturas de ossos, músculos, articulações etc., que podem estar inteiramente ligados à genética e forma de desenvolvimento e evolução do corpo.

Com o estudo da morfologia, é factível o conhecimento de alguns aspectos do corpo. (CETRAD, 2021). São eles:

- Aspectos Funcionais:

O termo funcional, está diretamente ligado a atividades realizadas por estipulado organismo, por isso, a morfologia funcional colabora com a pesquisa de informações de como ocorrem determinados movimentos de determinados seções corporais, está diretamente ligada com o funcionamento apropriado de órgãos e sistemas do corpo. (CETRAD, 2021; LABVITAL, 2024).

- Aspectos Preventivos:

Estes aspectos podem auxiliar na descoberta de questões físicas inadequados que podem acabar levando a lesões nas práticas de esportes e de movimentos do dia a dia, que o torna devidamente significativo para a prevenção das mesmas. (CETRAD, 2021).

- Aspectos Terapêuticos:

Aspectos que auxiliam na compreensão das origens de distúrbios, identificando sobrecargas nos tecidos, através dos estudos que fornecem de conhecimentos específicos que podem amparar a guiar o processo de reabilitação de forma individual. (CETRAD, 2021).

3. DESENVOLVIMENTO

3.1. Materiais

Os principais materiais utilizados no projeto são, em síntese, a palmilha (produzida com materiais como EVA), os sensores de força resistivos (FSRs) para a composição da palmilha, o colete, o Sensor inercial, ou acelerômetro MPU6050, encarregado da análise da angulatura do tronco, e os ESP32, microcontroladores responsáveis pela coleta, transferência e verificação de dados coletados pelos sensores.

- Sensor de Força Resistivo (FSR)

O Sensor de Força Resistivo ou FSR, é um sensor de detecção de pressão, flexível e ultrafino, possui uma espessura de aproximadamente 0,3mm, e alta sensibilidade de medição, sendo capaz de medir de 100g a até 10Kg. Sua funcionalidade consiste numa medida indiretamente proporcional entre a pressão e a resistência, ou seja, quanto maior a pressão, menor é a resistência; e uma relação diretamente proporcional com a tensão, isto é, quanto maior a pressão, maior é a tensão de saída.

Ele possui diversas aplicações, como em instrumentos musicais eletrônicos, pegada de robôs, assento de cadeira de rodas, medição de marcha humana - como o projeto desenvolvido -, entre outras. (FSRTEK, 2025)



Figura 1 - Sensor FSR

Fonte: FSRTEK, 2025

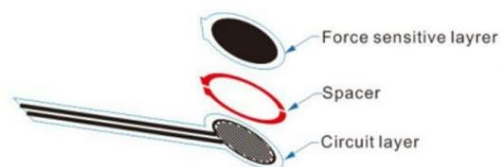


Figura 2 - Estrutura do Sensor

Fonte: FSRTEK, 2025

No vigente projeto, sua aplicação será em palmilhas para a realização da medição de pressão da pisada humana, para a identificação de anormalidades na marcha. Será montado um circuito divisor de tensão, onde cada sensor será acoplado a um resistor de 10k, como exemplificado no esquema a seguir:

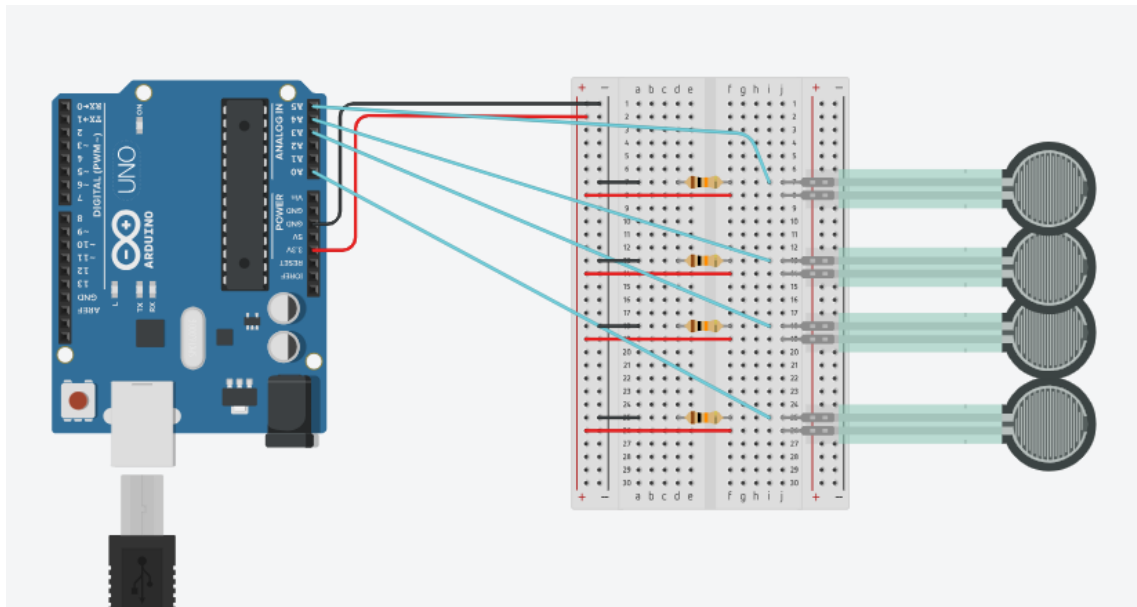


Figura 3 - Circuito da Palmilha

Fonte: Autor, 2025

Serão distribuídos 4 sensores por palmilha, sendo um por volta da região do dedão, outro na seção antepé medial, mais um na área anatômica médio pé lateral e por fim, no retro pé faixa do calcanhar. É possível visualizar de forma mais clara nas imagens a seguir:

