

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA**

JOÃO VITOR CHIORATO BIAGIONI

**DESENVOLVIMENTO DE PASSARELA COM SENSORES DE PRESSÃO PARA
AVALIAÇÃO DE PACIENTES COM DOENÇA DE ALZHEIMER**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de bacharelado em Engenharia Elétrica como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica.

Orientador(a): Prof. Dr. Robson Barcellos

São Carlos

2024

**DESENVOLVIMENTO DE PASSARELA COM SENSORES DE PRESSÃO PARA
AVALIAÇÃO DE PACIENTES COM DOENÇA DE ALZHEIMER**

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Robson Barcellos
Departamento de Engenharia Elétrica - UFSCar

Prof. Dr. Carlos Alberto De Francisco
Departamento de Engenharia Elétrica - UFSCar

Prof. Dra. Natalia Duarte Pereira
Departamento de Engenharia Elétrica - UFSCar

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha namorada, Isis Dias Scabelo por todo apoio emocional durante o projeto de criação da passarela, principalmente nos momentos mais críticos, onde precisei de muita compreensão. Ela foi um ponto crucial para que o projeto tornasse realidade. Agradeço também minha família, tanto na parte emocional, quanto financeira. Vale lembrar o acompanhamento quase que semanal do departamento de Fisioterapia e o apoio de meu amigo Giovani Cicone na construção da placa de circuito impresso. Por fim, gostaria de agradecer muito meu orientador, Prof. Dr. Robson Barcellos, que teve muita paciência e transmitiu conhecimentos valiosos para que fosse possível esse projeto.

RESUMO

Esse projeto consiste na criação de protótipo de passarela equipada com sensores de pressão, que será utilizado pelo Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos, com intuito de aplicar o Walking Trail Making Test (WTMT) para avaliar pacientes com a doença de Alzheimer.

O Walking Trail Making Test (WTMT) consiste em um teste de caminhada em uma passarela com demarcações, que avalia as funções motoras e cognitivas de um paciente com a doença de Alzheimer em estágio leve ou moderado. Uma das dificuldades para o profissional que está aplicando o teste é manter um padrão no registro dos dados de desempenho do paciente, ao mesmo tempo que observa seu comportamento.

Para superar esta dificuldade, foi desenvolvida uma passarela automatizada de baixo custo que captura os dados do paciente durante o WTMT, a fim de evitar erros durante o registro dos dados de desempenho do paciente e assim melhorar o diagnóstico nos estágios leve ou moderado da doença.

Além de utilizar componentes de baixo custo, o protótipo de passarela desenvolvido tem a proposta de ser dobrável e de fácil transporte. A passarela possui sensores de pressão piezoelétrico de baixo custo que enviam os sinais correspondentes aos locais onde a passarela foi pisada, até um microcontrolador Arduino Mega 2560.

Também foi desenvolvida uma interface gráfica no Excel que apresenta na tela de um notebook, em tempo real, os dados processados no Arduino. Esses dados processados são salvos em um banco de dados que foi criado no Excel, permitindo o gerenciamento dos dados do WTMT e possibilitando a emissão de relatórios específicos para cada paciente.

Palavras-chave: walking trail making test, wtmt, walking, avaliação de Alzheimer, passarela, alzheimer, tapete com eletrônica, sensor de pressão, comprometimento cognitivo, CCL, sensor piezoelétrico.

ABSTRACT

This project consists of creating a prototype walkway equipped with pressure sensors, which will be used by the Department of Physiotherapy at the Federal University of São Carlos, with the aim of applying the Walking Trail Making Test (WTMT) to evaluate patients with Alzheimer's disease.

The Walking Trail Making Test (WTMT) consists of a walking test on a walkway with markings, which evaluates the motor and cognitive functions of a patient with mild or moderate Alzheimer's disease. One of the difficulties for the professional who is administering the test is to maintain a standard in recording the patient's performance data, while also observing their behavior while performing the test.

To overcome this difficulty, a low-cost automated walkway was developed that captures patient data during the WTMT, in order to avoid errors when recording patient performance data and improve diagnosis in mild or moderate stages of the disease.

In addition to using low-cost components, the prototype walkway developed is designed to be foldable and easy to transport. The walkway has low-cost piezoelectric pressure sensors that send signals corresponding to the places where the walkway was stepped on, to an Arduino Mega 2560 microcontroller.

A graphical interface was also developed in Excel that displays the data processed by the Arduino on a notebook screen in real time. This processed data is saved in a database that was created in Excel, allowing the management of WTMT data and enabling the generation of specific reports for each patient.

Keywords: walking trail making test, wtmt, walking, Alzheimer's assessment, walkway, Alzheimer's, electronic mat, pressure sensor, cognitive impairment, CCL, piezoelectric sensor.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Posição dos sensores da passarela.	26
Tabela 2: Posição dos alvos e distratores do WTMT-N.....	28
Tabela 3: Posição dos alvos e distratores do WTMT-A.....	29
Tabela 4: Posição dos alvos e distratores do WTMT-B.....	30
Tabela 5: Largura mínima da trilha de acordo com a corrente que deverá suportar.....	37
Tabela 6: Distância mínima entre trilhas de acordo com a diferença de potencial a que estarão sujeitas.	37
Tabela 7: Orçamento para construção da passarela.	43
Tabela 8: Dados do teste.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Passarela para o WTMT.....	13
Figura 2: Passarelas utilizadas pelo Departamento de Fisioterapia.....	14
Figura 3: Sensor piezoelétrico.....	15
Figura 4: Funcionamento do Sensor Piezoelétrico.....	16
Figura 5: Circuito desenvolvido em protoboard para tratar o sinal gerado pelo sensor.....	17
Figura 6: Diagrama de blocos do funcionamento do circuito desenvolvido.....	17
Figura 7: Diagrama de blocos do projeto.....	18
Figura 8: O modelo da base da passarela com os sensores.....	20
Figura 9: Sensor piezoelétrico, adesivo de silicone e disco de acrílico.....	21
Figura 10: Botões de pressão sobre a base de sensores.....	22
Figura 11: Modelos de máscaras propostos.....	23
Figura 12: Região Inicial e final da passarela.....	24
Figura 13: Pegadas nas regiões inicial e final da passarela.....	25
Figura 14: Ponto Zero do sistema de coordenadas.....	25
Figura 15: Sensor piezoelétrico e disco de acrílico.....	27
Figura 16: Gabinete com eletrônica.....	31
Figura 17: Face traseira do gabinete com eletrônica.....	32
Figura 18: Diagrama da vista superior do gabinete com eletrônica sem tampa.....	32
Figura 19: Pinos conectores.....	33
Figura 20: Posição do gabinete com eletrônica vista de cima.....	34
Figura 21: Demonstração da conexão do circuito ao plano terra de maneira a) Não recomendado e b) Recomendado.....	35
Figura 22: Separação dos componentes em grupos de função.....	35
Figura 23: Melhores práticas para traças trilhas.....	36
Figura 24: a) capacitor de desacoplamento na alimentação do CI. b) Comportamento do mesmo capacitor de desacoplamento para altas frequências.....	36
Figura 25: Layout da placa de circuito impresso realizado no software EasyEDA com matriz de sensores.....	39
Figura 26: Comparação de tamanho de um resistor SMD com um convencional.....	40
Figura 27: Diagrama elétrico da placa para 24 sensores.....	41
Figura 28: Layout da segunda versão da placa de circuito impresso da passarela.....	42
Figura 29: Fluxograma do programa em Visual Basic.....	44
Figura 30: Página inicial da planilha.....	45

Figura 31: Mensagens de alerta: (a) Alerta se alguma informação não for preenchida e (b) alerta de registro já existente (b).....	45
Figura 32: Planilha para registrar paciente.	46
Figura 33: Início do teste.	46
Figura 34: Página do teste.	47
Figura 35: Quatro passos para conectar o Arduino no Excel.	47
Figura 36: Botão Stop test.	48
Figura 37: Caixa de texto para inserir observações.	50
Figura 38: Planilha de pesquisa.	50
Figura 39: Passarela Construída.	51
Figura 40: Botão de pressão.	52
Figura 41: Sensor com peça de silicone e disco de acrílico.	52
Figura 42: Máscaras da passarela.	53
Figura 43: Botão de Pressão na face inferior da máscara.	53
Figura 44: Passarela Dobrada.	54
Figura 45: Gabinete com eletrônica.....	55
Figura 46: Visão superior e Lateral do Gabinete com eletrônica.	55
Figura 47: Primeira PCI.....	56
Figura 48: Segunda PCI feita por uma empresa especializada.....	57
Figura 49: Sensor FSR400.....	58
Figura 50: a) Comportamento dos sensores FSR. b) Esquema elétrico típico.	58
Figura 51: Possível esquema elétrico da passarela com o sensor FSR.....	59

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1.	OBJETIVO	12
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.	MATERIAIS E MÉTODO	14
3.1.	FUNCIONAMENTO DOS SENSORES	15
3.2.	MÓDULOS FUNCIONAIS	18
3.3.	PASSARELA.....	19
3.4.	GABINETE COM ELETRÔNICA.....	31
3.5.	PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI).....	34
4.	ORÇAMENTO.....	43
5.	PROGRAMA	44
6.	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	51
6.1.	PASSARELA.....	51
6.2.	GABINETE COM ELETRÔNICA.....	54
6.3.	PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI).....	56
7.	ESTUDOS FUTUROS.....	57
7.1.	SUBSTITUIÇÃO DOS SENSORES PIEZOELÉTRICO.....	57
7.2.	ALTERAÇÃO DO SOFTWARE	59
8.	CONCLUSÃO.....	60
9.	REFERÊNCIAS	60
10.	APÊNDICE	62
10.1.	PROGRAMA ARDUINO	62
10.2.	PROGRAMA VISUAL BASIC	66

LISTA DE SIGLAS

CCL	Comprometimento cognitivo leve
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
DA	Doença de Alzheimer
EPO	European Patent Office
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Intelectual
USPTO	United States Patent and Trademark Office
WTMT	Walking Trail Making Test

1. INTRODUÇÃO

A demência é um termo utilizado para definir um conjunto de doenças que afetam o cérebro, podendo ser identificada pela perda das funções cognitivas como a memória, capacidade de se manter concentrado e dificuldades com a linguagem [1]. Os tipos de demência mais comuns são: Doença de Alzheimer (DA), demência vascular, demência com corpos de Lewy, demência frontotemporal e associada ao Parkinson [2,3], sendo a primeira, responsável por 55% dos casos de demência [4].

O aumento dos casos de DA geralmente está associado ao envelhecimento da população. No Brasil, estima-se que cerca de 6% dos indivíduos com mais de 60 anos sofram com a doença. Considerando esses valores expressivos, é importante o diagnóstico precoce da doença para melhorar o acompanhamento da evolução clínica e para um tratamento mais efetivo, possibilitando uma sobrevida maior e uma significativa melhora na qualidade de vida [2].

O Comprometimento Cognitivo Leve (CCL) é uma condição de transição que pode levar a demência. Esta, por sua vez, é identificada por pequenos fatores como leve perda de memória, problemas com concentração e comprometimento das Funções Executivas¹ (FE) [5].

Embora existam testes que conseguem avaliar parte desses fatores, eles podem apresentar alto custo e limitações como a falta de especificidade e sensibilidade. Assim, é de extrema importância desenvolver formas de testes mais eficazes e que possam avaliar a maioria dos efeitos desse estágio pré-demencial [6].

Como vários estudos relatam que o déficit precoce das funções executivas pode prever quadros futuros de demência [6] e que alterações da praxia² são frequentes na DA [7], é relevante a utilização de testes motores (como testes relacionados à caminhada) para avaliação de quadros de DA. Já existem estudos que indicam que testes motores podem detectar quadros de CCL, o que, combinado com as avaliações cognitivas não motoras, aumenta a base estatística para uma melhor avaliação de cada quadro [6].

Por esse motivo, o Departamento de Fisioterapia da UFSCar utiliza um teste motor chamado de Walking Trail Making Test (WTMT) para avaliar pacientes com a Doença de Alzheimer. O WTMT consiste em um teste de caminhada para avaliar as funções motoras e cognitivas [6,8,9,10,11]. Dessa forma, o presente projeto pretende criar um protótipo de passarela que utiliza sensores de pressão piezoelétrico de baixo custo para automatizar a captura

¹ Capacidade de planejar, organizar e regular um comportamento motor [1].

² Incapacidade de realizar um ato motor complexo de maneira correta [7].

dos dados do paciente durante o WTMT, a fim de evitar erros humanos, auxiliar no registro dos dados e melhorar o diagnóstico de CCL.

1.1. OBJETIVO

Criação de passarela dobrável que possua sensores de pressão piezoelétricos de baixo custo para auxiliar o trabalho do Departamento de Fisioterapia ao aplicar o WTMT em pacientes com quadros de DA leves e moderados.

Um dos objetivos pessoais do projeto é poder auxiliar outras pessoas a terem uma alternativa para avaliar familiares com possíveis quadros de DA, pois tenho um avô com DA e sei como é difícil para a família entender quadros leves e moderados.

O projeto de criação da passarela não envolve pesquisa ambiental, com seres humanos, com animais ou biossegurança e, por tanto, não precisa da aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de São Carlos (CEP - UFSCar). Porém, será feita a submissão ao CEP pelo Departamento de Fisioterapia para fazer a utilização da passarela nos pacientes.

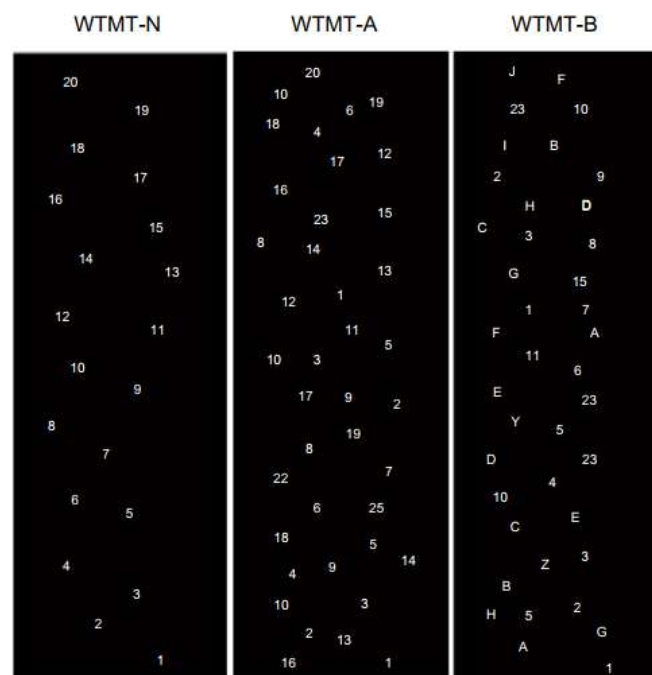
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Em 2005, Neil Alexander et al. da Universidade de Michigan elaboraram um artigo que menciona passarelas usadas em testes cognitivos motores [6]. O objetivo do estudo é avaliar como o desempenho do paciente no teste é afetado por um aumento na demanda visual, dada pela redução da luz no ambiente do teste, e pelo aumento da demanda cognitiva, através do aumento da dificuldade do teste. Também é objetivo do teste avaliar como o desempenho do paciente no teste motor se compara com o desempenho no teste não motor.

Para fazer os testes com estas passarelas, é necessário que os pacientes utilizem sapatos onde são fixadas tiras de fita metálica condutoras em suas solas. A passarela contém alvos, que são números ou letras que devem ser pisados em uma determinada sequência, e distratores, que são números ou letras que distraem o paciente e não devem ser pisados. Para essas passarelas os alvos ou distratores possuem uma película condutiva metálica eletricamente separada em duas partes [6].

Quando o paciente caminha sobre a passarela e pisa no centro dos números e letras, a fita condutora da sola do sapato conecta as duas metades da película do alvo. Nessa condição, é gerado um sinal elétrico que é enviado para um computador, indicando que o pé foi colocado corretamente no alvo. Foram feitos testes com três tipos de passarela, mostrados na Figura 1.

Figura 1: Passarela para o WTMT



Fonte: [8].

A primeira passarela mostrada na Figura 1, chamada de WTMT-N, possui apenas alvos numéricos e o paciente deve pisar sobre eles em uma sequência crescente (1-2-3..., etc.). Na segunda passarela (WTMT-A), são adicionados números fora da sequência numérica a ser pisada, chamados distratores, que não devem ser pisados. Na terceira passarela (WTMT-B), o paciente alterna entre letras e números em ordem crescente numérica e alfabética (1-A-2-B..., etc.). Nesta passarela existem letras e números distratores [8].

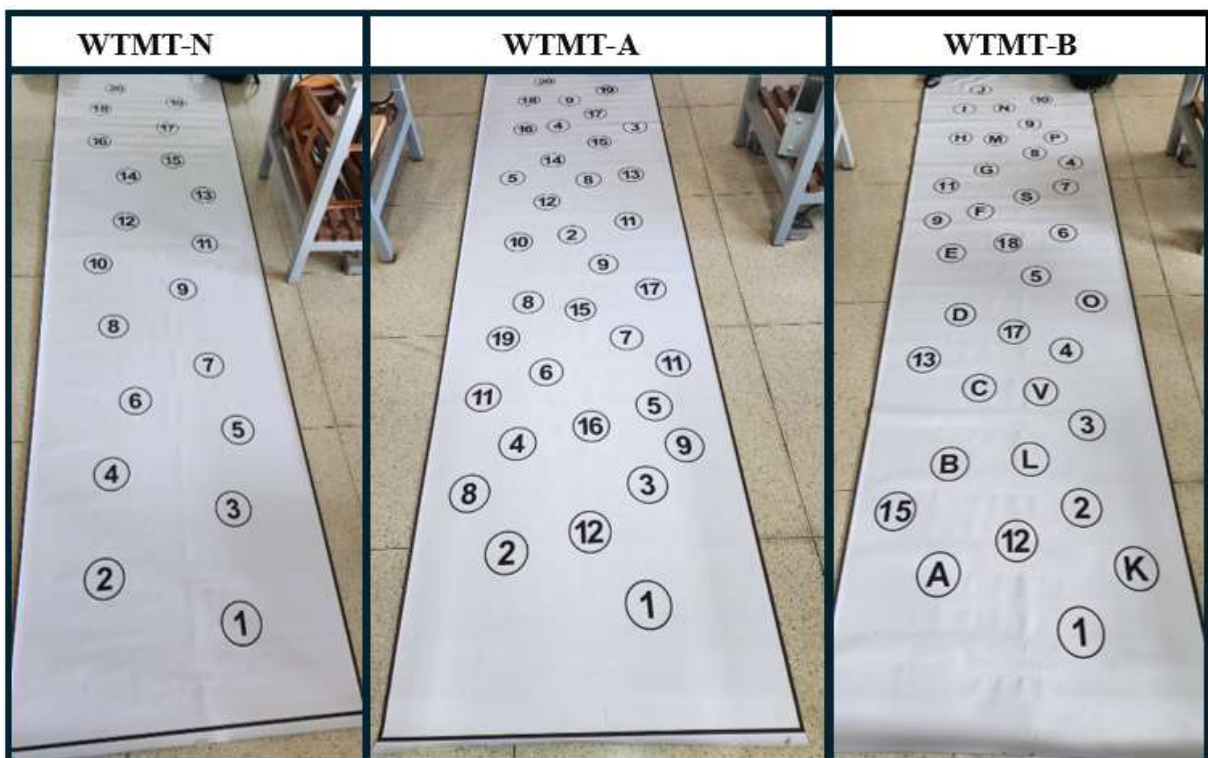
Já na Universidade de Poitiers, também foi proposta uma passarela com uma base eletrônica sensível a pressão em toda sua superfície e coberta por um pano removível que identifica os alvos para o paciente. O dispositivo capta todas as variáveis da caminhada, como a velocidade e o tempo de parada. Nele foram feitos testes semelhantes aos feitos na Universidade de Michigan [6]. Adicionalmente, o teste é filmado para detectar erros com precisão. Esses podem ser identificados por pisadas não centralizadas corretamente nos alvos, alvos pisados na sequência errada ou nos distratores [8]. Além desses, existem muitos artigos sobre testes cognitivos motores [9,10,11], que não utilizam passarelas com eletrônica para otimizar os resultados coletados.

Foi feita uma pesquisa de patentes no United States Patent and Trademark Office (USPTO), European Patent Office (EPO) e no Instituto Nacional da Propriedade Intelectual (INPI) para verificar projetos similares e não foi encontrado algum com a mesma proposta.

3. MATERIAIS E MÉTODO

A ideia da criação da passarela iniciou no final de 2019 com intuito de auxiliar o Departamento de Fisioterapia a aplicar o teste WTMT em pacientes com a Doença de Alzheimer. As passarelas utilizadas são similares às utilizadas pela Universidade de Michigan. A diferença maior é que na passarela desenvolvida pelo Departamento de Fisioterapia os alvos possuem círculos ao seu redor e o fundo da passarela é na cor branca, como mostrado na Figura 2.

Figura 2: Passarelas utilizadas pelo Departamento de Fisioterapia.

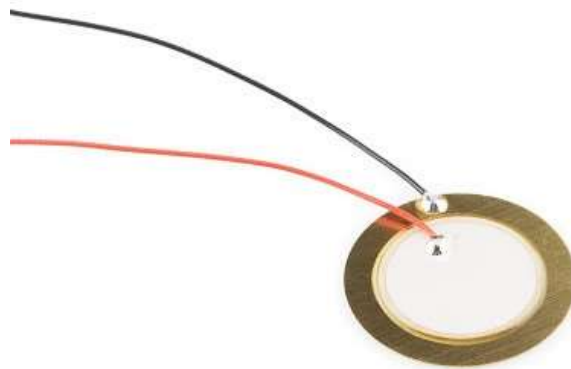


Fonte: Próprio Autor.

O teste era feito sem o auxílio de nenhuma automação. A partir desses modelos de passarelas, foi pensada uma forma de automação dos testes para facilitar o trabalho na aplicação do teste.

