



**UEPB**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I - CAMPINA GRANDE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA EM SAÚDE  
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA EM SAÚDE**

**MÉRCIA VALÉRIA ALVES DA SILVA**

**O USO DA TERMOGRAFIA COMO OPÇÃO PARA O DIAGNÓSTICO DO  
CÂNCER DE MAMA EM MULHERES**

**CAMPINA GRANDE-PB  
2021**

**MÉRCIA VALÉRIA ALVES DA SILVA**

**O USO DA TERMOGRAFIA COMO OPÇÃO PARA O DIAGNÓSTICO DO  
CÂNCER DE MAMA EM MULHERES**

Qualificação de projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ciências e Tecnologias em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento as exigências parciais para obtenção do título de mestre.

**Área de concentração:** Regulação, Gestão e Desenvolvimento de Projetos Tecnológicos de Produtos para a Saúde.

**Orientador:** Prof. Dr. Robson Pequeno de Souza.

**CAMPINA GRANDE - PB  
2021**

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, instituição, título e ano do trabalho.

S586u Silva, Mércia Valéria Alves da.  
O uso da termografia como opção para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres [manuscrito] / Mércia Valéria Alves da Silva. - 2021.  
87 p.: il. colorido.

Digitado.

Dissertação (Mestrado em Profissional em Ciência e Tecnologia em Saúde) - Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, 2022.

"Orientação: Prof. Dr. Robson Pequeno de Souza, Coordenação do Curso de Computação - CCEA."

1. Neoplasia mamária. 2. Termografia. 3. Diagnóstico precoce. 4. Câncer de mama. I. Título

21. ed. CDD 616.994

**MÉRCIA VALÉRIA ALVES DA SILVA**

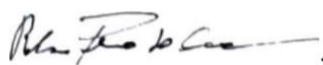
**O USO DA TERMOGRAFIA COMO OPÇÃO PARA O DIAGNÓSTICO DO  
CÂNCER DE MAMA EM MULHERES**

Qualificação de projeto de pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação Profissional em Ciências e Tecnologias em Saúde da Universidade Estadual da Paraíba, em cumprimento as exigências parciais para obtenção do título de mestre.

Área de concentração: Regulação, Gestão e Desenvolvimento de Projetos Tecnológicos de Produtos para a Saúde.

Aprovada em: 20/09/2021

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Prof. Dr. Robson Pequeno de Sousa  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Kátia Elizabete Galdino  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



---

Profa. Dra. Érika Barbosa Camargo  
Fiocruz (UnBDF)

## RESUMO

A termografia das mamas é um teste fisiológico que apresenta informações sobre mudanças de temperatura neste tecido, sendo considerado por uma parcela da comunidade científica seguro e eficaz, com alta portabilidade e capacidade de imagens em tempo real, com grande eficácia para realizar diagnóstico em seios fibrocísticos e com implantes, mas que ainda é pouco utilizado pela comunidade médica brasileira para detecção precoce do câncer de mama. A proposta desta pesquisa foi identificar, por meio de uma Revisão Narrativa, a efetividade do uso de imagens térmicas (termografia) como instrumento auxiliar no diagnóstico do câncer de mama em mulheres. Para isso, foi aplicada a metodologia de seleção de artigos científicos publicados sobre o tema e realizada a análise das publicações através da análise de conteúdo de Bardin buscando demonstrar relação associativa. Dos dados obtidos, observou-se uma propensão das pesquisas publicadas que indicam a termografia como ferramenta coadjuvante à mamografia no rastreamento precoce para o câncer de mama.

**Palavras-chave:** Câncer de mama, Termografia, Mamografia, Rastreamento.

## ABSTRACT

Breast thermography is a physiological test that provides information about temperature changes in this tissue, and is considered safe and effective by a portion of the scientific community, with high portability and real-time imaging capability, with great efficacy for diagnosing fibrocystic breasts and with implants, but which is still little used by the Brazilian medical community for early detection of breast cancer. The purpose of this research was to identify, through a Narrative Review, the effectiveness of using thermal imaging (thermography) as an auxiliary tool in the diagnosis of breast cancer in women. For this, the methodology of selection of scientific articles published on the subject was applied and the analysis of publications was carried out through Bardin's content analysis, seeking to demonstrate an associative relationship. From the data obtained, there was a propensity of published research indicating thermography as a supporting tool to mammography in early screening for breast cancer.

**Keywords:** Breast cancer, Thermography, Mammography, Tracking.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1-	Desenho anatômico da glândula mamária.....	14
Figura 2-	Estrutura do mamógrafo.....	22
Figura 3-	Produção de raio-x.....	22
Figura 4-	Interações do raio-x com as mamas.....	23
Figura 5-	Placa de fósforo.....	24
Figura 6-	Mamógrafo digital.....	24
Figura 7-	Termografia Infravermelho.....	40
Figura 8-	Espectro eletromagnético.....	41
Figura 9-	Representação esquemática simplificada de mediação de termográfica.....	42
Figura 10-	Cálculo de acurácia, sensibilidade e especificidade.....	44
Figura 11-	Exemplo de uma matriz de confusão.....	45
Figura 12-	Fluxograma das buscas realizadas nas bases de dados.....	50

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1-	Risco de câncer de mama por faixa etária.....	35
Quadro1-	Apresentação da síntese dos artigos incluídos na Revisão Narrativa.	52