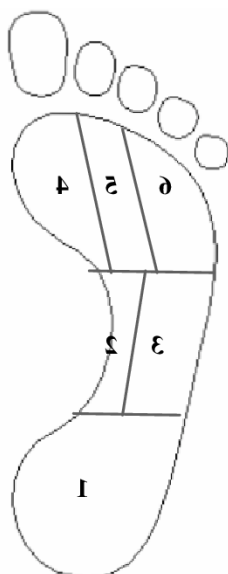


Figura 4 - Áreas anatômicas do pé

Fonte: Filipina et al, 2007

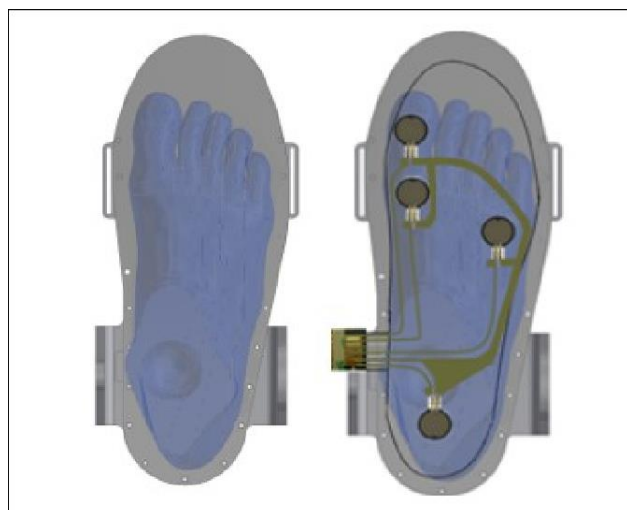


Figura 5 - Posicionamento dos sensores

Fonte: Farias et al, 2024

- MPU6050 – Acelerômetro e Giroscópio

O MPU6050 é um sensor de acelerômetro e giroscópio responsável pela medição de angulação, orientação e aceleração. Ele possui seis eixos, três de acelerômetro (X, Y e Z) e três de giroscópio (X, Y e Z), sendo assim, o sensor possui 6 graus de liberdade. Ademais, o MPU dispõe juntamente um sensor de temperatura embutido, o chamado módulo GY-521, capaz de realizar medições de -40°C até +85°C.

Este sensor possui um conversor analógico-digital de 16 bits, para cada via, o que permite o print simultâneo nos eixos X, Y e Z. Possui uma alta precisão e aplicabilidade em diversos projetos, como em controle de movimento em jogos, navegação inercial, estabilidade de câmeras, dispositivos wearables – como o atual projeto –, entre outros.

O acelerômetro e o giroscópio do MPU são integrados num único chip, onde o acelerômetro é capaz de medir a aceleração nos três eixos (X, Y e Z) detectando mudanças na velocidade de movimento, e o giroscópio é apto para aferir os ângulos de rotação nas três dimensões, através da velocidade angular ou a taxa de rotação. Juntos eles fornecem os dados necessários sobre a orientação e movimentação em todos os eixos medidos, dados estes que são convertidos em sinais digitais, que poderão ser lidos e dimensionados por intermédio de um microcontrolador. (MAKER HERO, 2025)

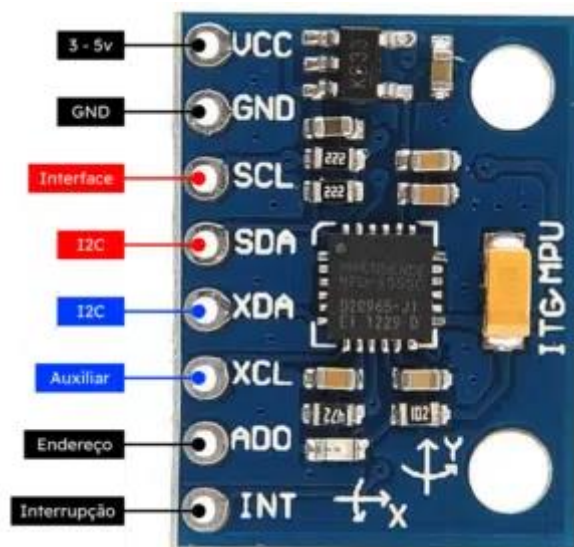


Figura 6 - MPU6050 pinos

Fonte: MAKER HERO, 2025

No presente projeto o MPU6050 será acoplado a um colete, e ficará responsável pela medição da angulatura do tronco, para identificação de desvios posturais e inclinações que podem ser prejudiciais a marcha do indivíduo. Ele será alimentado também por uma bateria de lítio de 3,7 V e terá seus dados coletados pelo ESP32, que os enviará à plataforma Blynk para geração de gráficos de análise em tempo real.

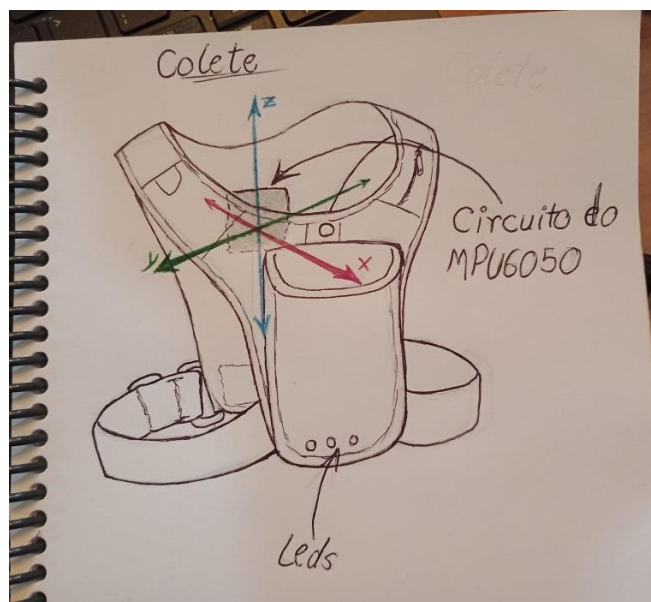


Figura 7 - Design do colete

Fonte: Autor, 2025

- ESP32

O ESP32 é um microcontrolador desenvolvido pela Espressif Systems, que dispõe da possibilidade de conexão Bluetooth e Wi-Fi. Possui um processador dual-core com capacidade de 240 MHz, 520 KB de RAM, 4MB de memória flash interna, além de outras possibilidades como a comunicação UART, I2C, SPI e alguns modelos possuem até mesmo câmeras.

Ele é um dispositivo de baixo custo e possui grande versatilidade, é muito utilizado em projetos de IoT, automação residencial, robótica, entre outros. Utiliza as linguagens de programação C/C++ e pode ser programada pela Arduino IDE ou pelo ESP-IDF da própria Espressif. (MELLO, 2023)

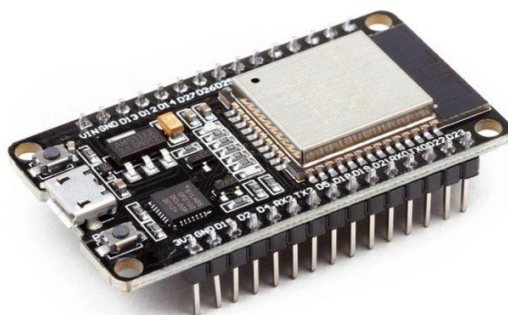


Figura 8 - ESP32

Fonte: MELLO, 2023

No presente projeto serão utilizados 3 ESPs 32, um para cada palmilha e outro no colete, eles serão responsáveis por todo o recolhimento e análise de dados, onde os ESPs das palmilhas, após o recolhimento de dados, os enviarão ao ESP do colete que será o “mestre”, encarregado de coletar seus próprios dados, receber dos outros dois e envia-los ao sistema, ou seja, ele corresponderá como o “cérebro” do sistema, encarregado de intermediar a comunicação de todo o sistema físico com o protocolo MQTT e a plataforma Blynk.