Em 2019 iniciou-se a escrita de um projeto de Iniciação Científica que tinha como título ‘DESENVOLVIMENTO DE UM TAPETE COM SENSORES DE PRESSÃO PARA AVALIAÇÃO DE PACIENTES COM DOENÇA DE ALZHEIMER’. Foi escolhido o sensor piezoelétrico modelo 7BB-27-4 do fabricante Murata [12], pois possui um baixo custo quando comparado com outros sensores (em 12/04/2022 custava cerca de \$ 0,50 por unidade) e já vem com terminais soldados, como mostrado na Figura 3.

Figura 3: Sensor piezoelétrico.



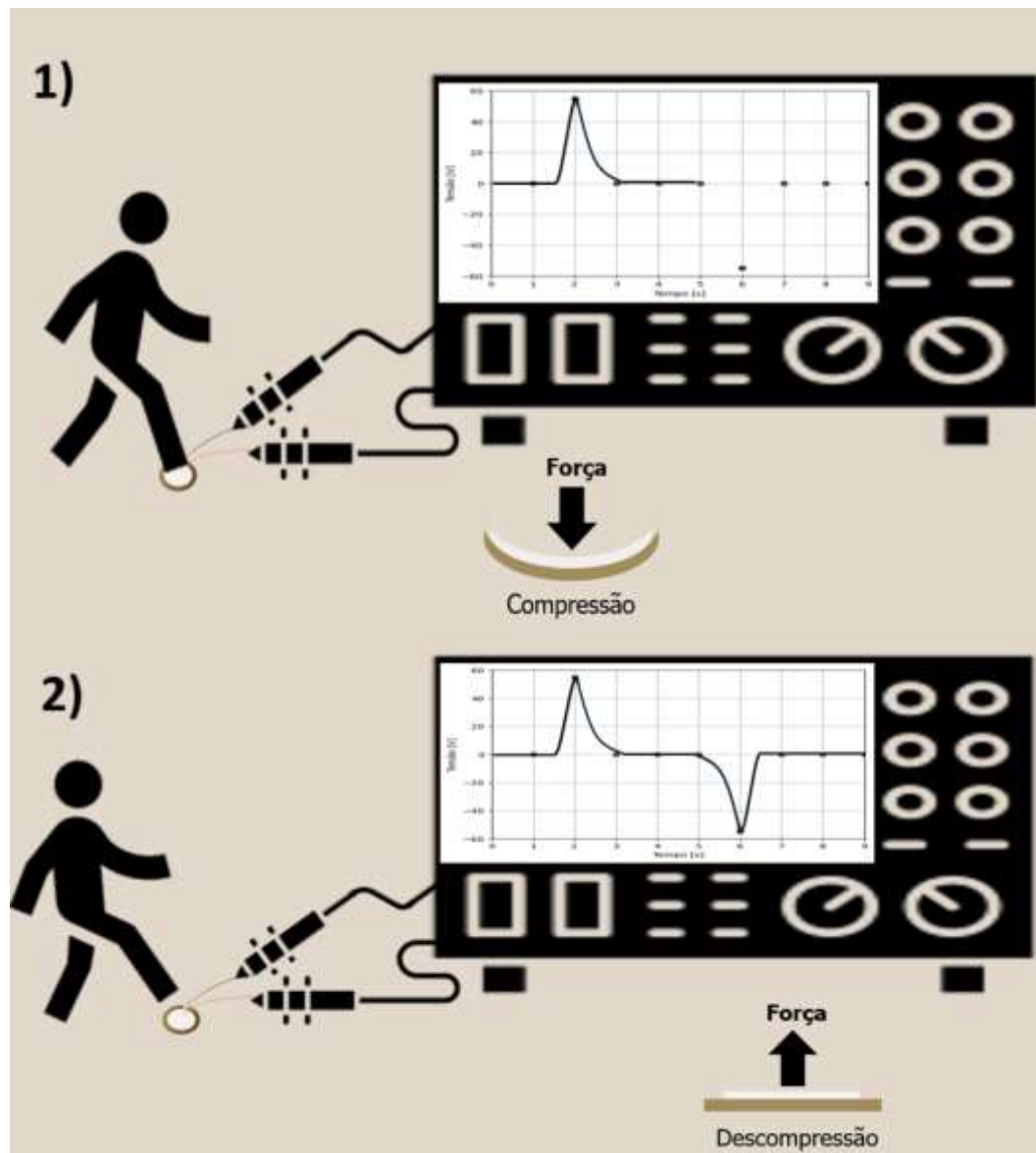
Fonte: [13].

Os sensores de pressão substituem as películas condutivas propostas pela Universidade de Michigan, não sendo mais necessário a utilização de sapatos com tiras metálicas nas solas.

3.1. FUNCIONAMENTO DOS SENSORES

Utilizando um osciloscópio foi possível entender funcionamento dos sensores, como mostrado na Figura 4.

Figura 4: Funcionamento do Sensor Piezoelétrico.

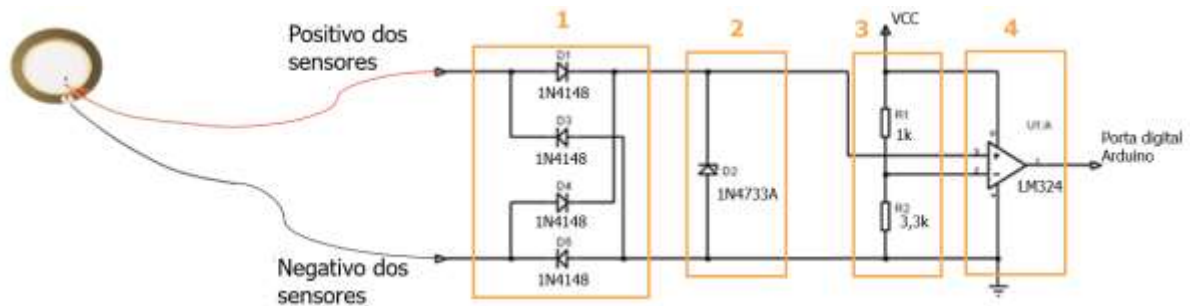


Fonte: Próprio Autor.

Na Figura 4 é observado como o sensor se comporta conforme é acionado. No momento 1, o sensor sofre uma compressão e gera um sinal elétrico com amplitude diretamente proporcional à variação de força exercida em relação à variação do tempo, ou seja, quanto maior a variação de força e menor o tempo de compressão, maior a amplitude do sinal. O pulso fornecido na compressão pode chegar até 60V com um tempo de duração de cerca de até 1 segundo. No momento 2, o sensor sofre descompressão e apresenta um sinal elétrico semelhante ao momento 1, porém o pulso gerado é negativo com amplitude mínima de -60 V e duração de até 1 segundo.

Observando-se o comportamento do sensor quando ele é acionado, foi desenvolvido em protoboard um circuito que faz o tratamento do sinal gerado para que possa ser processado em uma entrada digital do Arduino, como mostrado na Figura 5.

Figura 5: Circuito desenvolvido em protoboard para tratar o sinal gerado pelo sensor.



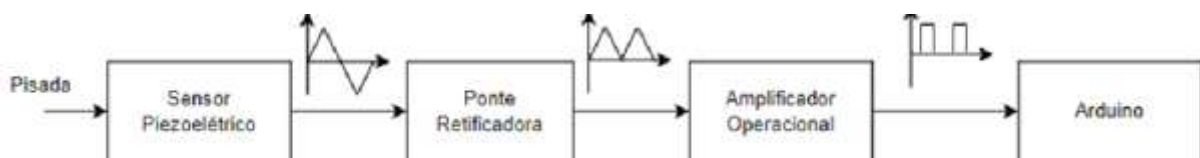
Fonte: Próprio Autor.

Primeiro foi feita a retificação do sinal através da ponte de diodos 1N4148 como mostrado na área 1 da Figura 5. O diodo Zener 1N4733A (área 2) faz a limitação da amplitude do sinal em 5V. O sinal é levado até a porta não-inversora do amplificador operacional LM324 (área 4). O divisor resistivo (área 3) é ligado na porta inversora do amplificador operacional LM324 para controlar a sensibilidade do sensor. Dessa forma, quanto maior a tensão do divisor resistivo, maior é a tensão necessária na entrada não-inversora para saturar o amplificador operacional e gerar um sinal de 5V na sua saída. O ajuste da tensão no divisor resistivo evita que ruídos acionem o amplificador operacional.

Como o divisor resistivo é composto pelos resistores $R1 = 1k\Omega$ e $R2 = 3,3k\Omega$, a amplitude do sinal necessária para saturar o amplificador operacional é de 3,84V.

O diagrama de blocos do circuito, é mostrado na Figura 6.

Figura 6: Diagrama de blocos do funcionamento do circuito desenvolvido.



Fonte: Próprio Autor.

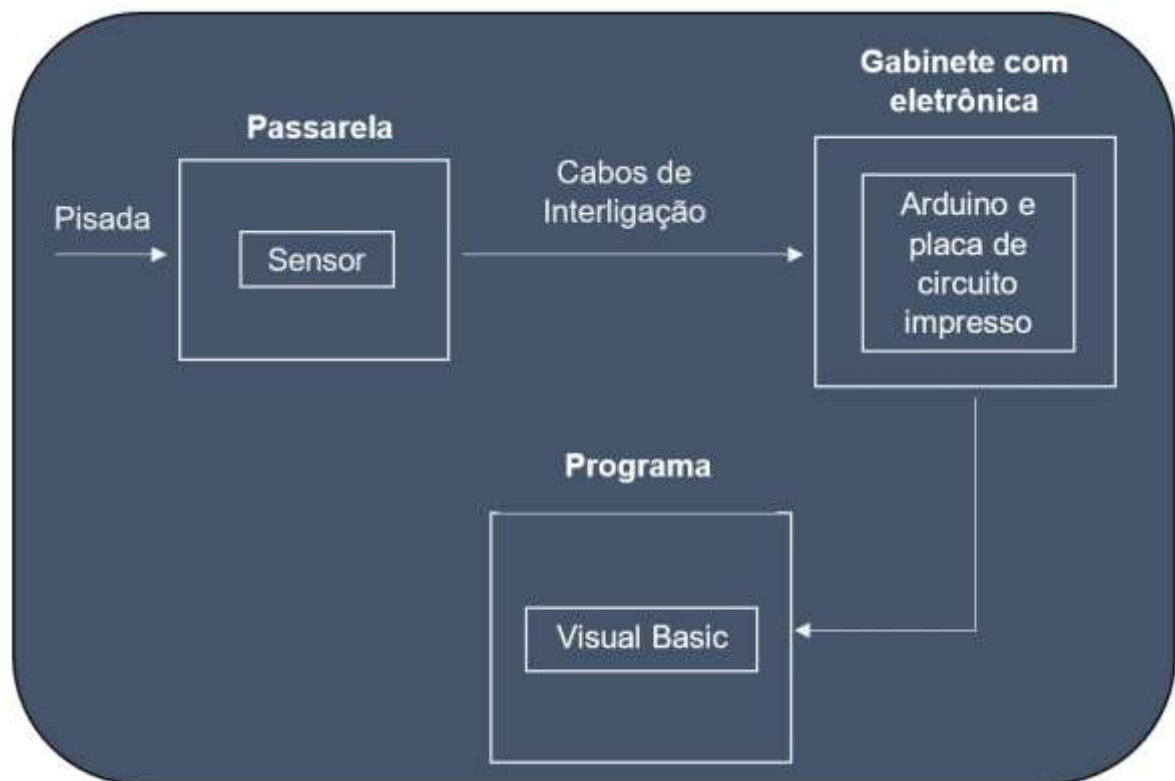
O sinal que sai do amplificador operacional é ligado a uma entrada digital do Arduino Mega 2560. Após a finalização do circuito, foi criado o código do Arduino para fazer a leitura

do sinal que sai do amplificador operacional e informar o instante de tempo em que o sensor foi acionado. Os testes do circuito foram feitos com 4 sensores e foi verificado o correto funcionamento do circuito.

3.2. MÓDULOS FUNCIONAIS

O projeto pode ser dividido em 3 módulos funcionais: a passarela que possui os sensores, o gabinete com eletrônica que recebe o sinal dos sensores através dos cabos de interligação e o programa em Visual Basic no Excel (mostrado no apêndice). O diagrama de blocos pode ser visto na Figura 7.

Figura 7: Diagrama de blocos do projeto.



Fonte: Próprio autor.

A passarela contém os sensores de pressão que quando acionados (pisando ou retirando o pé do sensor) emitem um sinal que é levado através de cabos de interligação para o gabinete com a eletrônica. O gabinete com a eletrônica possui uma placa eletrônica, que faz o tratamento dos sinais dos sensores, e um módulo programável (Arduíno modelo Mega 2560), que processa os sinais já tratados (código do Arduino no apêndice). Após o processamento do sinal, o Arduino

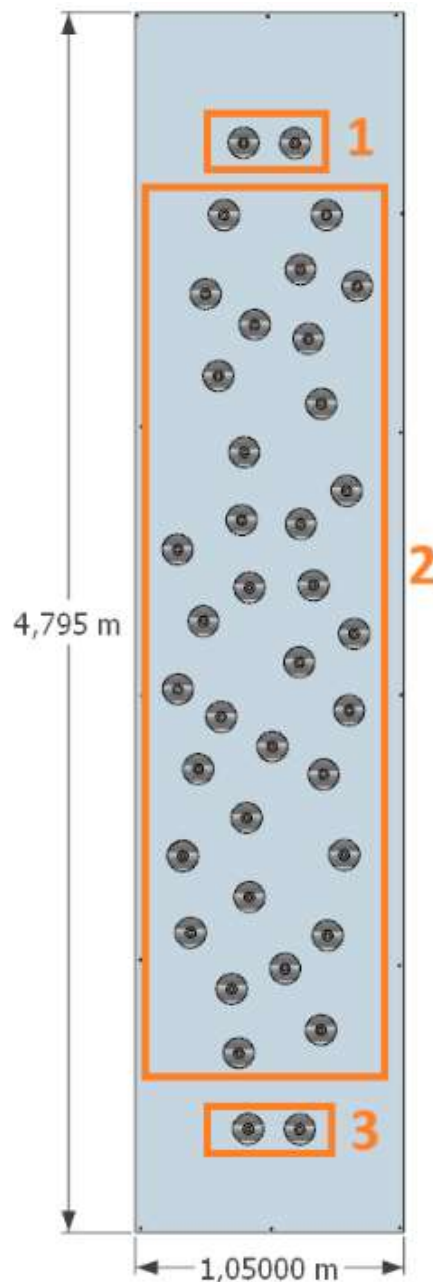
envia para o Excel as informações referentes a qual sensor foi pisado, o tempo em que foi pisado, o tempo que foi retirado o pé do sensor e o tempo que o pé do paciente ficou sobre o sensor. Essas informações enviadas pelo Arduino são organizadas de forma gráfica e visual através de um programa em Visual Basic (linguagem de programação utilizada pelo Excel).

3.3. PASSARELA

Inicialmente, foram feitos modelos 3D no software *SketchUp* e testes em pequena escala para a construção da passarela.

A passarela é construída com duas placas de E.V.A com os sensores entre as placas. Uma placa de E.V.A. funciona como a base, em que os sensores estão fixados, e a outra placa de E.V.A. para cobrir essa base.

Figura 8: O modelo da base da passarela com os sensores.



Fonte: Próprio autor.

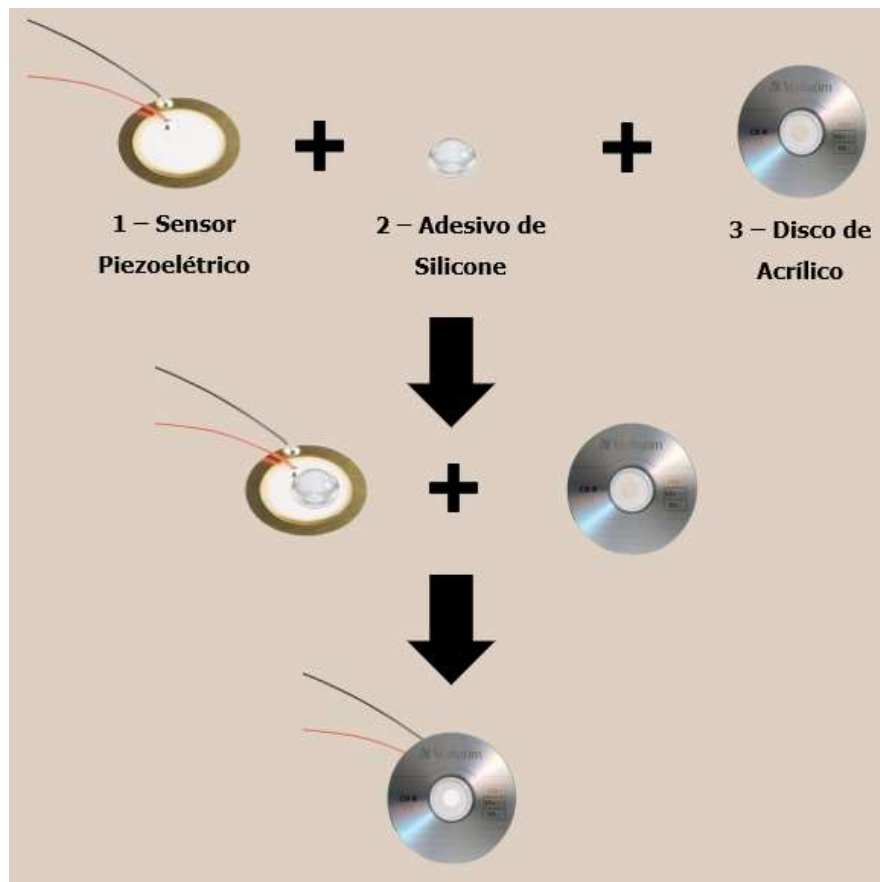
Como mostrado na Figura 8, as dimensões da passarela são: 4,795 metros de comprimento e 1,05 metros de largura.

A passarela possui uma área adicional no seu início, com sensores que indicam o início do teste, e outra no seu final, com sensores que indicam o final do teste.

A base da passarela possui 38 sensores, sendo 34 sensores para alvos e distratores (área 2), 2 sensores para a área adicional no final da passarela (área 1) e 2 sensores para a área adicional no início da passarela (área 3).

Os sensores piezoelétricos são fixados através de filme plástico (Durex) sobre a placa inferior de E.V.A. Para amortecer as pisadas e não danificar os sensores com o tempo, é fixado um adesivo de silicone (peça de silicone utilizada para amortecer impacto) no centro dos sensores. Sobre o adesivo de silicone são fixados discos de acrílico (CDs) de 12 cm de diâmetro centralizados sobre cada um dos sensores através de filme plástico. O disco de acrílico distribui o peso da pisada sobre sensor e aumenta a área de ativação.

Figura 9: Sensor piezoelétrico, adesivo de silicone e disco de acrílico.

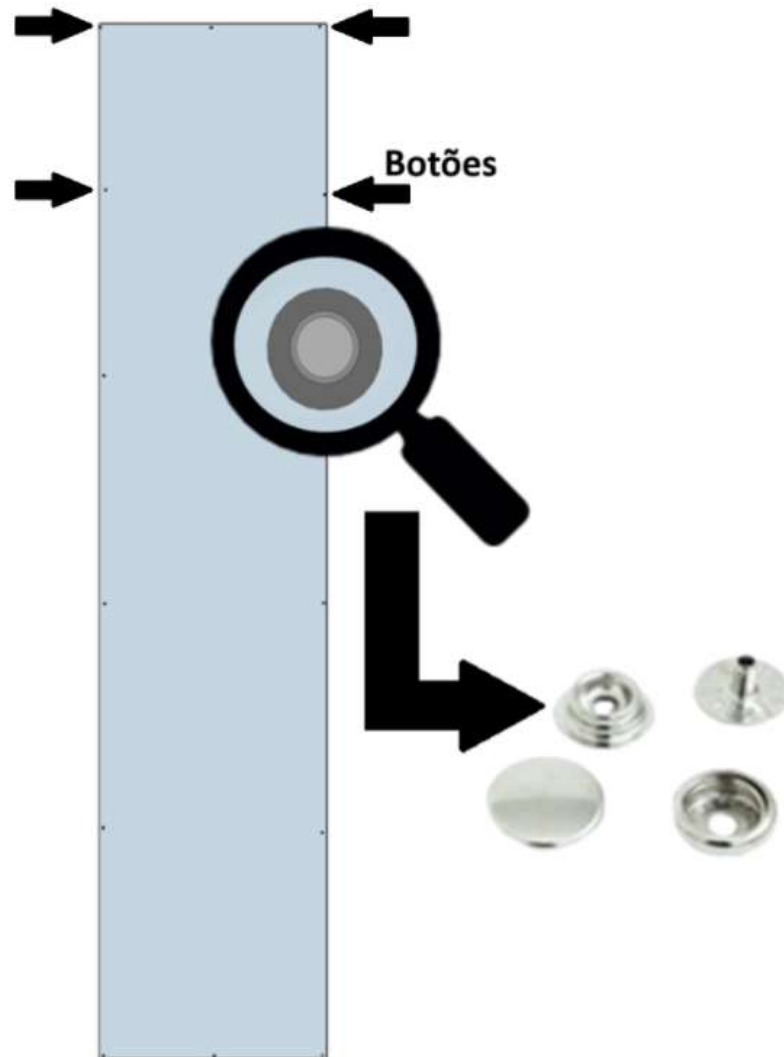


Fonte: Próprio autor.

Na Figura 9, são mostrados o sensor piezoelétrico marcado com o número 1, o adesivo protetor de silicone marcado com o número 2 e o disco de acrílico marcado com o número 3.

Sobre a placa base de E.V.A. existem botões de pressão fixados com cola adesiva, como mostrado na Figura 10.

Figura 10: Botões de pressão sobre a base de sensores.



Fonte: Próprio autor.

