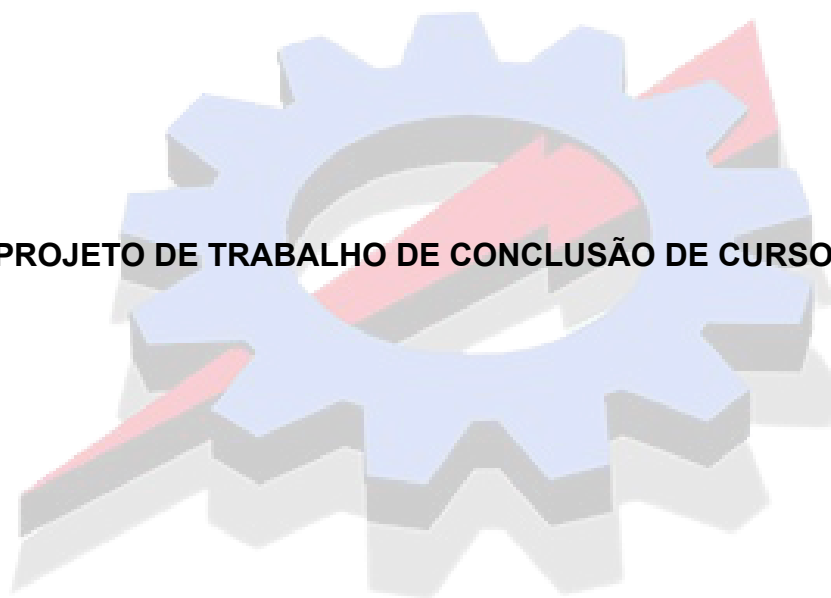


ESCOLA TÉCNICA ESTADUAL FREDERICO GUILHERME SCHMIDT

**TÉCNICO EM ELETROMECÂNICA
TÉCNICO EM ELETROTÉCNICA**

PROJETO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO TÉCNICO



FIPEM - FERRAMENTA INTELIGENTE PARA EXAMES DE MAMOGRAFIA

**BRUNA ELSEM BILHÃO WOJCICKOSKI
LUÍS HENRIQUE RODRIGUES DE SOUSA
VITÓRIA DOS SANTOS VIEIRA**

**SÃO LEOPOLDO
2025**

BRUNA ELSEM BILHÃO WOJCICKOSKI
LUÍS HENRIQUE RODRIGUES DE SOUSA
VITÓRIA DOS SANTOS VIEIRA

FIPEM - FERRAMENTA INTELIGENTE PARA EXAMES DE MAMOGRAFIA

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso Técnico apresentado ao Curso de Eletromecânica e Eletrotécnica da Escola Técnica Estadual Frederico Guilherme Schmidt como requisito para aprovação nas disciplinas do curso sob orientação da professora Ceris Diane Oliveira de Menezes e coorientação do professor Adriano Henrique Hennemann de Freitas

SÃO LEOPOLDO
2025

RESUMO

O câncer de mama é o tipo de câncer mais comum entre mulheres e entre seus métodos de diagnóstico o mamógrafo é considerado o principal. Porém ainda há quem tenha aversão ao exame por uma série de motivos, sendo um deles o desconforto causado pela compressão da mama para o uso do Raio-X. Essa recusa à realização do exame pode levar a uma descoberta tardia do câncer, aumentando o transtorno físico e psicológico aos quais as mulheres acabam passando e, em piores casos, levando ao óbito. Sendo assim o objetivo do presente projeto é desenvolver uma ferramenta de exame inteligente, segura e confortável, que reduza o incômodo a fim de incentivar as mulheres a realizarem a mamografia, o que por sua vez trará melhoria nos índices de recuperação do câncer de mama, podendo chegar a diminuir os gastos relacionados ao tratamento da doença em estágios avançados. Para isso é necessário entender como o mamógrafo e suas ferramentas funcionam, sendo assim necessária pesquisas qualitativas com profissionais da saúde, com o objetivo de coletar informações sobre os problemas técnicos e ergonômicos dos equipamentos atuais, além de pesquisas com mulheres em diferentes faixas etárias com o objetivo de garantir que o desenvolvimento do protótipo considere a experiência e o conforto da paciente. A coleta desses dados envolverá referências bibliográficas, análise de dados sobre anatomia mamária e questionários entre pacientes. Espera-se que a ferramenta contribua para o meio clínico, aumentando significativamente a procura pelo exame, além de que ela, em caráter individual, consiga reduzir pelo menos um dos inúmeros desconfortos que uma portadora do câncer tem de passar. Em conclusão, o desenvolvimento de uma ferramenta de mamografia mais confortável e segura é essencial para incentivar a adesão ao exame, além de fundamental para o diagnóstico precoce do câncer de mama.

Palavras-chave: mamografia; câncer de mama; saúde e bem-estar.

ABSTRACT

Breast cancer is the most common type of cancer among women, and mammography is considered the most common diagnostic method. However, some people still resist the exam for a number of reasons, one of which is the discomfort caused by breast compression for X-rays. This refusal to undergo the exam can lead to late detection of the cancer, increasing the physical and psychological distress women experience, and in the worst cases, even death. Therefore, the objective of this project is to develop a smart, safe, and comfortable screening tool that reduces discomfort and encourages women to undergo mammography. This will, in turn, improve breast cancer recovery rates and potentially reduce treatment costs for advanced stages of the disease. To achieve this, it is necessary to understand how the mammography machine and its tools work. Therefore, qualitative research with healthcare professionals is necessary to gather information on the technical and ergonomic issues of current equipment, as well as surveys of women in different age groups to ensure that the prototype development considers the patient's experience and comfort. Collecting this data will involve bibliographic references, analysis of data on breast anatomy, and patient questionnaires. The tool is expected to contribute to the clinical environment, significantly increasing demand for the exam, and, on an individual basis, to reducing at least one of the numerous discomforts experienced by cancer patients. In conclusion, developing a more comfortable and safe mammography tool is essential to encourage adherence to the exam, as well as crucial for the early diagnosis of breast cancer.

Keywords: mammography; breast cancer; health and well-being.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Nódulos malignos	19
Figura 2 – Fisiologia da mama	22
Figura 3 – Mama predominantemente adiposa	23
Figura 4 – Mama fibroglandular esparsa	24
Figura 5 – Mama densa heterogênea	25
Figura 6 – Mama extremamente densa	26
Figura 7 - Tabela total de óbitos dos últimos anos	27
Figura 8 - Sinais de Alerta	28
Figura 9 – Banner de publicidade sobre Outubro Rosa	29
Figura 10 – Charge de conscientização do Câncer de mama	29
Figura 11 – Ecografia Mamária	30
Figura 12 – Raio x da mama com ecodoppler	31
Figura 13 – Primeiro mamógrafo 1965 e Senographe 1966	32
Figura 14 – O mamógrafo e seus componentes	33
Figura 15 – Tubo de RX (Raio-X)	34
Figura 16 – Protetor de Tireóide	35
Figura 17 – Colimador	35
Figura 18 – Compressor	36
Figura 19 – Grade	36
Figura 20 – Encaixe para o filme	37
Figura 21 – Detector de Raio X	38
Figura 22 – Célula de carga	42
Figura 23 – Placa Arduino UNO	43
Figura 24 – Cabos jumper	44
Figura 25 – Display LCD	44
Figura 26 – Silicone líquido	45
Figura 27 – Suporte de acrílico	46
Figura 28 – Caixa de acrílico	46
Figura 29 – Placa protoboard mini	47
Figura 30 – Resistor 220K	48
Figura 31 – Molde de Silicone	48
Figura 32 – Esquema elétrico	49
Figura 33 – Fluxograma de funcionamento	52

Figura 34 - Código de Programação do protótipo	53
Figura 35 - Código de Programação do protótipo	54
Figura 36 - Código de Programação do protótipo	55
Figura 37 – Protótipo final	60
Figura 38 – Montagem molde 1	62
Figura 39 – Montagem molde 2	62
Figura 40 – Molde final	63
Figura 41 – Protótipo final (elétrico)	64
Figura 42 – Protótipo final (mecânico)	64
Figura 43 – Gráfico Projeto 1	65
Figura 44 – Gráfico Projeto 2	66
Figura 45 – Gráfico Projeto 3	66
Figura 46 – Gráfico Projeto 4	67
Figura 47 – Gráfico Projeto 5	67
Figura 48 – Gráfico Projeto 6	68
Figura 49 – Gráfico Projeto 7	68
Figura 50 – Página do projeto	69

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estado da Arte	14
Tabela 2 - Nódulos benignos	17
Tabela 3 - Nódulos malignos	19
Tabela 4 - Cronograma (2024)	56
Tabela 5 - Cronograma (2025)	57
Tabela 6 - Recursos	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACS	American Cancer Society
Comp	Complemento
EPM	Escola Paulista de Medicina
Ex	Exemplo
FGV	Fundação Getulio Vargas
IARC	Agência Internacional de Pesquisa em Câncer
IBASE	Instituto Brasileiro de Análises Sociais e Econômicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCA	Instituto Nacional de Câncer
LDR	Light Dependent Resistor
LED	Light Emitting Diode
ONGs	Organizações Não-Governamentais
OSC	Organização da Sociedade Civil

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO	12
1.2 PROBLEMA	12
1.3 OBJETIVOS	12
1.3.1 Objetivo Geral	12
1.3.2 Objetivos Específicos	12
1.4 JUSTIFICATIVA	13
2 ESTADO DA ARTE	14
2.1 DIAGNÓSTICO DE CÂNCER DE MAMA A PARTIR DE IMAGENS DE MAMOGRAFIA 2D UTILIZANDO DESCRIPTORES DE FORMA 3D	14
2.2 MEDIÇÃO NÃO INVASIVA DA TENSÃO APLICADA AO TUBO DE RAIOS X E DE CAMADA SEMI-REDUTORA UTILIZANDO TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNÇÃO EM MAMOGRAFIA	15
2.3 DESENVOLVIMENTO DE VESTIMENTA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA PARA TIREOIDE PARA EXAMES DE MAMOGRAFIA	15
2.4 FIPEM - FERRAMENTA INTELIGENTE PARA EXAMES MAMÓGRAFOS	16
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
3.1 NÓDULOS MAMÁRIOS	17
3.1.1 O que são	17
3.1.2 Nódulos benignos	17
3.1.3 Nódulos malignos (câncer de mama)	19
3.2 MAMA - FISILOGIA	21
3.2.1 O que é a mama	21
3.2.2 Tipos de mamas	22
3.2.2.1 Mamas predominantemente adiposas	23
3.2.2.2 Mama fibroglandular esparsa	23
3.2.2.3 Mama densa heterogênea	24
3.2.2.4 Mama extremamente densa	25
3.2.3 Outubro Rosa	26
3.3 TIPOS DE EXAME	29
3.3.1 Ecografia mamária	29
3.3.2 Ecodoppler	30
3.4 MAMÓGRAFO	32
3.4.1 História	32
3.4.2 Física	33
3.4.2.1 Tubo de RX (Raio-X)	34
3.4.2.2 Protetor de Tireóide	34
3.4.2.3 Colimador	35
3.4.2.4 Compressor	36

3.4.2.5	Grade	36
3.4.2.6	Encaixe para o filme (analógico) / Placa de imagem (digital)	37
3.4.2.7	Detector de Raio X	37
3.4.3	Vantagens e Desvantagens da mamografia	38
3.4.3.1	Limitações / Desvantagens	38
3.4.3.1.1	<i>Exposição a radiação</i>	38
3.4.3.1.2	<i>Falsos positivos e falsos negativos</i>	38
3.4.3.1.3	<i>Desconforto ou dor</i>	39
3.4.3.1.4	<i>Limitações em Mamas Densas</i>	39
3.4.3.2	Vantagens	39
3.4.3.2.1	<i>Detecção Precoce</i>	39
3.4.3.2.2	<i>Redução da Mortalidade</i>	39
3.4.3.2.3	<i>Exame Não Invasivo</i>	39
3.4.3.2.4	<i>Cobertura de Áreas Menores</i>	39
3.4.3.2.5	<i>Orientação para Biópsias</i>	40
3.4.3.2.6	<i>Acessibilidade</i>	40
4	METODOLOGIA	41
4.1	CLASSIFICAÇÃO DO PROJETO	41
4.2	PESQUISA E COLETA DE INFORMAÇÕES	41
4.2.1	Entrevistas com profissionais de saúde	41
4.2.2	Entrevistas realizadas com pacientes	42
4.3	CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO	42
4.3.1	Célula de carga	42
4.3.2	Placa Arduino UNO	43
4.3.3	Cabos de ligação	43
4.3.4	Display LCD	44
4.3.5	Silicone Líquido	45
4.3.6	Suporte de Acrílico	45
4.3.7	Caixa de acrílico	46
4.3.8	Placa protoboard mini	47
4.3.9	Resistor 220K	47
4.3.10	Molde de Silicone	48
4.4	ESQUEMA ELÉTRICO	49
4.4.1	Arduino Uno	49
4.4.2	Display LCD 16x2	50
4.4.3	Módulo Conversor HX711	50
4.4.4	Célula de Carga	50
4.4.5	Resumo do Funcionamento	51
4.4.6	Fluxograma de funcionamento	51
4.5	PROGRAMAÇÃO	52
4.5.1	Código De Programação	53

5 CRONOGRAMA	56
6 RECURSOS	58
7 RESULTADOS	60
8 ANEXOS	65
REFERÊNCIAS	70

1 INTRODUÇÃO

O câncer de mama é o tipo de câncer mais comum entre mulheres no mundo e no Brasil (Ministério da saúde, 2020). Embora possa ser tratado em seus estágios iniciais, ainda há falta de interesse pela busca do exame e uma das razões para isso seria o desconforto causado na mama pela compressão utilizada na captura do raio-X. O objetivo deste projeto é enfrentar essa questão através da criação de uma ferramenta inteligente para exames de mamografia que minimize o desconforto e estimule a realização periódica do exame.

De acordo com informações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), a incidência de câncer de mama no Brasil tem aumentado constantemente, destacando a importância de medidas preventivas e de diagnóstico precoce. Embora a mamografia seja a forma mais eficaz de detectar precocemente o câncer de mama, a adesão ao exame ainda é baixa e representa um problema significativo de saúde pública. Estudos apontam que o desconforto durante o exame é uma das principais razões para a não realização do mesmo por muitas mulheres. Neste projeto, são utilizados silicones e sensores para personalizar a compressão da mama de acordo com as características individuais de cada paciente. A ferramenta proposta não só visa aprimorar a experiência durante a mamografia, mas também aumentar a procura da mesma.