3.2. Valores e matérias gerais

Num contexto geral, foram conjuntamente utilizados, placas perfuradas, computadores, ferro de solda, cabos flat, resistores, baterias, tecidos, entre outros, como segue de modo mais específico na tabela abaixo:

TABELA DE CUSTOS DOS MATERIAIS UTILIZADOS				
Item	Descrição	Qtde	PU	Preço Total
1	Sensor FSR 402	8	R\$ 45,12	R\$ 360,96
2	Placa de circuito perfurada 10x10	3	R\$ 12,60	R\$ 37,80
3	Cabo flat 60 vias AWG 28	1	R\$ 22,36	R\$ 22,36
4	Kit jumper Macho Fêmea 20cm - 20 fios	1		R\$ 16,01
5	Placa Protoboard 830 pontos	2	R\$ 15,30	R\$ 30,60
6	placa de EVA 10mm - 180cm x 60cm	1	R\$ 50,00	R\$ 50,00
7	folha EVA liso 2mm	1	R\$ 2,45	R\$ 2,45
8	Microcontrolador esp32	3	R\$ 44,99	R\$ 134,97
9	Colete fitness de corrida unissex	1	R\$ 51,93	R\$ 51,93
10	Bateria íon-lítio 18650 3,7V/2600mA	3	R\$ 39,90	R\$ 119,70
11	Fita de Nylon 25mm	1	R\$ 40,30	R\$ 40,30
12	Velcro Macho e Fêmea- 90cm	1	R\$ 13,90	R\$ 13,90
13	Tecido malha helanca - 1m x 1,60cm liso cor preta	1	R\$ 23,90	R\$ 23,90
14	Acelerômetro MPU6050 6 eixos	1	R\$ 28,90	R\$ 28,90
15	Barras de pino fêmea 1x16	6	R\$ 1,80	R\$ 10,80
16	Porta bateria com fio suporte 1 célula Li-íon	3	R\$ 6,80	R\$ 20,40
17	Módulo carregador Bateria de lítio	3	R\$ 6,90	R\$ 20,70
18	Capacitor Eletrolítico 3,3uF 50V	10		R\$ 12,60
19	Cabo USB tipo micro b	1	R\$ 13,90	R\$ 13,90
20	Resistor 10k/5A	52	R\$ 0,08	R\$ 4,16
				R\$ 1.016,34

*Tabela 1 – Tabela de gastos
Fonte: Autor, 2025*

3.3. Métodos

O método de pesquisa utilizado para a realização do projeto é o da engenharia, em virtude do desenvolvimento de um sistema composto por hardware e software direcionado a área da saúde, com ênfase na fisioterapia. O tipo de pesquisa utilizada é a aplicada, pelo motivo de realizar a busca de soluções práticas para problemas como o auxílio na reabilitação de pessoas com sequelas de doenças neurológicas através metodologias para o desenvolvimento de uma tecnologia segura e aplicável a esta situação. O princípio consiste em uma pesquisa bibliográfica, com o propósito de levantar dados sobre as doenças neuromotoras, e seus impactos na postura e na pisada dos pacientes. Os dados relevantes levantados envolveram a pressão plantar e a postura corporal de cada indivíduo. A coleta dessas informações levou a uma análise, que após sua conclusão encaminhou à pesquisa de materiais e obtenção dos mesmos. Por conseguinte, sucedeu a montagem do circuito teste e exame da funcionalidade dos sensores e microcontroladores, que foi realizada com o Arduino Uno por ser mais simples para a testagem dos sensores, tudo realizado com uma programação simples.



Figura 10 - Teste de Sensores

Fonte: Autor, 2025

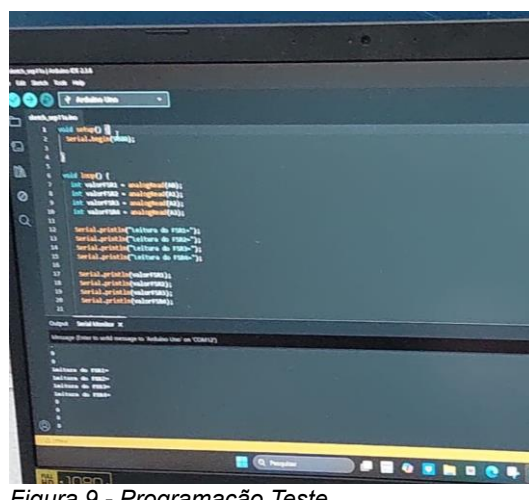


Figura 9 - Programação Teste

Fonte: Autor, 2025

Seguidamente dos ensaios de conexão wireless dos ESPs 32, testagem e inspeção de medições do MPU6050, e sua fixação ao colete, junto com um simples circuito de leds para identificação de carga da bateria.



Figura 12 - Testagem do MPU6050

Fonte: Autor, 2025



Figura 11 - Circuito de Carga da bateria

Fonte: Autor, 2025

Logo a conectividade dos microcontroladores com o protocolo MQTT junto da plataforma Blynk - responsável pela visualização dos dados em tempo real - configuração e testagem do protocolo. Posteriormente, os testes e a coleta dos dados coletados pelo circuito, junto da finalização da estética do projeto, contando com design 3D da tornoeleira para o armazenamento do circuito da palmilha, e produção do mesmo através da impressora 3D.