Como mostrado na Figura 10, os botões são os pontos em preto nas bordas da passarela.

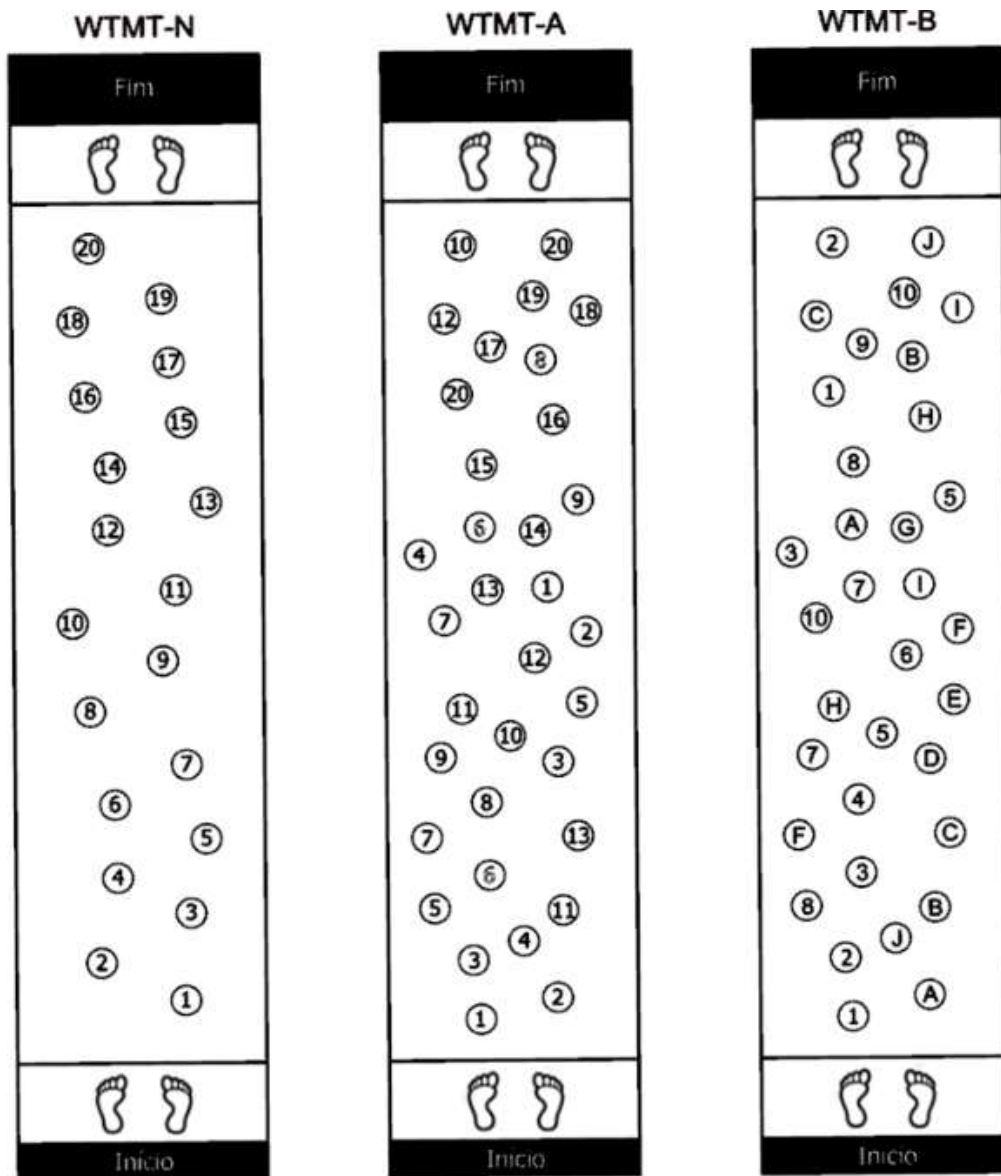
Ao todo são 14 botões de pressão espalhados nas bordas da passarela. Os botões localizados nas bordas laterais da passarela possuem uma distância de cerca de 1 metro entre os botões, porém na extremidade superior e inferior possuem 3 botões separados por uma distância de cerca de 47 cm.

Esses botões permitem a fixação de impressões feitas em lona similares às passarelas utilizadas pelo Departamento de Fisioterapia (Figura 2). Essas impressões em lona são chamadas de máscaras e possuem as mesmas dimensões da base de sensores.

As máscaras possuem botões nas mesmas posições da base de sensores, assim como mostrada na Figura 10. A diferença é que os botões das máscaras estão localizados nas extremidades de sua face inferior para se fixar na passarela. Elas também seguem os mesmos

padrões da passarela proposta pela Universidade de Michigan com 3 modelos de máscaras (WTMT-N, WTMT – A e WTMT – B), como mostrado na Figura 11.

Figura 11: Modelos de máscaras propostos.



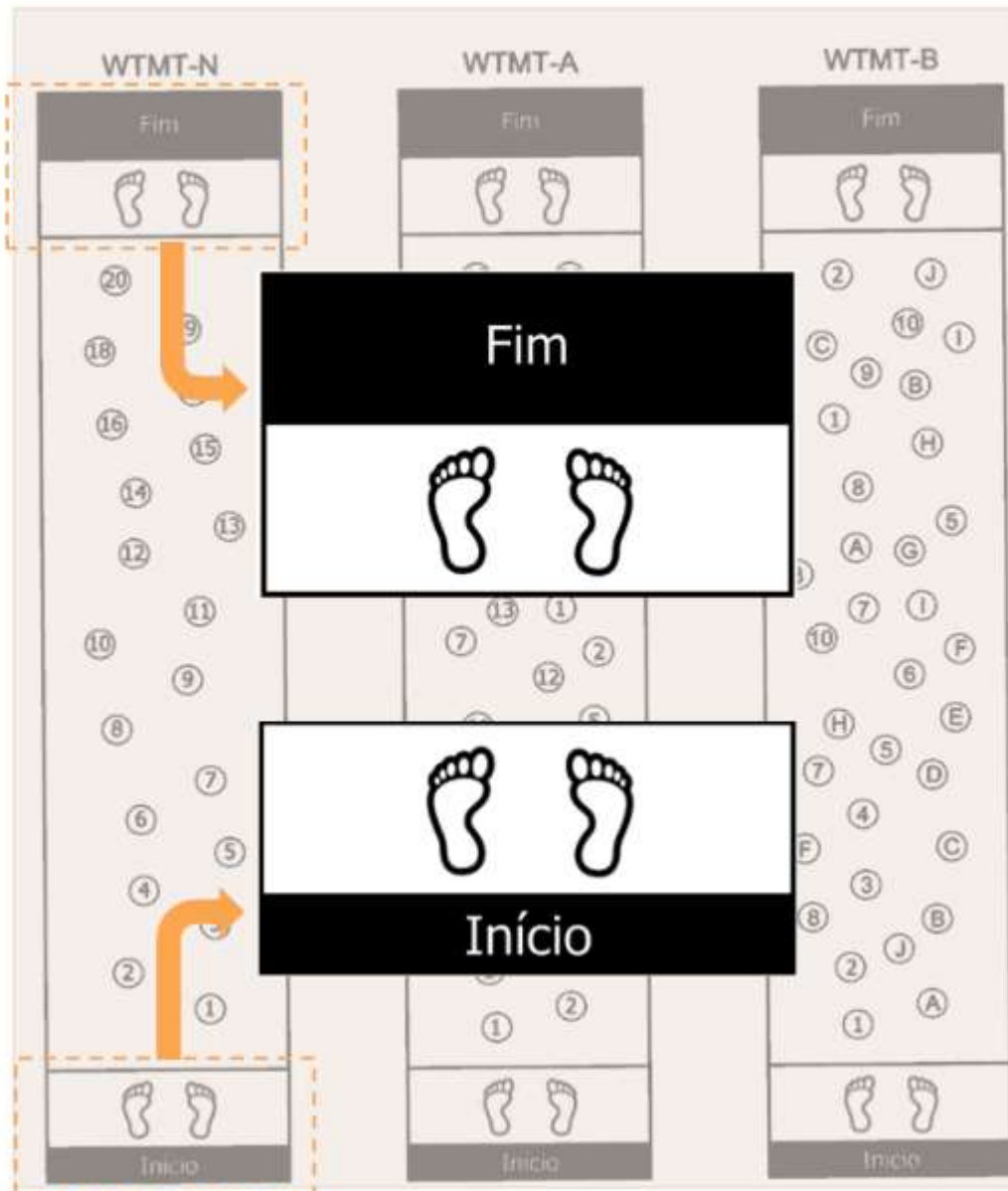
Fonte: Próprio Autor.

Os alvos ou distratores das máscaras possuem sensores localizados nos seus centros.

Os 3 testes possuem uma sequência própria de alvos. Por esse motivo, o profissional que está aplicando o teste deve informar no programa qual teste será executado pelo paciente. Dependendo do teste informado, o programa interpreta um sensor como alvo ou distrator. Isso possibilita que os 3 testes sejam aplicados sobre uma única base de sensores.

A passarela foi pensada de forma que o caminho correto dos alvos a ser percorrido em cada teste seja diferente, evitando qualquer tipo de aprendizagem pelo paciente.

Figura 12: Região Inicial e final da passarela.

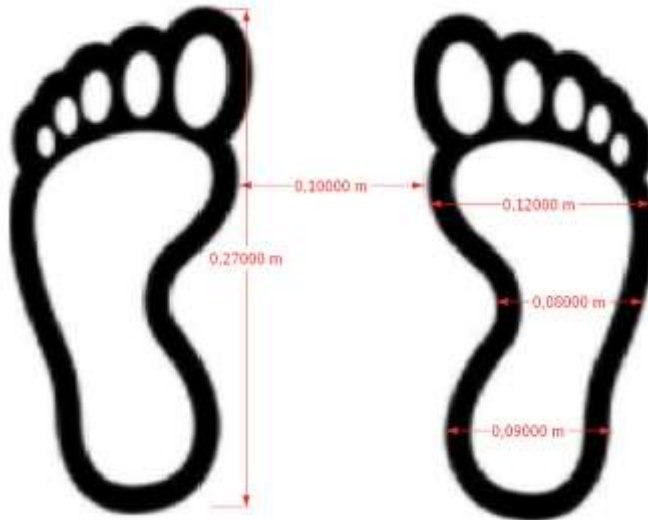


Fonte: Próprio autor.

Como mostrado na Figura 12, a diferença maior das regiões adicionais das passarelas projetadas em relação as passarelas utilizadas pelo Departamento de Fisioterapia (Figura 2), são desenhos de pegadas e os retângulos em preto escrito “Início” e “Fim”. Essas duas regiões dão um direcionamento visual para o paciente identificar onde o teste começa e onde ele termina.

Sensores são centralizados nas pegadas de cada máscara para determinar o início e final do teste.

Figura 13: Pegadas nas regiões inicial e final da passarela

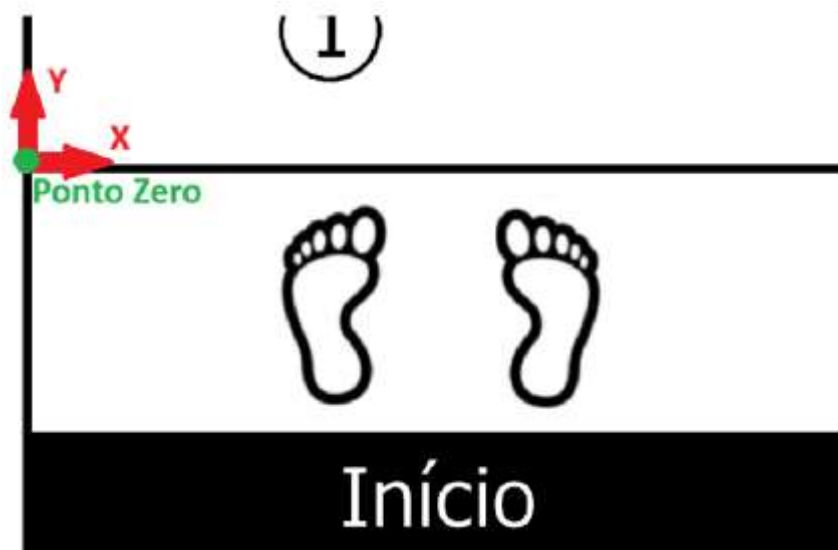


Fonte: Próprio autor.

Como mostrado na Figura 13, as pegadas têm um comprimento de 27 cm, que é aproximadamente o comprimento do pé médio brasileiro masculino. Esse comprimento corresponde a um calçado entre os tamanhos 40 e 41 [14].

Para fazer a medição da posição dos sensores corretamente, foi determinado um ponto zero em um sistema de coordenadas, assim como mostrado na Figura 14.

Figura 14: Ponto Zero do sistema de coordenadas.



Fonte: Próprio autor.

É possível construir uma tabela com as coordenadas de cada sensor na passarela, assim como mostra na Tabela 1.

Tabela 1: Posição dos sensores da passarela.

Coordenadas Passarela		
Sensor	x (cm)	y (cm)
1	39	-20
2	68	-20
3	39	18
4	71	27
5	36	43
6	57	51
7	73.5	64
8	20	65
9	43	79
10	17	95
11	80	95.5
12	42	110
13	72	127
14	23	129
15	52	138
16	32	149.5
17	82	152
18	62.5	171
19	84	182
20	25	187
21	43	200
22	68	201
23	15	215
24	63	225
25	40	226.5
26	81	238
27	41	253
28	71	272
29	31	283
30	66	297.5
31	45	303
32	26	315
33	85	318
34	63	324.5
35	33	346
36	80	346
37	39	382
38	68	382

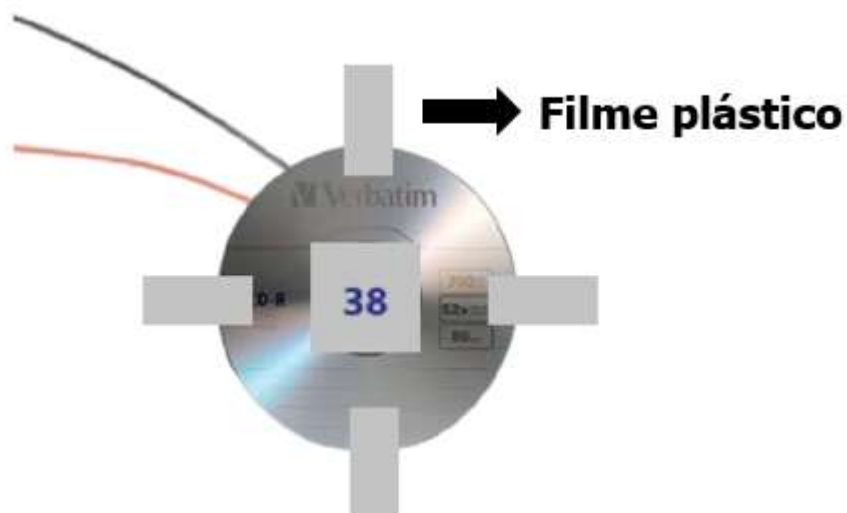
Fonte: Próprio Autor.

Através da Tabela 1, nota-se que os sensores 1 e 2 estão com a orientação 'y' negativa, isso ocorre porque ambos estão abaixo do ponto de referência.

Foi colocado filme plástico nas bordas do disco de acrílico para que ele seja fixado sobre o sensor.

O número de cada sensor foi escrito em um pedaço de filme plástico e colado sobre cada um dos discos de acrílicos, assim como mostrado na Figura 15.

Figura 15: Sensor piezoelétrico e disco de acrílico.



Fonte: Próprio autor.

Os números colados estão no centro dos discos de acrílico, onde se localizam aberturas de 15 mm. Esses números facilitam a identificação de cada sensor caso seja necessário algum reparo. Os cabos soldados nos sensores de pressão que conduzem o sinal até o gabinete com eletrônica são cabos flexíveis 22 awg.

Utilizando o mesmo referencial da Tabela 1, foi determinada a posição de cada um dos alvos e distratores das 3 passarelas.

Tabela 2: Posição dos alvos e distratores do WTMT-N.

Coordenadas WTMT - N			
Sensor	Alvo	x (cm)	y (cm)
3	1	71	27
4	2	36	43
5	3	73.5	64
6	4	43	79
7	5	80	95.5
8	6	42	110
9	7	72	127
10	8	32	149.5
11	9	62.5	171
12	10	25	187
13	11	68	201
14	12	40	226.5
15	13	81	238
16	14	41	253
17	15	71	272
18	16	31	283
19	17	66	297.5
20	18	26	315
21	19	63	324.5
22	20	33	346

Fonte: Próprio Autor.

Na Tabela 2 é mostrada a posição de cada um dos alvos da máscara referente ao teste WTMT-A que possui apenas alvos numéricos. A primeira coluna da Tabela 2 se refere ao número do sensor correspondente ao alvo cujo número se encontra na segunda coluna. A terceira e quarta coluna correspondem às coordenadas dos alvos.

O segundo modelo de máscara é referente ao teste WTMT-A que possui alvos numéricos e distratores numéricos, assim como mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Posição dos alvos e distratores do WTMT-A.

Coordenadas WTMT-A			
Sensor	Alvo	x (cm)	y (cm)
3	1	39	18
4	2	71	27
5	3	36	43
6	4	57	51
7	11	73.5	64
8	5	20	65
9	6	43	79
10	7	17	95
11	13	80	95.5
12	8	42	110
13	3	72	127
14	9	23	129
15	10	52	138
16	11	32	149.5
17	5	82	152
18	12	62.5	171
19	2	84	182
20	7	25	187
21	13	43	200
22	1	68	201
23	4	15	215
24	14	63	225
25	6	40	226.5
26	9	81	238
27	15	41	253
28	16	71	272
29	20	31	283
30	8	66	297.5
31	17	45	303
32	12	26	315
33	18	85	318
34	19	63	324.5
35	10	33	346
36	20	80	346

Fonte: Próprio Autor.

O terceiro modelo de máscara é referente ao teste WTMT-B que possui números e letras como alvos e distratores, assim como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4: Posição dos alvos e distratores do WTMT-B.

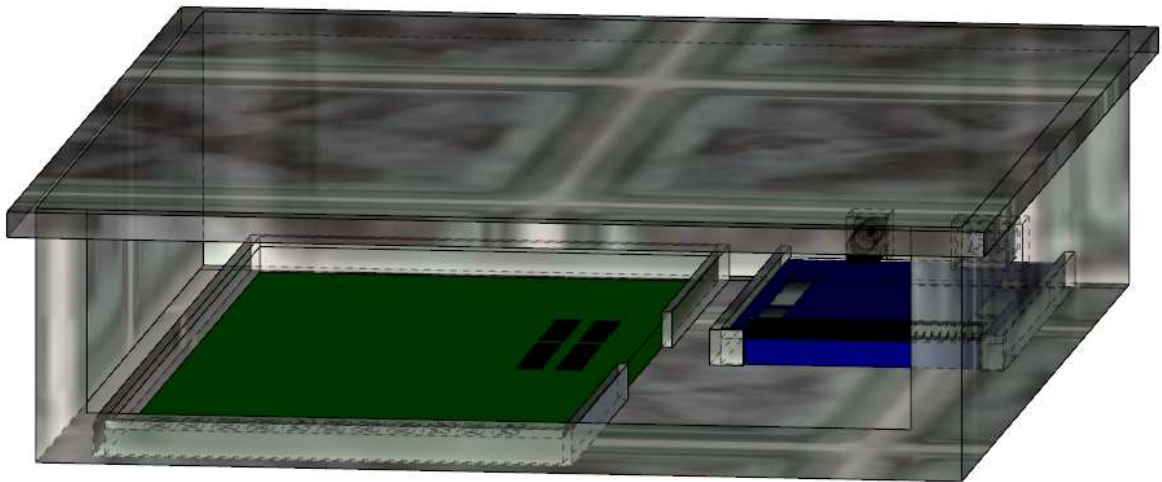
Coordenadas WTMT-B			
Sensor	Máscara	x (cm)	y (cm)
3	1	39	18
4	A	71	27
5	2	36	43
6	J	57	51
7	B	73.5	64
8	8	20	65
9	3	43	79
10	F	17	95
11	C	80	95.5
12	4	42	110
13	D	72	127
14	7	23	129
15	5	52	138
16	H	32	149.5
17	E	82	152
18	6	62.5	171
19	F	84	182
20	10	25	187
21	7	43	200
22	I	68	201
23	3	15	215
24	G	63	225
25	A	40	226.5
26	5	81	238
27	8	41	253
28	H	71	272
29	1	31	283
30	B	66	297.5
31	9	45	303
32	C	26	315
33	I	85	318
34	10	63	324.5
35	2	33	346
36	J	80	346

Fonte: Próprio Autor.

3.4. GABINETE COM ELETRÔNICA

O gabinete com eletrônica é feito de acrílico e possui 5 cm de altura, cerca de 18 cm de comprimento e 20 cm de largura, assim como mostrado na Figura 16.

Figura 16: Gabinete com eletrônica.

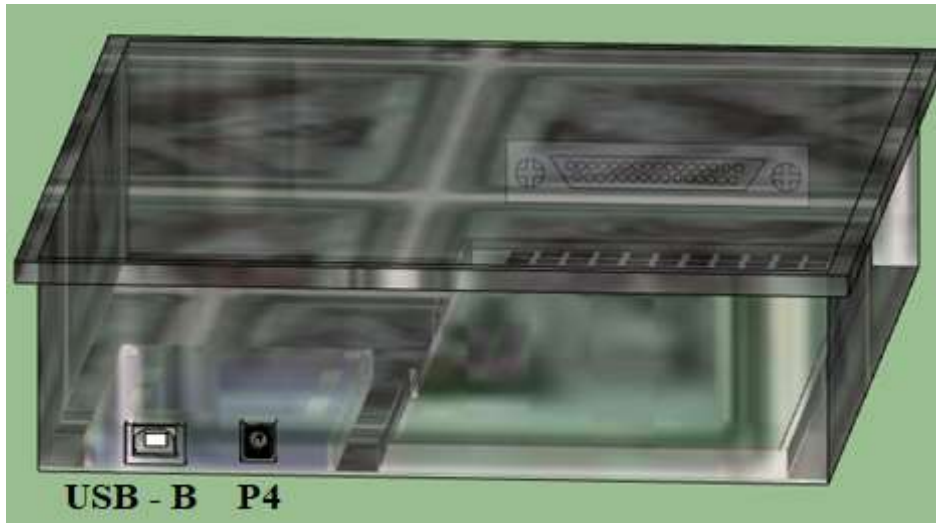


Fonte: Próprio Autor.