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACR	Colégio Americano de Radiologia
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATS	Avaliação Tecnológica em Saúde
Bi-rads	<i>Breast Imaging Reporting and Data System</i>
CR	Radiologia Computadorizada
DR	Receptor Digital
ECM	Exame Clínico das Mamas
FSH	Hormônios Folículo Estimulante
FN	Falso Negativo
FP	Falso Positivo
HER2	Receptor Tipo 2 do Fator de Crescimento Epidérmico Humano
IARC	<i>Agency for Researchon Cancer</i>
ICESP	Instituto do Câncer do Estado de São Paulo
INCA	Instituto Nacional do Câncer
LH	Hormônio Luteinizante
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana de Saúde
PNAO	Política Nacional de Atenção Oncológica
REBRATS	Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias
SBM	Sociedade Brasileira de Mastologia
SUS	Sistema Único de Saúde
STF	Sistema Tela-Filme
VN	Verdadeiro Negativo
VP	Verdadeiro Positivo
WHO	<i>World Health Organization</i>

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	09
2	ASPECTOS TEÓRICOS .....	13
2.1	<i>Anatomia e fisiologia das mamas</i> .....	13
2.2	<i>Histologia das mamas</i> .....	15
2.3	<i>Câncer de mama</i> .....	15
2.4	<i>Tipo histológico e estadiamento do câncer de mama</i> .....	18
2.5	<i>A mamografia (convencional, digital e computadorizada)</i> .....	20
2.5.1	<i>Sistema Bi-rads</i> .....	25
2.6	<i>A termografia</i> .....	26
2.7	<i>Avaliação Tecnológica em Saúde</i> .....	27
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	30
3.1	<i>Prevenindo o câncer mamário</i> .....	30
3.1.1	<i>Mamografia e o diagnóstico precoce</i> .....	33
3.1.2	<i>Mamografia na faixa etária menor de 50 anos</i> .....	34
3.1.3	<i>Mamografia na faixa etária de 50 a 69 anos</i> .....	36
3.1.4	<i>O emprego da termografia no diagnóstico precoce</i> .....	38
3.1.5	<i>A termografia infravermelha</i> .....	40
3.1.6	<i>Rastreamento do câncer de mama com termografia</i> .....	45
4	METODOLOGIA .....	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	52
6	CONCLUSÃO .....	75
	REFERÊNCIAS .....	77

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Agência Internacional de Pesquisa em Câncer, o câncer de mama é o que mais acomete mulheres em todo o mundo, sendo estimado em 2020 em aproximadamente 2,3 milhões de mulheres diagnosticadas. Isso representa quase 25% dos novos casos de cânceres em mulheres, com estimativas de óbitos em 15,5% para o mesmo período (IARC, 2020). Os maiores índices de incidência esperados para câncer de mama foram na Austrália e Nova Zelândia, nos países do norte da Europa e na Europa Ocidental (BRAY et al., 2018; FERLAY et al., 2018).

Nos Estados Unidos, o câncer de mama é o segundo tipo de câncer com maior número de óbitos entre as mulheres, ficando atrás somente do câncer de pulmão. Dados relatados no “Cancer Statistics, 2020”, revisado por pares da *American Cancer Society*, apontam que houve uma redução da taxa de mortalidade do câncer de mama em 40% do período de 1989 a 2017. Todavia, a incidência em mulheres teve um ligeiro aumento, cerca de 0,3% ao ano a partir de 2004. Isso corresponde a 30% de novos casos por ano no país. Esse aumento se justifica pela elevação do índice de obesidade e a redução da taxa de fertilidade (AMERICAN CANCER SOCIETY, 2020).

No Brasil, foram estimados para o triênio de 2020 a 2022, 66 mil novos casos de câncer de mama por ano em mulheres, colocando-o na primeira posição de maior incidência neste grupo em todas as regiões do país, sem considerar o câncer de pele não melanoma. Isto corresponde a quase 30% de todos os tipos de câncer em mulheres (INCA, 2020).

O câncer de mama é uma doença resultante da divisão desorganizada e anormal dos tecidos mamários, que se agrupam constituindo um tumor com potencial de metástase. É uma doença multivariada, alguns tipos com desenvolvimento rápido, outros com crescimento lento que quando diagnosticados e tratados precocemente podem apresentar bom prognóstico (INCA, 2021).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) fornece a mamografia às mulheres com idade acima de 40 anos para o diagnóstico do câncer de mama (BORCHART, 2013). Considerada padrão-ouro para o diagnóstico desta neoplasia, a mamografia mostra-se muito eficiente na detecção de micro lesões em mulheres acima dos 50 anos, já que a textura mamária é substituída por mais tecido adiposo, enquanto que em mulheres mais jovens este exame apresenta limitações para detectar tumores em função de o tecido mamário apresentar-se mais denso, constituído por proporção

maior de tecido glandular, o que dificulta o reconhecimento de tecidos diferenciais ou aspectos relevantes que demonstrem o surgimento de um tumor (INCA, 2016).

Este exame é realizado por meio de um aparelho de radiografia específico, denominado de mamógrafo que expõe as mamas a uma maior proporção de raio-x do que os usualmente utilizados nos demais tipos de radiografias. Segundo Arabi, Muttan e Suji (2010) estudos indicam que mulheres em pré-menopausa, a cada exposição ao raio-x da mamografia aumentam em 2% o risco de desenvolver câncer, sendo mais sensíveis a radiação. Isso porque, de acordo com Leles et al., (2015) mamas constituídas com tecido glandular denso são mais suscetíveis a radiação, portanto, podem ser mais prejudicadas, aumentando a possibilidade de desenvolvimento da doença.

Com o aumento da incidência do câncer de mama nas últimas décadas, os cientistas têm buscado o desenvolvimento de novas ferramentas capazes de, modo menos invasivo, facilitar o diagnóstico e o tratamento do câncer em estágio inicial, o que pode favorecer um bom prognóstico (SILVA; VIANA, 2015).

Entre estes métodos está a termografia, um exame pouco usado pela comunidade médica para detecção precoce do câncer de mama. Para Inca (2016), a termografia da mama é um teste fisiológico que apresenta informações acerca das mudanças de temperatura em tecidos mamários, por meio de imagens coloridas onde cada cor representa um intervalo específico de temperatura. Este procedimento tem uma alta portabilidade e capacidade de imagens em tempo real. Também possui grande eficácia para seios fibrocísticos e seios com implantes.