A relevância deste projeto vai além do aspecto técnico, uma vez que aborda diretamente um problema de saúde que afeta milhões de mulheres em todo o mundo, retardando diagnósticos que poderiam ser fundamentais para os pacientes. Ao tornar o exame mamógrafo menos doloroso e mais acessível, é esperado que mais mulheres se sintam incentivadas a realizar seus exames regularmente, o que poderá contribuir para uma detecção precoce e aumentar significativamente as taxas de sucesso no tratamento do câncer de mama.

1.1 TEMA E SUA DELIMITAÇÃO

Dispositivo para exame de mamografia para redução do desconforto de pacientes, sem interferir na qualidade e precisão do exame.

1.2 PROBLEMA

É possível criar um dispositivo que faça o exame de mamografia com a mesma qualidade e, ao mesmo tempo, reduzindo o desconforto que é causado aos pacientes?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Desenvolver uma ferramenta que realize uma leitura segura e confortável da mama, reduzindo as chances de ser necessária uma repetição do exame por erros na sua leitura, além de incentivar uma maior busca pela mamografia.

1.3.2 Objetivos Específicos

Desenvolver um sistema de ajuste automático que adapte a pressão de compressão da mama conforme o biotipo da paciente.

Implementar um método seguro, capaz de trazer conforto na realização da mamografia;

Estimular a inovação tecnológica na área da saúde;

1.4 JUSTIFICATIVA

O exame de mamografia é crucial para identificar precocemente o câncer de mama, o que ajuda consideravelmente a elevação das chances de cura e eficácia do tratamento. Apesar disso, o incômodo físico causado pela pressão nas mamas durante o exame costuma desmotivar as mulheres a realizarem a avaliação de forma periódica, levando a diagnósticos atrasados e piores desfechos.

Dessa maneira, é essencial procurar maneiras de reduzir ou acabar com esse incômodo, a fim de incentivar as mulheres a realizarem os exames de mamografia e, conseqüentemente, promover melhorias nos índices de saúde pública ligados ao câncer de mama.

Com intenção de tornar o exame mais suportável, busca-se eliminar as barreiras psicológicas e físicas que frequentemente desencorajam as mulheres de realizar a mamografia de forma regular.

Além disso, ao incentivar mais mulheres a realizarem a mamografia, o aparelho pode colaborar para identificar antecipadamente casos de câncer de mama, possibilitando terapias mais eficazes e melhorando as chances de cura. Essa medida não só favorece os pacientes de forma individual, como também trará benefícios para a saúde coletiva, diminuindo os gastos relacionados ao tratamento de câncer em estágios avançados.

2 ESTADO DA ARTE

Aqui estão pesquisas relacionadas a trabalhos semelhantes para coletar informações que apoiam o desenvolvimento do projeto. Foram utilizadas as plataformas Google Acadêmico e Scielo para encontrar com facilidade projetos com intuítos próximos a este. Sendo assim, foram utilizados os seguintes trabalhos para adquirir referências no desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso técnico:

Tabela 1 - Estado da Arte

Pesquisa	Autoria	Ano de publicação
Diagnóstico de Câncer de Mama a partir de Imagens de Mamografia 2D utilizando Descritores de Forma 3D	Jonathan Carvalho Souza	2018
Medição Não Invasiva da Tensão Aplicada ao Tubo de Raios X e de Camada Semi-Redutora Utilizando Transistor Bipolar de Junção em Mamografia	Gideon Araújo Lopes	2018
Desenvolvimento de Vestimenta de Proteção Radiológica para Tireoide para Exames de Mamografia	Heloisa Coelho da Silva	2019

Fonte: os Autores (2024)

2.1 DIAGNÓSTICO DE CÂNCER DE MAMA A PARTIR DE IMAGENS DE MAMOGRAFIA 2D UTILIZANDO DESCRIPTORES DE FORMA 3D

Iniciamos pelo projeto de Jonathan Carvalho Souza, que tem como objetivo criar diagnósticos de câncer de mama utilizando imagens de mamografia de modelos 2D, porém usando descritores 3D, para assim gerar imagens mais nítidas, sem comprometer o funcionamento do aparelho e sem aumentar o custo do exame. Sua dissertação tinha como objetivo também utilizar descritores de forma dentários e aprendizado de máquina.

Divergindo do projeto em questão, que o intuito é unicamente uma maior nitidez nas imagens do exame de mamografia, ainda há similaridades com o presente TCCT, com uma abordagem semelhante com o projeto atual, onde também é buscada uma boa visualização das imagens do exame, utilizando da ferramenta sem prejudicar a execução ou o funcionamento de uma mamografia. Sendo assim, ambas dissertações compartilham da mesma busca por um exame com imagens mais nítidas, mas sem o comprometimento da eficácia inspeção.

2.2 MEDIÇÃO NÃO INVASIVA DA TENSÃO APLICADA AO TUBO DE RAIOS X E DE CAMADA SEMI-REDUTORA UTILIZANDO TRANSISTOR BIPOLAR DE JUNÇÃO EM MAMOGRAFIA

O projeto em questão destaca o desenvolvimento de uma medição feita de forma não invasiva, relacionada à tensão aplicada ao tubo de raios-x. É utilizado um transistor bipolar de junção em mamografia. O trabalho foi desenvolvido por Gideon Araújo Lopes, que estudou a resposta do transistor bipolar de junção (TBJ), o encaixando da melhor forma possível na realidade do exame. Apesar da divergência em ambas dissertações, é perceptível a busca por um método não invasivo para a mamografia, tornando o exame mais acessível, e além disso, mais confortável.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE VESTIMENTA DE PROTEÇÃO RADIOLÓGICA PARA TIREOIDE PARA EXAMES DE MAMOGRAFIA

A iniciativa foi desenvolvida por Heloisa Coelho da Silva, com o intuito de desenvolver uma vestimenta de proteção radiológica para tireoide, especificamente para exames de mamografia. Foram utilizados como materiais a borracha plumbífera e tecido de revestimento, visando mais conforto para os pacientes principalmente na região da glândula tireóide.

Dessa forma é possível visualizar a semelhança em ambos projetos, que tem como objetivo encontrar uma forma de não prejudicar a execução da mamografia, mas também encontrar uma forma de manter o conforto e proteger a mama de possíveis desconfortos e futuras lesões por conta da intensidade do exame em

questão. Ambas dissertações tem como objetivo o desenvolvimento de uma ferramenta capaz de trazer mais conforto e comodidade para os pacientes.

2.4 FIPEM - FERRAMENTA INTELIGENTE PARA EXAMES DE MAMOGRAFIA

Pensar e desenvolver uma ferramenta capaz de aumentar o conforto de exames de mamografia, tornando sua execução menos dolorosa, sem prejudicar seus resultados, visando trazer mais notoriedade para esta pauta que é tão importante. Todos os projetos apresentados neste capítulo tem finalidades semelhantes, tendo resultados satisfatórios, inspirando a prosseguir com os objetivos propostos, permitindo que seja criado algo ainda mais adaptável e único, utilizando os conhecimentos em eletromecânica e eletrotécnica para criar uma ferramenta inteligente capaz de aprimorar a mamografia atual.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo serão abordados conceitos, fundamentos e pesquisas necessárias para a compreensão do projeto, incluindo desde a base até pontos mais profundos para pleno entendimento do que está sendo apresentado, com tudo que há de relevante para o andamento do projeto.

3.1 NÓDULOS MAMÁRIOS

3.1.1 O que são

Nódulos mamários são caracterizados por uma formação ou saliência com textura diferente do tecido mamário ao redor, sendo, segundo o INCA (2022) a principal característica para descoberta do câncer de mama (90%). Porém, mesmo que todo câncer de mama seja manifestado por um nódulo, nem todo nódulo de mama é um câncer. Por isso eles são divididos em nódulos malignos e nódulos benignos.

3.1.2 Nódulos benignos

Sendo responsáveis por 80% dos casos (INCA, 2006), o diagnóstico de nódulos benignos é muito amplo, pois pode envolver cistos mamários, fibroadenomas, tumores filóides, papilomas, lipomas, entre outros.

Tabela 2 - Nódulos benignos

Tipo de Nódulo	Descrição	Características	Causas
Cistos Mamários	Lesões cheias de líquido dentro da mama.	- Geralmente redondos ou ovais. - Margens bem definidas. - Pode variar em tamanho. - Muitas vezes, são indolores e podem causar desconforto.	- Alterações hormonais. - Ciclo menstrual. - Desequilíbrios hormonais.

Fibroadenomas	Tumores sólidos compostos por tecido glandular e fibroso.	- Normalmente móveis e bem definidos. - Geralmente indolores. - Tamanho variável, geralmente pequeno.	- Alterações hormonais. - Fatores genéticos. - Mais comuns em mulheres jovens.
Tumores Filóides	Tumores sólidos que podem crescer rapidamente.	- Geralmente grandes e bem definidos. - Pode ter bordas lobuladas. - Pode ser benigno ou maligno. - Crescimento rápido e volumoso.	- Alterações genéticas. - Históricos familiares.
Papilomas	Tumores que se desenvolvem nos ductos mamários.	- Geralmente encontrados dentro dos ductos. - Podem causar secreção sanguinolenta ou aquosa. - Pequenos e pode haver vários.	- Alterações hormonais. - Infecções ductais.
Lipomas	Tumores compostos por tecido adiposo.	- Geralmente macios e móveis. - Bem definidos e de consistência semelhante à gordura. - Tamanho variável, mas geralmente pequeno.	- Fatores genéticos. - Trauma ou lesão na área. - Causa exata geralmente desconhecida.

Fonte: os autores (2024)

3.1.3 Nódulos malignos (câncer de mama)

Figura 1 – Nódulos malignos



Fonte: Vital Imagem (2019)

Sendo caracterizado pelo crescimento de células cancerígenas na região da mama, o câncer de mama, segundo dados do INCA (2020), é o segundo mais comum entre as mulheres (atrás apenas do câncer de pele), e o primeiro em letalidade. Felizmente, quando diagnosticado e tratado precocemente, a chance de cura chega a 95%.

Enquanto que os nódulos benignos podem ocorrer em qualquer fase da vida adulta da mulher, os nódulos malignos estão muito associados com a idade, sendo raros em mulheres com menos de 35 anos e mais frequentes após os 50 anos.

Tabela 3 - Nódulos malignos

Tipo de Nódulo	Descrição	Características	Causas
Carcinoma Ductal Invasivo (CDI)	Câncer que começa nos ductos mamários e invade o tecido ao redor.	- Nódulo duro e irregular. - Pode apresentar calcificações em mamografia. - Pode ser	- Fatores genéticos (mutações BRCA1/BRCA2). - Exposição a estrogênio. - História familiar

		palpável ou detectado em mamografia.	de câncer de mama. - Idade avançada.
Carcinoma Lobular Invasivo (CLI)	Câncer que se origina nos lobos mamários e pode se espalhar para os tecidos adjacentes.	- Nódulo geralmente difuso. - Pode ser difícil de detectar em mamografia. - Pode apresentar múltiplos nódulos ou espessamento difuso na mama.	- Fatores genéticos. - História familiar de câncer de mama. - Alterações hormonais. - Pode ser bilateral em alguns casos.
Carcinoma Ductal In Situ (DCIS)	Câncer localizado dentro dos ductos mamários, não invasivo.	- Nódulo geralmente não palpável. - Detectado principalmente por mamografia. - Pode evoluir para um carcinoma invasivo se não tratado.	- Fatores genéticos. - História familiar de câncer de mama. - Exposição a estrogênio.
Carcinoma Lobular In Situ (CLIS)	Alteração celular nos lóbulos mamários sem invasão.	- Geralmente não forma um nódulo palpável. - Aumento do risco de desenvolvimento de câncer invasivo mais tarde.	- Fatores genéticos. - História familiar de câncer de mama. - Alterações hormonais.

Fonte: os autores (2024)

Mesmo os nódulos malignos tendo características únicas, como:

- Irritação na pele da mama.
- Inchaço ou assimetria (em apenas uma mama).
- Inversão do mamilo
- Secreção pelo mamilo (espontânea)

Ao observar as tabelas acima podemos ver que várias características em comum entre os tipos benignos e malignos, que acabam por dificultar o diagnóstico.

Por isso, mesmo sendo recomendado o autoexame, é sempre importante que se vá ao médico para se ter um diagnóstico preciso.