O gabinete com eletrônica possui uma abertura na sua face frontal para receber o sinal de 38 sensores. Sua tampa é removível para que seja possível fazer qualquer ajuste ou manutenção. Em seu interior há um Arduino modelo Mega 2560 e uma placa de circuito impresso (PCI).

Na face traseira do gabinete com eletrônica estão localizadas duas saídas para alimentação do Arduino modelo Mega 2560: USB tipo B e conector para cabo P4. Essas duas saídas do gabinete com eletrônica são mostradas na Figura 17.

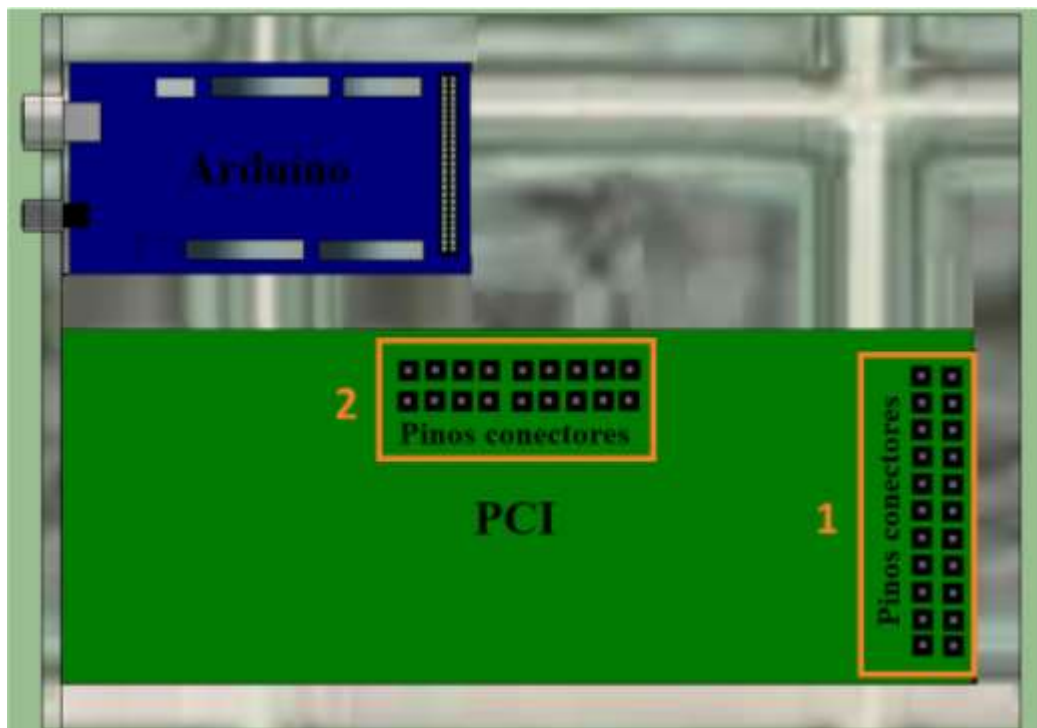
Figura 17: Face traseira do gabinete com eletrônica.



Fonte: Próprio autor.

A PCI possui pinos conectores para receber o sinal dos sensores e enviar o sinal já tratado para o Arduino, assim como mostrado na Figura 18.

Figura 18: Diagrama da vista superior do gabinete com eletrônica sem tampa.



Fonte: Próprio autor.

Os fios que saem dos sensores são soldados nos pinos conectores da PCI localizados na área 1 da Figura 18. Esses sinais são levados para os retificadores de sinais mostrados na Figura 5 para serem processados. O sinal já processado pela PCI é levado para outros pinos conectores localizados na área 2 da Figura 18. Esses pinos conectores da área 2 possuem fios jumpers soldados para levar o sinal da saída da PCI até o Arduino.

Os pinos conectores utilizados são mostrados na Figura 19.

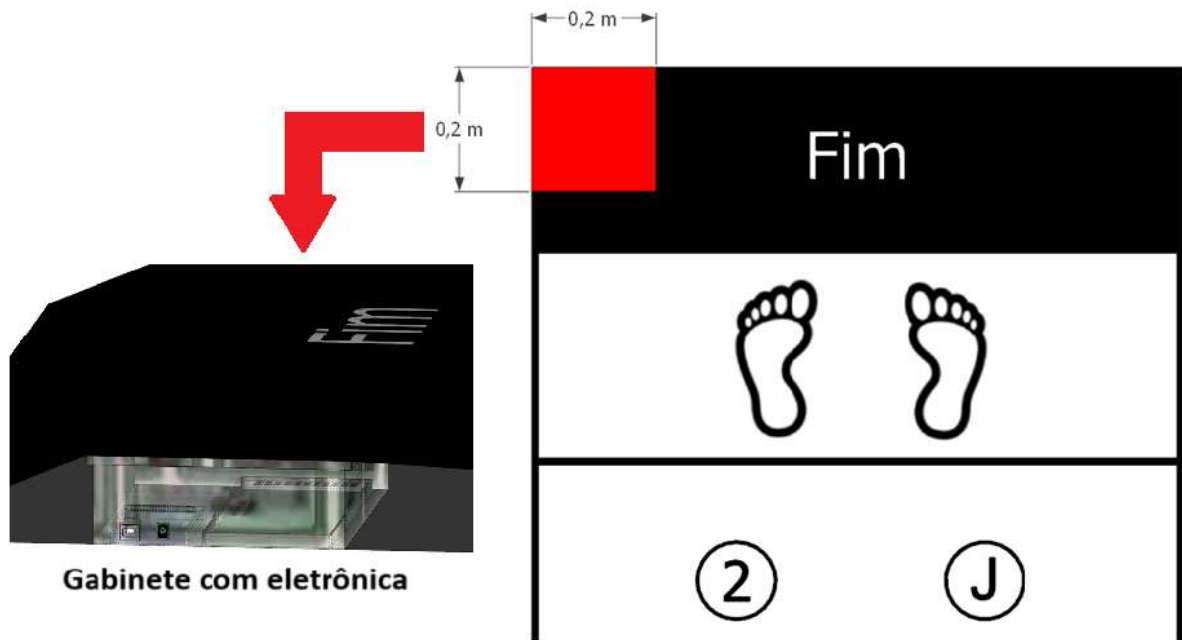
Figura 19: Pinos conectores.



Fonte: <<https://bit.ly/40mBILU>>.

O gabinete com eletrônica foi posicionado entre as placas de E.V.A. na região final da passarela, como mostrado na Figura 20.

Figura 20: Posição do gabinete com eletrônica vista de cima.



Fonte: Próprio Autor.

3.5. PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI)

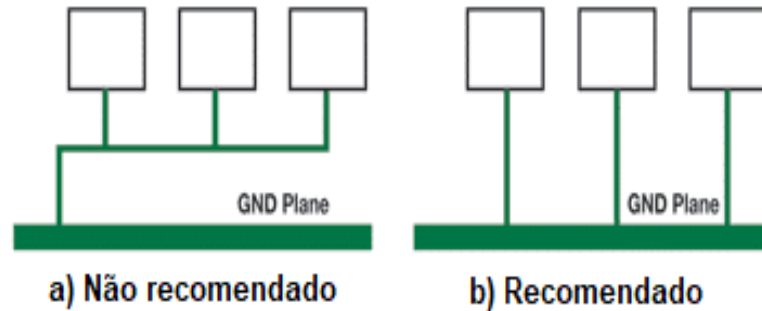
A primeira placa foi construída utilizando a infraestrutura do laboratório de engenharia elétrica, situado no NuLEEn (Núcleo de Laboratório de Ensino de Engenharia) da UFSCar e com suporte dos técnicos.

O desenho dessa placa foi feito no software EasyEDA para ser impresso em uma folha de papel fotográfico.

Durante o desenho do circuito, alguns cuidados foram tomados como forma de boas práticas de desenvolvimento de placas eletrônicas [15]. As práticas adotadas foram:

- a) **Plano Terra:** Este plano é essencial em uma PCI para reduzir as emissões eletromagnéticas e crosstalk. Por isso, é usado um plano terra que percorre toda a extensão da placa, para que os componentes estejam ligados diretamente a ele e não por uma trilha que chega até o plano terra, como mostrado na Figura 21.

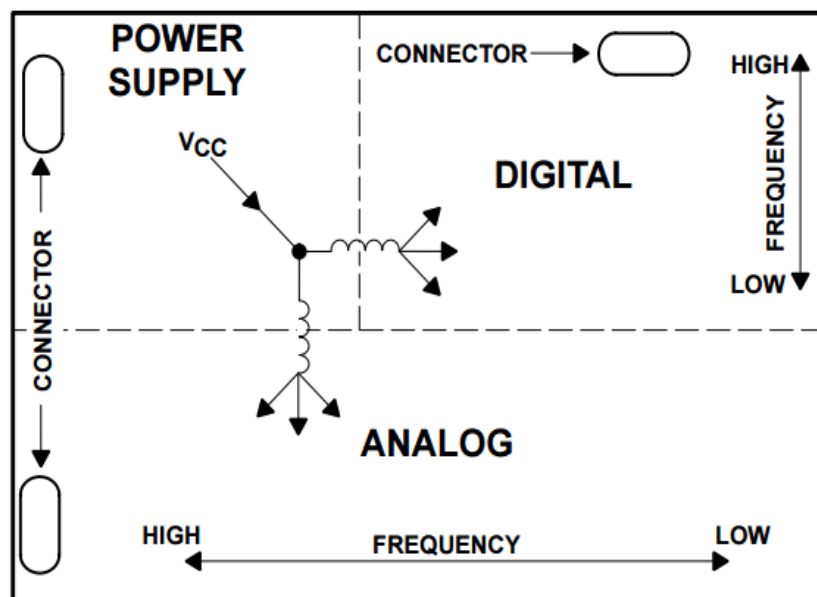
Figura 21: Demonstração da conexão do circuito ao plano terra de maneira a) Não recomendado e b) Recomendado



Fonte: [15].

- b) **Disposição dos componentes:** Para que o circuito tenha compatibilidade eletromagnética (EMC), ou seja, operar sem sofrer ou causar interferência eletromagnética do ambiente [16], os componentes devem ser agrupados de acordo com sua funcionalidade. Na prática, isso significa dividir as partes analógicas, digitais e alimentação. Na Figura 22, é mostrado um exemplo de agrupamento que pode ser feito.

Figura 22: Separação dos componentes em grupos de função.



Fonte: [15].

- c) **Desenho das trilhas:** Foi utilizado um ângulo de 45° para as curvas nas trilhas, visando a redução da sua indutância. Na *Figura 23*, é mostrado um exemplo prático de como deve ser traçada uma trilha curva.

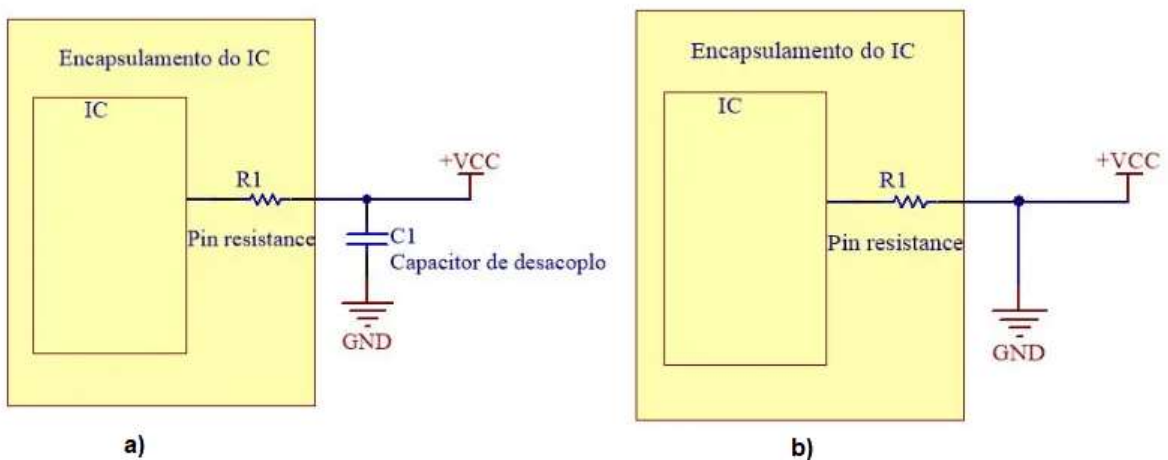
Figura 23: Melhores práticas para traças trilhas.



Fonte: [15].

- d) **Capacitor de desacoplamento:** Foram utilizados capacitores de 100nF como filtros para ruídos de alta frequência. Esses capacitores fornecem um caminho de baixa impedância para sinais de alta frequência, evitando problemas de compatibilidade eletromagnética [15]. Eles foram posicionados próximos da alimentação dos circuitos integrados. Na *Figura 24*, é mostrado um diagrama elétrico de como os capacitores de desacoplamento são utilizados.

Figura 24: a) capacitor de desacoplamento na alimentação do CI. b) Comportamento do mesmo capacitor de desacoplamento para altas frequências.



Fonte: [17].

- e) **Largura de trilha e distância mínima entre trilhas:** Já existem valores tabelados para as distâncias e larguras mínimas das trilhas. Segundo Lima e Villaça, a largura da trilha é determinada pela corrente que percorre por ela e a distância entre duas ou mais trilhas é determinada pela diferença de tensão entre os pontos [18]. A Tabela 5 e a Tabela 6, mostram os valores de referências para a largura de trilhas e distância mínima entre elas, respectivamente.

Tabela 5: Largura mínima da trilha de acordo com a corrente que deverá suportar.

Largura da trilha (cobre)	Corrente [A]	
	1 oz [*]	2 oz
5 mils	0,5	0,7
10 mils	0,8	1,4
20 mils	1,4	2,2
30 mils	1,9	3,0
50 mils	2,5	4,0
100 mils	4,0	7,0

* oz = 1 onça/pé² = 30 mg/cm².

Fonte: [18].

Tabela 6: Distância mínima entre trilhas de acordo com a diferença de potencial a que estarão sujeitas.

Tensão (DC ou AC de pico)	Distância entre trilhas	
0-30 V	0,1 mm	8 mils
31-50 V	0,6 mm	25 mils
51-100 V	1,5 mm	60 mils
101-170 V	3,2 mm	150 mils
171-250 V	6,4 mm	300 mils
251-500 V	12,5 mm	500 mils

Fonte: [18].

A largura das trilhas foi medida a partir da corrente exigida pela PCI. Essa corrente foi estabelecida a partir do consumo do circuito integrado LM324 que possui 4 amplificadores operacionais [19]. De acordo com o datasheet da TEXAS INSTRUMENTS, o valor máximo

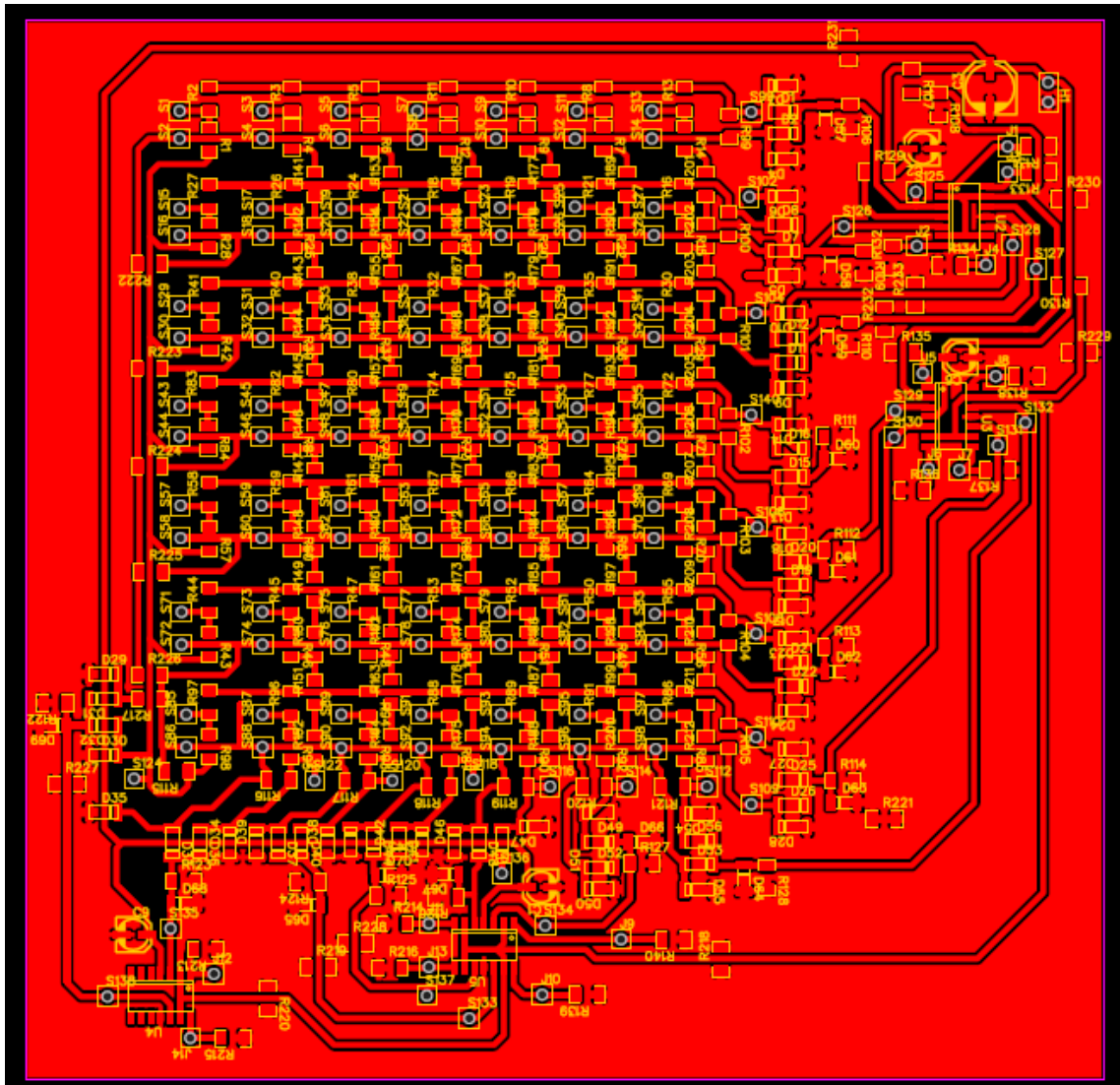
de corrente consumido pelo LM324 é de 3 mA [19]. Portanto, como são utilizados 10 C.I.'s a corrente exigida seria de 30 mA, sendo suficiente a largura de 5 mils (0,127 mm) dada pela Tabela 5.

Já a distância entre as trilhas foi medida a partir da diferença de potencial máxima oferecida pelo sensor piezoelétrico. Quando o sensor piezoelétrico está conectado a PCI, ocorre um efeito carga e conseqüente perda de amplitude do sinal fornecida pelo sensor. A diferença de potencial máxima fornecida para a PCI vai de 60V para 40V. Com isso, a distância mínima entre as trilhas foi de 25 mils (0,6 mm), assim como sugerido pela Tabela 6.

Além de todos esses cuidados, foram inseridos pontos de teste em locais estratégicos para verificar o funcionamento da placa. Esses pontos foram posicionados na alimentação dos CI's e alimentação da placa.

Essa primeira placa foi criada no modelo de matriz de sensores, onde cada sensor seria identificado por uma linha e coluna. Por exemplo, se fosse utilizado 38 sensores, ao invés de necessitar de 38 entradas do Arduino para leitura de cada um desses sensores, seria necessárias apenas 13 entradas do Arduino (5 colunas x 8 linhas = 40 sensores).

Figura 25: Layout da placa de circuito impresso realizado no software EasyEDA com matriz de sensores.



Fonte: [20].

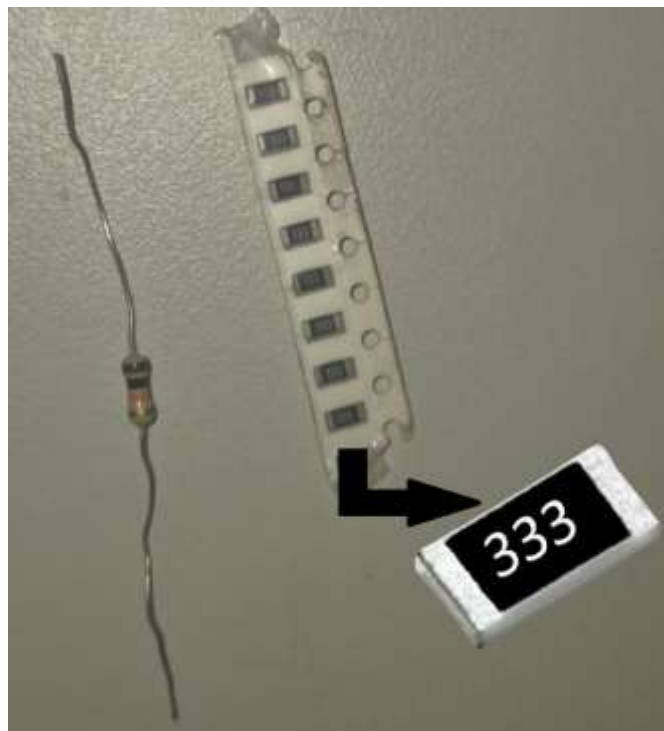
A PCI foi desenvolvida com face simples, sendo necessário a utilização de resistores de $0\ \Omega$, ao invés de fios (“jumpers”), para conseguir passar todas as trilhas de conexões do circuito.