Neste contexto, fornecer novas opções de diagnóstico para o câncer de mama - especialmente em mulheres mais jovens com idade inferior a 50 anos - é um fator importante.

Alguns autores têm sugerido como método adjuvante para o diagnóstico do câncer de mama o uso de imagens térmicas, a termografia por infravermelho, em decorrência de sua alta sensibilidade para detectar mínimas alterações metabólicas relacionadas aos tumores malignos e outras doenças, complementando métodos já consolidados pela comunidade médica, como o caso da mamografia e o exame clínico. Todavia, apesar deste potencial, este método não pode ser utilizado sozinho como diagnóstico para o câncer de mama (MALHEIROS; IGNÁCIO, 2015).

Este exame tem como característica captar anormalidades que se manifestam através de áreas quentes, onde ocorre um aumento do metabolismo e frias que

demonstram a diminuição deste. Assim, um local quente, frequentemente, é o ponto inicial de diferentes tipos de cânceres e diversas doenças degenerativas como artrite, doença cardíaca, acidente vascular cerebral, diabetes, infecções entre outros (NOWAKOWSKI, 2006). O que colabora para uma característica especial da termografia, a sensibilidade, permitindo que esta possa identificar o surgimento na fase inicial do câncer de mama por meio do seu espectro de temperatura (MILOSEVIC; JANKOVIC; PEULIC, 2014).

A termografia infravermelha (IRT) tem como inúmeras vantagens o fato de ser uma técnica não-invasiva, não havendo contato com a fonte de calor. Além disso, fornece imagens bidimensionais, em tempo real, sem efeitos radioativos, é econômica e as câmeras utilizadas para o exame podem ser facilmente transportadas, sendo utilizadas em condições e locais diversos (FORMENTI et al., 2016).

Assim, é importante considerar que, embora a mamografia seja uma técnica considerada padrão-ouro para o diagnóstico precoce do câncer de mama, seu desempenho em mulheres jovens é limitado em decorrência da densidade mamária (FORMENTI et al., 2016).

Além da mamografia, a medicina utiliza outros métodos de imagem para diagnosticar o câncer de mama, tais como a ultrassonografia e a ressonância magnética. Todavia, a confirmação do diagnóstico é realizada somente com a biópsia, técnica em que se retira um fragmento do nódulo ou da lesão através de pulsões com uma agulha ou intervenção cirúrgica. Logo após, uma pequena amostra é enviada para o patologista que vai analisá-lo e fechar o diagnóstico (INCA, 2021). Entretanto, Subbhuraam et al., (2009) ressaltam que apesar da biópsia ser o único método de diagnóstico conclusivo para o câncer de mama, o número de biópsias dispensáveis é elevadíssimo.

Assim, sabendo-se que na oncologia o diagnóstico e o tratamento no estágio inicial da doença são fatores impactantes para a sobrevivência da paciente, e que esta fase na vida da mulher gera-lhe ansiedade e grande incômodo em decorrência dos métodos de diagnósticos existentes fornecer novas alternativas de rastreamento é indispensável. Logo, o presente contexto nos impele a realizar o presente questionamento: “A termografia (imagens térmicas) pode ser utilizada como método seguro para diagnóstico do câncer de mama?”

O objetivo do presente estudo foi verificar, por meio da revisão narrativa, a efetividade ou não do uso de imagens térmicas (termografia) como ferramenta no

diagnóstico do câncer de mama em mulheres e como objetivos específicos: i) caracterizar o câncer de mama do ponto de vista de sua etimologia, anatomia, diagnóstico e prevenção ii) conhecer as particularidades dos métodos de diagnósticos para o câncer de mama: mamografia (padrão ouro) e a termografia e iii) determinar o papel da termografia como ferramenta de diagnóstico no câncer de mama.

Neste sentido, por tudo que fora apontado acerca do uso da termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres, a realização deste estudo se apresenta como bastante relevante por possibilitar trazer à lúmen informações importantes que venham a configurar essa técnica, diante da comunidade científica, como método com capacidade de promover diagnóstico precoce, assim como orientar cirurgias e monitorar pacientes, sendo totalmente capaz de identificar tumores com tamanhos inferiores a 0,5 cm, antes mesmo de outros métodos (MEIRA et al., 2014).

## 2 ASPECTOS TEÓRICOS

Nesta sessão, são abordadas questões pertinentes aos conceitos relacionados ao câncer de mama, termografia e mamografia.

### ***2.1 Anatomia e fisiologia das mamas***

As mamas são duas glândulas especializadas em produzir leite com estruturas simétricas anexas ao tecido tegumentar, oriundas das glândulas cutâneas que se modificaram, originando as glândulas mamárias ou unidades lobulares (BRASIL, 2002).

Segundo a Sociedade Brasileira de Mastologia (SBM, 2009) o par de mamas localiza-se na região torácica, entre a segunda e sexta costelas em sua parede anterior sobre os músculos grande peitoral, compreendendo, portanto, a região que vai desde a axila, até a região inguinal.