3.2 MAMA - FISIOLOGIA

3.2.1 O que é a mama

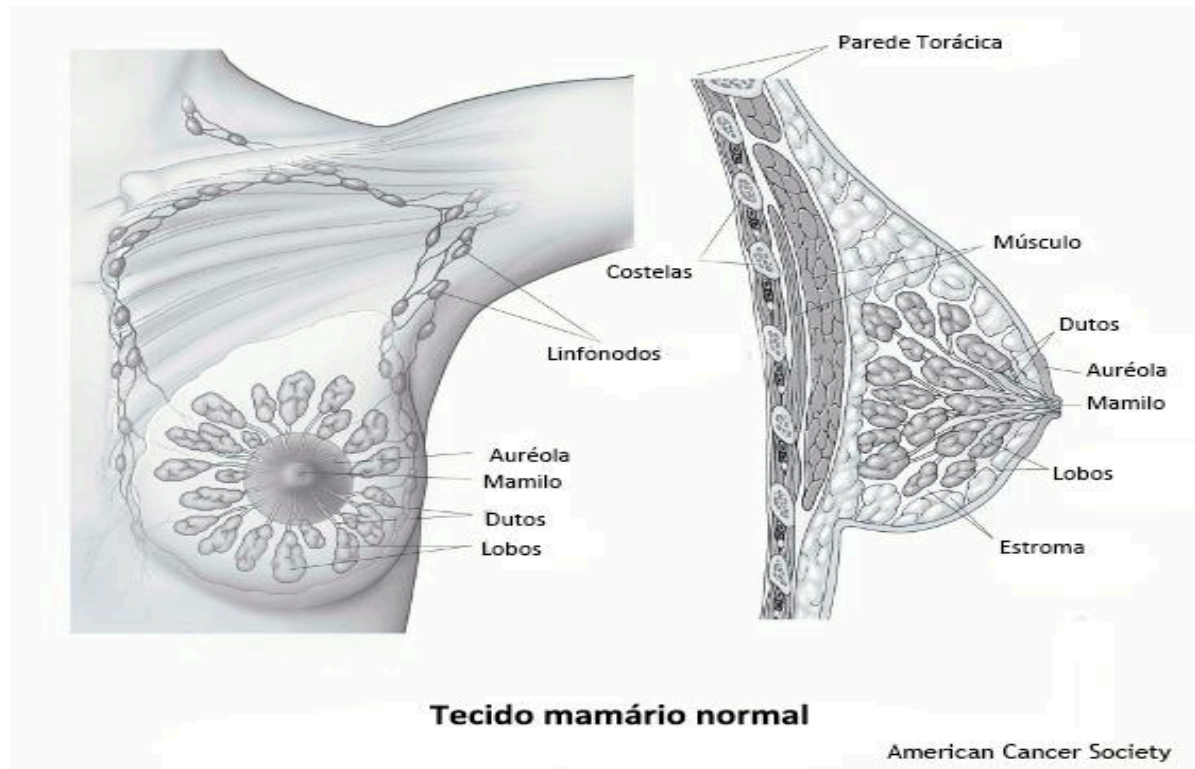
A mama é uma estrutura anatômica complexa e essencial no corpo humano, principalmente na mulher, onde desempenha papel vital na função reprodutiva e na estética corporal. Anatomicamente, a mama é constituída por tecido glandular, responsável pela produção de leite, tecido adiposo que dá forma e volume à mama e tecido conjuntivo que fornece suporte estrutural. As mamas estão localizadas na frente do tórax, sobrepõem-se aos músculos peitorais maiores e se estendem da segunda à sexta costela.

Do ponto de vista funcional, as mamas femininas são glândulas sudoríparas modificadas que pertencem ao aparelho reprodutor, cuja principal função é a lactação, que é a produção e secreção de leite para alimentar o recém-nascido (Lacroix, 2017).

A estrutura interna da mama inclui os lóbulos, que são as unidades que produzem o leite, e os dutos de leite, que levam o leite até o mamilo. O tecido adiposo circundante afeta diretamente o tamanho e formato da mama, mas não participa da produção de leite (Mansel et al., 2013). Em termos de irrigação sanguínea, as mamas são altamente vascularizadas pelos ramos das artérias mamárias internas e externas, bem como pelas veias que drenam para o sistema venoso torácico principal (Cardoso et al., 2016).

Além disso, é importante ressaltar que a saúde da mama está intimamente relacionada ao sistema linfático, que desempenha um papel crucial na drenagem de fluidos e na proteção contra infecções e doenças, como o câncer de mama (Fisher, 2015).

Figura 2 - Fisiologia da mama



Fonte: Oncoguia (2014)

3.2.2 Tipos de mamas

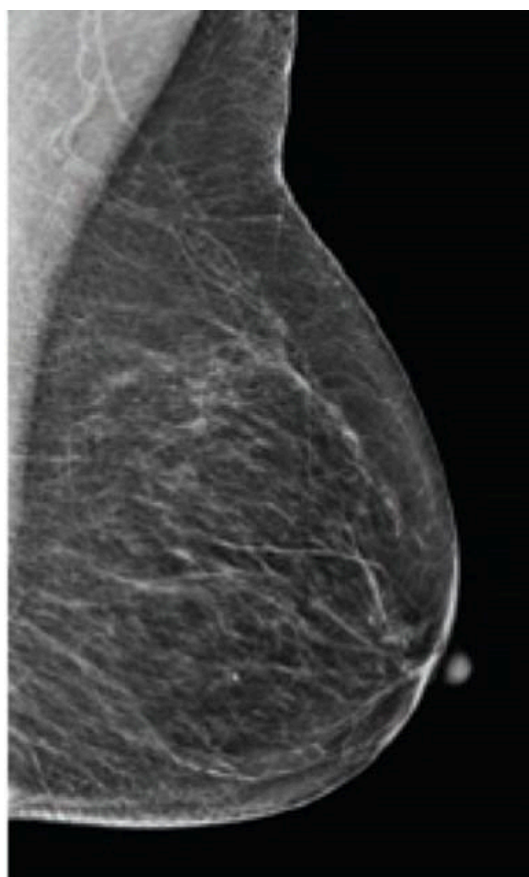
Os seios das mulheres apresentam diferentes formatos e tamanhos, influenciados por fatores genéticos, hormonais e ambientais. Esses fatores determinam as características específicas das mamas, que podem ser classificadas em diferentes tipos morfológicos. Compreender essas variações é importante para a prática clínica e diagnóstico por imagem, pois diferentes tipos de mama podem afetar a precisão de exames como a mamografia.

Os seios são constituídos por tecido glandular, tecido adiposo e tecido conjuntivo, cuja proporção varia entre as mulheres. Essa variação define os diferentes tipos de mamas, que geralmente são classificadas com base na densidade da mama e na distribuição do tecido glandular. Segundo a classificação de Wolfe (1976), as mamas podem ser classificadas em quatro tipos principais:

3.2.2.1 Mamas predominantemente adiposas

Caracterizada pelo fato de conter maior percentual de tecido adiposo em relação ao tecido glandular. Esse tipo de mama é mais comum em mulheres na pós-menopausa e em mulheres com maior índice de massa corporal (IMC). A predominância de tecido adiposo torna as mamas menos densas, o que facilita a visualização de alterações na mamografia (Wolfe, 1976).

Figura 3 - Mama predominantemente adiposa

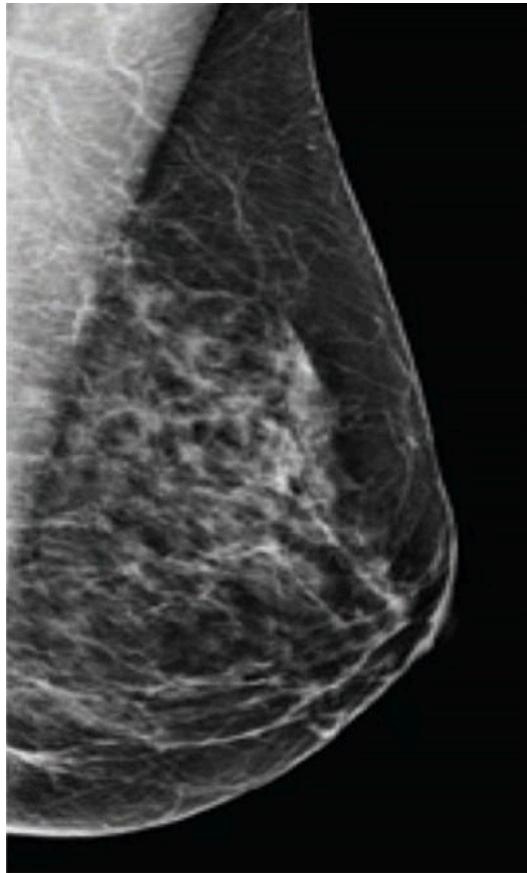


Fonte: Facina (2019)

3.2.2.2 Mama fibroglandular esparsa

Nesse tipo, há moderada quantidade de tecido glandular, pouco distribuído entre o tecido adiposo. A visualização das lesões pode ser um pouco mais difícil do que em mamas predominantemente cheias, mas ainda é considerada uma categoria de mama de baixa densidade (Tabár et al., 2000).

Figura 4: Mama fibroglandular esparsa

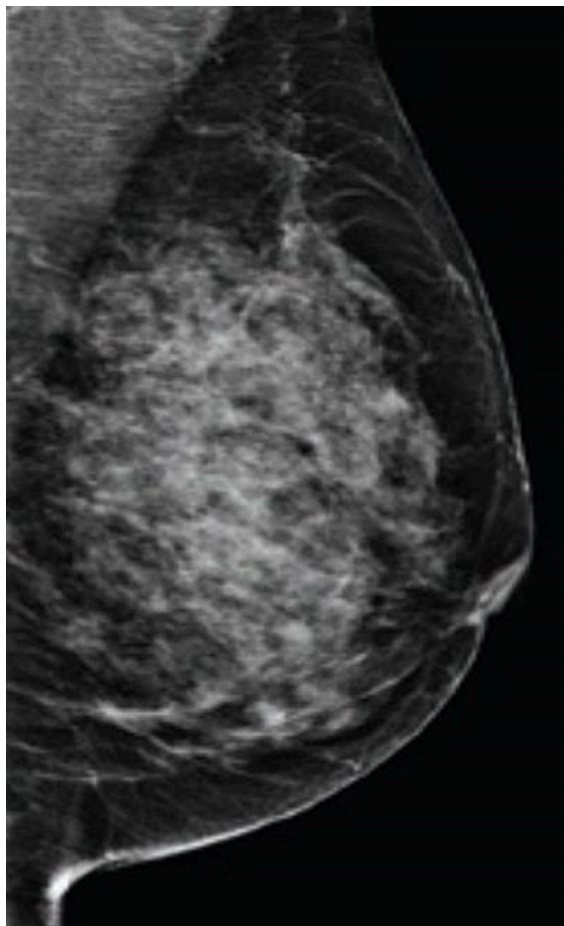


Fonte: Facina (2019)

3.2.2.3 Mama densa heterogênea

Mamas densas heterogêneas apresentam maior proporção de tecido glandular, com áreas de densidade variada. A presença de tecido denso pode dificultar a detecção de nódulos e outras anormalidades na mamografia, aumentando o risco de resultados falsos negativos (Boyd et al., 2011).

Figura 5: Mama densa heterogênea

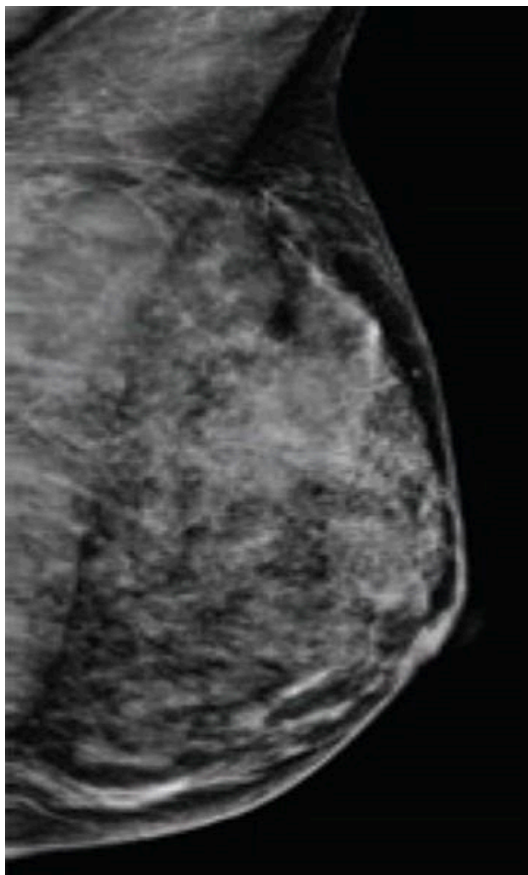


Fonte: Facina (2019)

3.2.2.4 Mama extremamente densa

Esse tipo de mama é caracterizado por uma alta densidade de tecido glandular, que ocupa a maior parte da mama. Seios extremamente densos estão associados a um risco aumentado de câncer de mama e apresentam desafios significativos para a mamografia porque áreas densas podem obscurecer as lesões (Boyd et al., 2011; Sickles et al., 2016).

Figura 6: Mama extremamente densa



Fonte: Facina (2019)

A densidade mamária é um fator crítico na interpretação de estudos de imagem e na avaliação do risco de câncer de mama. Seios densos não só tornam as lesões mais difíceis de detectar, mas também estão associadas a um maior risco de desenvolver cancro da mama (Kerlikowske et al., 2015). Portanto, a classificação do tipo de mama é uma ferramenta essencial para personalizar estratégias de rastreio e selecionar as modalidades de imagem mais adequadas, como mamografia digital, ultrassonografia ou ressonância magnética, com o objetivo de melhorar a precisão do diagnóstico.

3.2.3 Outubro Rosa

O Outubro Rosa é uma campanha internacional de conscientização sobre a importância da detecção precoce do câncer de mama, organizada todos os anos em outubro. Originada nos Estados Unidos na década de 1990, a campanha se espalhou pelo mundo, tornando-se um movimento reconhecido mundialmente que

visa aumentar a conscientização sobre o câncer de mama, promover o acesso à informação e incentivar a realização de medidas preventivas de rastreamento, como a mamografia (American Cancer Society, 2020).

O câncer de mama é o segundo tipo de câncer que mais mata mulheres no mundo, além de ser, segundo a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer (IARC), o tipo de câncer mais frequentemente diagnosticado globalmente. Diante dessa realidade, órgãos de saúde e várias instituições se envolvem nas campanhas do Outubro Rosa para sensibilizar a população sobre a importância dos exames regulares e do cuidado com a saúde.

Figura 7 - Tabela total de óbitos dos últimos anos

Ano	Total óbito	Total óbito p/ câncer	%
2012	509885	13591	2,67
2013	523195	14206	2,72
2014	532362	14622	2,75
2015	554383	15403	2,78
2016	572359	16069	2,81
2017	577573	16724	2,90
2018	582457	17572	3,02
2019	603725	18068	2,99
2020	682027	17825	2,61
2021	816615	18139	2,22

Fontes: Centro Universitário Fundação Santo André (2023)

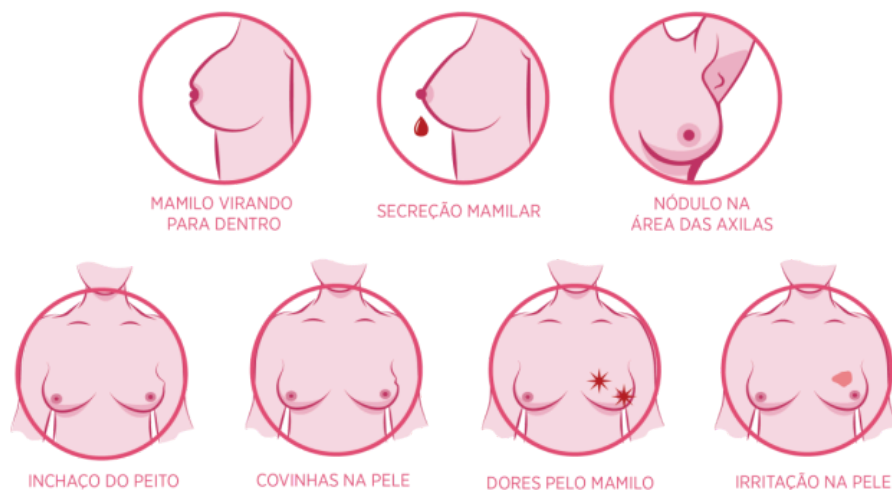
Desde 2015, o Brasil recomenda que mulheres entre 50 e 69 anos realizem mamografias a cada dois anos. Essa diretriz, adotada também em diversos outros países, contribuiu para a redução das mortes pela doença nos locais onde o rastreamento foi implementado.