O desenho da primeira placa foi impresso em papel fotográfico. Essa impressão foi fixada em uma placa de cobre, previamente lixada com palha de aço e limpa com detergente para remover as impurezas. Em seguida, utilizando uma prensa, realiza-se a transferência do circuito impresso no papel fotográfico para a placa de cobre. Após cerca de 2 horas, foi removido o papel fotográfico e realizado uma inspeção visual de como ficou o circuito, atentando-se para trilhas que não tenham sido transferidas por completas, podendo utilizar caneta permanente para corrigir as falhas, caso existam.

Por fim, uma solução química de perclorato de ferro deve ser preparada para mergulhar a placa de cobre e realizar o processo de corrosão. Após cerca de 1 hora, finaliza-se lavando a placa de cobre com detergente e palha de aço.

Com o objetivo de minimizar o tamanho da placa, foram utilizados componentes SMD (Surface Mount Device) que são menores que os componentes convencionais, assim como mostrado na Figura 26.

Figura 26: Comparação de tamanho de um resistor SMD com um convencional.



Fonte: Próprio Autor.

Os componentes SMD são caracterizados por não possuírem pinos para passagem através da PCI, sendo montados diretamente na superfície da PCI.

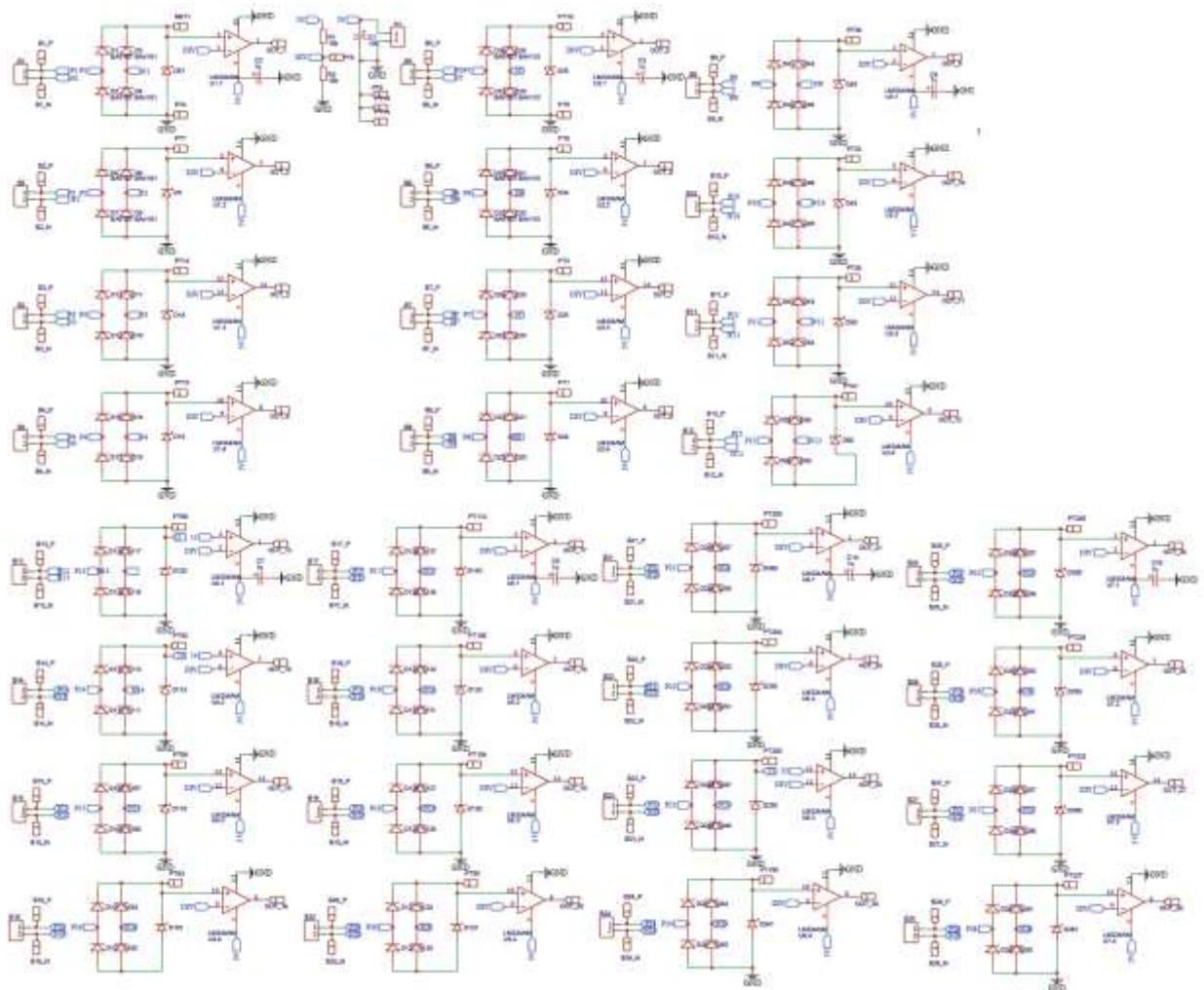
Para auxiliar a soldagem dos componentes SMD, foi utilizado uma pinça de precisão para posicionar os componentes na PCI. Nos componentes mais delicados ou que possuem maior número de terminais, como circuitos integrados, foi utilizado o fluxo de solda para ampliar a área de contato durante o aquecimento da placa com o ferro de solda.

Após a soldagem, foi checada visualmente toda a PCI através de uma lupa para garantir que não havia curtos-circuitos, soldas frias ou pontes de estanho entre os terminais. Em seguida, foi utilizado um multímetro para testar a PCI.

Para o acabamento, foi utilizado álcool isopropílico e uma escova para limpar qualquer resíduo de solda ou fluxo de solda do estanho e evitar problemas de corrosão.

Após testes em laboratório, foi verificado que a matriz apresentava ruído que dificultava a identificação das pisadas. Esse problema com ruído inviabilizou o uso da matriz de sensores, sendo necessário refazer o projeto da PCI, mantendo os cuidados usados na placa anterior. A nova placa tem a capacidade de conectar 24 sensores. O diagrama elétrico desta placa é mostrado na Figura 27.

Figura 27: Diagrama elétrico da placa para 24 sensores.



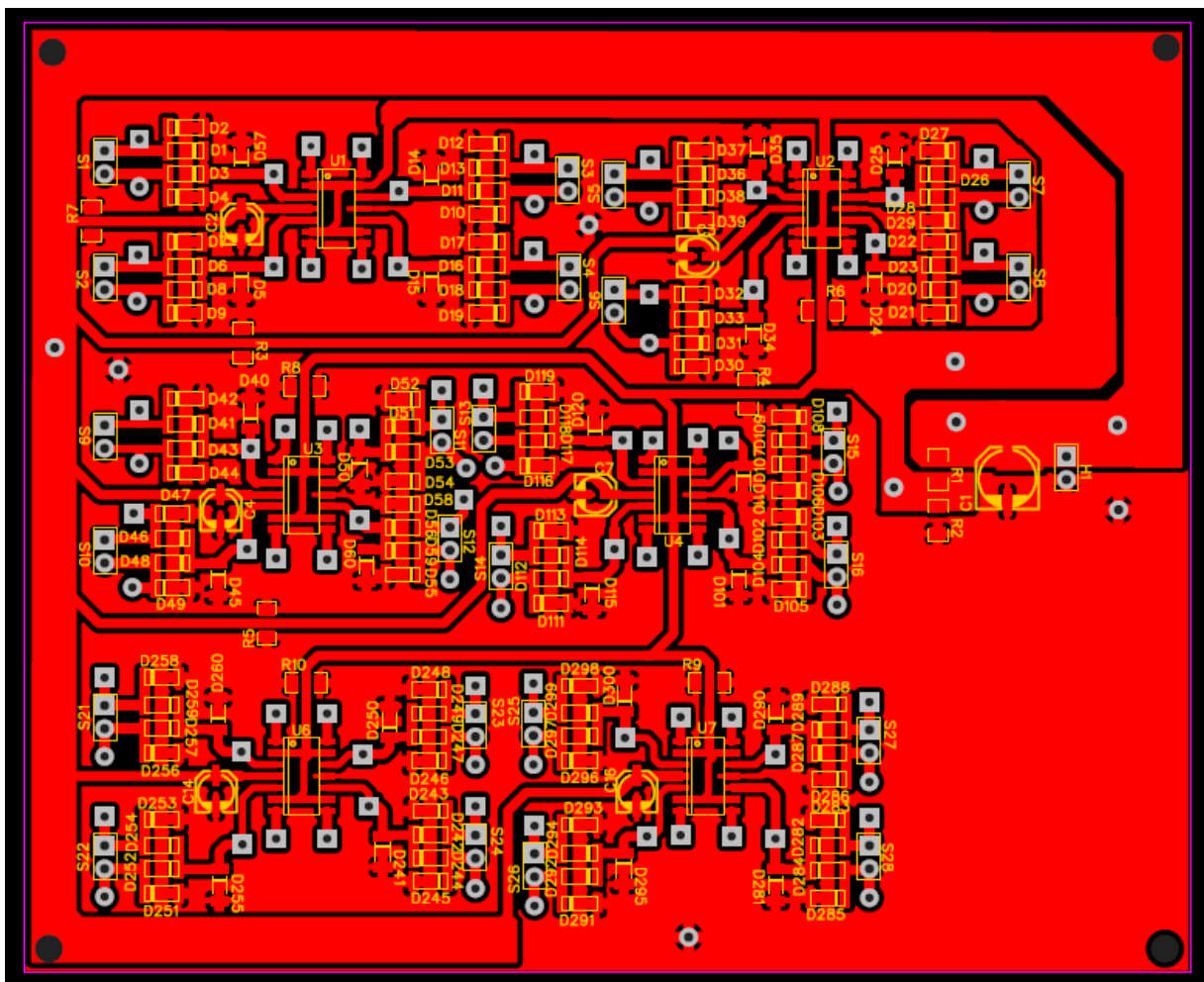
Fonte: [20].

Como a passarela possui 38 sensores, são utilizadas duas placas que possuem a alimentação e o divisor resistivo conectado via fio de jumper. Cada placa tem 12 cm de comprimento e 10 cm de largura.

Ao todo foram utilizados 192 diodos 1N4148, 48 resistores de 1 M Ω , 48 diodos Zener 1N4733A, 10 circuitos integrados LM324 com 4 amplificadores operacionais cada, 2 resistores para o divisor resistivo (um de 1 k Ω e outro de 3,3 k Ω).

Foi aumentado o número de pontos de teste em relação a primeira placa, visando facilitar o rastreamento de falhas. Também foram colocados pontos de teste diretamente nos terminais dos sensores, após o retificador de sinais e nas saídas dos amplificadores operacionais. O novo layout da placa é mostrado na Figura 28.

Figura 28: Layout da segunda versão da placa de circuito impresso da passarela.



Fonte: [20].

Para esta segunda placa, optou-se por contratar uma empresa para realizar a fabricação da PCI. O desenho foi enviado para duas empresas que fabricam PCI em São Paulo, para cotação da confecção da placa. A empresa escolhida fabricou 5 unidades.

4. ORÇAMENTO

Corrigindo os valores dos componentes da passarela para os preços de 29 de Outubro de 2024, para a construção da passarela seria gasto R\$ 2954,51, assim como mostrado na Tabela 7.

Tabela 7: Orçamento para construção da passarela.

	Descrição	Quantidade	Preço unidade	Total
Componentes mecânicos	Máscara	3	R\$ 283,33	R\$ 850,00
	CD (52 unidades)	1	R\$ 58,99	R\$ 58,99
	Fios (100 m)	4	R\$ 78,00	R\$ 312,00
	EVA	2	R\$ 130,50	R\$ 261,00
	Caixa de acrílico	1	R\$ 149,00	R\$ 149,00
	Peça de silicone (12 unidades)	7	R\$ 33,90	R\$ 237,30
	Botão de pressão	1	R\$ 125,00	R\$ 125,00
Componentes auxiliares	Solda Estanho (250g)	1	R\$ 167,00	R\$ 167,00
	Kit Bastão de cola quente	1	R\$ 39,55	R\$ 39,55
	Fita adesiva	10	R\$ 5,80	R\$ 58,00
Componentes elétricos	Sensores (50 unidades)	1	R\$ 138,70	R\$ 138,70
	Diodo 1N4148	160	R\$ 0,12	R\$ 19,20
	Diodo Zener	40	R\$ 0,20	R\$ 8,00
	Circuito integrado	10	R\$ 1,38	R\$ 13,80
	Capacitor 1 uF	10	R\$ 0,70	R\$ 7,00
	Capacitor 10 uF	1	R\$ 0,29	R\$ 0,29
	Cabo USB 5m	1	R\$ 30,21	R\$ 30,21
	Placa	2	R\$ 59,00	R\$ 295,00
	Arduino Mega 2560	1	R\$ 179,47	R\$ 179,47
Total			R\$ 2.949,51	

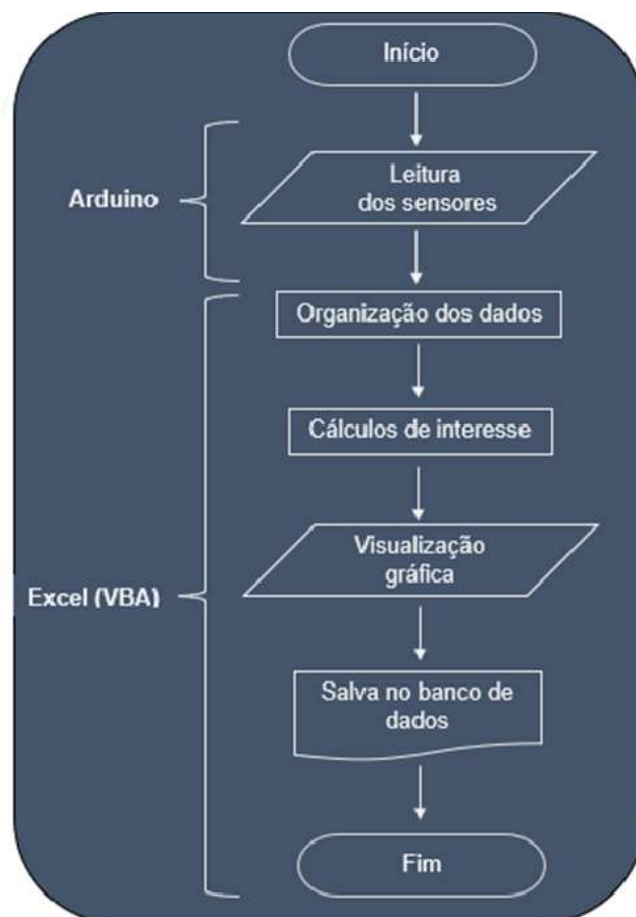
Fonte: Próprio Autor.

A passarela necessitou um gasto de R\$ 1993,29 com componentes mecânicos, R\$ 264,55 com componentes auxiliares e R\$ 691,67 com componentes elétricos.

5. PROGRAMA

O Excel possui um complemento chamado *Data Streamer*. Ele possibilita a comunicação com o Arduino (código no apêndice). Quando um sensor for acionado, o Arduino envia para o Excel qual sensor foi acionado e em qual instante. Para que o Excel possa receber esses dados e organizá-los automaticamente, foi criado um programa em Visual Basic, cujo fluxograma é mostrado na Figura 29.

Figura 29: Fluxograma do programa em Visual Basic.

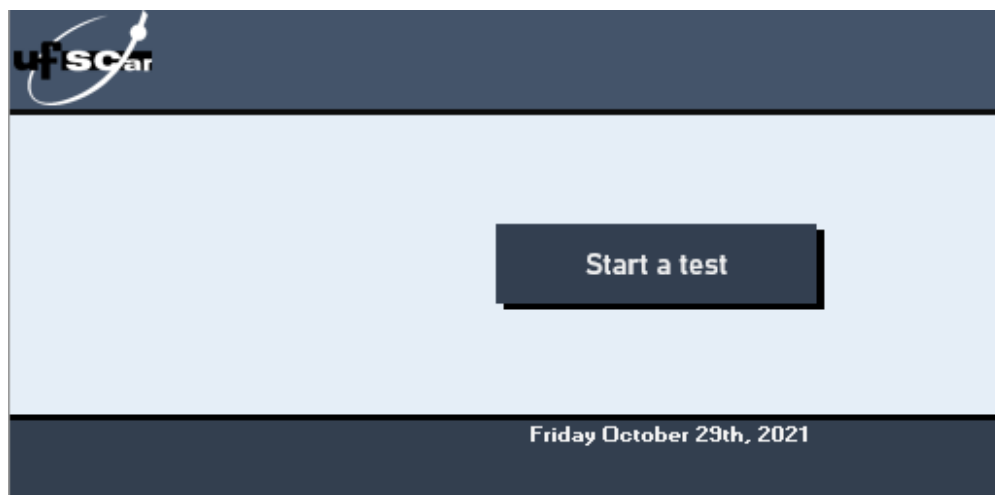


Fonte: Próprio autor.

Como o projeto seria apresentado para a Universidade de Dalhousie no Canadá, todos os textos do programa foram feitos em inglês para que não precisasse de muitas alterações.

Ao abrir a planilha, é mostrada a página inicial como mostrado na Figura 30. Para ir até as outras planilhas, é necessário clicar no botão “*Start a test*”.

Figura 30: Página inicial da planilha.



Fonte: Próprio autor.

Ao clicar no botão, é aberta uma planilha para efetuar o cadastro de um novo paciente. É necessário completar uma ficha técnica do paciente com todas as informações que forem consideradas importantes, como o nome, idade, peso etc. Caso alguma informação não seja preenchida ou se tente efetuar um registro com o nome de um paciente que já foi registrado anteriormente, o registro não é efetuado e um alerta, em forma de caixa de texto aparece, como mostra a Figura 31.

Figura 31: Mensagens de alerta: (a) Alerta se alguma informação não for preenchida e (b) alerta de registro já existente (b).



Fonte: Próprio autor.

Todos esses dados são salvos em uma planilha oculta que serve de banco de dados dos registros, onde cada linha da planilha é um registro.

Figura 32: Planilha para registrar paciente.

Patient's Data	
Name	<input type="text"/>
Age	<input type="text"/>
Height	<input type="text"/>
Weight	<input type="text"/>

Register

Fonte: Próprio autor.

Quando um paciente for registrado, um código numérico único é gerado automaticamente e esse número possibilita a localização de um paciente no banco de dados.

Na região superior da Figura 32, é possível ver 3 *thumbnails*: “*Patient*”, “*Test*” e “*Search*”. Quando uma dessas *thumbnails* é clicada, a planilha é alterada de acordo com a operação que foi selecionada. Ao clicar na *thumbnail* “*Test*”, será pedido o nome e o tipo do teste, como mostrado na Figura 33.

Figura 33: Início do teste.

Patient	
Name	<input type="text"/>
Test type	<input type="text"/>

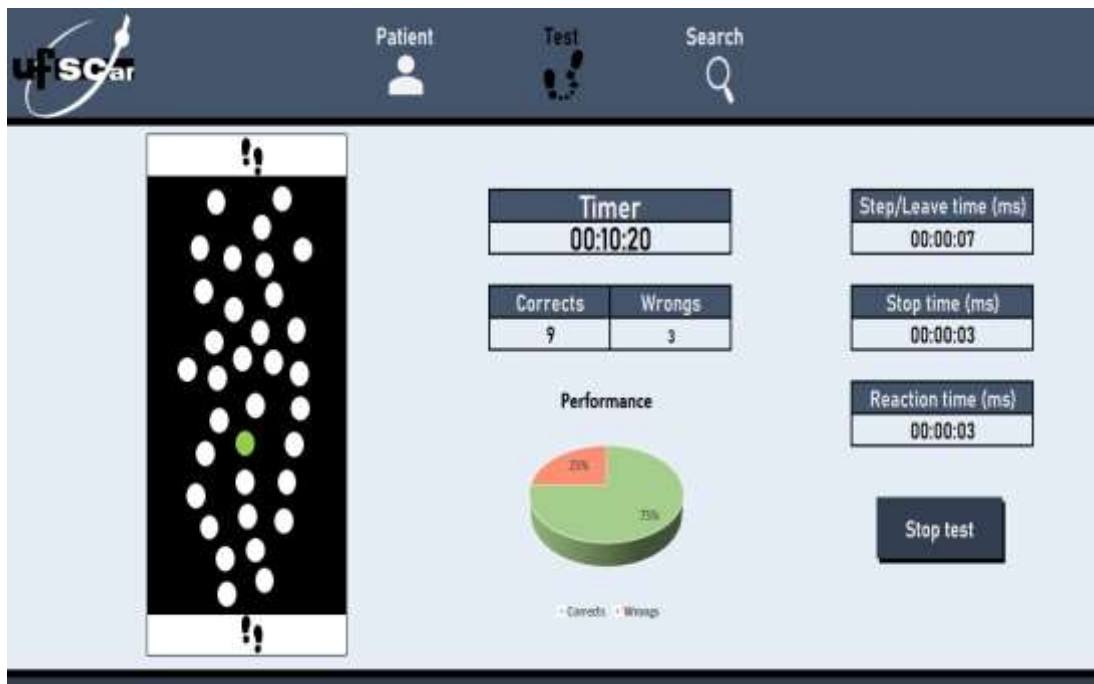
Start

Fonte: Próprio autor.

Clicando no botão “*Start*”, um código numérico único é gerado para identificar cada teste. Isso possibilita que vários testes com o mesmo paciente possam ser feitos no mesmo dia e

depois identificados separadamente. Uma nova planilha é aberta com o desenho da passarela mostrando apenas os sensores do teste selecionado e os valores de interesse que são atualizados em tempo real, como mostrado na Figura 34.