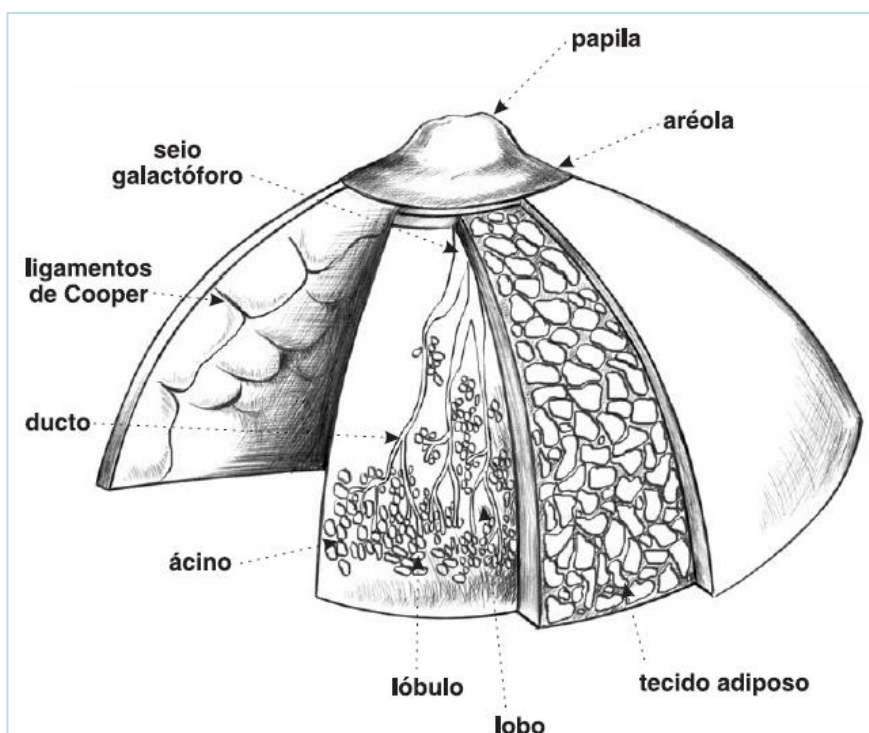
Quanto à composição mamária, ambas podem ser compreendidas pelos componentes estruturais e funcionais. Estruturalmente, as mamas são constituídas pelos estromas que se dividem em interlobular, mulheres jovens, (tecido conjuntivo denso com algumas células adiposas) e intralobular (tecido conjuntivo frouxo, com pequena quantidade de células de linfócitos, sensível a alterações hormonais) que sofre grande variação com o passar do tempo, apresentando aumento na quantidade de tecido adiposo e diminuição do tecido conjuntivo (DÂNGELO; FATTINI, 2003).

Quanto ao componente funcional, Netter (2004) explica que as mamas são constituídas pelo parênquima mamário, basicamente formado por células epiteliais destinadas a produzir e secretar o leite (Figura 1). Cada mama é composta por 15 a 20 lóbulos mamários - que são constituídos por um conjunto de ácinos que tem como função a secreção do leite, compostos por dois tipos de células: epiteliais (camada interna) e a camada externa que se destinam a se contrair promovendo a extrusão do leite secretado (mioepiteliais).

Os lóbulos mamários são independentes e se individualizam por meio de tecido fibroso, formando uma via de drenagem, sistema ductal, que é iniciado nos seios lactíferos (galactóforos) e se direciona para a papila que se projeta na porção central e externa da mama onde se encontra a aréola. Nas mamas são encontrados, ainda, os ligamentos de Cooper que dão sustentação e mobilidade as mamas. As

demais partes das mamas são preenchidas por tecido adiposo, variando conforme aspectos físico, cronológico e nutricional da mulher (NETTER, 2004). A mama envolve também vasos linfáticos que transportam a linfa, terminando nos gânglios linfáticos, localizados nas axilas, acima da clavícula e no peito (ROCHE, 2013 apud RIBEIRO, 2014).

Figura 1: Desenho anatômico da glândula mamária.



Fonte: Anatomia mamária, BRASIL (2002).

De acordo com Oliveira (2009) as mamas iniciam seu desenvolvimento ainda na fase embrionária, por volta da sétima e oitava semana de gestação. Na infância, inicia-se a formação dos ductos, mas sem o tecido lobular, que passa a se desenvolver somente na adolescência por meio da ação dos hormônios folículo estimulante (FSH) e o hormônio luteinizante (LH) que estimulam o crescimento dos lóbulos e dos alvéolos, aumentando assim o volume das mamas. A formação completa de ambas só acontecerá durante a gestação por meio da atuação de hormônios específicos desta etapa (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2008)



## **2.2 Histologia das mamas**

As mamas são constituídas por quatro tipos de tecidos: muscular, nervoso, epitelial e conjuntivo. Todavia, somente o tecido conjuntivo será abordado neste trabalho em função de sua importância com o tema aqui proposto.

De acordo com Junqueira e Carneiro (2008), os tecidos conjuntivos que compõem a mama são formados por células fibroblastos (elastina e colágeno) e macrófagos. Os fibroblastos são constituídos por aminoácidos que formam uma alfa-hélice-tripla que sintetizam três tipos de colágenos: I e III (fibrilar) e IV (não fibrilar). Já os macrófagos são células compostas por elementos estranhos, incluindo células mortas.

## **2.3 Câncer de mama**

O câncer apresenta-se como um importante problema de saúde pública, tanto no Brasil como em todo o mundo, especialmente ao se considerar o seu alto percentual de prevenção; já que um terço dos novos casos de câncer ocorridos no mundo poderia ser evitado (INCA, 2012).

Segundo informações da Organização Pan-Americana da Saúde e a Organização Mundial de Saúde (OPAS / OMS BRASIL, 2018), o câncer apresenta-se como uma das principais causas de morbimortalidade em todo o mundo, sendo responsável, no ano de 2015, por 8,8 milhões de mortes, com estimativas de 70% de novos casos até 2035. Neste cenário, cinco tipos de cânceres tiveram maior mortalidade em todo o mundo: pulmão (1,69 milhão de óbitos), fígado (788 mil óbitos), colorretal (774 mil óbitos), estômago (754 mil óbitos) e mama (571 mil óbitos).