A campanha é caracterizada pelo rosa, que seu uso da cor simboliza o combate ao câncer de mama, e tem sido amplamente adotada em eventos, iluminação de prédios e distribuição de material informativo. O principal objetivo do Outubro Rosa é a educação em saúde, alertando as mulheres sobre a importância de fazer exames regulares e autoexame das mamas, bem como a necessidade de

consultar um médico quando notarem alterações (Organização Mundial de Saúde Saúde, 2021).

Além disso, o Outubro Rosa desempenha um papel crucial na mobilização de recursos e no apoio à investigação do cancro da mama, contribuindo para o avanço científico nesta área e para o desenvolvimento de novas tecnologias de diagnóstico e tratamento. A campanha visa também reduzir o estigma associado à doença, promovendo um ambiente de apoio e solidariedade para os pacientes e seus familiares (Jemal et al., 2011).

Figura 8 - Sinais de Alerta



Fonte: Marina Sonagli (2023)

As atividades durante o Outubro Rosa incluem campanhas na mídia, conferências, programas de mamografia e eventos comunitários, todos com o objetivo de conscientizar e incentivar a detecção precoce, essencial para o tratamento eficaz do câncer de mama. Estudos mostram que iniciativas como o Outubro Rosa têm um impacto significativo na adesão das mulheres aos programas de rastreio e na redução da mortalidade por cancro da mama, sublinhando a importância contínua desta campanha (Marmot et al., 2013)

Figura 9 - Banner de publicidade sobre Outubro Rosa



Fonte: Flores (2020)

Figura 10 - Charge de Conscientização do Câncer de mama



Fonte: Diário do Grande ABC (2023)

3.3 TIPOS DE EXAME

3.3.1 Ecografia mamária

Ecografia mamária, autoexame e visitas periódicas ao médico são ações e cuidados de rotina que toda mulher deve realizar para acompanhar a saúde da mama.

Na ecografia mamária, o médico realiza seu exame utilizando um transdutor umedecido com gel, passando pela região a ser estudada. Captando imagens e registrando elas para posterior impressão.

Figura 11 - Ecografia Mamária



Fonte: Clínica Viver (2024)

Ela pode ser um guia nos procedimentos de punções e biópsias, para auxiliar o médico na melhor localização do cisto ou nódulo a ser analisado.

Uma diferença importante entre ultrassonografia de mama e mamografia é que o ultrassom não é indicado para o rastreamento do câncer de mama em pacientes assintomáticas. Outro ponto de diferenciação é que a mamografia é contraindicada para grávidas e lactantes, devido à radiação. Além disso, a Ecografia costuma ser indicada para pacientes jovens, como importante exame complementar à Mamografia.

O SUS (Sistema Único de Saúde) dispõe de todos os exames para investigação (mamografia, ultrassonografia mamária, biópsia e exame anatomopatológico) e tratamento. No entanto, o exame de mamografia é indicado apenas para mulheres de 50 a 69 anos sem sinais e sintomas de câncer de mama, a cada dois anos.

3.3.2 Ecodoppler

O ecodoppler é um tipo de ultrassom, com técnicas específicas, que permite a visualização colorida do fluxo de sangue nas artérias e veias do corpo, ajudando a

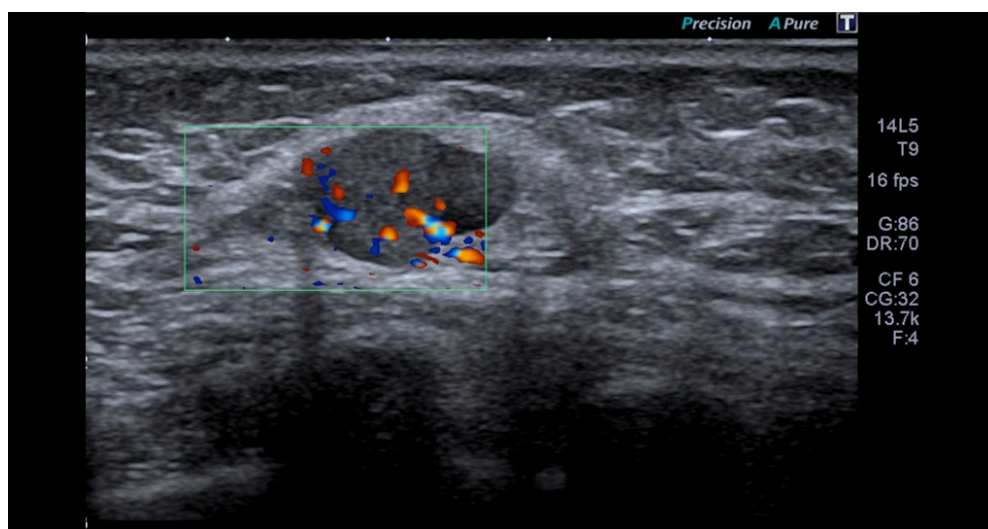
verificar o funcionamento de tecidos, como as paredes do coração, nervos e cérebro.

É um tipo de exame não invasivo, ou seja, não utiliza agulhas e não precisa de anestesia para ser feito e é realizado por um médico radiologista.

Para a realização do exame o paciente deita em uma maca e, com o auxílio de um gel, o profissional responsável desliza o aparelho sob a pele. As imagens são geradas em tempo real no aparelho televisor, podendo ser acompanhadas pelo paciente, que também leva o resultado impresso para avaliação do médico. O método é indolor e, na maioria dos casos, também não requer nenhum tipo de preparo.

Em função da praticidade e segurança em sua realização, existem diversos tipos de ultrassonografia com Doppler, que auxiliam na avaliação e no diagnóstico de variadas condições. O Ultrassom com Doppler das mamas é indicado para identificar a presença de vascularização em nódulos mamários. Geralmente, é feito de forma a complementar outros tipos de exames, como a mamografia, pois fornece informações mais detalhadas sobre a natureza de um nódulo já identificado.

Figura 12 - Raio x da mama com ecodoppler



Fonte: Ludueña Muñoz (2022)

O preço do ecocardiograma com doppler varia de acordo com a região em que você mora e a clínica que oferece o serviço. Mas, de modo geral, o valor é a partir de R\$ 192,00, e variando da condição financeira da paciente que necessita do

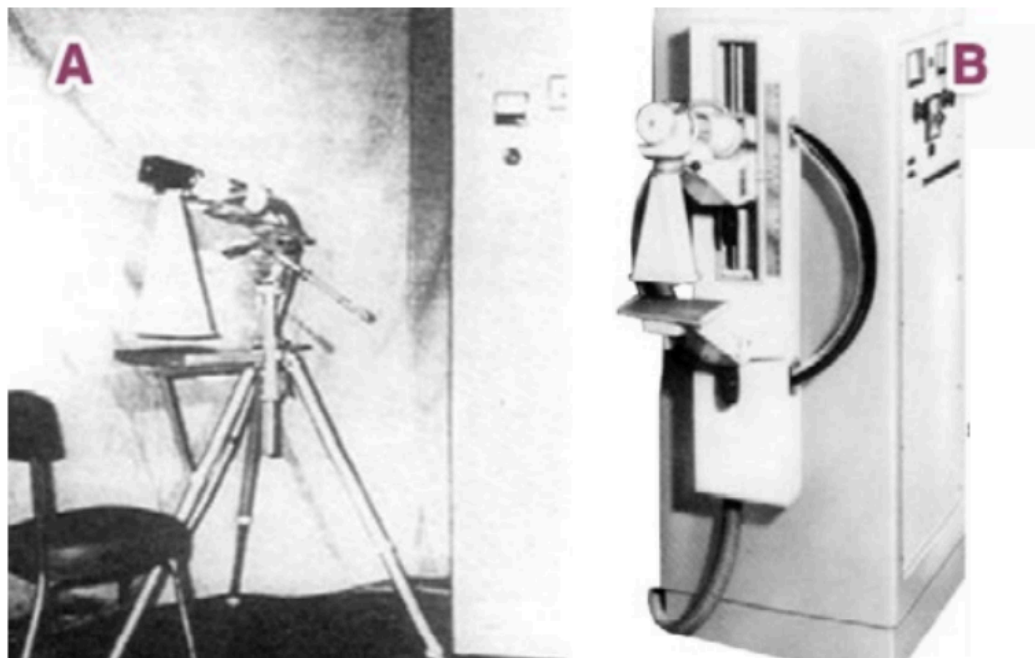
procedimento, ele acaba sendo inacessível e isso pode acarretar num quadro crítico a inúmeras mulheres com algum princípio de câncer mamário.

3.4 MAMÓGRAFO

3.4.1 História

A história da mamografia começa em 1913, quando o cirurgião alemão Albert Salomon, ao analisar tecidos de mastectomias descobriu que era possível visualizar tumores no tecido mamário utilizando raio-X. Além disso também acabou sendo descoberto que existiam vários tipos de câncer de mama por meio deste experimento. A partir da década de 30 as primeiras mamografias em humanos são realizadas, porém a qualidade das imagens da época era bem limitada. Já em 1949, o uruguaio Raul Leborgne descobre que a compressão da mama diminui a quantidade de radiação a qual as pacientes são submetidas, além de ajudar na descoberta de nódulos. Mas é só em 1966 que o primeiro mamógrafo comercial foi introduzido pela General Eletric (GE).

Figura 13 - Primeiro mamógrafo 1965 e Senographe 1966



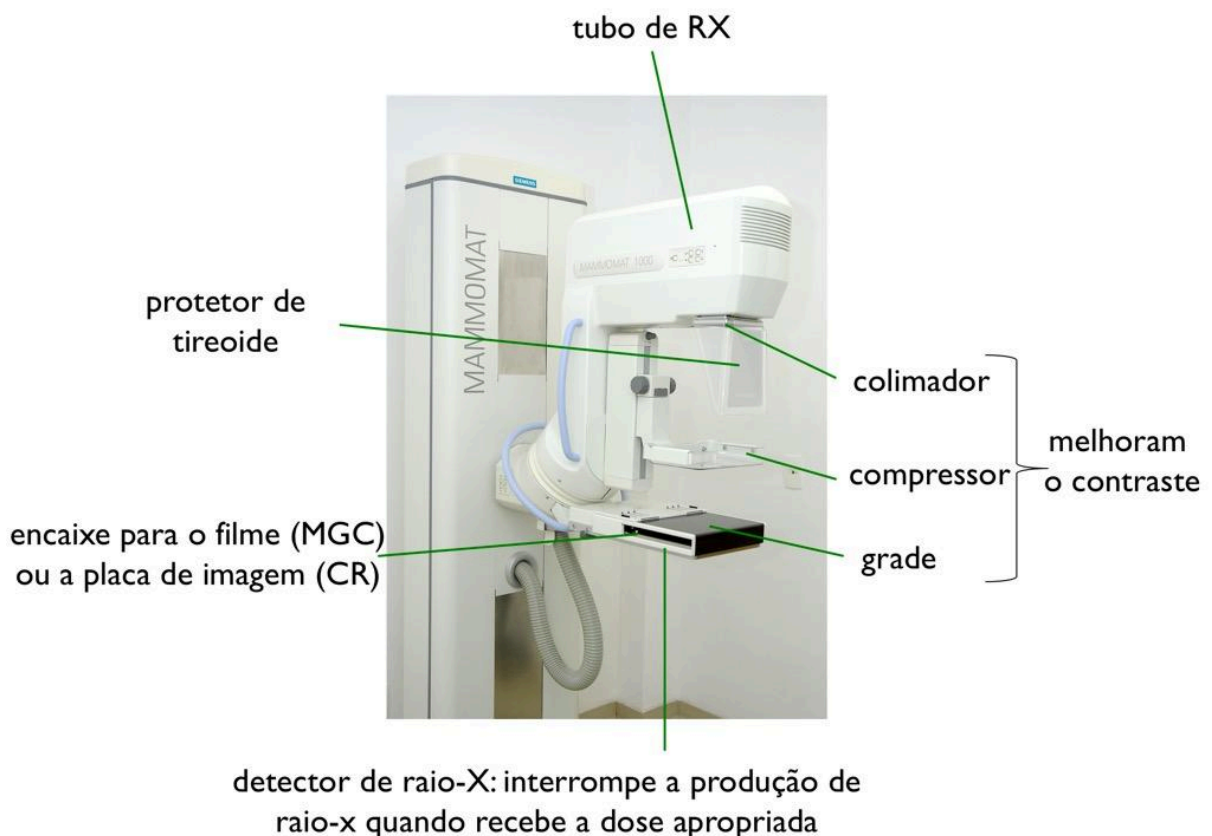
Fonte: INCA (2019)

Desde então o mamógrafo passou por diversas melhorias graças aos avanços tecnológicos, sendo que esses avanços culminaram na invenção do mamógrafo digital. Criado na década de 90, ele substituiu o formato antigo graças a uma maior qualidade das imagens e na facilidade de manuseá-las, sendo que tudo isso ajudou a popularizar o processo, tornando ele mais acessível para a população em geral.

3.4.2 Física

O mamógrafo é o equipamento mais utilizado no diagnóstico do câncer de mama. Sendo atualmente composto por vários componentes tecnológicos, cada parte do mamógrafo desempenha uma função específica para garantir a obtenção de imagens claras e detalhadas.

Figura 14 - O mamógrafo e seus componentes



Fonte: Dr.Pixel (2015)

3.4.2.1 Tubo de RX (Raio-X)

Este é o componente responsável por emitir os raios-X. Na mamografia se utiliza um Raio-X mais “fraco”, o qual atravessa o tecido mamário para criar uma imagem. O tubo de raio-X é uma peça central do mamógrafo, pois a qualidade da imagem e a segurança do exame dependem de sua precisão na geração de radiação.