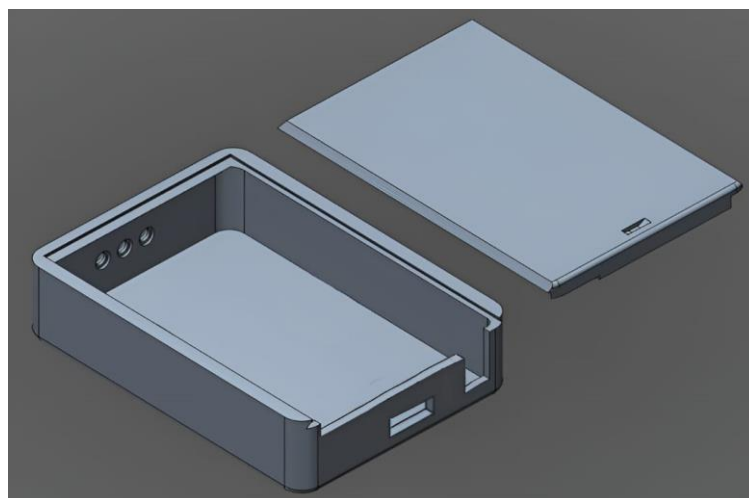


Figura 13 - Tornozeleira modelo 3D

Fonte: Autor, 2025

3.4. Descrição e Procedimentos

Nos primórdios do desenvolvimento do sistema, a análise da pressão plantar seria realizada por sensores Piezoelétricos, contudo, após falhas na medição e aplicação dos mesmo ao circuito, tornou-se necessário optar por outro método, desta forma, através do auxílio de orientadores e pesquisas chegou-se a obtenção dos Sensores FSR (*Force Sensing Resistor*), que foi estabelecido para o desenvolvimento do protótipo final, devido a sua melhor precisão de medição, qualidade, durabilidade do material, e sua resistência a longo prazo. Entretanto, para que se obtivesse um resultado satisfatório foi necessária a realização da calibração dos sensores. Abaixo é possível visualizar de forma detalhada o processo de calibração.

- Calibração dos Sensores FSR

Sensores como o FSR possuem características diversas, e uma delas é seu comportamento não linear em medição, sendo mais sensíveis a baixas pressões e apresentam respostas mais estável em pressões maiores. isso ocorre não apenas quando se comparam modelos diferentes, e sim até mesmo em unidades do mesmo modelo. Aplicando esse contexto dentro do atual projeto, foi observado que a presença de camadas como EVA, material escolhido para confecção das palmilhas. Contribui para leituras mais consistentes e repetitivas, já que esses materiais ajudam a distribuir a pressão e reduzir a influência direta da superfície de contato. Em contrapartida, os valores obtidos através de testes tornam-se mais baixos e suavizados, exigindo uma calibração própria

O processo de calibração segue três etapas: (1) definir o valor de referência sem carga, (2) aplicar pesos conhecidos para fazer a leitura da resposta dos sensores e (3) converter os valores medidos em percentuais de carga, medida escolhida para uma fácil compreensão dos valores obtidos, de acordo com os valores mínimo e máximo:

$$\% = \frac{ADC - ADC_{min}}{ADC_{max} - ADC_{min}} \times 100$$

Equação 1 - Equação para Calibração

Fonte: Farias et al, 2024

- **ADC** → valor atual lido do sensor (conversão analógico-digital).
- **ADC_{min}** → valor do ADC quando não há carga (referência de zero).
- **ADC_{max}** → valor do ADC quando a carga máxima conhecida é aplicada.
- **(ADC – ADC_{min})** → remove o offset inicial (compensa o “zero” do sensor).
- **(ADC_{max} – ADC_{min})** → intervalo útil de leitura do sensor.
- **Multiplicado por 100** → converte para porcentagem (%).

Figura 14 - Especificações da fórmula

Fonte: Farias et al, 2024

Além disso, é possível estimar de forma aproximada o peso aplicado:

$$kg = \frac{ADC - 20}{200}$$

Equação 2 - Fórmula de conversão do peso

Fonte: Farias et al, 2024

Esse método não elimina a não linearidade natural do FSR, mas é suficiente para aplicações que exigem apenas a identificação de níveis relativos de pressão (fraca, média, forte) além de facilitar a compreensão da distribuição de carga em condição de valores reais

Aplicando essas equações dentro da tabela adquirida através de testes com um par da palmilha:

ADC (raw)	porcentagem de carga	Peso aproximado(kg)
20	0%	0.00
120	10%	0.10
250	23%	0.25
420	40%	0.50
700	68%	1.00
900	88%	2.00
980	96%	3.00
1000	98%	4.00
1020	100%	5.00

Tabela 2 - Calibragem dos Sensores FSR

Fonte: Autor, 2025

Para evitar que pequenas variações e ruídos do sensor sejam interpretados como pressão, leituras muito baixas do FSR (menores que 30 no ADC) são consideradas como 0kg ou 0% de carga. Essa abordagem é nomeada de **Deadzone**, garante que apenas pressões reais sejam contabilizadas, tornando as medições mais confiáveis e consistentes.

Uma vez considera resolvida a calibração dos sensores do tipo FSR, uma dificuldade foi vencida: decidir a forma de conversão que melhor se encaixa para transformar as leituras do ADC em valores compreensíveis de pressão ou peso. Com essa etapa concluída, tornou-se possível o avanço na construção desse projeto. A Seguir, pode-se observar a tabela de comparação dos valores calibrados:

Leitura ADC (raw)	Peso real (kg)
20	0.00g
120	0.10g
250	0.25g
420	0.50g
700	1.00g
900	2.00kg
980	3.00kg
1000	4.00kg
1020	5.00kg

Tabela 3 - Valores de Calibração

Fonte: Autor, 2025

A fabricação da palmilha, inicialmente, seria composta por E.V.A. (Etileno-Vinil-Acetato), no entanto, em consequência de sua espessura insegura, destinou-se a aquisição de um E.V.A. mais grosso, material semelhante a um tapete de Yoga, que dispõe de uma estrutura mais resistente, ideal para a produção da palmilha.



Figura 16 - Verso da palmilha

Fonte: Autor, 2025



Figura 15 - Frente da Palmilha

Fonte: Autor, 2025

Para a fixação do acelerômetro para medição da angulação do tronco, adquiriu-se um colete de ciclismo, pelo motivo de possuir um material mais resistente e ajuste eficiente ao corpo, para que assim, o sensor inercial fosse acoplado ao mesmo de forma segura, garantido uma análise mais precisa.



Figura 17 - Colete de Corrida/ Ciclismo

Fonte: Mercado Livre, 2025

A comunicação wireless é feita através de 3 ESPs 32, sendo um para a palmilha direita, outro para a esquerda e um para o colete. Os dados da pressão plantar, ao serem coletados, são enviados ao colete, que ao realizar a medição da angulatura, envia todas as aferições para o computador. Desta forma, o protocolo MQTT junto da plataforma Blynk, realiza a análise e a comparação dos dados coletados, e por intermédio delas gera gráficos para um acompanhamento visual permitindo a identificação de padrões irregulares de postura e desequilíbrio na pisada, e armazena os resultados recolhidos para que haja um feedback do progresso do paciente a longo prazo.