Em todo o mundo, o câncer de mama é o segundo tipo de maior incidência, ficando atrás do câncer de pulmão. Entre as mulheres, configura-se em primeiro lugar com frequência de (25,2%), sendo também a primeira causa de morte por câncer nesse grupo, totalizando no ano de 2012 (14,7%) do total de óbitos. Todavia, apesar de sua taxa de mortalidade maior que de outros cânceres, o mesmo apresenta baixa letalidade em função de sua taxa de mortalidade ser inferior a 1/3 da taxa de incidência (STEWART; WILD, 2014).

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (INCA), no Brasil, para o biênio 2018-2019, estimam-se 420 mil novos casos/ano de cânceres, com exceção do

câncer de pele não melanoma, sendo 60 mil novos casos de câncer de mama para as mulheres (29,5%), sendo de maior incidência nas regiões sul (73,07/100 mil), Sudeste (69,50/100 mil), Centro-Oeste (51,96/100 mil) e Nordeste (40,36/100 mil). Na região Norte ele se encontra entre o segundo de maior incidência (19,21/100 mil) (BRASIL, 2017).

Conforme Borghesan et al. (2008), o câncer de mama é uma doença heterogênea e progressiva que se desenvolve com o tempo, por meio de alterações gênicas (mutações) que promovem anormalidades durante a divisão celular. Este processo, denominado de carcinogênese, é lento e constituído por várias etapas, podendo levar em média 10 anos, desde a alteração de uma célula (proliferação) à formação de um tumor palpável, quando este atinge um centímetro de diâmetro, constituído por aproximadamente um bilhão de células (INCA, 2012).

Segundo Lisboa (2009) a carcinogênese divide-se, basicamente, em três etapas: iniciação, promoção e progressão. Durante a fase de iniciação, ocorre a ativação de protooncogenes, genes responsáveis por codificar proteínas que controlam a multiplicação celular normal, podendo transformar-se em oncogenes através de inúmeras ações genéticas. Esses oncogenes favorecem a síntese de proteínas que estimulam o crescimento e a proliferação anormal das células. Conseqüentemente, o bloqueio de genes supressores de tumor é perdido (SENISKI, 2008, CARVALHO, 2010).

Depois de começado o evento genético iniciador, ocorre a fase de promoção, onde o tumor se desenvolve por meio de ações de hormônios esteroides, reações inflamatórias e os fatores de crescimento. Por último, acontece a fase de progressão que se caracteriza pela invasão e metástase de células cancerígenas em outros órgãos e tecidos (SENINSK, 2008).

O câncer de mama, por sua vez, apresenta uma importante variação clínica e histopatológica que se define por formas não invasivas ou metastáticas que recebem designações conforme o tecido em que se originam: sarcomas, adenocarcinomas e carcinomas (BARROS et al., 2001).

Segundo Salim (2009) a ocorrência em idade < 35 anos é raro, tendo maior incidência após essa faixa e alcançado o seu ápice na faixa 65 anos aos 70 anos e o tipo de tumor maligno mais comum na mama é o carcinoma, originado no tecido epitelial, a partir das células constituintes dos ductos e lóbulos da mama.

Quanto à cura desta neoplasia, o câncer de mama tem um alto potencial de cura. Todavia, para que isto ocorra é indispensável o diagnóstico e tratamento precoce. Ou seja, é necessário que o diagnóstico seja realizado ainda no estágio inicial da doença, sendo, portanto, aplicado duas abordagens complementares para se obter a cura do câncer de mama: o diagnóstico precoce e o rastreamento que viabiliza a detecção precoce da neoplasia, antes mesmo do surgimento dos sintomas ou percepção do tumor (SILVA, 2018).

No Brasil, o Ministério da Saúde tem como estratégia de rastreamento para o controle deste câncer, disponibilizados pelo Sistema Único de Saúde (SUS), a realização anual do exame clínico a partir dos 40 anos de idade e a mamografia a cada dois anos para mulheres que se encontram na faixa etária dos 50 aos 69 anos. No caso de mulheres com histórico familiar de câncer de mama em primeiro grau, recomendam-se a adoção do exame clínico e mamografia a partir dos 35 anos (PERUZZI et al., 2018).

No entanto, esta prerrogativa está longe de atender as reais necessidades da população brasileira, é o que aponta as diretrizes nacionais para rastreamento realizada pela primeira vez em 2004 e atualizado em 2018 por meio de análise dos registros hospitalares a respeito do câncer, referente ao período de (2000-2012), que afirmam que 40% dos diagnósticos de câncer de mama são feitos em estágio tardio, embora os sintomas se manifestassem há muito tempo. Em média, o diagnóstico no Brasil leva de 7 a 8 meses, enquanto que em países desenvolvidos, esse intervalo costuma ser inferior a 1 mês, o que justifica uma pior sobrevida (SILVA, 2018).

Sobre isto, Ferreira et al., (2011) explicam que em países desenvolvidos, após cinco anos, o índice de sobrevida é de 85%; mas na maioria dos países em desenvolvimento o percentual é menor que 70%.

Neste sentido, percebe-se que o que determina uma maior sobrevida, é, sem dúvidas, a realização de um diagnóstico precoce, em uma fase do desenvolvimento da doença, em que as medidas para tratamento são muito mais eficientes do que no diagnóstico tardio.

## **2.4 Tipo histológico e estadiamento do câncer de mama**

Para a oncologia moderna, a classificação de tumores é de fundamental importância; pois esta fornece elementos que guiam e estabelecem recomendações que viabilizam a reprodução de diagnóstico e prognóstico para os diferentes cânceres. Especialmente da virada do século para cá, a classificação de tumores publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) tem sido uma importante referência aceita por patologistas e oncologistas de todo o mundo (GOBBI, 2012).

Segundo Pitella e Barbosa (2012), a classificação desta neoplasia tem como alguns de seus importantes objetivos: estabelecer uma organização atualizada do conhecimento; padronizar a nomenclatura uniformizando-a; possibilitar melhorias na reprodutibilidade de diagnósticos e, com base na histogênese, criar grupos de acordo com as lesões.