Figura 15 - Tubo de RX (Raio-X)



Fonte: Medical expo (2024)

3.4.2.2 Protetor de Tireóide

Embora não seja encontrado em todos os mamógrafos, o protetor de tireóide é um dispositivo de segurança utilizado para proteger a glândula tireoide do paciente da exposição desnecessária à radiação durante o exame.

Figura 16 - Protetor de Tireóide

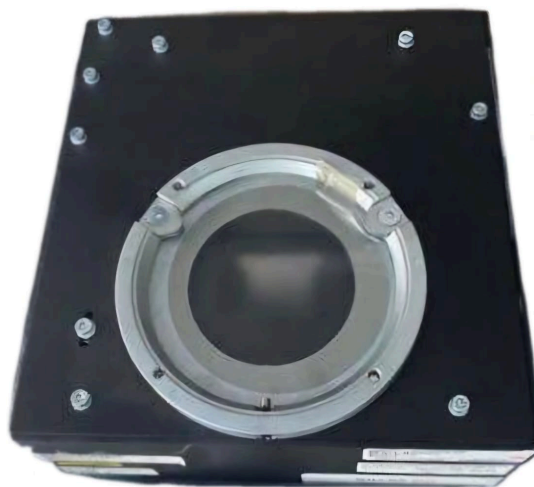


Fonte: Amazon (2024)

3.4.2.3 Colimador

O colimador é responsável por direcionar e limitar o feixe de raios-X à área específica da mama que será examinada. Isso ajuda a evitar a exposição desnecessária de outras áreas e melhora a qualidade da imagem ao reduzir o espalhamento dos raios-X.

Figura 17 - Colimador



Fonte: Portal do Médico (2024)

3.4.2.4 Compressor

O compressor consiste em duas placas que pressionam a mama, espalhando o tecido para obter uma imagem mais clara e detalhada. A compressão também reduz a dose de radiação necessária e minimiza o movimento, o que melhora a nitidez da imagem.

Figura 18 - Compressor



Fonte: Hospeq (2023)

3.4.2.5 Grade

A grade é um dispositivo que ajuda a melhorar o contraste da imagem, removendo a radiação espalhada antes que ela alcance o detector. Isso resulta em imagens mais nítidas e detalhadas, essenciais para uma análise precisa.

Figura 19 - Grade



Fonte: Made-in-China (2024)

3.4.2.6 Encaixe para o filme (analógico) / Placa de imagem (digital)

Este é o local onde o filme (em sistemas analógicos) ou a placa de imagem (em sistemas digitais) é colocado para capturar a imagem formada pelos raios-X que passam através da mama. Em sistemas mais modernos não há encaixe para o filme, pois a placa de imagem digital permite a visualização imediata da imagem.

Figura 20 - Encaixe para o filme



Fonte: Grupo GRX (2024)

3.4.2.7 Detector de Raio X

O detector interrompe a produção de raios-X quando detecta que a dose apropriada foi recebida, garantindo que o paciente não seja exposto a uma quantidade excessiva de radiação. Além disso, ele converte os raios-X em uma imagem que pode ser analisada pelo radiologista.

Figura 21 - Detector de Raio X



Fonte: Clinrio (2024)

3.4.3 Vantagens e Desvantagens da mamografia

A mamografia é amplamente reconhecida como um exame crucial na detecção precoce do câncer de mama, desempenhando um papel vital na redução da mortalidade associada à doença. No entanto, como qualquer procedimento médico, a mamografia apresenta tanto benefícios quanto limitações.

3.4.3.1 Limitações / Desvantagens

3.4.3.1.1 Exposição a radiação

Mesmo sendo utilizada uma dose menor de Raios-X, a exposição à radiação pode levar a complicações à saúde dos pacientes.

3.4.3.1.2 Falsos positivos e falsos negativos

A mamografia pode acabar resultando em falsos positivos (indicando a presença de câncer quando não há) ou falsos negativos (não detectando câncer quando ele está presente). Isso pode levar a exames desnecessários e atrasos no tratamento.

Segundo a ACS: “Cerca de metade das mulheres que fazem mamografias anuais ao longo de um período de 10 anos terão um resultado falso-positivo em algum momento”.

Também segundo a ACS: “No geral, mamografias de rastreamento não detectam cerca de 1 em cada 8 cânceres de mama.”

3.4.3.1.3 Desconforto ou dor

Durante o exame, a compressão das mamas pode causar desconforto ou dor, o que pode ser uma barreira para as mulheres se submeterem ao exame regularmente.

3.4.3.1.4 Limitações em Mamas Densas

Em mulheres com mamas densas a mamografia pode ser menos eficaz, pois o tecido denso pode obscurecer tumores. Nesses casos, exames adicionais, como ultrassom ou ressonância magnética, podem ser necessários.

3.4.3.2 Vantagens

3.4.3.2.1 Detecção Precoce

A mamografia pode identificar alterações no tecido mamário antes mesmo de se tornarem palpáveis ou de apresentarem sintomas visíveis, sendo que quanto mais cedo o tumor for identificado, maiores as chances de cura. Para câncer de mama, os casos identificados no início trazem, segundo a EPM (2020), um índice de cura que pode chegar a 95%.

3.4.3.2.2 Redução da Mortalidade

Estudos mostram que a mamografia pode reduzir a mortalidade por câncer de mama em mulheres, especialmente em mulheres acima de 50 anos.

3.4.3.2.3 Exame Não Invasivo

O procedimento é não invasivo e relativamente rápido, o que facilita a sua realização como parte de rotinas de saúde.

3.4.3.2.4 Cobertura de Áreas Menores

A mamografia consegue detectar microcalcificações e pequenas lesões que outras modalidades de exame podem não identificar.

3.4.3.2.5 Orientação para Biópsias

Quando uma alteração é detectada, a mamografia pode ajudar a direccionar o local exato para uma biópsia, aumentando a precisão do diagnóstico.

3.4.3.2.6 Acessibilidade

Em muitos países, a mamografia é amplamente disponível e coberta por planos de saúde, o que facilita o acesso ao exame para a maioria das mulheres.

4 METODOLOGIA

O desenvolvimento e validação de uma ferramenta inteligente para apoiar exames de mamografia é o objetivo desta dissertação técnico-científica. A metodologia combina a criação de um protótipo físico que usa uma variedade de componentes eletrônicos para coletar dados com uma pesquisa exploratória baseada em entrevistas. Para facilitar o uso, o protótipo usa uma célula de carga, silicone líquido, cabos jumper, display LCD, um suporte de acrílico e uma placa Arduino. A fim de coletar informações qualitativas para melhorar o dispositivo, entrevistas serão realizadas com profissionais de saúde em um posto de saúde local e mulheres que fazem mamografias. As entrevistas ainda serão realizadas. A seguir estão descritas as etapas específicas da abordagem empregada.

4.1 CLASSIFICAÇÃO DO PROJETO

Este Trabalho de Conclusão de Curso Técnico (TCCT) é classificado como um projeto técnico baseado em pesquisa aplicada. O objetivo principal é desenvolver uma ferramenta inteligente que use tecnologia de sensores e microcontroladores para auxiliar no processo de exames de mamografia com maior precisão e conforto. Um protótipo funcional e entrevistas são parte da metodologia para coletar dados qualitativos para melhorias no projeto.

4.2 PESQUISA E COLETA DE INFORMAÇÕES

Para embasar o desenvolvimento da ferramenta inteligente, as seguintes etapas de pesquisa serão realizadas:

4.2.1 Entrevistas com profissionais de saúde

Para obter uma melhor compreensão dos problemas e necessidades enfrentados durante a realização de mamografias, radiologistas e técnicos de saúde serão entrevistados.

Objetivo: coletar informações sobre os problemas técnicos e ergonômicos dos equipamentos atuais e descobrir áreas onde a nova ferramenta pode ajudar.

4.2.2 Entrevistas realizadas com pacientes

Entrevistas qualitativas serão conduzidas com mulheres que realizam mamografias com o objetivo de discutir suas experiências pessoais, desconfortos e sugestões para melhorias.

Objetivo: Garantir que o desenvolvimento do protótipo considere a experiência e o conforto do paciente.

4.3 CONSTRUÇÃO DO PROTÓTIPO

O protótipo foi desenvolvido com os materiais a seguir, que após pesquisas foi constatado serem os mais adequados para o protótipo do projeto.

4.3.1 Célula de carga

Função: É utilizado na detecção da força aplicada ao tecido mamário. Quando pressionado, gera sinais elétricos que são enviados ao Arduino Uno, onde são processados e posteriormente exibidos no display LCD.

Argumento: Monitora a pressão em tempo real, garantindo que ela permaneça dentro dos parâmetros seguros e otimizados para a obtenção de imagens mamográficas de qualidade.

Figura 22 - Célula de carga



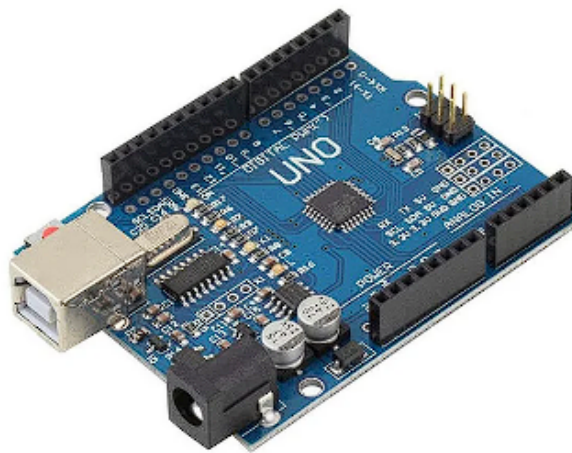
Fonte: Huinfinito (2024)

4.3.2 Placa Arduino UNO

Função: É usado para processar os sinais provenientes da célula de carga, transformando as variações de pressão em dados legíveis e fornecendo informações em tempo real para o operador.

Argumento: O Arduino é a melhor opção pois é versátil e com mais facilidade em sua programação assim permitindo prototipagem e testes rápidos.

Figura 23 - Placa Arduino UNO



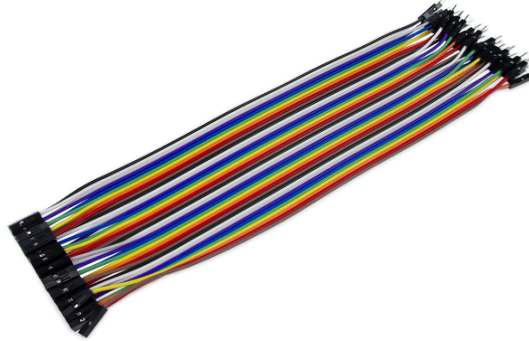
Fonte: Eletrogate (2024)

4.3.3 Cabos de ligação

Função: Cabos jumper estão sendo usados para conectar diversos componentes eletrônicos, como célula de carga e display LCD, à placa Arduino. São usados cabos jumpers tanto 'macho' quanto 'fêmea', assim como são chamados, para melhor desempenho na prototipagem.

Argumento: Permitem conexões seguras e modulares, facilitando a montagem e possível modificação do protótipo.

Figura 24 - Cabos jumper



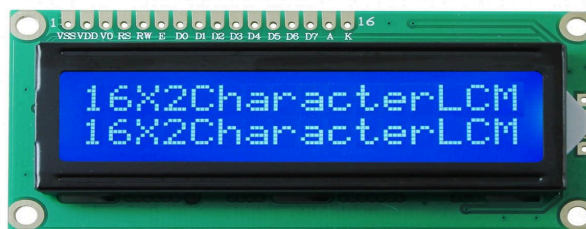
Fonte: Eletrogate (2024)

4.3.4 Display LCD

Função: O display tem a função de exibir informações relevantes durante o exame, como a pressão aplicada e indicadores de luminosidade.

Argumento: Permite que o operador ajuste os parâmetros do exame em tempo real, de acordo com os requisitos para a obtenção de imagens de alta qualidade.

Figura 25 - Display LCD



Fonte: Usinainfo (2024)

4.3.5 Silicone Líquido

Função: O silicone líquido é utilizado como material de preenchimento no protótipo para simular a consistência do tecido mamário, garantindo conforto e segurança durante o exame. Ele envolve a mola e a célula de carga, atuando como um meio intermediário que distribui a pressão de forma homogênea e evita pontos de compressão excessiva.

Argumento: O silicone é um material macio e flexível, ideal para reduzir o desconforto e melhorar a aceitação do dispositivo pelo paciente.

Figura 26 - Silicone Líquido



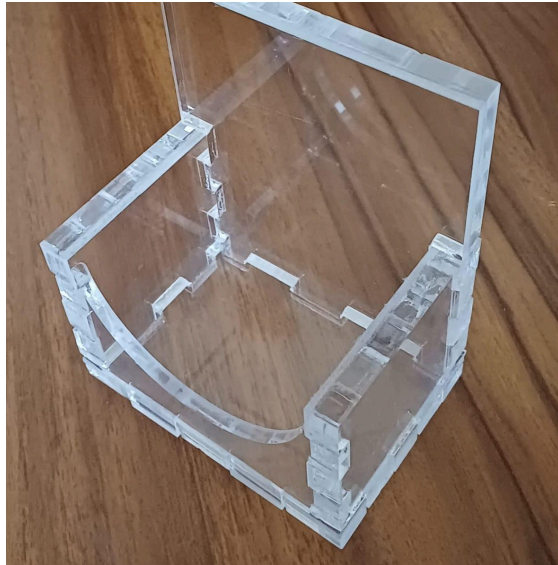
Fonte: Palácio das Ferramentas (2024)

4.3.6 Suporte de acrílico

Função: Confeccionado especificamente para o projeto, o suporte tem o formato ideal para o encaixe da nossa “mama” de silicone, sendo responsável pelo seu suporte.

Argumento: O material escolhido foi o acrílico para justamente facilitar a visualização do funcionamento do protótipo, facilitando sua revisão e explicação.

Figura 27 - Suporte de acrílico



Fonte: Os Autores (2025)

4.3.7 Caixa de acrílico

Função: Armazenar as conexões dos componentes do projeto.