Figura 34: Página do teste.



Fonte: Próprio autor.

A pessoa que estiver aplicando o teste deve inicialmente conectar o Arduino no Excel. Para fazer essa conexão, é necessário instalar o complemento “*Data Streamer*” para o Excel e seguir os seguintes passos, respectivamente: selecionar o “*Data Streamer*”, clicar em “*Connect a Device*”, selecionar o Arduino que está conectado ao *Data Streamer* e clicar em “*Start Data*”. Esses quatro passos são mostrados na Figura 35.

Figura 35: Quatro passos para conectar o Arduino no Excel.



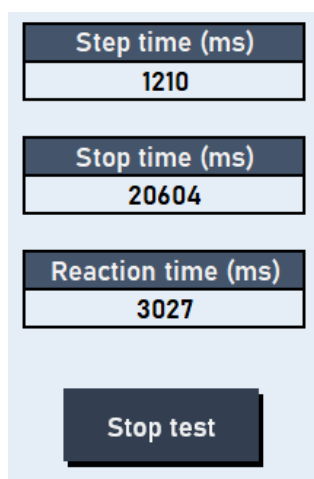
Fonte: Próprio autor.

Após a primeira conexão, não é necessário fazer esses passos novamente.

Para iniciar o teste, o paciente é posicionado com os pés sobre as pegadas iniciais do tapete. A pessoa que está aplicando o teste deve notificar o paciente para iniciar o teste.

Quando um alvo ou distrator é pisado, o timer mostrado na Figura 34 inicia a contagem do tempo. A contagem do tempo para quando o paciente pisar com um dos pés na região adicional no final do tapete. Caso o teste seja interrompido por algum motivo, as informações registradas por este teste não serão perdidas, porém será necessário que se aperte o botão “*Stop Test*” para encerrá-lo. Esse botão se encontra na extremidade direita da planilha do teste, assim como mostrado na Figura 36.

Figura 36: Botão *Stop test*.



Fonte: Próprio autor.

A representação gráfica da passarela mostrada na Figura 34, possui desenhos de alvos ou distratores que mudam de cor quando um sensor é acionado, ficam verdes se for um alvo e vermelho se for um distrator.

A planilha do teste tem a quantidade de acertos (alvos pisados corretamente) e a quantidade de erros (distratores pisados ou alvos pisados fora da sequência) tanto de forma numérica quanto de forma gráfica.

Também é possível ver o tempo de cada passo (tempo que o paciente demora para erguer o pé e pisar em outro alvo), o tempo que o paciente ficou parado em cada alvo e o tempo de reação do paciente.

No momento do teste, as informações são salvas em uma tabela que tem 10 colunas, como visto na Tabela 8.

Tabela 8: Dados do teste.

Sensors	Function	Time							
		Step 1	Lift foot 1	Step 2	Lift foot 2	Step 3	Lift foot 3	Step 4	Lift foot 4
1	Target								
2	Distractor								
3	Target								
4	Target								
5	Target								
6	Distractor								
7	Distractor								
8	Target								
9	Target								
10	Distractor								
11	Target								
12	Distractor								

Fonte: Próprio autor.

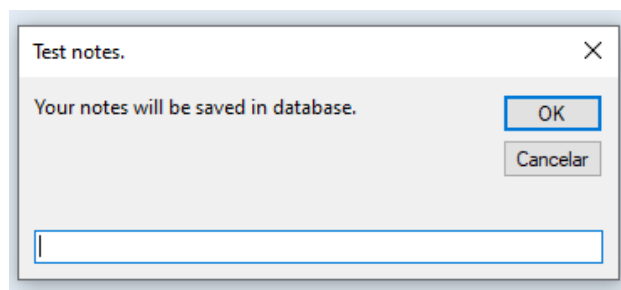
Cada sensor é identificado por um número de 1 a 38. A primeira coluna contém o número dos sensores e cada linha tem as informações de apenas um sensor. A segunda coluna identifica a função do sensor: se é um alvo, um distrator ou nenhum dos dois. A função do sensor é preenchida automaticamente quando for informado qual o tipo do teste.

Da terceira coluna até a décima são preenchidos os tempos de acionamento dos sensores. A terceira coluna é o tempo da primeira vez que o sensor é pisado, a quarta coluna da primeira vez que foi retirado o pé do sensor, a quinta coluna é o tempo que o sensor foi pisado pela segunda vez e assim sucessivamente.

A partir dessa tabela é possível fazer todos os cálculos de interesse: ordem em que os alvos são pisados, tempo de reação do paciente para iniciar o teste, lista de sensores pisados corretamente (alvos), lista de erros (distratores pisados ou alvos pisados fora da sequência), lista de alvos pisados mais de uma vez, tempo em que o paciente permaneceu sobre um alvo (tempo de parada), tempo entre levantar o pé e pisar no próximo alvo (tempo do passo) e tempo total do percurso.

Ao final do teste, uma caixa de texto é aberta para que possam ser inseridas observações a respeito do teste, assim como mostra a Figura 37.

Figura 37: Caixa de texto para inserir observações.



Fonte: Próprio autor.

Por fim, é aberta a planilha para iniciar um novo teste (Figura 16) e são apagados os dados da tabela 2. Todos os cálculos de interesse são salvos em uma planilha oculta que servirá de banco de dados dos testes.

Na planilha de pesquisa mostrada na Figura 38, é possível consultar os resultados de todos os testes, os registros dos pacientes cadastrados e excluir ou alterar os valores salvos no banco de dados.

Figura 38: Planilha de pesquisa.



Fonte: Próprio autor.

Há três formas de pesquisar pelos testes ou registros: pelo nome do paciente, pelo código do teste e pela data do teste. Quando pesquisado pelo nome ou data, serão disponibilizadas as informações de todos os testes associados a esse nome ou data. Caso seja pesquisado pelo código do teste, como o código é único, são disponibilizadas as informações de apenas um teste. Através dos botões “*Change*” ou “*Delete*”, é possível alterar ou excluir as informações de um teste do banco de dados.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1. PASSARELA

A passarela possui seguiu o modelo criado no software *SketchUp*, possuindo uma placa de E.V.A, como base de eletrônica e uma outra placa de E.V.A para cobrir essa base, assim como mostrado na Figura 39.

Figura 39: Passarela Construída.



Fonte: Próprio Autor.

Para a fixação das duas placas de E.V.A. foram utilizados botões de pressão, assim como mostrado na Figura 40.

Figura 40: Botão de pressão.



Fonte: Próprio Autor.

O botão de pressão apresentou uma fixação adequada e facilidade para separação das placas de E.V.A. caso fosse necessário algum reparo.

Na base de eletrônica, estão fixados os sensores com a peça de silicone através de cola quente e os discos de acrílico sobre eles através de fita adesiva, assim como mostrado na *Figura 41*.

Figura 41: Sensor com peça de silicone e disco de acrílico.



Sensor na base de eletrônica

Disco de acrílico sobre o sensor

Fonte: Próprio Autor.

Sobre a máscara de E.V.A. superior é fixada cada uma das máscaras como mostrado na *Figura 42*.

Figura 42: Máscaras da passarela.



Fonte: Próprio Autor.

As máscaras possuem botões em sua face inferior que se fixam na placa de E.V.A. superior, como mostrado na Figura 43.

Figura 43: Botão de Pressão na face inferior da máscara.



Fonte: Próprio Autor.

A passarela pode ser dobrada para transporte, assim como mostrado na Figura 44.

Figura 44: Passarela Dobrada.



Fonte: Próprio Autor.

A possibilidade de dobrar a passarela facilitou o transporte e diminuiu o espaço necessário para guardá-la.

6.2. GABINETE COM ELETRÔNICA

O gabinete com eletrônica recebe o sinal dos sensores através de fios 22 awg, assim como mostrado na Figura 45.

Figura 45: Gabinete com eletrônica.



Fonte: Próprio Autor.

O gabinete com eletrônica tem sua tampa removível para facilitar os reparos e possui um cabo USB que leva o sinal do Arduino para o notebook na sua lateral, assim como mostrado na *Figura 46*.

Figura 46: Visão superior e Lateral do Gabinete com eletrônica.



Visão Superior do Gabinete com Eletrônica

Visão Lateral do Gabinete com Eletrônica

Fonte: Próprio Autor.

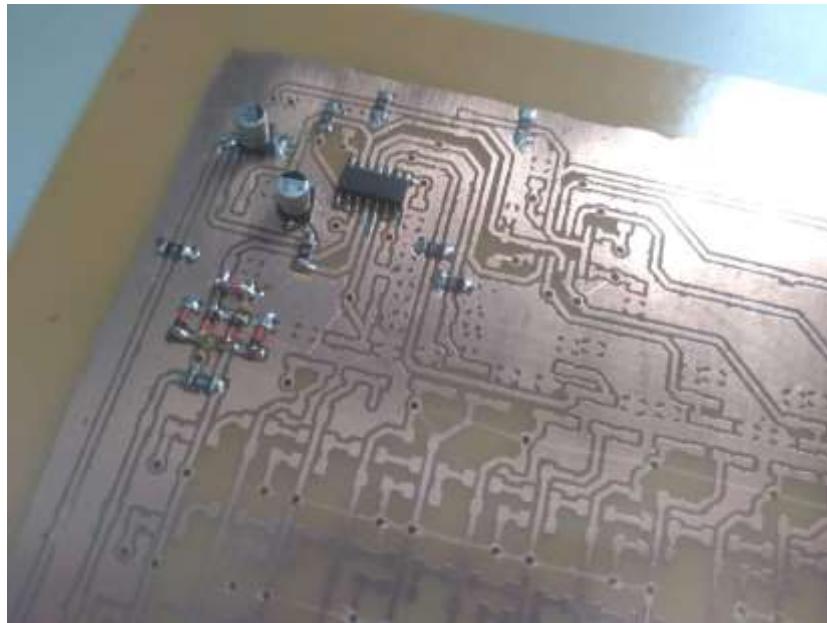
Cada fio do sensor que chega até o Gabinete com eletrônica possui uma numeração correspondente ao sensor.

O gabinete com eletrônica foi fixado na base de E.V.A. através de cola quente.

6.3. PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI)

A primeira placa de circuito impresso, ainda utilizando a matriz de sensores, foi feita utilizando o próprio laboratório da UFSCar e é mostrada na Figura 47.

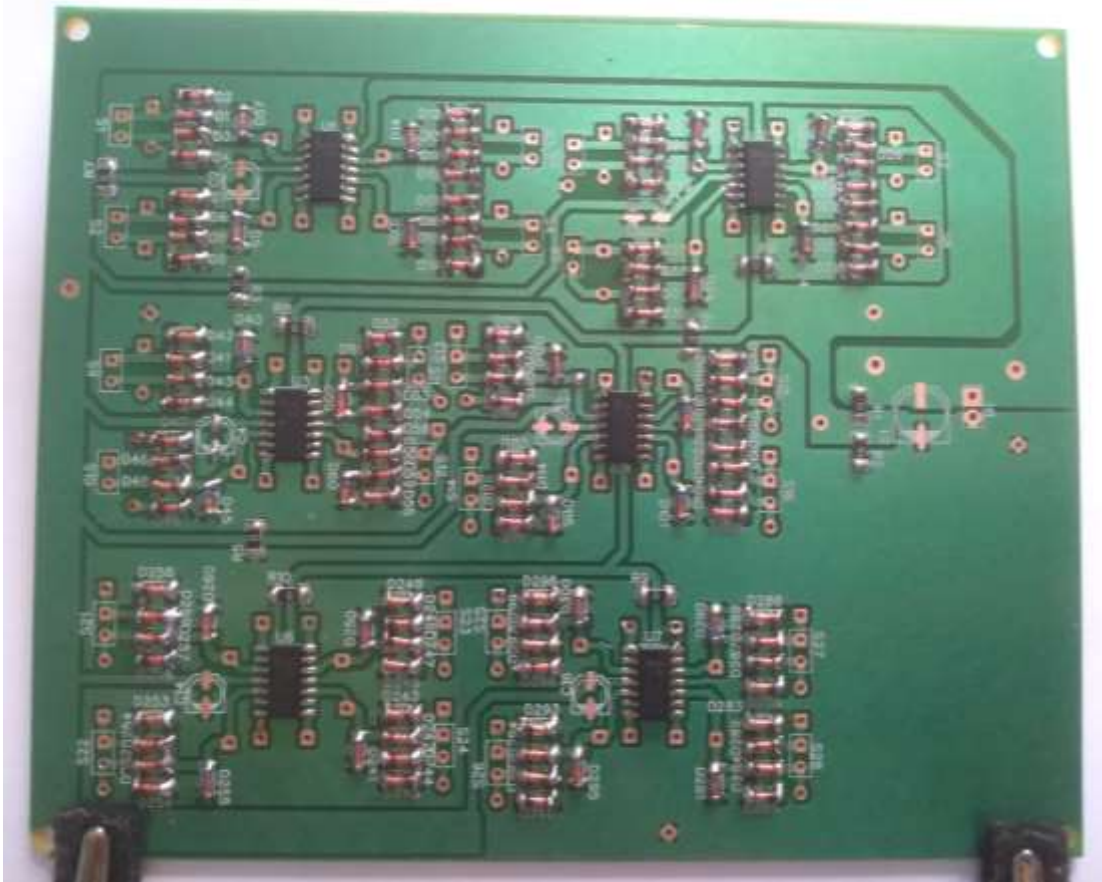
Figura 47: Primeira PCI.



Fonte: [20].

Após a verificação dos problemas com ruído da matriz de sensores, foi refeito o desenho da placa e contrato uma empresa especializada para desenvolver a placa.

Figura 48: Segunda PCI feita por uma empresa especializada.



Fonte: [20].

A placa feita pela empresa especializada não apresentou nenhum tipo de problema como mau contato, ruído ou erro nas trilhas de cobre.

7. ESTUDOS FUTUROS

7.1. SUBSTITUIÇÃO DOS SENSORES PIEZOELÉTRICO

Os sensores piezoelétricos de baixo custo mostraram algumas limitações no seu uso constante. Mesmo com a utilização da peça de silicone para amortecer o impacto sobre o sensor, alguns acabam quebrando quando são pisados.

Os sensores poderiam ser substituídos por sensores da linha FSR (Force Sensitive Resistor) que são próprios para suportar uma carga de peso maior sem ser danificado, assim como mostrado na Figura 49.

Figura 49: Sensor FSR400.

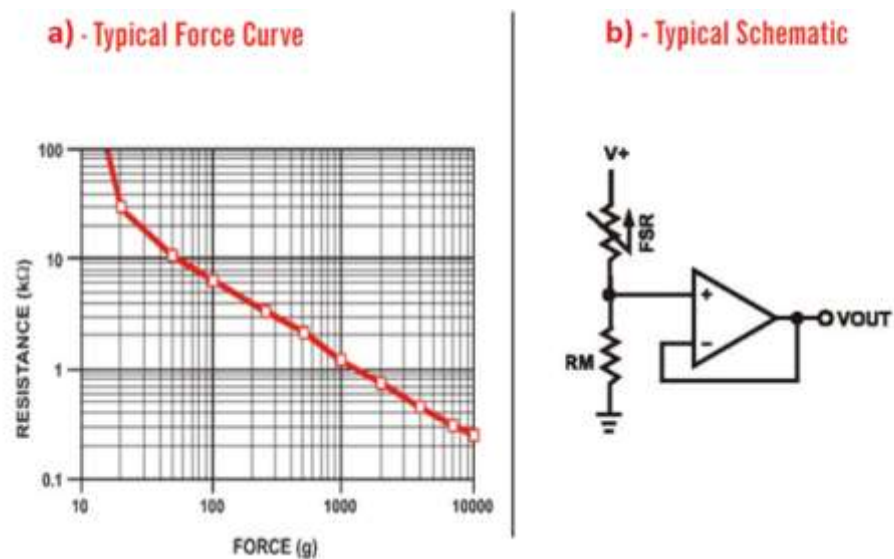


Fonte: < <https://bit.ly/3UNzNa5>>.

O sensor FSR400 tem uma sensibilidade para pressões de 0,1 N (cerca de 10 g) até 100 N (cerca de 10 kg) [21]. Pressões superiores a 100 N também são detectadas, porém não com a mesma precisão de amplitude.

Vale ressaltar que, a pisada de uma pessoa sobre o sensor não aplica todo seu peso sobre o sensor, ou seja, o sensor FSR400 pode detectar pisadas de pessoas acima de 100 kg.

Figura 50: a) Comportamento dos sensores FSR. b) Esquema elétrico típico.

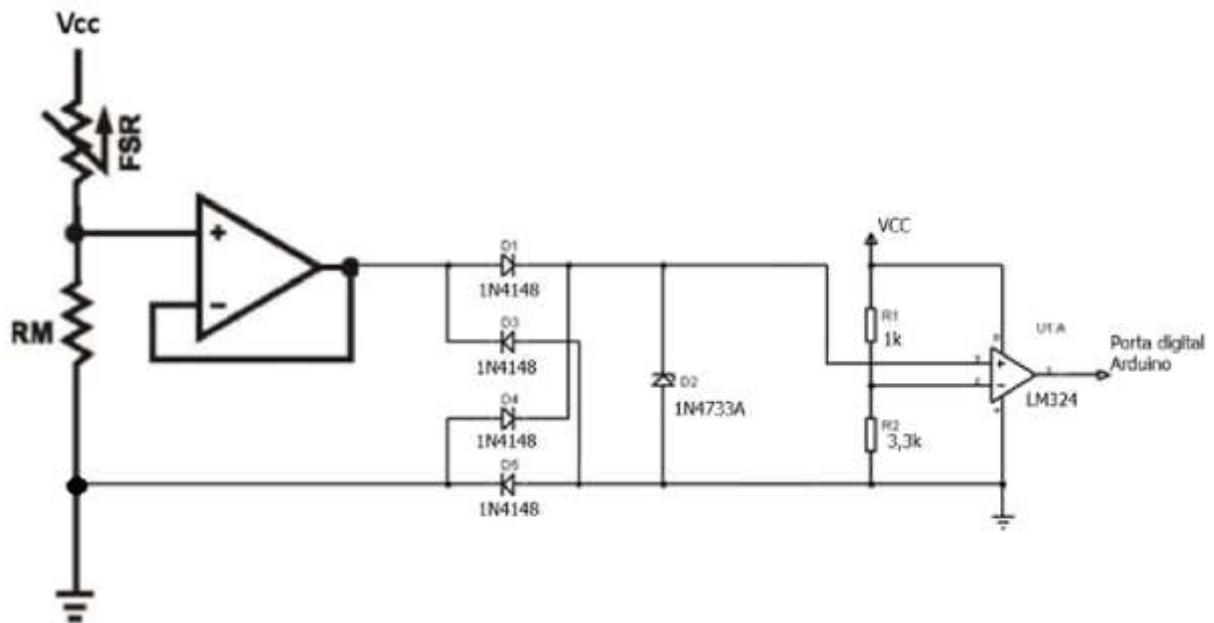


Fonte: [21].

Como mostrado na *Figura 50*, o sensor FSR reduz sua resistência conforme o aumento da pressão sobre ele.

Utilizando o esquema elétrico típico do sensor FSR com um amplificador operacional funcionando como seguidor unitário, é possível desenvolver um esquema elétrico similar ao utilizado na passarela, assim como mostrado na *Figura 51*.

Figura 51: Possível esquema elétrico da passarela com o sensor FSR.



Fonte: Próprio Autor.

7.2. ALTERAÇÃO DO SOFTWARE

Atualmente é utilizado o Software Excel para visualização gráfica das informações e para banco de dados dos testes WTMT.

Como o Excel não foi projetado essencialmente para essas duas finalidades, o projeto pode ser reestruturado utilizando um sistema de gerenciamento de banco de dados gratuito como o MYSQL e para a visualização gráfica, pode ser utilizado a linguagem de programação Python para se comunicar com o Arduino e apresentar os dados.

8. CONCLUSÃO

O projeto atingiu o objetivo de construir uma passarela dobrável que possui sensores de pressão de baixo custo. Meu objetivo pessoal também foi atingido, visto que a passarela é uma nova alternativa para avaliar pacientes com quadros de DA leves ou moderados.

Apesar do sensor piezoelétrico utilizado ser mais adequado para utilização como Buzzer, para fins de protótipo, ele proporcionou a validação do funcionamento do projeto.

O software para visualização gráfica criado no Excel atende as demandas do projeto, porém pode apresentar lentidão dependendo do notebook utilizado.

Para projetos futuros, o protótipo pode ser melhorado utilizando sensores mais robustos como da família FSR, um banco de dados próprio como MYSQL, que suportaria uma carga de dados maior e com um melhor processamento, e um software de visualização gráfica criado em Python que também possui um melhor processamento que o Excel e possibilita a criação de Layouts mais sofisticados.

9. REFERÊNCIAS

- [1] ABRAZ. **Demência**. Disponível em : <<https://bit.ly/2RVdLBQ>>. Acesso em 25 de Fevereiro de 2020.
- [2] SciELO. **Como diagnosticar as quatro causas mais frequentes de demência?** Rev. Bras. Psiquiatr., vol.24, São Paulo, Abril de 2002.
- [3] SciELO. **Epilepsia e demência em uma amostra de pacientes idosos acompanhados em serviço terciário**. J. epilepsy clin. Neurophysiol , vol.15, no.2, Porto Alegre, Junho de 2009.
- [4] FREITAS, Rafaela. **DIAGNÓSTICO PRECOCE DA DOENÇA DE ALZHEIMER UTILIZANDO BIOMARCADORES E TOMOGRAFIA PET-CT**. UniCEUB, 2015.
- [5] CÂMARA, Leonardo. **COMPROMETIMENTO COGNITIVO LEVE (CCL): uma breve introdução**. Ed. Abril de 2020, Vol.25, no. 4, Janeiro de 2020. Disponível em: <<https://bit.ly/2K11D94>>. Acesso em: 27 de Fevereiro de 2020.
- [6] ALEXANDER, Neil et al. **Age Differences in Timed Accurate Stepping With Increasing Cognitive and Visual Demand: A Walking Trail Making Test**, Universidade de Michigan, 2005, Vol. 60A, No. 12.
- [7] MATOS, Andreza; SERVELHERE, Katiane; LIMA, Nubia. **O PERFIL DAS APRAXIAS NA DOENÇA DE ALZHEIMER**. Vol. 16, no. 1, 2012.