No que se refere ao câncer de mama, sua alta complexidade e heterogeneidade vêm desafiando patologistas, pelo menos, desde o ano de 1952, quando a OMS, com a formação de um subcomitê, estabeleceu princípios gerais para direcionar a classificação e estatística de tumores, determinando 3 classificações distintas como: sede anatômica, tipo histológico e grau de malignidade (PITELLA; BARBOSA, 2012). Desde então, diversos profissionais e o comitê da OMS tentam estabelecer uma taxonomia morfológica padrão para os carcinomas de mama (REIS-FILHO, LAKHANI, 2008).

Nos anos de 1967, foi publicada a primeira classificação histológica de tumores determinadas pela OMS, relacionados ao câncer de pulmão. No ano seguinte, o de mama. Até os anos 2000, 25 publicações foram realizadas compondo a série *International Histological Classification of Tumours*, com inúmeras classificações em sedes diferentes e sistemas anatômicos. De 2000 em diante, uma nova série foi adotada, a *World Health Organization Classification of Tumours*, visando, além da padronização classificatória, o estabelecimento de critérios histopatológicos para o diagnóstico, observando dados epidemiológicos, localização, sintoma, quadro clínico, radiologia, genética, fatores de prognósticos e preditivos, entre outros (PITELLA; BARBOSA, 2012).

Nestas duas últimas décadas, estas publicações, que são editadas pela *Agency for Researchon Cancer (IARC)*, passaram a ser muito mais do que simples catálogos de tumores elaborados por diversos profissionais como patologistas, geneticistas,

biólogos moleculares, clínicos, cirurgiões, etc de diferentes regiões do mundo, sendo editados em um intervalo de 8 a 10 anos, com o intuito de oferecer aos médicos e a comunidade científica mundial uma referência concisa, com diretrizes para um diagnóstico padronizado e adotado por todos. A edição mais atualizada corresponde a 4<sup>o</sup> edição lançada em 2012, intitulada como “Classificação de Tumores de Mama da Organização Mundial de Saúde”, elaborada por 90 representantes de toda a comunidade científica, sob a revisão final da OMS (GOBBI, 2012).

Segundo Pitella e Barbosa (2012), essa preocupação com o estabelecimento de classificações, especialmente no que diz respeito à anatomia e clínica, é de fundamental importância para a oncologia porque beneficia diretamente a estimativa da evolução clínica dos pacientes. Deste modo, estabelecer um padrão para a nomenclatura é extremamente necessário para que dados de diversas regiões do mundo relacionados à frequência, à evolução, ao tratamento e a prevenção possam ser comparados.

Neste contexto, o carcinoma mamário é mais frequente no epitélio de ductos e menos frequente no epitélio dos ácinos dos lóbulos mamários (SENISK, 2015). Sua classificação se dá observando-se suas características celulares e a relação estabelecida com os tecidos circunvizinhos, sendo denominados de carcinomas ductais ou lobulares (BARROS et al., 2001).

Padroniza-se a classificação dos carcinomas mamários em subgrupos fundamentados no tipo e grau histológico, presença de invasão linfovascular, metástase linfonodal e na expressão de marcadores moleculares preditivos como receptores hormonais e HER2 (WEIGELT; REIS-FILHO, 2009).

Quando em estágio inicial, em que geralmente não se tem a presença de nódulos, mudanças nesse tecido resultam em uma acumulação de cálcio que pode ser detectado em forma de microcalcificações agrupadas (BARROS et al., 2001). Estes grupamentos de calcificações podem apontar para o câncer em fase inicial, com lesões teciduais inferiores ou de até um centímetro de diâmetro (SENISK, 2015).

## **2.5 A mamografia (convencional, digital e computadorizada)**

A mamografia é um exame de raio-x feito através de um equipamento chamado de mamógrafo. Na realização do exame, a mama da mulher é comprimida entre duas placas de acrílico, com o intuito de verificar as estruturas mamárias. Por meio desse exame, é possível se observar lesões benignas e cânceres em estágio inicial, permitindo a detecção de nódulos que não são percebidos durante as consultas de rotina ou no autoexame das mamas.

Desde o seu desenvolvimento, a mamografia foi sendo submetida a algumas alterações no seu processo de obtenção de imagens, tendo quatro tipos de receptores diferentes: filmes de exposição direta, xeromamografia, sistema tela-filme (STF) e os detectores digitais, sendo os dois primeiros deixados de serem utilizados na década de 1990 (SILVA, 2017).

Segundo Bushong (2010), o aprimoramento da tecnologia foca, principalmente, em obter uma imagem com ótima qualidade, que se caracteriza a partir do melhor contraste entre as partes a serem pesquisadas. Isto porque, ambos tecidos, mamário normal e o patológico, têm densidades radiológicas iguais.

Nos dias de hoje, são utilizados no diagnóstico do câncer de mama a mamografia convencional (STF) e os detectores digitais. No sistema convencional, a aquisição, apresentação e arquivamento da imagem são executados em um único meio, o filme radiográfico, que tem como vantagens o fato de ser barato e ser utilizado na prática da mamografia há mais de três décadas, sendo um meio para armazenamento da imagem durável (MAHESH, 2004 apud CÔRREA, 2012).

O mamógrafo é um equipamento destinado a realizar a mamografia, composto por uma plataforma metálica, fixada no chão por meio de uma estrutura que serve como base para os demais componentes. Na parte superior, encontram-se o braço rotatório em C e as demais estruturas necessárias para produzir os raios -X e a capacitação da imagem. Na parte medial, encontra-se a bandeja de compressão e na posição inferior, localiza-se a captação da imagem, que pode ser analógica ou digital (SANTOS, 2010 apud FEIJÓ, 2019).