Argumento: O acrílico foi escolhido por ser um material transparente, ao qual se poderia ver todas as conexões por fora da caixa, facilitando a visualização de possíveis erros, além de facilitar a explicação do funcionamento do protótipo.

Figura 28 - Caixa de acrílico



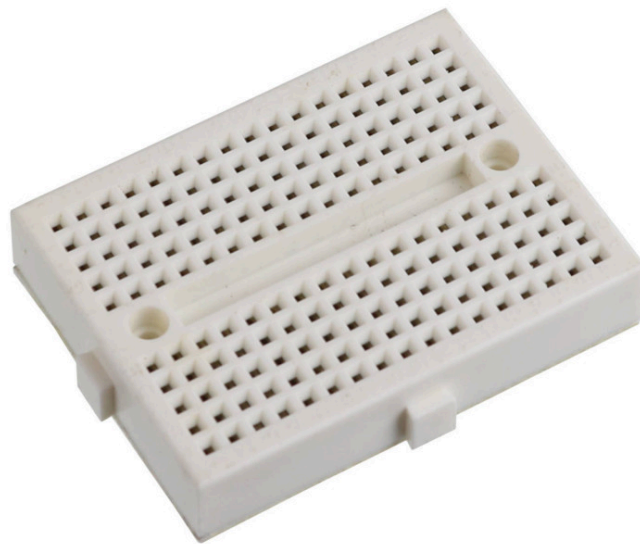
Fonte: Rica Festa (2024)

4.3.8 Placa protoboard mini

Função: A protoboard permite que o circuito seja montado e ajustado facilmente, sem necessidade de solda. Ela é essencial para organizar o circuito de forma clara e segura.

Argumento: A utilização de uma protoboard mini no projeto traz diversas vantagens, especialmente para prototipagem rápida e testes em circuitos pequenos.

Figura 29 - Placa protoboard mini



Fonte: Robocore (2024)

4.3.9 Resistor 220K

Função: Sua principal função é limitar a corrente elétrica que passa por determinados componentes, garantindo que operem dentro de limites seguros de tensão e corrente, evitando superaquecimento e possíveis danos. Este resistor também pode atuar como divisor de tensão, dependendo de onde estiver inserido no circuito, auxiliando na estabilização da tensão nos sensores ou equipamentos sensíveis utilizados para captação e processamento de dados de mamografias.

Figura 30 - Resistor 220K



Fonte: Saravati (2024)

4.3.9 Molde de silicone

Função: O molde tem a função de envolver a mama de teste

Argumento: O silicone é um material bem maleável, ao qual a mama que está sendo utilizada se encaixa bem, além de ser um material de baixo custo.

Figura 31 - Molde de Silicone

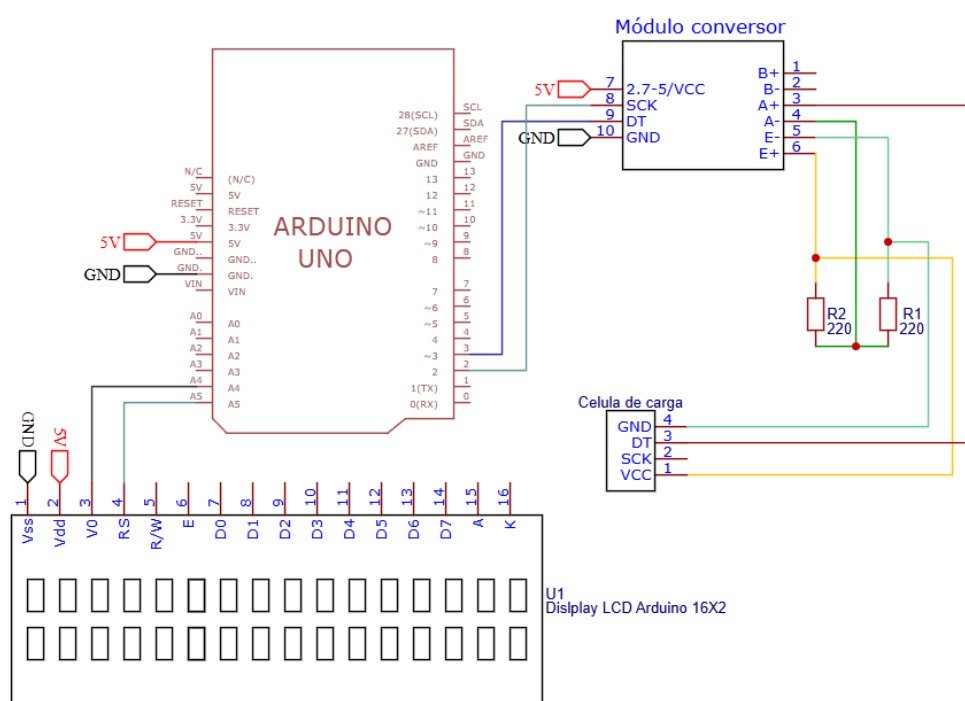


Fonte: Os Autores (2025)

4.4 ESQUEMA ELÉTRICO

Este esquema elétrico apresenta um sistema de medição de peso utilizando um Arduino Uno, uma célula de carga, um módulo conversor HX711 e um display LCD 16x2. A célula de carga mede a pressão aplicada, gerando um sinal analógico proporcional ao peso, que é amplificado e convertido em digital pelo módulo HX711. O Arduino recebe esse sinal digital, processa os dados e exibe o valor do peso no display LCD, permitindo uma leitura direta e precisa. Esse tipo de circuito é comumente utilizado em balanças digitais e sistemas de monitoramento de carga.

Figura 32 - Esquema elétrico



Fonte: Os autores (2024)

4.4.1 Arduino Uno

- O **Arduino Uno** é o controlador central do circuito. Ele recebe os sinais do sensor (célula de carga) através do módulo conversor e envia dados para o display LCD.
- **Alimentação:** O Arduino é alimentado com 5V, e o **GND** é conectado ao aterramento do circuito.

- **Pinos I2C (SDA e SCL):** Conectados ao display LCD, usados para a comunicação I2C com o módulo conversor.

4.4.2 Display LCD 16x2

- O **Display LCD** mostra os dados processados, que neste caso provavelmente serão os valores de peso medidos pela célula de carga.
- **Conexões:**
 - **VSS:** Conectado ao GND.
 - **VDD:** Conectado a 5V, fornecendo a alimentação do display.
 - **Pino 3 (V0):** Controla o contraste do LCD.
 - **RS, R/W e E:** Pinos de controle do LCD, conectados aos pinos digitais do Arduino para receber os comandos de dados e controle.
 - **D0-D7:** Pinos de dados conectados aos pinos digitais do Arduino para transmissão de dados de exibição.
 - **A (anodo) e K (catodo):** Controlam a iluminação de fundo do LCD, alimentados diretamente pelo Arduino.

4.4.3. Módulo Conversor HX711

- O **módulo HX711** é um conversor A/D (analógico para digital) usado para amplificar e converter o sinal da célula de carga para o Arduino.
- **Pinos principais:**
 - **VCC:** Conectado a 5V para alimentação.
 - **GND:** Conectado ao GND.
 - **SCK e DT:** Conectados aos pinos de dados do Arduino para transmissão do sinal amplificado.
 - **B+ e B- / A+ e A-:** Conectados aos fios da célula de carga, recebendo o sinal do sensor de pressão ou peso.

4.4.4 Célula de Carga

- A célula de carga é um sensor que mede a pressão ou peso aplicado, gerando um sinal elétrico proporcional.
- **Conexões:**
 - **GND e VCC:** Alimentação da célula de carga.

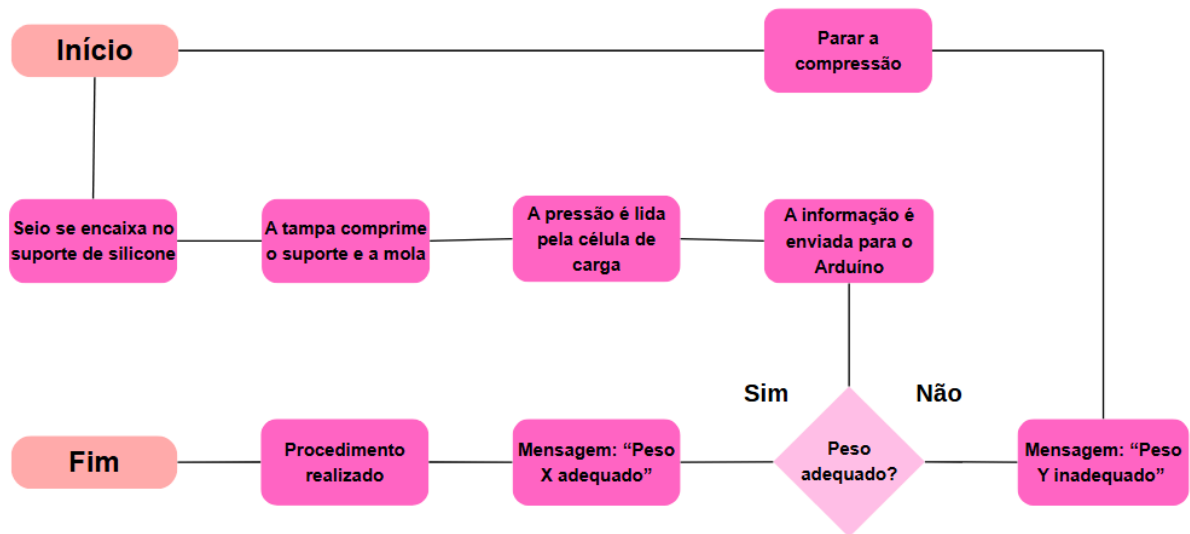
- **DT e SCK:** Conectam-se ao módulo HX711 para enviar o sinal do sensor ao Arduino.
- **Resistores:** Dois resistores de 220 ohms (R1 e R2) estão conectados à célula de carga, ajudando a estabilizar o sinal.

4.4.5 Resumo do Funcionamento

1. **Medida do Peso:** A célula de carga mede o peso aplicado e envia um sinal analógico para o módulo HX711.
2. **Amplificação e Conversão:** O módulo HX711 amplifica e converte o sinal da célula de carga para digital.
3. **Processamento no Arduino:** O Arduino recebe o sinal digital e processa os dados, convertendo-os em um valor de peso.
4. **Exibição:** O valor de peso é exibido no display LCD, permitindo visualização em tempo real

4.4.6 Fluxograma de funcionamento

Figura 33 - Fluxograma de funcionamento



Fonte: Os autores (2025)

4.5 PROGRAMAÇÃO

O código foi desenvolvido como parte do processo de calibração de uma célula de carga acoplada a um microcontrolador Arduino, utilizando um display LCD com comunicação I2C e o módulo amplificador HX711. A finalidade do sistema é medir a pressão aplicada em uma superfície, simulando, por exemplo, a compressão em exames clínicos e apresentar o valor lido em tempo real, com possibilidade de ajustes no fator de calibração diretamente pela interface serial. O projeto ainda conta com alertas visuais e mensagens de advertência em caso de pressão excessiva, promovendo segurança e controle no uso do dispositivo.

4.5.1 Código De Programação

Programa utilizado para leitura de quilo força e extração de dados da célula de carga feito pelos autores do projeto.

Figura 34 - Código de Programação do protótipo

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "HX711.h"

// =====
// CONFIGURAÇÃO DO LCD 16x4
// =====
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 4); // Endereço I2C, 16 colunas, 4
linhas

// =====
// CONFIGURAÇÃO DO HX711
// =====
const int PINO_DT = 3; // Data
const int PINO_SCK = 2; // Clock

HX711 escala;
float fator_calibracao = 45000; // Ajuste inicial do fator de
calibração

// =====
// CONFIGURAÇÃO DE LEITURA
// =====
const int TEMPO_ESPERA = 1000; // ms entre leituras
#define NUM_LEITURAS 10 // Quantas leituras para média
móvel
float buffer[NUM_LEITURAS]; // Armazena leituras para média
móvel
int indice = 0; // Índice do buffer

char comando; // Para ajustes via serial

// =====
// FUNÇÃO MÉDIA MÓVEL
// =====
float mediaMovel(float novoValor) {
    buffer[indice] = novoValor;
    indice = (indice + 1) % NUM_LEITURAS;

    float soma = 0;
    for (int i = 0; i < NUM_LEITURAS; i++) soma += buffer[i];
    return soma / NUM_LEITURAS;
}

// =====
// SETUP
// =====
void setup() {
```

Fonte: Os autores (2025)

Figura 35 - Código de Programação do protótipo

```
Serial.begin(9600);

// Inicializa LCD
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Calibracao Peso");

Serial.println("Celula de carga - Calibracao de Peso");
Serial.println("Posicione um peso conhecido sobre a celula ao
comecar as leituras");

// Inicializa HX711
escala.begin(PINO_DT, PINO_SCK);
float media_leitura = escala.read_average();
Serial.print("Media sem carga: ");
Serial.println(media_leitura);

escala.tare(); // Zera a escala
escala.set_scale(fator_calibracao); // Define fator inicial
}

// =====
// LOOP PRINCIPAL
// =====
void loop() {
  if (escala.is_ready()) {
    // Leitura e aplicação de média móvel
    float peso = abs(escala.get_units());
    peso = mediaMovel(peso);

    // Atualiza LCD
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Peso: ");
    lcd.print(peso, 2); // 2 casas decimais
    lcd.print(" kg");

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("Calib: ");
    lcd.print(fator_calibracao);

    if (peso > 5) {
      lcd.setCursor(0, 2);
      lcd.print("!! Peso excedido !!");
      lcd.setCursor(0, 3);
      lcd.print("Pare a compressao!");
      Serial.println("Peso excedido! Pare a compressao!");
    }
  }
}
```

Fonte: Os autores (2025)

Figura 36 - Código de Programação do protótipo

```
    }

    // Saída serial
    Serial.print("Leitura: ");
    Serial.print(peso, 2);
    Serial.print(" kg");
    Serial.print(" \t Fator de Calibracao = ");
    Serial.println(fator_calibracao);

    // Ajuste do fator via Serial
    if (Serial.available()) {
        comando = Serial.read();
        switch (comando) {
            case 'x': fator_calibracao -= 100; break;
            case 'c': fator_calibracao += 100; break;
            case 'v': fator_calibracao -= 10; break;
            case 'b': fator_calibracao += 10; break;
            case 'n': fator_calibracao -= 1; break;
            case 'm': fator_calibracao += 1; break;
        }
        escala.set_scale(fator_calibracao);
    }