Pontos fortes a se considerar incluem o uso de tecnologias acessíveis, o baixo custo de implementação e a aplicação prática no contexto clínico. Já os desafios a serem superados envolvem a necessidade de modernização da interface de feedback para melhor entendimento, e a necessidade de reduzir a parte física onde guarda-se o circuito.

3.5. Cronograma

O cronograma a seguir apresenta a distribuição das principais etapas do projeto de pesquisa ao longo do tempo, desde a definição do tema até a apresentação na feira BRAGANTEC.

Etapa	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov
Definição do tema	x								
Pesquisa bibliográfica	x	x	X						
Desenvolvimento da fundamentação teórica		x	X						
Definição e aquisição de materiais			X	x					
Montagem do circuito e testes de sensores				x	x				
Testes e coleta de dados					x	x			
Análise e interpretação dos resultados						x	x		
Redação do relatório final							x	x	
Preparação da apresentação								x	
Apresentação na feira									x

Tabela 4 – Cronograma

Fonte: Autor, 2025

4. RESULTADOS

O presente do projeto teve como finalidade fornecer um feedback em tempo real sobre a postura de pacientes com doenças Neuromotoras, como Parkinson, Demência, entre outras, aos fisioterapeutas. Para isso foram desenvolvidas palmilhas sensorizadas e de um colete adaptado. Esse projeto foi alcançado com êxito, uma vez que os objetivos obtidos são apresentados de maneira clara e objetiva, permitindo a fácil compreensão do profissional de saúde que interpretá-los. Dessa maneira, o paciente é orientado sobre o tratamento, e qual se encaixa em suas necessidades podendo acompanhar sua evolução gradativamente.

Durante o desenvolvimento, alguns desafios foram enfrentados. Inicialmente, foram considerados os sensores de pressão piezoelétricos, porém, nos testes realizados demonstravam uma baixa precisão, comprometendo a obtenção confiável de dados necessários, como solução, optou-se pela substituição por sensores FSR402 (Force Sensitive Resistor), que apresentaram melhor desempenho, possibilitando maior exatidão dos resultados, além de maior praticidade no manuseio e integração ao sistema. No gráfico a seguir é possível visualizar dados de testes da palmilha, logo em seguida um mapa de calor.

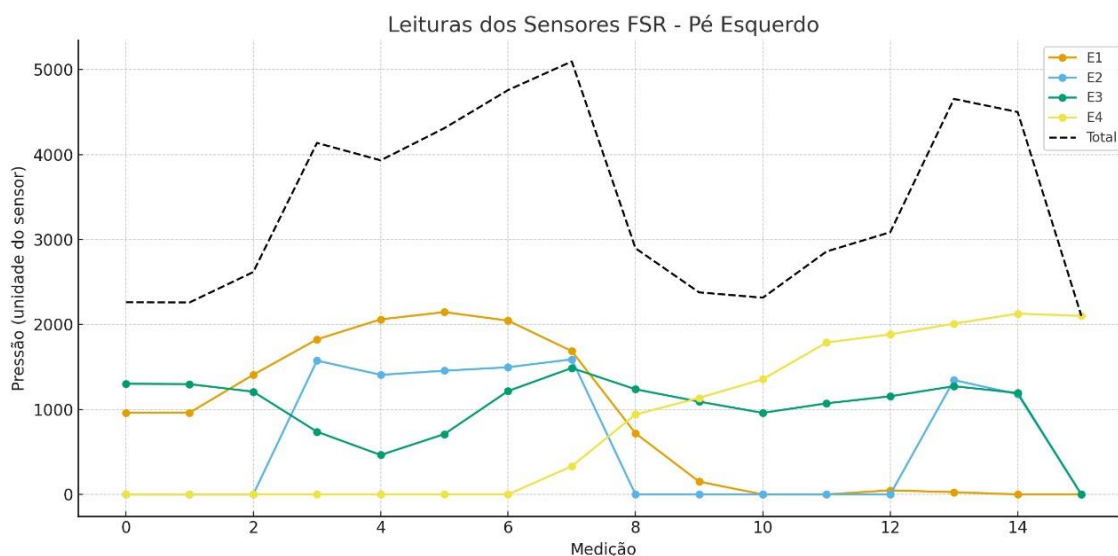


Gráfico 1 - Gráfico da Palmilha

Fonte: Autor, 2025

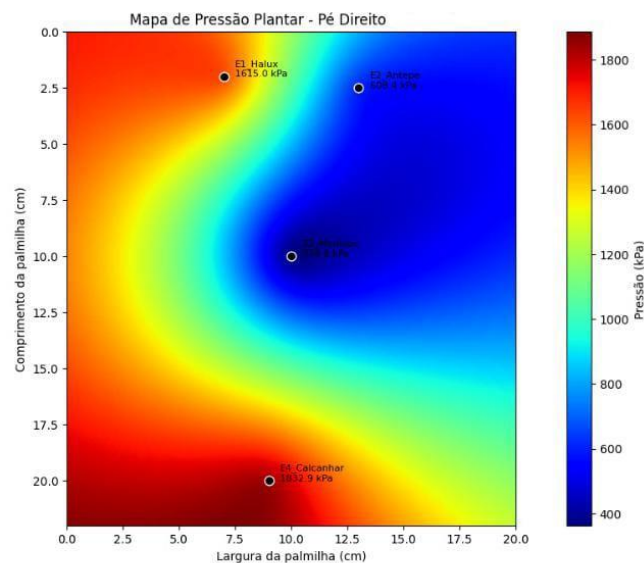


Gráfico 2 - Mapa de Calor

Fonte: Autor, 2025

Com os sensores definidos, iniciou-se a etapa de seleção do colete. Buscando um modelo ajustável, capaz de se adaptar a diferentes biotipos e que tivesse espaço adequado para a fixação dos componentes eletrônicos. Apesar de ter encontrado um modelo que atendia a essas especificações, ajustes manuais precisaram ser feitos para que ele cumprisse plenamente as exigências desejadas. Enquanto ocorria o ajuste do colete, realizava-se os testes do MPU6050, onde após alguns testes de caminhada com o sensor acoplado a roupa, foi-se obtido as seguintes medições:

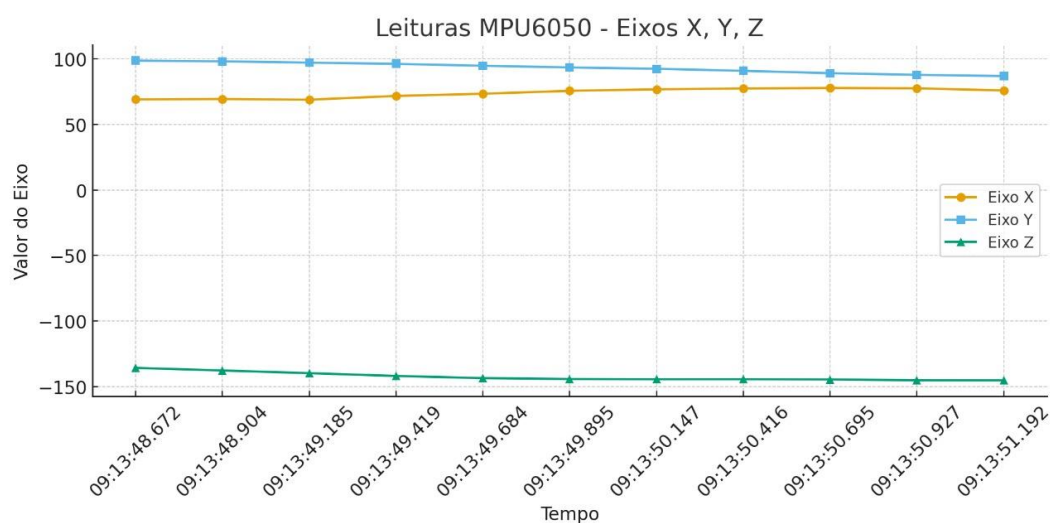


Gráfico 3 - Gráfico do MPU6050

Fonte: Autor, 2025

Outro ponto a ser considerado foi a dificuldade de escolha da arquitetura de software. Havia o carecimento de um sistema que não apenas armazenasse os dados em um banco, mas também os transformasse em representações gráficas de fácil entendimento. Com a devida orientação, adotou-se o protocolo de comunicação MQTT (Message Queuing Telemetry Transport.) que se mostrou adequado às exigências, garantindo a organização e a transmissão confiável das informações.

O progresso deste trabalho, denota a importância e o crescimento constante do mercado de tecnologias aplicadas à saúde. Tais soluções vem se tornando fundamentais não só para aprimorar o ambiente hospitalar, mas também para a melhoria da qualidade de atendimento prestado. Nesse contexto, o projeto mostra potencial para contribuir significativamente com a melhoria de qualidade de vida dos pacientes que necessitam de acompanhamento fisioterapêutico e como instrumento aplicável à prática clínica.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho buscou encontrar soluções e suportes práticos e eficientes para auxílio de profissionais que atuam para o tratamento de pessoas com sequelas de doenças neurológicas, visando um feedback preciso e em tempo real da marcha do paciente, que na maior parte dos casos, pode propiciar a causa de quedas e/ou outras lesões que podem piorar ainda mais o quadro de saúde do indivíduo. Por isso, o projeto dispõe-se a assessorar no tratamento fisioterapêutico desses sujeitos, intermediando a evolução do tratamento. Seguido de ensaios e exames dos resultados obtidos, pode-se concluir que os resultados finais são positivos. Entretanto, constatou-se a necessidade de adicionar mais sensores a palmilha para uma medição ainda mais dinâmica e precisa, e pelo menos, mais um MPU6050 ao colete para uma análise de ângulos de maior proporção.

Apesar disso, a comparar com outras tecnologias existentes no mercado, os objetivos diferenciais do atual trabalho foram alcançados e após algumas melhorias pode até mesmo ser de extrema utilidade na área destinada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIEIRA, M.E.M.; MENDES J.J.A.; PIRES M.B.; STEVAN S.L. (2016). **DISPOSITIVO PARA ANÁLISE DE PRESSÃO PLANTAR EM PALMILHAS UTILIZANDO PIEZOELÉTRICOS DE BAIXO CUSTO.** Disponível em: [DISPOSITIVO-PARA-ANALISE-DE-PRESSAO-PLANTAR-EM-PALMILHAS-UTILIZANDO-PIEZOELETRICOS-DE-BAIXO-CUSTO.plalala\[1\].pdf](#). Acessado em: Mai/25

G. ZHANG, T.T.H. HONG, L. LI, E M. ZHANG; **DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE PADRÕES DE MARCHA FATIGADOS EM ADULTOS MAIS VELHOS: UM DISPOSITIVO PORTÁTIL INTELIGENTE QUE INTEGRA MEDIÇÕES DE FORÇA E INERCIA COM APRENDIZADO DE MÁQUINA.** Disponível em: [Detecção automática de padrões de marcha fatigados em adultos mais velhos: um dispositivo portátil inteligente que integra medições de força e inercial com aprendizado de máquina | Anais de Engenharia Biomédica](#). Acessado em: Mai/25

ZIEGLER. M.; **APLICATIVO PARA CELULAR AUXILIA NA REABILITAÇÃO DE PESSOAS QUE SOFRERAM AVC.** Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/aplicativo-para-celular-auxilia-na-reabilitacao-de-pessoas-que-sofreram-avc/54152>. Acessado em: Jun/25.

DIONÍSIO. B.; **COLETE ENVIA ALERTA PARA O CELULAR E AVISA A HORA DE CORRIGIR A POSTURA.** Disponível em: [G1 - Colete envia alerta para o celular e avisa a hora de corrigir a postura - notícias em Paraná](#). Acessado em: Mai/25

ZOBOLI. A.; **BLOG DO PÉ E TORNOZELO.** Disponível em: [Dr. Alejandro Zoboli | Especialista em Pé e Tornozelo | Blog](#). Acessado em: Mai/25

BRUNETTI.; **PESQUISA APONTA QUE 65% DAS CRIANÇAS E ADOLESCENTES TEM VÍCIOS DE POSTURA.** Disponível em: <https://www.walkiriabrunetti.com.br/single-post/v%C3%ADcios-de-postura-inf%C3%A2ncia>. Acesso em: Jun/25.

GOMES. F.; **EVOLUÇÃO DA EPILEPSIA E A SUA RELAÇÃO COM OUTROS TRANSTORNOS (2024).** Disponível em: <https://blog.institutodfrancinaldo.com.br/tratamento/epilepsia/#:~:text=ao%20tratamento%20medicamentoso.,Quais%20as%20consequ%C3%AÂncias%20da%20epilepsia?,libido%2C%20problemas%20hep%C3%A1ticos%20e%20renais>. Acessado em: Jun/25.

LIMA. A.; **11 SEQUELAS MAIS COMUNS DO AVC.** Disponível em: <https://www.tuasaude.com/sequelas-de-avc/>. Acessado em: Jun/25.