Todavia, o Brasil vem passando por um processo de transição crescente da mamografia convencional com o STF para a mamografia digital, com o predomínio dos sistemas de radiografia computadorizada (CR), contribuindo para o aprimoramento do diagnóstico. Mas com este processo de transição, surgem desafios

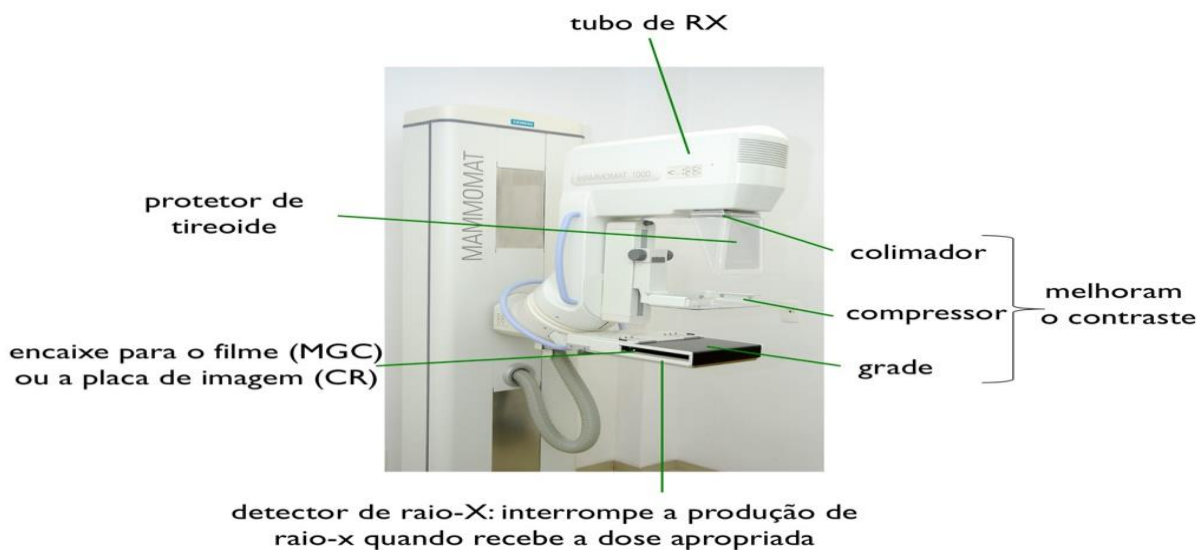
relacionados aos padrões técnicos de desempenho dos mamógrafos e a melhoria das doses de radiação recebidas pelas mulheres (ALMEIDA; PEIXOTO; SARDO, 2018).

No que se refere ao método de mamografia digitalizada, existem dois tipos: a computadorizada (CR) e a digital (DR). No procedimento, depois que há a exposição da mama ao raio-x, o mamógrafo transforma a radiação em um sinal elétrico, enviando para um computador. Nele, os resultados vão depender da revelação de um filme, exigindo que produtos químicos sejam aplicados. As imagens produzidas são armazenadas em formato digital, disponibilizadas para impressão ou futuras consultas.

É válido destacar que o mamógrafo digital bilateral é considerado como um progresso bastante expressivo no segmento, tornando plausível a realização da mamografia digital. O procedimento é feito por um técnico em radiologia, o equipamento tem uma bandeja na qual a mama é posicionada com o objetivo de recebimento da radiação.

A tecnologia empregada é a computadorizada (CR) ou digital (DR) (Figura 2). A primeira CR possui um chassi eletrônico inserido na bandeja do mamógrafo, responsável pelo armazenamento das imagens. Depois da mamografia, o chassi é colocado em uma leitora de CR e, a partir daí, os dados obtidos são vistos na tela do computador. Na DR, o procedimento é realizado e, posteriormente, as informações são conduzidas diretamente para o computador, sem intermediação de aparelhos. Ressalta-se que ambas produzem imagens de alta resolução e reduzida exposição da mulher à radiação do aparelho de raio-x.

Figura 2: Estrutura do mamógrafo



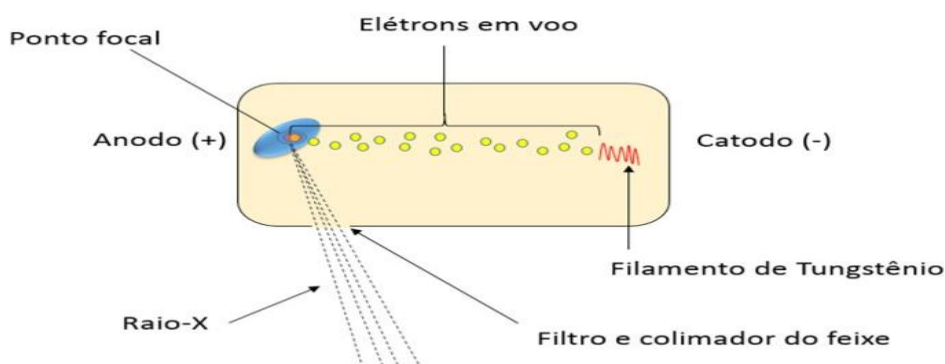
Fonte: JALES (2015)

A produção de raio-x se dá por meio de um feixe de elétrons que é emitido do catodo (emissão termo-iônica). Jales (2015, p. 1) explica que:

Devido à diferença de voltagem (pelo menos 25.000 V ou 25 KV) entre o catodo (negativo - repele os elétrons) e o anodo (positivo - atrai os elétrons), os elétrons são direcionados e se chocam contra o ponto focal do anodo. Cerca de 99% da energia resultante do choque dos elétrons é convertida em calor. Até 1% da energia é convertida em fótons (raios-x).