- [8] PERROCHON, Anaick; KEMOUN, Gilles. **The Walking Trail-Making Test is an early detection tool for mild cognitive impairment**, Universidade de Poitiers, 7 de janeiro de 2014.
- [9] SCHOTT, Nadja. **Trail Walking Test zur Erfassung der motorisch-kognitiven Interferenz bei älteren Erwachsenen**. 24 March 2015.
- [10] YAMADA, Minouro; ICHIHASHI, Noriaki. **Predicting the probability of falls in community-dwelling elderly individuals using the trail-walking test**. 25 May 2010.
- [11] Europe PMC. **Trail walking test for assessment of motor cognitive interference in older adults. Development and evaluation of the psychometric properties of the procedure**. 23 Mar 2015.
- [12] Murata. **Piezoelectric Sound Components**. Disponível em: <<https://bit.ly/dspiezo>>. Acessado em 10 de Janeiro de 2024.
- [13] Multilógica-Shop. **Sensor-Atuador Piezoelétrico**. Disponível em: <<https://bit.ly/3jwpofw>>. Acessado em 3 de julho de 2021.
- [14] Pés Sem Dor. **Produtos utilizados pelos brasileiros para seus pés**. Disponível em: <<https://bit.ly/calcadomediobr>>. Acessado em 2 de Julho de 2021.
- [15] SACCO, Francesco. **10 mandamentos da PCB**. 2015. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/10-mandamentos-da-pcb/>> Acesso em 24 de agosto de 2023.
- [16] SOARES, Matheus Fay; QUEVEDO, Deivid Lajes. **O que é compatibilidade Eletromagnética (EMC)?**. 2020. Disponível em: < <https://bit.ly/3rvLhDF> > Acesso em 24 de agosto de 2023.
- [17] MARTO, Javier. **Capacitores de desacoplamento em projetos de alta frequência**. 2016. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/capacitores-de-desacoplamento/>> Acesso em 24 de agosto de 2023.
- [18] LIMA, C.B; VILLAÇA, M. V. M. **AVR e Arduino Técnicas de Projeto**. 2ª edição. Florianópolis: Edição dos Autores, 2012.
- [19] Texas Instruments. **Datasheet: LMx24, LMx24x, LMx24xx, LM2902, LM2902x, LM2902xx, LM2902xxx Quadruple Operational Amplifiers**. Rev. Setembro 2023. Texas Instruments. Disponível em: <bit.ly/3RC5aDN>. Acesso em: 24 de abril de 2023.
- [20] CICONI, Giovanni Bruno. **DESENVOLVIMENTO DE UM TAPETE COM SENSORES DE PRESSÃO PARA AVALIAÇÃO DE PACIENTE COM DOENÇA DE ALZHEIMER: CONTINUAÇÃO DO PROJETO – PARTE 2**. Relatório Final de Iniciação Científica - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2023.

[21] INTERLINK. **FSR 400 Series Round Force Sensing Resistor**. Disponível em: <<https://bit.ly/4fhRN4E>>. Acessado em: 10 de Fevereiro de 2024.

10. APÊNDICE

10.1. PROGRAMA ARDUINO

```
#include <Arduino.h>

//Constants
const int sensorAmount = 38; // Amount of sensors

//Sensor Pin
int sensorPin[sensorAmount];

//Sensor Number
int sensorNumber[sensorAmount];

//Sensor value
int sensorValue[sensorAmount];

//Sensor time count
int sensorcount[sensorAmount];

//Sensor time
int stepTime[sensorAmount];
int pauseTime[sensorAmount];
int leaveTime[sensorAmount];
int auxTime[sensorAmount];

//Auxiliar
int i = 0; //For loop
int k = 0; //Stages
```

```
//Sensibilidade
int stepSensi[sensorAmount];

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  Serial.begin(9600);
  //Iniciando os pinos de cada linha

  for (i = 0; i < 12; i = i+1){
    sensorPin[i] = i+2;
    pinMode (sensorPin[i], INPUT);
  }
  for (i = 0; i < 27; i = i+1){
    sensorPin[i+12] = i+22;
    pinMode (sensorPin[i+12], INPUT);
  }
  for (i = 0; i < sensorAmount; i = i+1){
    sensorNumber[i] = i+1;
  }

  stepSensi[0] = 0; //Sensor 1
  stepSensi[1] = 50; //Sensor 2
  stepSensi[2] = 50; //Sensor 3
  stepSensi[3] = 50; //Sensor 4
  stepSensi[4] = 50; //Sensor 5
  stepSensi[5] = 50; //Sensor 6
  stepSensi[6] = 50; //Sensor 7
  stepSensi[7] = 50; //Sensor 8
  stepSensi[8] = 50; //Sensor 9
  stepSensi[9] = 50; //Sensor 10
  stepSensi[10] = 50; //Sensor 11
  stepSensi[11] = 50; //Sensor 12
  stepSensi[12] = 50; //Sensor 13
```

```
stepSensi[13] = 50; //Sensor 14
stepSensi[14] = 50; //Sensor 15
stepSensi[15] = 50; //Sensor 16
stepSensi[16] = 50; //Sensor 17
stepSensi[17] = 50; //Sensor 18
stepSensi[18] = 50; //Sensor 19
stepSensi[19] = 50; //Sensor 20
stepSensi[20] = 50; //Sensor 21
stepSensi[21] = 50; //Sensor 22
stepSensi[22] = 50; //Sensor 23
stepSensi[23] = 50; //Sensor 24
stepSensi[24] = 50; //Sensor 25
stepSensi[25] = 50; //Sensor 26
stepSensi[26] = 50; //Sensor 27
stepSensi[27] = 50; //Sensor 28
stepSensi[28] = 50; //Sensor 29
stepSensi[29] = 50; //Sensor 30
stepSensi[30] = 50; //Sensor 31
stepSensi[31] = 50; //Sensor 32
stepSensi[32] = 50; //Sensor 33
stepSensi[33] = 50; //Sensor 34
stepSensi[34] = 50; //Sensor 35
stepSensi[35] = 50; //Sensor 36
stepSensi[36] = 50; //Sensor 37
stepSensi[37] = 50; //Sensor 38

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:

  // Resetting the values
  if (k == 0){
```

```

for (i = 0; i < sensorAmount; i = i+1){
    sensorValue[i] = 0;
    sensorcount[i] = 0;
}
k = 1;
}

if (k == 1){

for (i = 0; i < sensorAmount; i = i+1){
    if (digitalRead(sensorPin[i]) == HIGH && sensorValue[i] == 0){
        Serial.println((String)"Foi pressionado o sensor " + sensorNumber[i] );
        stepTime[i] = millis();
        sensorValue[i] = 1;
        Serial.println((String)"Aguardando retirar o pé do sensor " + sensorNumber[i] );
    }
    if (digitalRead(sensorPin[i]) == LOW && sensorValue[i] == 1){
        sensorcount[i] = sensorcount[i] + 1;
    }
    if (digitalRead(sensorPin[i]) == HIGH && sensorcount[i] > stepSensi[i]){
        leaveTime[i] = millis();
        auxTime[i] = leaveTime[i] - stepTime[i];
        Serial.println((String)"Foi retirado o pé do sensor " + sensorNumber[i] );
        Serial.println((String)"Tempo de pisada: " + (stepTime[i]) );
        Serial.println((String)"Tempo de retirada: " + (leaveTime[i]) );
        Serial.println((String)"Tempo de parada: " + (auxTime[i]) );
        sensorValue[i] = 2;
        sensorcount[i] = 0;
        Serial.println("\n");
    }
    if (digitalRead(sensorPin[i]) == HIGH && sensorValue[i] == 1){
        sensorcount[i] = 0;
    }
    if (digitalRead(sensorPin[i]) == LOW && sensorValue[i] == 2){

```

```

    sensorcount[i] = sensorcount[i] + 1;
    if (sensorcount[i] > stepSensi[i]){
        sensorValue[i] = 0;
        sensorcount[i] = 0;
    }
}

}

}

}

```

10.2. PROGRAMA VISUAL BASIC

‘ACERTOS

```
Sub Target()
```

```
    Dim num_acerto As Integer
```

```
    For i = 7 To 18
```

```
        If Worksheets("Table").Cells(i, 7).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5) =
"Target" Then
```

```
            num_acerto = num_acerto + 1
```

```
        End If
```

```
        If Worksheets("Table").Cells(i, 9).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i,
5).Value = "Target" Then
```

```
            num_acerto = num_acerto + 1
```

End If

If Worksheets("Table").Cells(i, 11).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5).Value = "Target" Then

num_acerto = num_acerto + 1

End If

If Worksheets("Table").Cells(i, 13).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5).Value = "Target" Then

num_acerto = num_acerto + 1

End If

Next i

Debug.Print num_acerto

End Sub

Sub Distractor()

Dim num_distractor As Integer

For i = 7 To 18

If Worksheets("Table").Cells(i, 7).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5) = "Distractor" Then

num_distractor = num_distractor + 1

End If

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 9).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5).Value = "Distractor" Then
```

```
    num_distractor = num_distractor + 1
```

```
End If
```

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 11).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5).Value = "Distractor" Then
```

```
    num_distractor = num_distractor + 1
```

```
End If
```

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 13).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5).Value = "Distractor" Then
```

```
    num_distractor = num_distractor + 1
```

```
End If
```

```
Next i
```

```
Debug.Print num_distractor
```

```
End Sub
```

```
Sub Neither()
```

```
Dim num_neither As Integer
```

```
For i = 7 To 18
```

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 7).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i, 5) =  
"Neither" Then
```

```
    num_neither = num_neither + 1
```

```
End If
```

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 9).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i,  
5).Value = "Neither" Then
```

```
    num_neither = num_neither + 1
```

```
End If
```

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 11).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i,  
5).Value = "Neither" Then
```

```
    num_neither = num_neither + 1
```

```
End If
```

```
If Worksheets("Table").Cells(i, 13).Value <> 0 And Worksheets("Table").Cells(i,  
5).Value = "Neither" Then
```

```
    num_neither = num_neither + 1
```

```
End If
```

```
Next i
```

```
Debug.Print num_neither
```

```
End Sub
```

```

Sub novasub()
Dim Msg, Style, Title, Help, Ctxt, Response, MyString
    Msg = "Esse nome ou código ainda não está no registro!"
    Title = "Alert"
    Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
End Sub

```

‘BOTÕES

```

Sub Button_test()

    ***** Atualiza validação de dados do Nome *****

    'Salvar o número de linhas que tem no banco de dados
    Dim ultima_linha1 As Long
    ultima_linha1 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row

    'Nomear o intervalo com todos os nomes registrados
    'A função With é necessário para alterar as propriedades de outra planilha que não está
    sendo acessada diretamente
    With Worksheets("Database_Register")
        Names.Add Name:="Intervalo1", RefersTo:=Range(.Cells(3, 2), .Cells(ultima_linha1, 2))
    End With

    With Worksheets("Test").Range("I38").Validation
        .Delete
        .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:= _
            xlBetween, Formula1:="=Intervalo1"
        .IgnoreBlank = True
        .InCellDropdown = True
        .ShowInput = True
        .ShowError = True
    End With

```

```
'Direcionar para a aba de teste e ocultar as linhas de interesse
Worksheets("Test").Rows("1:5").EntireRow.Hidden = False
Worksheets("Test").Rows("7:32").EntireRow.Hidden = True
Worksheets("Test").Rows("33:53").EntireRow.Hidden = False
```

```
Planilha5.Activate
```

```
End Sub
```

```
Sub Button_patient()
```

```
Planilha8.Activate
```

```
End Sub
```

```
Sub Button_search()
```

```
'Oculta linhas
```

```
Worksheets("Search").Rows("7:26").EntireRow.Hidden = False
```

```
Worksheets("Search").Rows("28:3000").EntireRow.Hidden = True
```

```
Planilha9.Activate
```

```
'-----
```

```
-----
```

```
'***** Atualiza validação de dados do Nome *****
```

```
'Salvar o número de linhas que tem no banco de dados
```

```
Dim ultima_linha1 As Long
```

```
ultima_linha1 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
```

```
'Nomear o intervalo com todos os nomes registrados
```

'A função With é necessário para alterar as propriedades de outra planilha que não está sendo acessada diretamente

```
With Worksheets("Database_Register")
Names.Add Name:="Intervalo1", RefersTo:=Range(.Cells(3, 2), .Cells(ultima_linha1, 2))
End With
```

```
With Worksheets("Search").Range("I11").Validation
.Delete
.Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:= _
xlBetween, Formula1:="=Intervalo1"
.IgnoreBlank = True
.InCellDropdown = True
.ShowInput = True
.ShowError = True
End With
```

'***** Atualiza validação da Data *****

'Salvar o número de linhas que tem no banco de dados

```
Dim ultima_linha3 As Long
```

```
ultima_linha3 = Worksheets("Database_Test").Cells(Rows.Count, 3).End(xlUp).Row
```

'Avaliação das datas que são iguais e quais são diferentes

```
Dim i As Long
```

```
Dim j As Long 'identificador de linha
```

```
Dim Date1 As Long
```

```
Dim Date2 As Long
```

```
For i = 3 To ultima_linha3
```

```
Date1 = Worksheets("Database_Test").Cells(i, 3).Value
```

'Se a data lida é igual anterior, não é contado

If Date1 <> Date2 Then

 j = j + 1

 Worksheets("Database_Register").Cells(j, 200).Value = Date1

 Date2 = Date1

End If

Next i

'Avaliar a última linha da coluna 200 preenchida

ultima_linha3 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count,
200).End(xlUp).Row

'Nomear o intervalo com todos os nomes registrados

'A função With é necessário para alterar as propriedades de outra planilha que não está
sendo acessada diretamente

With Worksheets("Database_Register")

Names.Add Name:="Intervalo3", RefersTo:=Range(.Cells(1, 200), .Cells(ultima_linha3,
200))

End With

With Worksheets("Search").Range("I12").Validation

 .Delete

 .Add Type:=xlValidateList, AlertStyle:=xlValidAlertStop, Operator:= _
 xlBetween, Formula1:="=Intervalo3"

 .IgnoreBlank = True

 .InCellDropdown = True

 .ShowInput = True

 .ShowError = True

End With

'-----

End Sub

Sub Button_mesma()

Dim Msg, Style, Title, Help, Ctxt, Response, MyString

Msg = "You are already on this worksheet."

Title = "Alert"

Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)

End Sub

Sub Button_register()

'Declaração das variáveis dessa macro ("private")

Dim Name As String

Dim Age As Integer

Dim Heigh As Double

Dim Weight As Double

'Declaração das variáveis da caixa de texto dessa macro ("private")

Dim Msg, Style, Title, Help, Ctxt, Response, MyString

Name = Worksheets("Patient").Range("H11").Value

Age = Worksheets("Patient").Range("H12").Value

Height = Worksheets("Patient").Range("H13").Value

Weight = Worksheets("Patient").Range("H14").Value

'Verifica se todos os campos estão preenchidos corretamente

If Name = "" And Age = 0 And Height = 0 And Weight = 0 Then

Msg = "You must fill in all fields or use correct values."

Title = "Alert"

```
Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
Exit Sub 'Termina a sub
```

```
End If
```

```
'Verifica se esse paciente já foi registrado
```

```
'Salvar o número de linhas que tem no banco de dados
```

```
Dim ultima_linha As Long
```

```
ultima_linha = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
```

```
'Salvando a última linha é possível fazer um loop que verifica se aquele nome foi registrado anteriormente
```

```
For i = 3 To ultima_linha
```

```
    If Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value = Name Then
```

```
        Msg = "This record already exists."
```

```
        Title = "Alert"
```

```
        Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
        Exit Sub 'Termina a sub
```

```
    End If
```

```
Next i
```

```
'Salva o registro no banco de dados
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(ultima_linha + 1, 1).Value = ultima_linha - 1
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(ultima_linha + 1, 2).Value = Name
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(ultima_linha + 1, 3).Value = Age
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(ultima_linha + 1, 4).Value = Height
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(ultima_linha + 1, 5).Value = Weight
```

```
'Apagar os dados das lacunas
```

```
Worksheets("Patient").Range("H11").Value = ""
```

```
Worksheets("Patient").Range("H12").Value = ""
```

```
Worksheets("Patient").Range("H13").Value = ""
```

```
Worksheets("Patient").Range("H14").Value = ""
```

```
'Informa que o registro foi feito com sucesso
```

```
Msg = "Register save successfully."
```

```
    Title = "Alert"
```

```
    Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
End Sub
```

```
Sub Star_test()
```

```
'Declaração das variáveis dessa macro ("private")
```

```
    Dim Name As String
```

```
    Dim Test_type As String
```

```
'Declaração das variáveis da caixa de texto dessa macro ("private")
```

```
    Dim Msg, Style, Title, Help, Ctxt, Response, MyString
```

```
'Leitura dos valores
```

```
Name = Worksheets("Test").Range("I38").Value
```

```
Test_type = Worksheets("Test").Range("I39").Value
```

```
'Verifica se todos os campos estão preenchidos corretamente
```

```
If Name = "" And Test_type = "" Then
```

```
    Msg = "You must fill in all fields or use correct values."
```

```
        Title = "Alert"
```

```
        Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
Exit Sub 'Termina a sub
```

```
End If
```

```

'Verifica se esse paciente já foi registrado
'Salvar o número de linhas que tem no banco de dados
Dim ultima_linha As Long
ultima_linha = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row

'Apagar os dados das lacunas
Worksheets("Test").Range("I38").Value = ""
Worksheets("Test").Range("I39").Value = ""

'Salvando a última linha é possível fazer um loop que verifica se aquele nome foi registrado
anteriormente
For i = 3 To ultima_linha
    If Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value = Name Then
        Worksheets("Test").Rows("7:32").EntireRow.Hidden = False
        Worksheets("Test").Rows("33:53").EntireRow.Hidden = True
        Worksheets("Test").Rows("1:5").EntireRow.Hidden = True
        Exit Sub 'Existe um registro com esse nome
    End If
Next i

Msg = "This patient wasn't registered."
Title = "Alert"
Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
Exit Sub 'Termina a sub

End Sub

Sub Stop_test()

```

'Oculta linhas

Worksheets("Test").Rows("7:32").EntireRow.Hidden = True

Worksheets("Test").Rows("33:53").EntireRow.Hidden = False

Worksheets("Test").Rows("1:5").EntireRow.Hidden = False

End Sub

Sub Search()

'Declaração das variáveis

Dim i As Long 'Auxiliar para o for

Dim j As Long 'Auxiliar para outro for

Dim k As Long 'Auxiliar para mudar de linha

Dim Name As String

Dim Name2 As String 'Comparar com o nome lido e o nome do código do teste

Dim Date1 As Long

Dim Cod_Reg As Long 'Salva o código do registro para relacionar a primeira tabela do banco de dados com a segunda tabela

Dim linha_nome As Long 'Salva a linha do nome

Dim linha_cod As Long 'Salva a linha do código

'Salva as variáveis de interesse

Name = Worksheets("Search").Range("I11").Value

Date1 = Worksheets("Search").Range("I12").Value

'Avalia a última linha da coluna nome

Dim ultima_linha1 As Long

ultima_linha1 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row

'Avalia a última linha da coluna código do teste

Dim ultima_linha2 As Long

ultima_linha2 = Worksheets("Database_Test").Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row

'Limpa o conteúdo das células de busca

Worksheets("Search").Range("I11").Value = ""

Worksheets("Search").Range("I12").Value = ""

'Pesquisa só pelo nome

If Name <> "" And Date1 = 0 Then

For i = 3 To ultima_linha1

If Name = Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2) Then

linha_nome = i 'Salva o a linha do nome

Code_reg = Worksheets("Database_Register").Cells(i, 1) 'Salva o código do Paciente

Worksheets("Search").Cells(34, 2).Value = Name 'Escreve o nome pesquisado

Worksheets("Search").Cells(34, 7).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 3).Value 'Escreve a idade do paciente

Worksheets("Search").Cells(34, 8).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 4).Value 'Escreve a altura do paciente

Worksheets("Search").Cells(34, 9).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 5).Value 'Escreve o peso do paciente

'Após essa verificação, é avaliado se esse paciente fez algum teste

For j = 3 To ultima_linha2

If Code_reg = Worksheets("Database_Test").Cells(j, 1) Then

linha_cod = j 'Salva a linha do código

k = k + 1 'Auxiliar para preencher a tabela de pesquisa

Worksheets("Search").Cells(33 + k, 2).Value = Name 'Escreve o nome

pesquisado

Worksheets("Search").Cells(33 + k, 6).Value =

Worksheets("Database_Test").Cells(linha_cod, 3).Value 'Escreve a data do teste

Worksheets("Search").Cells(33 + k, 7).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 3).Value 'Escreve a idade do paciente

```

Worksheets("Search").Cells(33 + k, 8).Value =
Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 4).Value 'Escreve a altura do paciente
Worksheets("Search").Cells(33 + k, 9).Value =
Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 5).Value 'Escreve o peso do paciente
Worksheets("Search").Cells(33 + k, 10).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(linha_cod, 4).Value 'Escreve o tipo do teste
Worksheets("Search").Cells(33 + k, 11).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(linha_cod, 5).Value 'Escreve a sequência dos alvos

```

```
End If
```

```
Next j
```

```
End If
```

```
Next i
```

```
End If
```

```
'Pesquisa só pela data
```

```
If Name = "" And Date1 <> 0 Then
```

```
For i = 3 To ultima_linha2
```

```
    If Date1 = Worksheets("Database_Test").Cells(i, 3).Value Then
```

```
        k = k + 1 'Auxiliar para preencher a tabela de pesquisa
```

```
        linha_cod = i 'Salva a linha do código
```

```
        Code_reg = Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1) 'Salva o código do
```

```
Paciente
```

```
        Worksheets("Search").Cells(33 + k, 10).Value =
```

```
Worksheets("Database_Test").Cells(linha_cod, 4).Value 'Escreve o tipo do teste
```

```
        Worksheets("Search").Cells(33 + k, 11).Value =
```

```
Worksheets("Database_Test").Cells(linha_cod, 5).Value 'Escreve a sequência dos alvos
```

```
Worksheets("Search").Cells(33 + k, 6).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(linha_cod, 3).Value 'Escreve a data do teste
```

```
End If
```

```
'Sabendo o registro do paciente é possível descobrir seu nome e terminar de completar
```

```
For j = 3 To ultima_linha1
```

```
    If Code_reg = Worksheets("Database_Register").Cells(j, 1).Value Then
```

```
        linha_nome = j 'Salva o a linha do nome
```

```
        Worksheets("Search").Cells(33 + k, 2).Value =
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 2) 'Escreve o nome pesquisado
```

```
        Worksheets("Search").Cells(33 + k, 7).Value =
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 3).Value 'Escreve a idade do paciente
```

```
        Worksheets("Search").Cells(33 + k, 8).Value =
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 4).Value 'Escreve a altura do paciente
```

```
        Worksheets("Search").Cells(33 + k, 9).Value =
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 5).Value 'Escreve o peso do paciente
```

```
    End If
```

```
Next j
```

```
Next i
```

```
End If
```

```
'Pesquisa pelo nome e pela data
```

```
If Name <> "" And Date1 <> 0 Then
```

```
    For i = 3 To ultima_linha1
```

```
        If Name = Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value Then
```

```
            linha_nome = i 'Salva a linha do código
```

```
            Code_reg = Worksheets("Database_Register").Cells(i, 1) 'Salva o código do
```

```
Paciente
```

```
        End If
```

Next i

'Sabendo o registro do paciente é possível descobrir seus testes

For i = 3 To ultima_linha2

'Se o nome for igual ao nome pesquisado, agora é só verificar a data

If Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1) = Code_reg Then

 If Worksheets("Database_Test").Cells(i, 3) = Date1 Then

 k = k + 1

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 2).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 2).Value 'Escreve o nome pesquisado

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 7).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 3).Value 'Escreve a idade do paciente

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 8).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 4).Value 'Escreve a altura do paciente

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 9).Value =

Worksheets("Database_Register").Cells(linha_nome, 5).Value 'Escreve o peso do paciente

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 10).Value =

Worksheets("Database_Test").Cells(i, 4).Value 'Escreve o tipo do teste

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 11).Value =

Worksheets("Database_Test").Cells(i, 5).Value 'Escreve a sequência dos alvos

 Worksheets("Search").Cells(33 + k, 6).Value =

Worksheets("Database_Test").Cells(i, 3).Value 'Escreve a data do teste

 End If

End If

Next i

End If

'Caso não seja preenchido nenhum campo

If Name = "" And Date1 = 0 Then

 Dim Msg, Style, Title, Help, Ctxt, Response, MyString

 Msg = "Fill any field to search."