HUANG. J.; **DEMÊNCIA.** Disponível em: <https://www.msmanuals.com/pt/casa/dist%C3%BArbios-cerebrais-da-medula-espinal-e-dos-nervos/delirium-e-dem%C3%AÂncia/dem%C3%AÂncia>. Acessado em: Jun/25.

XIMENES. N.; **INCOORDENAÇÃO MOTORA.** Disponível em: <https://med-br.com/neurologistabrasilia/tratamento-da-incoordenacao-motora/#:~:text=Doen%C3%A7a%20de%20Parkinson:%20Doen%C3%A7a%20neurodegenerativa%20que%20causa,de%20movimentos%2C%20podendo%20tamb%C3%A9m%20afetar%20a%20coordena%C3%A7%C3%A3o>. Acessado em: Jun/25.

CORREIA; **QUALIDADE DE VIDA EM PORTADORES DE DOENÇAS NEUROMUSCULARES.** Disponível em: <https://www.proquest.com/openview/745f3d47a0fe812643885da4001cbfb7/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026366&diss=y> . Acesso em: 30 agosto. 2025.

LOPES et al; **DOENÇA DE PARKINSON E SUAS CONSEQUÊNCIAS NO DESENVOLVIMENTO NEUROMOTOR.** Revista Corpus Hippocraticum, [S. l.], v. 2, n. 1, 2023. Disponível em: <https://revistas.unilago.edu.br/index.php/revista-medicina/article/view/964> . Acesso em: 3 set. 2025.

BRUNA; **ESCLEROSE LATERAL AMIOTRÓFICA (ELA).** Portal Dráuzio Varella. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/esclerose-lateral-amiotrofica-ela/> . Acesso em: 31 ago. 2025.

GONÇALVES et al; **NEUROLOGIA CLÍNICA.** Disponível em: https://books.google.com/books?hl=pt-BR&lr=&id=e5qbJEoGNUsC&oi=fnd&pg=PA9&dq=neurologia+cl%C3%ADnica+gilson&ots=xu_ibzJTeR&sig=mJR_Sj47O4IEoDFaMKFY7Em0yaU . Acesso em: 29 ago. 2025.

REED; **DOENÇAS NEUROMUSCULARES.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jped/a/qgz5Mq3vdZSrs9j4qrnhzhK/?format=html&lang=pt> . Acesso em 29 ago. 2025.

BITTAR et al; **SÍNDROME DO DESEQUILÍBRIO DO IDOSO.** Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/lil-362951> . Acesso em: 30 ago. 2025.

RABIN; **THE EFFECT OF BALANCE TRAINING ON THE SELF-EFFICACY OF A HEALTHY ELDERLY POPULATION : A SYSTEMATIZED LITERATURE REVIEW.** Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/355357813_The_effect_of_balance_training_on_the_self-

[efficacy of a healthy elderly population a systematized literature review](#) . Acesso em: 1 set. 2025.

GOODMAN; **THE LONGITUDINAL STABILITY OF PSYCHIATRIC PROBLEMS IN CHILDREN WITH HEMIPLEGIA.** J CHILD PSYCHOL PSYCHIATRY. PUBMED. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-child-psychology-and-psychiatry-and-allied-disciplines/article/abs/longitudinal-stability-of-psychiatric-problems-in-children-with-hemiplegia/E4596BE45995B464D1AE60494E8840BF> . Acesso em: 2 set. 2025

SACHETTI ET AL; **EQUILÍBRIO X ENVELHECIMENTO HUMANO: UM DESAFIO PARA A FISIOTERAPIA.** Disponível em: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/73619749/11_v.11_1-libre.pdf?1635210625=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DEquilibrio_x_Envelhecimento_Humano_um_de.pdf&Expires=1756645155&Signature=ZZ6ltW2ROhbNEj7caNljYVgo9Y-GyP-nEQO4HFxWHmCFWjflWSQ2tauwvpv9Hqvbb8jQCxMuo4tye3QX~Fajl8lvuyldVUtGwlc1Xw~ljHZbWcA5bR6NI9ySHunnnplAsAfhno2XSKTYhRBIXLCDwJruSt46JLx4yhh8p~lbk-gFhOhUFdIUdvLuWAXhdzm~HQLR6G2Sh1qZZKfglXnRHRWgpWQlhwa6WBxj5m0czuTOxl-9k~BnjRb~N9n~tNasLLgt2miFi~wO1E1GG-jJX91m4D99IXP1JedQEbYN16sxY-ZZrjzN48qBkR3mNYCOLA-bofSg~j0gfmFRU1dAOQg_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA . Acesso em: 2 set. 2025.

SPENCER-TANSLEY ET AL.; **MENTAL HEALTH CARE FOR RARE DISEASE IN THE UK–RECOMMENDATIONS FROM A QUANTITATIVE SURVEY AND MULTI-STAKEHOLDER WORKSHOP.** BMC HEALTH SERVICES RESEARCH, V. 22, N. 1, P. 648, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12913-022-08060-9> . Acesso em: 31 ago. 2025.

QIAN ET AL.; **UNDERSTANDING THE EXPERIENCES AND NEEDS OF INDIVIDUALS WITH SPINAL MUSCULAR ATROPHY AND THEIR PARENTS: A QUALITATIVE STUDY.** Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1186/s12883-015-0473-3> . Acesso em: 31 ago. 2025.

OLIVEIRA; CONCEIÇÃO; **IMPORTÂNCIA DA FISIOTERAPIA NO TRATAMENTO DE DOENÇAS NEUROLÓGICAS.** Disponível em: [Microsoft Word - IMPORTANCIA DA FISIOTERAPIA NO TRATAMENTO DE DOENÇAS NEUROLÓGICAS 2020](#). Acessado em: Ago/25.

SANTOS, et al.; **FISIOTERAPIA NA DOENÇA DE PARKINSON: UMA BREVE REVISÃO.** Disponível em: [RBN 44 4 2008-rev](#). Acessado em: Ago/25.

SOUZA; RIESCO; **A CONTRIBUIÇÃO DA FISIOTERAPIA PARA PACIENTES COM ESCLEROSE MÚLTIPLA.** Disponível em: [amazonia\[1\].pdf](#). Acessado em: Ago/25.

ALVES, et al.; **PRÁTICA MENTAL NA REABILITAÇÃO DE DISFUNÇÕES NEUROMOTORAS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA.** Disponível em: [Icarvalhobizari,+11946+revisão+ok-1\[1\].pdf](#). Acessado em: Ago/25.