} else {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("HX711 ocupado...");
    Serial.println("HX711 ocupado");
}

delay(TEMPO_ESPERA);
}
```

Fonte: Os autores (2025)

5 CRONOGRAMA

Aqui se encontra a organização que foi utilizada pelo grupo para manter o andamento do presente projeto.

Tabela 4 - Cronograma (2024)

2024	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Escolha do tema	x	x							
Levantamento de literatura científica		x	x	x	x				
Introdução		x							
Tema		x							
Problema		x							
Objetivos		x							
Justificativa		x							
Estado da Arte					x				
Fundamentação teórica					x	x			
Metodologia					x	x			
Cronograma					x				
Recursos						x			
Resultados esperados ou parciais						x			
Referências						x			
Avaliação do CRC							x		
Produção do Banner								x	x
26ª Exposchmidt									x

Fonte: Os Autores (2024)

Tabela 5 - Cronograma (2025)

2025	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Levantamento de literatura científica	x	x	x						
Introdução		x	x	x	x		x		
Problema		x					x		
Objetivos		x					x		
Justificativa		x					x		
Estado da Arte	x	x							
Fundamentação teórica		x	x						
Metodologia			x		x				
Cronograma					x	x	x		
Recursos			x		x	x			
Resultados esperados ou parciais					x		x	x	
Referências		x	x						
Avaliação do CRC						x			
Produção do Banner		x	x				x		
27ª Exposchmidt									x

Fonte: Os Autores (2025)

6 RECURSOS

Seguindo a ideia de ser criada uma ferramenta para exame de mamografia, foi decidido usar estes recursos para garantir o conforto dos pacientes e também manter um valor acessível.

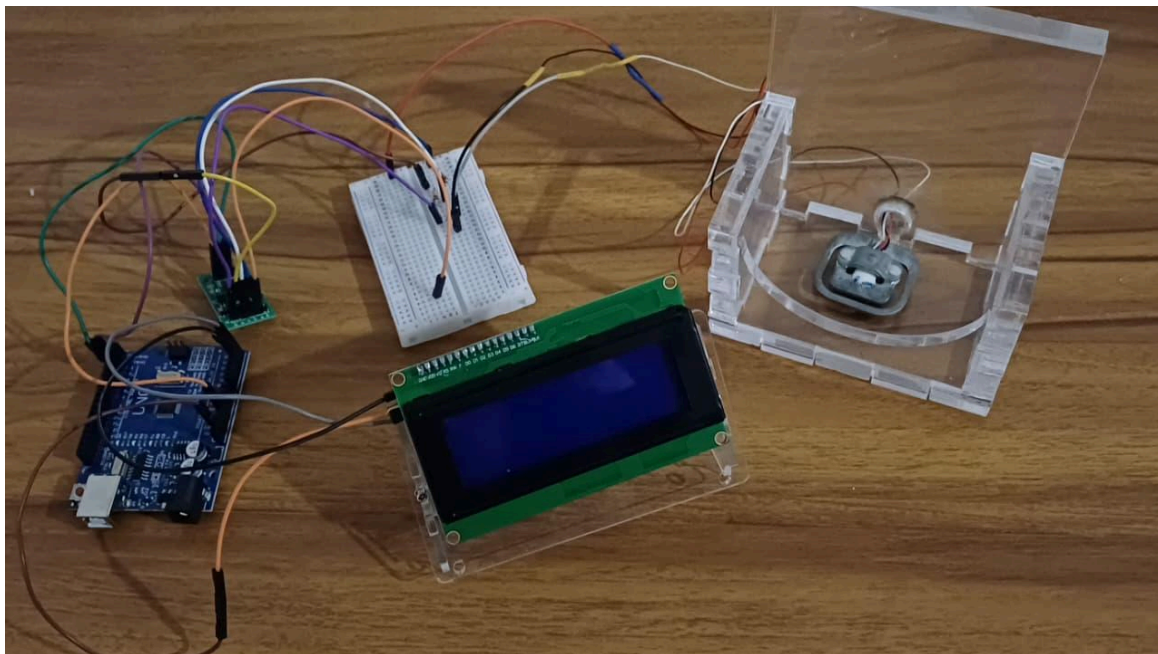
Tabela 6 - Recursos

Material	Valor unitário	Quantidade	Valor total	Fonte	Data
Placa Arduino Uno com cabo USB	R\$38,90	1	R\$38,90	Amazon	20/07/24
Sensor Carga Hx711 24bits + Celula Carga Arduino	R\$28,06	1	R\$28,06	Mercado Livre (Mekanus)	11/03/25
Conjunto Cabos Wire Jumper 20cm Para protoboard	R\$26,46	1	R\$26,46	Mercado Livre (Eletronica Alfaniit)	08/03/25
Silicone Líquido	R\$20,00	1	R\$20,00	Mercado Livre (BZ Materiais)	23/07/24
Display Lcd 16x2 1602 Fundo Azul C/ Módulo I2c	R\$38,99	1	R\$38,99	Mercado Livre (Loja Fulltronic)	04/03/25
Caixa Com Tampa Em Acrílico - 12x16x11cm	R\$19,56	1	R\$19,56	Mercado Livre (MVA Acrilicos Laser)	03/03/25
Módulo Conversor HX711	R\$9,90	1	R\$9,90	Maker Hero	30/10/24
Suporte de Acrílico	R\$45,00	1	R\$45,00	Acrílico Sinos	21/10/25
Placa protoboard mini	R\$13,20	1	R\$13,20	Eletrogate	04/03/25
Resistor 220K	R\$9,90	2	R\$19,80	Baú da Eletrônica	11/03/25
Módulo serial I2C	R\$10,75	1	R\$10,75	Eletrogate	10/03/25
Cabo USB B 30cm	R\$12,49	1	R\$12,49	Eletrogate	23/03/25
Moldes de Silicone	R\$0,00	2	R\$0,00	Autores	21/10/25
Valor final: R\$ 283,11					

Fonte: Os Autores (2025)

7 RESULTADOS

Figura 37 – Protótipo



Fonte: Os Autores (2024)

O protótipo funciona de forma integrada e eficiente. A célula de carga é capaz de detectar alterações na pressão exercida no suporte de silicone moldado, dando sinais visuais caso a pressão exceda. Esses dados serão processados pela placa Arduino Uno, que atuará como coração do sistema, gerenciando os sinais recebidos e controlando o acionamento da célula de carga. O perfil de silicone foi projetado para envolver a mama artificial que será usada no teste. Os cabos jumper devem garantir uma conexão e transmissão de dados eficiente entre os componentes, permitindo uma operação estável e confiável do dispositivo e o suporte de acrílico foi feito especificamente para um bom encaixe do molde de silicone. O protótipo é capaz de distinguir entre variações normais e anormais, fornecendo indicação visual por meio do display LCD, que pode emitir informações no monitor para sinalizar a presença ou ausência de anormalidades. Frases como “bom posicionamento da mama”, por exemplo, são utilizadas para indicar resultados normais, enquanto a frase “pressão incomum” pode sinalizar a necessidade de uma análise mais detalhada. Além da precisão técnica, o protótipo demonstrou grande praticidade e conforto.

Diferentemente do que se previa inicialmente, o desenvolvimento do protótipo resultou na utilização de dois tipos distintos de moldes: um confeccionado unicamente com silicone moldado e outro produzido a partir da combinação de silicone com maisena. Essa segunda alternativa surgiu como uma solução experimental promissora, apresentando características como maior conforto ao toque, facilidade de manuseio e modelagem mais adaptável às necessidades do projeto.

Para os testes com silicone líquido, utilizamos um método comum e utilizado por artesãos. Em um recipiente com água e detergente, adicionamos o silicone líquido e começamos a moldá-lo dentro da própria água. Dessa forma, conseguimos hidratar o silicone e ajustá-lo da maneira que desejamos, após o silicone descansar, ele se manteve maleável e liso, sem grudar na vedação.

A proposta de testar diferentes composições de materiais buscou avaliar o desempenho estrutural e funcional dos moldes em interação com a célula de carga. Durante os testes realizados, ambos os moldes demonstraram um desempenho satisfatório, principalmente no que diz respeito à resposta da célula de carga. As leituras de peso foram reproduzidas de forma estável e clara no display LCD, validando a eficácia do sistema em obter medições confiáveis.

Esse resultado reforça a viabilidade do uso de materiais acessíveis e alternativos para aprimorar a ergonomia e a funcionalidade do protótipo, além de abrir caminho para novos ajustes e aperfeiçoamentos na estrutura geral do dispositivo.

Figura 38 - Montagem Molde 1



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 39 - Montagem Molde 2



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 40 - Molde Final

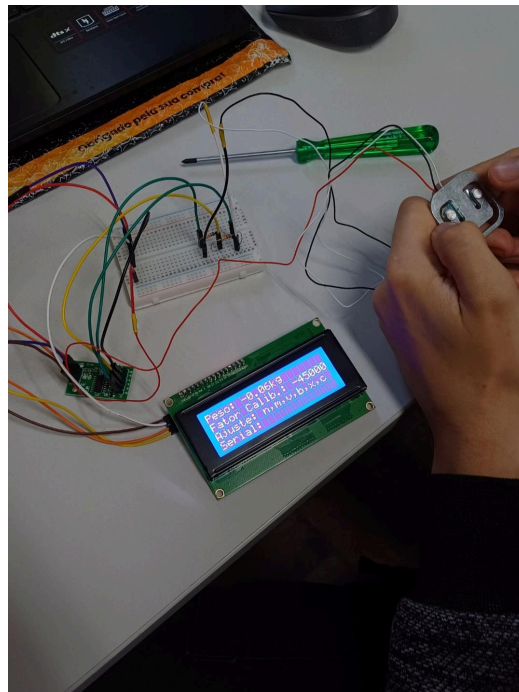


Fonte: Os Autores (2025)

A estrutura mecânica do FIPEM representa um dos principais desafios do projeto, mas atualmente conta com um suporte em acrílico que funciona como base e parede de sustentação para os demais componentes, como a célula de carga e o molde de silicone. A proposta vai além da estética: busca-se garantir uma estrutura visualmente limpa, de fácil entendimento para montagem e operação, especialmente por usuários com pouca familiaridade técnica.

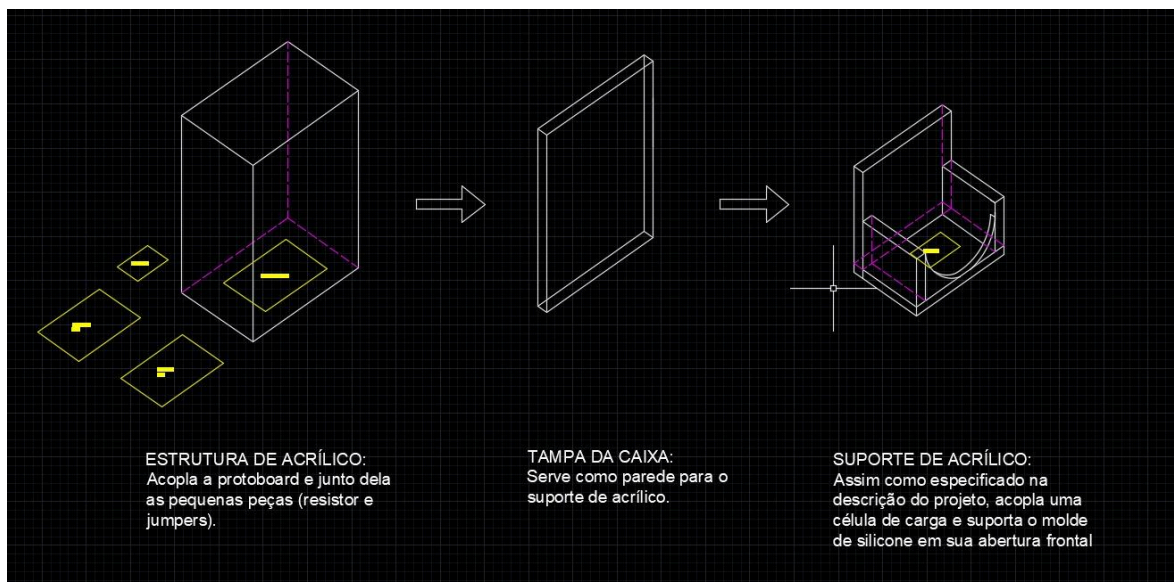
Embora o acesso aos componentes internos não seja totalmente simples, visando evitar manuseios indevidos, o suporte contará com um sistema de abertura, que permitirá acesso aos elementos internos. Essa solução garante não apenas segurança ao equipamento, mas também praticidade e agilidade na manutenção e verificação dos componentes.

Figura 41 - Protótipo Final (Elétrico)



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 42 - Protótipo Final (Mecânico)



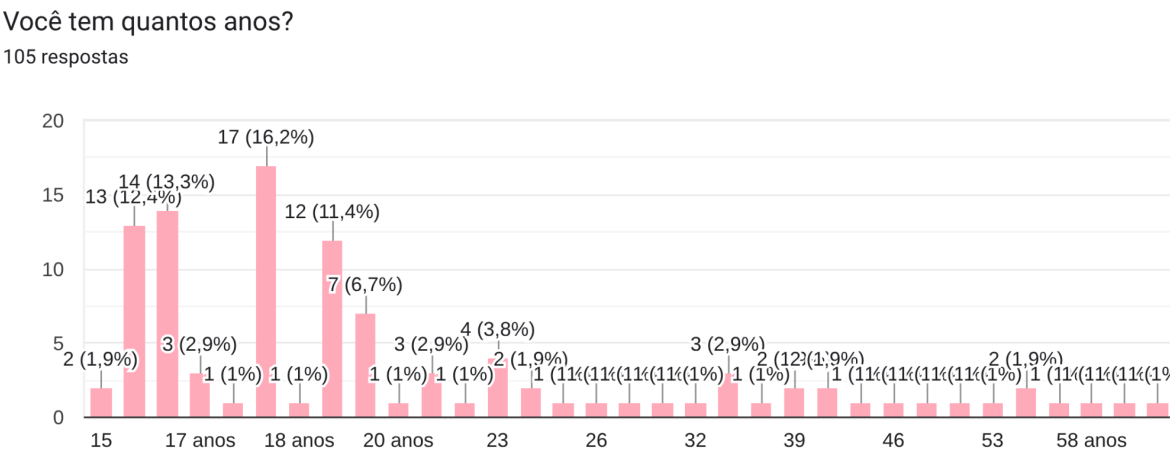
Fonte: Os Autores (2025)

8 ANEXOS

Ao longo da trajetória do projeto, foram realizadas pesquisas de campo com o objetivo de validar dados, incorporar novas observações e acolher sugestões relevantes. Para isso, desenvolvemos um questionário online que serviu de base para a estrutura do projeto, reunindo uma ampla variedade de informações.