 Title = "Alert"

 Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)

```
Exit Sub 'Termina a sub
End If

'Verificação se foi encontrado a pesquisa
If Worksheets("Search").Cells(34, 2).Value = "" Then
    Msg = "No record was found."
    Title = "Alert"
    Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
    Exit Sub 'Termina a sub
End If

'Ocultas as linhas
Worksheets("Search").Rows("28:3000").EntireRow.Hidden = False
Worksheets("Search").Rows("7:26").EntireRow.Hidden = True

End Sub

Sub Stop_search()

'Auxiliar do Loop for
Dim i As Long

'Ocultas as linhas que estão os dados das pesquisas
Worksheets("Search").Rows("28:3000").EntireRow.Hidden = True
Worksheets("Search").Rows("7:26").EntireRow.Hidden = False

'Limpa o conteúdo nas células de busca
Worksheets("Search").Range("A34:T3000").ClearContents
```

End Sub

Sub Chage()

'Variáveis auxiliares

Dim Row As Long

Dim Column As Long

'Para alterar o cadastro será lido a linha em que se encontra a célula ativa]

Row = ActiveCell.Row

Column = ActiveCell.Column

'Verifica o número da última linha do registro

Dim ultima_linha As Long

ultima_linha = Worksheets("Search").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row

'Verifica o número da última linha do banco de dados

Dim ultima_linha2 As Long

ultima_linha2 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row

'Verifica se a coluna selecionada está em um intervalo válido

If Column = 2 And Row > 33 And Row < ultima_linha + 1 Then

'Verifica se houve modificação

Dim i As Integer 'Auxiliar do for

Dim different As Long 'Compara a pesquisa com o banco de dados e soma um se for diferente

```

For i = 3 To ultima_linha2
    If Worksheets("Search").Cells(Row, 2).Value <>
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value Or Worksheets("Search").Cells(Row,
7).Value <> Worksheets("Database_Register").Cells(i, 3).Value Or
Worksheets("Search").Cells(Row, 8).Value <> Worksheets("Database_Register").Cells(i,
4).Value Or Worksheets("Search").Cells(Row, 9).Value <>
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 5).Value Then
        different = different + 1

        If different = (ultima_linha2 - 2) Then
            Msg = "A search was incorrectly modified. Please click on Stop Search."
            Title = "Alert"
            Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
            Exit Sub 'Termina a sub
        End If
    End If
Next i

```

```

'Salva o valor para completar depois na tabela
Name_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 2).Value
Age_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 7).Value
Height_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 8).Value
Weight_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 9).Value

```

```

Sheet1.Activate 'Ativa a planilha Change
Worksheets("Change").Range("H11").Value = Worksheets("Search").Cells(Row,
2).Value
Worksheets("Change").Range("H12").Value = Worksheets("Search").Cells(Row,
7).Value
Worksheets("Change").Range("H13").Value = Worksheets("Search").Cells(Row,
8).Value

```

```
Worksheets("Change").Range("H14").Value = Worksheets("Search").Cells(Row,
9).Value
```

```
Exit Sub 'Termina a sub
```

```
End If
```

```
Msg = "Select a name to change the register."
```

```
Title = "Alert"
```

```
Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
Exit Sub 'Termina a sub
```

```
End Sub
```

```
Sub Delete()
```

```
'Variáveis auxiliares
```

```
Dim Row As Long
```

```
Dim Column As Long
```

```
'Para alterar o cadastro será lido a linha em que se encontra a célula ativa
```

```
Row = ActiveCell.Row
```

```
Column = ActiveCell.Column
```

```
'Verifica o número da última linha do registro
```

```
Dim ultima_linha As Long
```

```
ultima_linha = Worksheets("Search").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
```

```
'Verifica o número da última linha do banco de dados
```

```
Dim ultima_linha2 As Long
```

```
ultima_linha2 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
```

'Verifica se a coluna selecionada está em um intervalo válido

If Column = 2 And Row > 33 And Row < ultima_linha + 1 Then

'Verifica se houve modificação

Dim i As Integer 'Auxiliar do for

Dim different As Long 'Compara a pesquisa com o banco de dados e soma um se for diferente

For i = 3 To ultima_linha2

If Worksheets("Search").Cells(Row, 2).Value <>

Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value Or Worksheets("Search").Cells(Row, 7).Value <> Worksheets("Database_Register").Cells(i, 3).Value Or

Worksheets("Search").Cells(Row, 8).Value <> Worksheets("Database_Register").Cells(i, 4).Value Or Worksheets("Search").Cells(Row, 9).Value <>

Worksheets("Database_Register").Cells(i, 5).Value Then

different = different + 1

If different = (ultima_linha2 - 2) Then

Msg = "A search was incorrectly modified. Please click on Stop Search."

Title = "Alert"

Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)

Exit Sub 'Termina a sub

End If

End If

Next i

'Salva o valor para completar depois na tabela

Code_reg_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 1).Value

Name_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 2).Value

Age_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 7).Value

```
Height_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 8).Value
Weight_1 = Worksheets("Search").Cells(Row, 9).Value
```

```
Sheet3.Activate 'Ativa a planilha Change
```

```
Worksheets("Delete").Range("H11").Value = Worksheets("Search").Cells(Row, 2).Value
```

```
Worksheets("Delete").Range("H12").Value = Worksheets("Search").Cells(Row, 7).Value
```

```
Worksheets("Delete").Range("H13").Value = Worksheets("Search").Cells(Row, 8).Value
```

```
Worksheets("Delete").Range("H14").Value = Worksheets("Search").Cells(Row, 9).Value
```

```
Exit Sub 'Termina a sub
```

```
End If
```

```
Msg = "Select a name to delete the register."
```

```
Title = "Alert"
```

```
Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
Exit Sub 'Termina a sub
```

```
End Sub
```

```
Sub Change2()
```

```
'Variáveis auxiliares
```

```
Dim i As Integer 'Auxiliar do for
```

```
Dim Row As Long 'Auxiliar para salvar a linha
```

```
'Verifica o número da última linha do banco de dados
```

```
Dim ultima_linha1 As Long
```

```
ultima_linha1 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
```

'Procura o lugar que será preenchido

For i = 3 To ultima_linha1

 If Name_1 = Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value And Age_1 =
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 3).Value And Height_1 =
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 4).Value And Weight_1 =
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 5).Value Then

 Row = i

 End If

Next i

'Muda os valores

Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 2).Value =

Worksheets("Change").Range("H11").Value

Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 3).Value =

Worksheets("Change").Range("H12").Value

Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 4).Value =

Worksheets("Change").Range("H13").Value

Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 5).Value =

Worksheets("Change").Range("H14").Value

'Apaga os valores

Worksheets("Change").Range("H11").Value = ""

Worksheets("Change").Range("H12").Value = ""

Worksheets("Change").Range("H13").Value = ""

Worksheets("Change").Range("H14").Value = ""

```
Msg = "Change made successfully."  
Title = "Alert"  
Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)
```

```
Call Button_search  
Planilha9.Activate 'Ativa a planilha Search
```

```
End Sub
```

```
Sub Stop_Change()
```

```
    Call Button_search  
    Planilha9.Activate 'Ativa a planilha Search
```

```
'Apaga os valores  
Worksheets("Change").Range("H11").Value = ""  
Worksheets("Change").Range("H12").Value = ""  
Worksheets("Change").Range("H13").Value = ""  
Worksheets("Change").Range("H14").Value = ""
```

```
End Sub
```

```
Sub Delete2()
```

```
'Variáveis auxiliares  
Dim i As Integer 'Auxiliar do for  
Dim Row As Long 'Auxiliar para salvar a linha  
Dim Code_reg As Long 'Salva o código de registo
```

```
'Verifica o número da última linha do registo do banco de dados  
Dim ultima_linha1 As Long
```

```
ultima_linha1 = Worksheets("Database_Register").Cells(Rows.Count, 2).End(xlUp).Row
```

```
'Verifica a última linha dos testes do banco de dados
```

```
Dim ultima_linha2 As Long
```

```
ultima_linha2 = Worksheets("Database_Test").Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row
```

```
'Procura o lugar que será preenchido
```

```
For i = 3 To ultima_linha1
```

```
    If Name_1 = Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value And Age_1 =  
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 3).Value And Height_1 =  
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 4).Value And Weight_1 =  
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 5).Value Then
```

```
        Row = i
```

```
    End If
```

```
Next i
```

```
'Deleta a linha
```

```
Code_reg = Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 1).Value
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 2).ClearContents
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 3).ClearContents
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 4).ClearContents
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(Row, 5).ClearContents
```

```
Worksheets("Database_Register").Cells(ultima_linha1, 1).ClearContents 'Apaga o código de  
registro do último registro
```

```
'Reposiciona as outras linhas
```

```
For i = Row To ultima_linha1
```

```
    Worksheets("Database_Register").Cells(i, 2).Value =  
Worksheets("Database_Register").Cells(i + 1, 2).Value
```

```

Worksheets("Database_Register").Cells(i, 3).Value =
Worksheets("Database_Register").Cells(i + 1, 3).Value
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 4).Value =
Worksheets("Database_Register").Cells(i + 1, 4).Value
Worksheets("Database_Register").Cells(i, 5).Value =
Worksheets("Database_Register").Cells(i + 1, 5).Value
Next i

```

'Apaga os testes feitos pelo paciente excluído

```
For i = 3 To ultima_linha2
```

```
  If Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1).Value = Code_reg Then
```

```
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1).ClearContents 'Apaga o código do paciente
```

```
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 2).ClearContents 'Apaga o código do teste
```

```
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 3).ClearContents 'Apaga a data do teste
```

```
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 4).ClearContents 'Apaga o tipo do teste
```

```
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 5).ClearContents 'Apaga a sequência do teste
```

```
  End If
```

```
Next i
```

'Corrige o código do registro

```
For i = 3 To ultima_linha2
```

```
  If Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1).Value > Code_reg Then
```

```
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1).Value = (Worksheets("Database_Test").Cells(i,
1).Value - 1) 'Corrige o código do paciente
```

```
  End If
```

```
Next i
```

'Reposiciona Os testes

```
Dim j As Long 'Auxiliar para o segundo for
```

```
For i = 3 To ultima_linha2
```

```
  If Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1).Value = "" Then
```

```

For j = i + 1 To ultima_linha2 'Varre a tabela e verifica qual é o próximo
  If Worksheets("Database_Test").Cells(j, 1).Value <> "" Then
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 1).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(j, 1).Value 'Salva o código do registro
    Worksheets("Database_Test").Cells(j, 1).Value = "" 'Apaga o código do registro
mais próximo
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 2).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(j, 2).Value 'Salva o código do teste
    Worksheets("Database_Test").Cells(j, 2).Value = "" 'Apaga o código do teste mais
próximo
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 3).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(j, 3).Value 'Salva a data
    Worksheets("Database_Test").Cells(j, 3).Value = "" 'Apaga a data mais próximo
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 4).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(j, 4).Value 'Salva o tipo do teste
    Worksheets("Database_Test").Cells(j, 4).Value = "" 'Apaga o tipo do teste mais
próximo
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 5).Value =
Worksheets("Database_Test").Cells(j, 5).Value 'Salva a sequência do teste
    Worksheets("Database_Test").Cells(j, 5).Value = "" 'Apaga a sequência do teste
mais próximo
    Exit For 'Sai desse for
  End If
Next j
End If
Next i

```

'Verifica o novo número de testes

Dim ultima_linha3 As Long

ultima_linha3 = Worksheets("Database_Test").Cells(Rows.Count, 1).End(xlUp).Row

```
'Altera o código do teste
j = 0 'reseta a auxiliar j para completar o código do teste
For i = 3 To ultima_linha3
    j = j + 1
    Worksheets("Database_Test").Cells(i, 2).Value = j
Next i
```

```
'Apaga os valores
Worksheets("Delete").Range("H11").Value = ""
Worksheets("Delete").Range("H12").Value = ""
Worksheets("Delete").Range("H13").Value = ""
Worksheets("Delete").Range("H14").Value = ""

Msg = "Delete made successfully."
Title = "Alert"
Message = MsgBox(Msg, Style, Title, Help, Ctxt)

Call Button_search
Planilha9.Activate 'Ativa a planilha Search

End Sub

Sub Stop_Delete()
```

```
    Call Button_search
    Planilha9.Activate 'Ativa a planilha Search
```

```
'Apaga os valores
Worksheets("Delete").Range("H11").Value = ""
Worksheets("Delete").Range("H12").Value = ""
```

```
Worksheets("Delete").Range("H13").Value = ""
Worksheets("Delete").Range("H14").Value = ""
```

```
End Sub
```

‘COMPLETA TABELAS

'Declaração das variáveis Públicas

```
Public Sensor1 As Integer
```

```
Public Sensor2 As Integer 'Auxiliar para avaliar se pode ou não colocar na sequência
```

```
Public Sensor3 As Integer 'Auxiliar para avaliar se pode ou não salvar na tabela
```

```
Public Status1 As Integer
```

```
Public Status2 As Integer 'Auxiliar para avaliar se pode ou não salvar na tabela
```

```
Public salva_linha2 As Integer 'Salva a linha anterior para preencher a tabela
```

```
Public salva_coluna As Integer 'Salva a coluna anterior para preencher a tabela
```

```
Public Time1 As Variant
```

```
Public Time2 As Variant 'Salva o tempo anterior
```

```
Public para_timer As Integer 'Para o Timer se 1 e não para se 0
```

```
Public Name_1 As String 'Salva o nome
```

```
Public Age_1 As Integer 'Salva a idade
```

```
Public Height_1 As Double 'Salva a altura
```

```
Public Weight_1 As Double 'Salva o peso
```

```
Public Code_reg_1 As Double 'Salva o código do registro
```

'Auxiliares

```
Public i As Integer
```

```
Public j As Integer
```

```
Sub Completa1()
```

```
Dim salva_linha As Integer
```

```
Dim sai_for As Integer
Dim Inicia As Integer
Sensor1 = Worksheets("Data In").Range("Sensor").Value
Time1 = Worksheets("Data In").Range("Time").Value
Status1 = Worksheets("Data In").Range("Status").Value

' Para garantir que o teste não começará com alguém tirando o pé do alvo
For i = 7 To 18

    If Worksheets("Table").Cells(i, 6).Value = "" And Status1 = 0 Then

        Inicia = Inicia + 1

    End If

Next i

If Inicia <> 12 Then
    For i = 7 To 18

        If Sensor1 = Worksheets("Table").Cells(i, 4).Value Then
            salva_linha = i

        Exit For

    End If

Next i

If salva_linha <> 0 Then

    For i = 6 To 12
```

```

If Worksheets("Table").Cells(salva_linha, 6).Value = "" Then
    Worksheets("Table").Cells(salva_linha, 6).Value = Time1
    If Time2 <> 0 Then
        Worksheets("Table").Cells(salva_linha2, salva_coluna).Value = Time2
    End If
    Sensor3 = Sensor1
    Status2 = Status1
    Time2 = Time1
    Exit For

```

```

End If

```

```

    If Worksheets("Table").Cells(salva_linha, i + 1).Value = 0 And
Worksheets("Table").Cells(salva_linha, i).Value <> 0 And Time1 <>
Worksheets("Table").Cells(salva_linha, i).Value Then
        Debug.Print Sensor3
        Debug.Print Status2
        Debug.Print Time2

```

```

    If Sensor3 <> Sensor1 And Status2 = 0 And Status1 = 1 Then
        Worksheets("Table").Cells(salva_linha, i + 1).Value = Time1
        Worksheets("Table").Cells(salva_linha2, salva_coluna).Value = Time2

```

```

    End If
    salva_linha2 = salva_linha
    salva_coluna = i + 1
    Sensor3 = Sensor1
    Status2 = Status1
    Time2 = Time1
    Debug.Print salva_linha2
    Debug.Print salva_coluna
    Exit For

```

```
End If

Next i

End If

'Preenche a sequência de alvos
If Status1 = 1 Then
  For i = 6 To 24
    For j = 15 To 24
      If Worksheets("Table").Cells(i, j).Value = "" And Sensor2 <> Sensor1 Then
        Worksheets("Table").Cells(i, j).Value = Sensor1
        sai_for = 1
        Sensor2 = Sensor1
      Exit For
    End If
  Next j

  If sai_for = 1 Then
    Exit For
  End If

Next i

End If 'If do inicial
End Sub
```

‘INSERE OBSERVAÇÃO

```
Sub inserir_obs()
```

Dim varTexto As String, varNum As Double

' Nessa forma temos INPUTBOX como função :

varTexto = InputBox("Your notes will be saved in database.", "Test notes.")

End Sub

‘LIMPA OBSERVAÇÃO

Sub Clear()

Worksheets("Table").Range("E7:M18").ClearContents

Worksheets("Table").Range("O6:X24").ClearContents

End Sub

‘RESETA VARIÁVEL

Sub Resetar()

Sensor2 = 0

Sensor3 = 0

salva_linha2 = 0

salva_coluna = 0

Status2 = 0

Time2 = 0

End Sub

‘TIMER

Sub Tempo1()

newhour = Hour(Worksheets("Test").Range("L10").Value)

newminute = Minute(Worksheets("Test").Range("L10").Value)

```
newsecond = Second(Worksheets("Test").Range("L10").Value) + 1
```

```
Worksheets("Test").Range("H11").Value = TimeSerial(newhour, newminute, newsecond)
```

```
Worksheets("Test").Range("L10").Value = Worksheets("Test").Range("H11").Value
```

```
Call Tempo2
```

```
End Sub
```

```
Sub Tempo2()
```

```
    If para_timer = 0 Then
```

```
        Application.OnTime Now + TimeValue("00:00:01"), "Tempo1"
```

```
    End If
```

```
End Sub
```

```
Sub para_tempo1()
```

```
    para_timer = 1
```

```
End Sub
```

```
'DADOS DE ENTRADA
```

```
'Declaração das variáveis Públicas
```

```
Public Sensor1 As Integer
```

```
Public Sensor2 As Integer
```

```
Public Time1 As Variant
```

```
Public Time2 As Variant
```

```
'Auxiliares
```

```
Public i As Integer
```

```
Public j As Integer
```

```
'Preenche a tabela automaticamente toda vez que esta for atualizada
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
Application.EnableEvents = True
If Intersect(Target, Me.Range("Sensor:Time")) Is Nothing Then Exit Sub

Call Completa1
```

```
End Sub
```

‘PLANILHA INICIAL

```
Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Range)
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Worksheet_Change(ByVal Target As Range)
```

```
If Intersect(Target, Me.Worksheets("Data In").Range("Sensor2")) Is Nothing Then Exit Sub
```

```
Application.EnableEvents = False
```

```
Worksheets("Tabela").Range("A14").Value = Worksheets("Data In").Range("Sensor2").Value
```

```
Application.EnableEvents = True
```

```
End Sub
```

```
Private Sub Workbook_Open()
```

```
Worksheets("First Page").Select
```

```
End Sub
```