CLINIMED; **O QUE É AVALIAÇÃO POSTURAL E QUAL SUA FINALIDADE?** Disponível em: <https://clinimedjoinville.com.br/o-que-e-avaliacao-postural-e-qual-sua-finalidade/> . Acessado em: Ago/25.

REABILITANDO FISIOTERAPIA JF; **A IMPORTÂNCIA DA AVALIAÇÃO POSTURAL NA FISIOTERAPIA.** Disponível em: <https://reabilitandofisioterapiajf.com.br/fisioterapia/avaliacao-postural/> . Acessado em: Ago/25.

EKSY; **MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO POSTURAL.** Disponível em: <https://eksy.com.br/metodos-para-avaliacao-postural/> . Acessado em: Ago/25.

ADVENTHEALTH UNIVERSITY; **SONOGRAFIA VS. RADIOGRAFIA: QUAL É A DIFERENÇA?** Disponível em: <https://www.ahu.edu/blog/sonography-vs-radiography-whats-difference> . Acessado em: Ago/25.

SOUZA J., et al.; **BIOFOTOGRAMETRIA CONFIABILIDADE DAS MEDIDAS DO PROTOCOLO DO SOFTWARE PARA AVALIAÇÃO POSTURAL (SAPO).** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcdh/a/RRCTKfkmsWnvVCSs9V5FDpG/?lang=pt> . Acessado em: Set/25.

FARAH L.; **GUIA PARA USAR UM SIMETRÓGRAFO PARA AVALIAÇÃO POSTURAL.** Disponível em: <https://blog.cardiomed.com.br/2024/07/guia-para-usar-um-simetrografo-para.html> . Acessado em: Set/25.

BERRINI CENTRO MÉDICO; **AVALIAÇÃO FISIOTERÁPICA.** Disponível em: <https://centromedicoberrini.com.br/artigos/avaliacao-fisioterapia#:~:text=Apesar%20disso%2C%20ela%20pode%20ser,seguir%20para%20o%20exame%20f%C3%ADsico> . Acessado em: Set/25.

FERREIRA, et al.; **INFLUÊNCIA DA MORFOLOGIA DE PÉS E JOELHOS NO EQUILÍBRIO DURANTE APOIO BIPODAL.** Disponível em: [SciELO Brasil - Influência da morfologia de pés e joelhos no equilíbrio durante apoio bipodal Influência da morfologia de pés e joelhos no equilíbrio durante apoio bipodal](#) . Acessado em: Ago/25.

SANTOS; VEIGA; ANDRADE; **IMPORTÂNCIA DA ANAMNESE E DO EXAME FÍSICO PARA O CUIDADO DO ENFERMEIRO.** Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/dgpS47vnDqfq7T7XLdj68RC/?lang=pt> . Acessado em: Set/25.

MONTENEGRO; **O QUE É UMA ANAMNESE FISIOTERAPÊUTICA?** Disponível em: <https://www.itcvertebral.com.br/anamnese-fisioterapeutica/> . Acessado em: Set/25.

CETRAD; **ESTUDO MORFOLÓGICO: O QUE É E QUAL A SUA IMPORTÂNCIA?** Disponível em: <https://cetrad.com.br/estudo-morfologico/> . Acessado em: Set/25.

LABVITAL; **A RELAÇÃO ENTRE MORFOLOGIA E FUNÇÃO NO CORPO HUMANO.** Disponível em: <https://labvital.com.br/glossario/a-relacao-entre-morfologia-e-funcao-no-corpo-humano/> . Acessado em: Set/25.

CORREA, G.M.M.; **DISPOSITIVO WEARABLE PARA MONITORAMENTO DA POSTURA CORPORAL.** Disponível em: [dispositivovestivelposturacorporal.pdf](#) . Acessado em: Ago/25.

SILVA, A.L.M.; **DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO PARA CONTROLE E MONITORAMENTO DA POSTURA CERVICAL E TORÁCICA.** Disponível em: [TEXTO-TCC-AnaLuiza](#) . Acessado em: Ago/25.

FARIAS, E.; **SISTEMA DE MONITORAMENTO VESTÍVEL PARA O AUXÍLIO DO CONTROLE POSTURAL.** Disponível em: [Ficha Catalográfica - UFSC](#) . Acessado em: Ago/25.

NOZELA, M.F.; **PROTÓTIPO DE DISPOSITIVO VESTÍVEL UTILIZANDO SENSOR INERCIAL PARA DETECÇÃO E VISUALIZAÇÃO EM TEMPO REAL DE TREMOR DE REPOUSO DE PESSOAS COM A DOENÇA DE PARKINSON.** Disponível em: [ProtótipoDispositivoVestível.pdf](#) . Acessado em: Ago/25.

FSRTEK; **SOLUÇÕES DE SENSORES ULTRASSENSÍVEIS PARA MAPEAMENTO DE PRESSÃO CORPORAL HUMANA.** Disponível em: <https://www.fsrtek.com/standard-sensor/fa402-force-sensing-resistor> . Acessado em: Set/25.

FILIPINA, N.T. et al; **ESTUDO DA DISTRIBUIÇÃO DAS PRESSÕES PLANTARES EM CRIANÇAS OBESAS: EFEITOS DE UM PROGRAMA DE INTERVENÇÃO.** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/245878986 Efeitos da obesidade na distribuição de pressão plantar em crianças](https://www.researchgate.net/publication/245878986_Efeitos_da_obesidade_na_distribuição_de_pressão_plantar_em_crianças) . Acessado em: Set/25.

FARIAS, D.S. **PALMILHA INTELIGENTE PARA MONITORAMENTO DE MARCHA HUMANA UTILIZANDO CONTROLADOR FUZZY.** Disponível em: [\(PDF\) Palmilha inteligente para monitoramento de marcha humana utilizando controlador Fuzzy](#) . Acessado em: Ago/25.

MAKER HERO; **ACELERÔMETRO E GIROSCÓPIO 3 EIXOS MPU-6050.** Disponível em: <https://www.makerhero.com/produto/accelerometro-e-giroscopio-3-eixos-6-dof-mpu-6050/#:~:text=O%20MPU%206050%20%C3%A9%20um,detec%C3%A7%C3%A3o%20de%20movimento%20e%20orienta%C3%A7%C3%A3o> . Acessado em: Set/25.

MELLO, M.; **PLACA ESP32: DESCUBRA O QUE É, PARA QUE SERVE E MUITO MAIS!** Disponível em: <https://victorvision.com.br/blog/placa-esp32/> . Acessado em: Set/25.