O questionário foi respondido por mais de 100 pessoas de diferentes idades e regiões do país, o que nos proporcionou uma diversidade rica de perspectivas, classes sociais e realidades. Além disso, incluímos um espaço aberto para relatos individuais sobre mamografia e câncer de mama, garantindo não apenas mais profundidade à pesquisa, mas também um ambiente seguro para que os participantes compartilhassem suas experiências pessoais.

Figura 43 - Gráfico Pesquisa 1

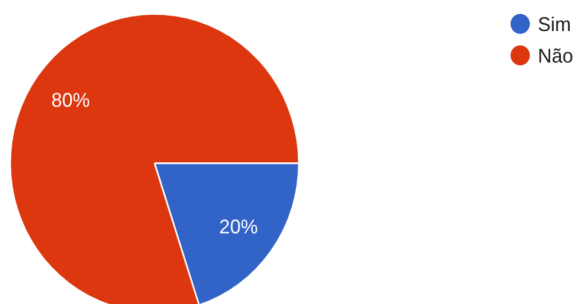


Fonte: Os Autores (2025)

Figura 44 - Gráfico Pesquisa 2

Você faz exame de mamografia?

105 respostas

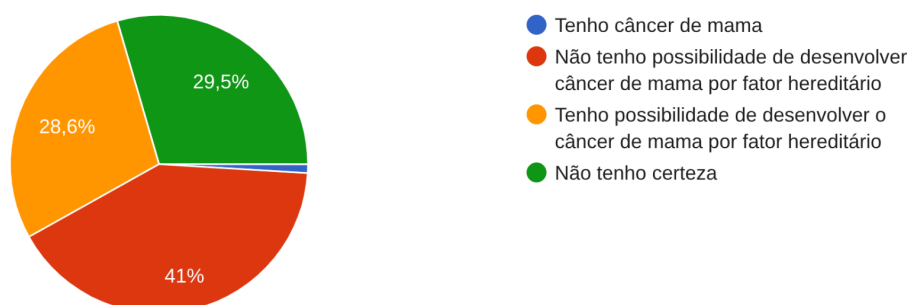


Fonte: Os Autores (2025)

Figura 45 - Gráfico Pesquisa 3

Você tem câncer de mama ou tem possibilidade de desenvolver o câncer? (Considere seu histórico familiar)

105 respostas

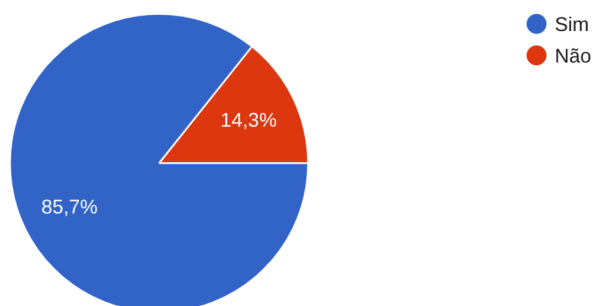


Fonte: Os Autores (2025)

Figura 46 - Gráfico Pesquisa 4

Você conhece alguém que fez ou faz exame de mamografia?

105 respostas

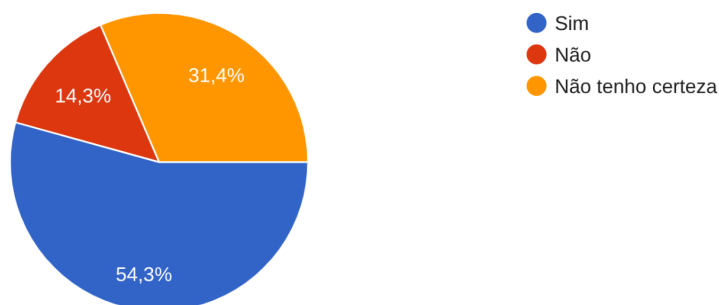


Fonte: Os Autores (2025)

Figura 47 - Gráfico Pesquisa 5

Você conhece os sintomas de câncer de mama?

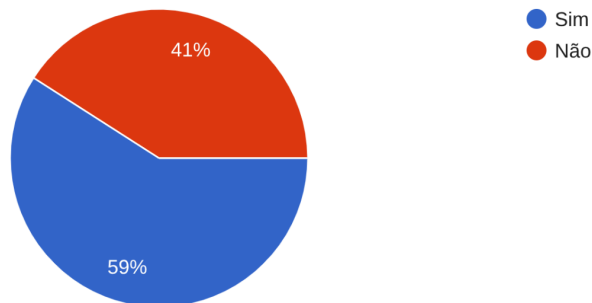
105 respostas



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 48 - Gráfico Projeto 6

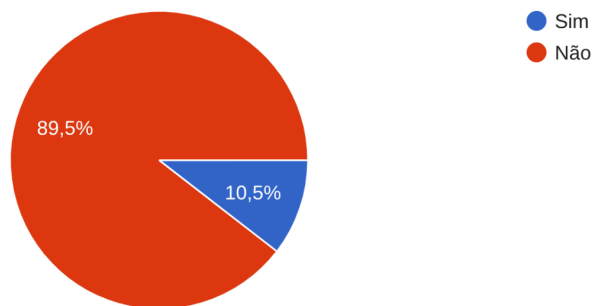
Você ou alguém que você conhece tem medo de realizar o exame de mamografia?
105 respostas



Fonte: Os Autores (2025)

Figura 49 - Gráfico Projeto 7

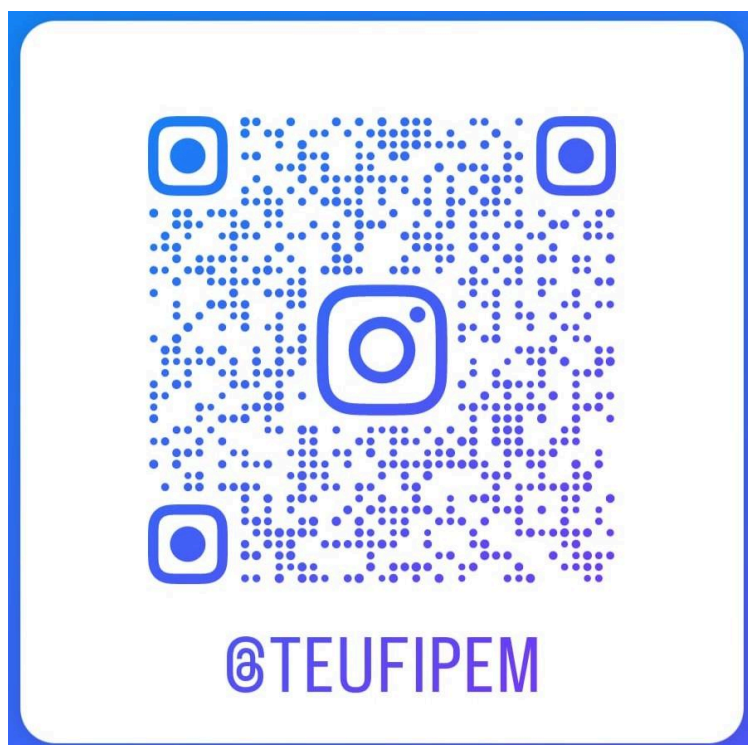
Você ou alguém que você conhece já abandonou a consulta de rastreamento?
105 respostas



Fonte: Os Autores

Divulgamos o projeto por meio de diversas redes sociais, com destaque para o Instagram, onde criamos um perfil intuitivo e informativo. O objetivo não é apenas apresentar o FIPEM, mas também abordar temas relacionados à mamografia, promovendo conscientização e ampliando o alcance da iniciativa. Essa ação foi pensada não apenas como um complemento ao projeto, mas como uma estratégia de engajamento para atrair novos públicos e gerar maior visibilidade ao FIPEM e suas propostas.

Figura 50 - Página do projeto



Fonte: Os Autores (2025)

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Clarisse. **Ecodoppler: o que é, para que serve, tipos e como é feito**. Santo Antônio, dez. 2023. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/ecodoppler/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

BREASTCANCER. **Mammography: Benefits, Risks, What You Need to Know**. [s.l], 15 jun. 2023. Disponível em: <https://www.breastcancer.org/screening-testing/mammograms/benefits-risks>. Acesso em: 7 ago. 2024.

CAETANO FLORESCI, Fernanda. Outubro Rosa: **Prevenção em suas mãos**. Mogi Guaçu, 1 out. 2020. Disponível em: <https://drafernandacaetanofloresi.com.br/tag/outubro-rosa/>. Acesso em: 9 de ago. 2024.

DIXON, J. Michael. **Breast Surgery: Companion to Specialist Surgical Practice**. 5. ed. Edinburgh: Elsevier Health Sciences, 2013

EDUCAÇÃO MEDICA. **Mamografia: como surgiu e quais foram suas evoluções ao longo dos anos**. [s.l], 6 março 2024. Disponível em: https://educacaomedica.afya.com.br/blog/mamografia-como-surgiu-e-evolucoes-ao-longo-dos-anos?utm_source=google&utm_medium=organic. Acesso em: 5 ago. 2024.

ELIAS, Simone. **5 de fevereiro, dia Nacional da Mamografia**. São Paulo, 5 fev. 2020. Disponível em: <https://sp.unifesp.br/epm/informes/5-de-fevereiro-dia-nacional-da-mamografia>. Acesso em: 3 ago. 2024.

FACINA, Gil. **Mamas Densas: maior risco para se desenvolver o câncer de mama**. São Paulo, [s.d]. Disponível em: <https://facina.com.br/mamas-densas>. Acesso em: 10 ago. 2024.

GIMENES, Daniel. Outubro Rosa 2024: saiba tudo sobre o mês de conscientização sobre o câncer de mama. **Blog FSA**, Santo André, ano 2023, 29 set. 2023. Disponível em: <https://www.fsa.br/outubro-rosa-conscientizacao-cancer-mama/>. Acesso em: 8 jul. 2024.

JALES, Prof. Dr. Rodrigo Menezes. **Nódulos na mamografia - descrição e classificação segundo o bi-rads**. Dr, Pixel, São Paulo: UNICAMP, 10 dez. 2015. Disponível em: <https://drpixel.fcm.unicamp.br/conteudo/nodulos-na-mamografia-descricao-e-classificacao-segundo-o-bi-rads>. Acesso em: 8 jul. 2024.

INCA - Instituto Nacional de Câncer. **Mamografia da prática ao controle**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/publicacoes/livros/mamografia-da-pratica-ao-controle>. Acesso em: 2 ago. 2024.

INCA - Instituto Nacional de Câncer. **Mamografias no SUS**. [s.l.], 26 out. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inca/pt-br/assuntos/gestor-e-profissional-de-saude/controlado-cancer-de-mama/dados-e-numeros/mamografias-no-sus>. Acesso em: 2 ago. 2024.

KALAF, José Michael. **Mamografia: uma história de sucesso e de entusiasmo científico**. São Paulo, 14 ago. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rb/a/wmDsgqS9qb8NSZfgJ5F5w7N/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

JALES, Rodrigo Menezes. **Bases físicas da mamografia**. Dr.Pixel. Campinas: Dr Pixel, 2015. Disponível em: <https://drpixel.fcm.unicamp.br/conteudo/bases-fisicas-da-mamografia>. Acesso em: 20 ago. 2024

MORSCH, José Aldair. **Mamografia bilateral: o que é e como é feito esse exame**. Porto Alegre, 6 out. 2022. Disponível em: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/mamografia-bilateral-o-que-e-e-como-e-feito-esse-exame>. Acesso em: 8 ago. 2024.

MORSCH, José Aldair. **Mamografia digital X analógico: quais as diferenças**. Porto Alegre, 1 out. 2008. Disponível em: <https://telemedicinamorsch.com.br/blog/aparelho-de-mamografia>. Acesso em: 7 ago. 2024.

MULHER CONSCIENTE. **Mamografia é fundamental na prevenção do câncer de mama**. [s.l.], 25 set. 2017. Disponível em: <https://mulherconsciente.com.br/cancer-de-mama/mamografia-e-fundamental-na-prevencao-do-cancer-de-mama/>. Acesso em: 3 ago. 2024.

NIH - National Library of Medicine. **Mammographic density and the risk and detection of breast cancer**. Toronto, 18 jan. 2007. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17229950/>. Acesso em: 9 de ago. 2024.

NIH - National Library of Medicine. **Outcomes of screening mammography by frequency, breast density, and postmenopausal hormone therapy**. São Francisco, 13 maio de 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23552817/>. Acesso em: 9 de ago. 2024.

NIH - National Library of Medicine. **The Breast: Comprehensive Management of Benign and Malignant Disorders**. BJC - British Journal of Cancer, 1 nov. 2004. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2410022/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PQDCS - Québec Breast Cancer Screening Program. **Advantages, disadvantages and limitations of mammography screening**. [s.l.], 11 março 2024. Disponível em: <https://www.quebec.ca/en/health/advice-and-prevention/screening-and-carrier-testing-offer/breast-cancer-screening/advantages-disadvantages-and-limitations-of-mammography>. Acesso em: 5 ago 2024.

THE AMERICAN CANCER SOCIETY MEDICAL AND EDITORIAL CONTENT TEAM. American Cancer Society. [S.l.]. AMS - American Cancer Society, **Limitations of Mammograms**, 2022. Disponível em: <https://www.cancer.org/cancer/types/breast-cancer/screening-tests-and-early-detection/mammograms/limitations-of-mammograms.html>. Acesso em: 23 ago. 2024.

VASCONCELOS, Vivian Castro Antunes de. **Mamografia: passado, presente e futuro**. Campinas, 4 fev. 2019. Disponível em: <https://www.sonhe.med.br/2019/02/04/mamografia-passado-presente-e-futuro/>. Acesso em: 3 ago. 2024.