A produção do raio-x é mostrada abaixo na figura 3:

Figura 3: Produção de raio-x

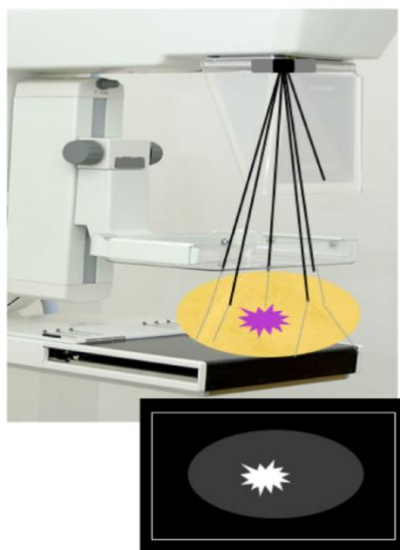


Fonte: JALES (2015).



Sobre a formação da imagem, esta ocorre quando os raios-X são originados em poucos segundos e direcionados para a mama. Nesse intercâmbio atravessam a mama ou são desviados ou absorvidos, dependendo de variáveis, tais como: a espessura mamária, a constituição do parênquima e a presença de patologias. Os raios-X quando passam pela mama são detectados pela mamografia convencional (filme), pela radiologia computadorizada (CR) ou pelo receptor digital (DR). As interações do raio-X com as mamas ocorrem conforme figura 4:

Figura 4: Interações do raio-X com as mamas.



Fonte: JALES (2015)

Através da tecnologia CR, a imagem obtida da mama é armazenada em uma placa de fósforo temporariamente (Figura 5). Já na DR, a radiação é processada para o formato digital diretamente (Figura 6).

Figura 5: Placa de fósforo



Fonte: JALES (2015).

Figura 6: Mamógrafo Digital -DR



Fonte: JALES (2015).

É de grande valia salientar, que o laudo produzido a partir dos dados obtidos pela mamografia segue uma classificação mundial, criada pelo Colégio Americano de Radiologia (ACR) (MORSCHI, 2019).

No Brasil, seguindo as Diretrizes para a Detecção Precoce do Câncer de Mama, revisto e publicado em 2015, a mamografia é o método indicado para o rastreamento do câncer de mama na rotina da intenção integral à saúde da mulher, por ser o exame de maior eficiência utilizado para redução da mortalidade desta neoplasia (SOUZA, 2016). Isto porque, os mamógrafos têm apresentado uma alta capacidade para diagnosticar lesões cada vez menores, conforme explica o INCA (BRASIL, 2007). De acordo com Coelho (2015), este exame apresenta tecnologia necessária para promoção de um diagnóstico hábil.

### **2.5.1 Sistema Bi-rads**

De acordo com a Fiocruz (2018) O Bi-rads “*Breast Imaging Reporting and Data System*”, que traduzido para o português pelo Colégio Brasileiro de Radiologia significa: “Sistema de Laudos e Registro de Dados de Imagem da Mama” é um sistema desenvolvido pelo Colégio Americano de Radiologia que se configura como um glossário de termos definidos com o intuito de padronizar um parecer e um procedimento conduzido pelas imagens de diagnóstico das mamas: mamografia, ultrassonografia e a ressonância magnética.

Esse sistema, utilizado como preditor de malignidade ou preditivo positivo, visa, sobretudo, orientar ao médico sobre o procedimento a ser adotado fundamentado nos achados mamográficos que podem ser: negativos, benignos, provavelmente benignos, suspeitos e altamente suspeitos (BERUBE et al., 1998).

Esse sistema estabelece, portanto, uma padronização dos laudos emitidos, tornando possível estabelecer um comparativo por diferentes radiologistas e medidas a serem tomadas diante de achados mamográficos típicos, liquidando divergências entre laudos produzidos por estes, permitindo que, de modo seguro, prediga-se que: 1- nas classes I e II verifica-se benignidade; 2- pequena chance de malignidade na classe III; 3- variação do índice de malignidade na classe IV, com necessidade de investigação com estudo histopatológico; 4- na classe V existe uma alta especificidade para malignidade, sendo necessário uma detalhada investigação do médico em todos os casos (VIEIRA; TOIGO, 2002).

O Bi-rads 0 é uma categoria que, tanto na mamografia, como na ultrassonografia tem como significado uma avaliação inconclusiva, sendo necessária a realização de uma nova avaliação (MATOS et al., 2017)

## **2.6 A termografia**

De acordo com Aldo Di Carlo (1995), a termografia consiste na medição da temperatura da pele, por contato ou à distância, por meio da utilização de materiais luminescentes. Os procedimentos tradicionais, tais como: termopares, termômetros e termistores precisam da temperatura do ponto de detecção para a criação de um mapa térmico. Este método promove uma exibição imediata de todos os pontos térmicos, mesmo que a área a ser examinada seja ampla, podendo mais facilmente fazer a identificação da presença de pontos quentes e frios, das diferenças térmicas entre as duas partes simétricas da superfície do corpo, bem como, propicia a definição de padrões específicos.

Para Bezerra (2007), a termografia pode ser empregada também para obtenção de informação acerca do estado de funcionamento de um processo, equipamento ou componente. Esse exame faz uso da radiação infravermelha que é emitida pelos organismos com o objetivo de medir as temperaturas ou fazer a identificação das diferenças no padrão de distribuição de calor. Não faz emissão de radiação ionizante e é uma técnica não-invasiva.

Já para Incropera et al. (2008), a termografia é um procedimento que faz a associação da radiação térmica (que compreende os raios ultravioleta, a faixa do infravermelho e a luz visível no espectro da onda eletromagnética) à taxa na qual a energia é propagada pela matéria como resultado de sua temperatura não-nula. Ou seja, a radiação térmica é frequentemente emitida por todo corpo com temperatura acima do zero absoluto.

Bezerra (2007) sugere que os raios infravermelhos emitidos pela pele podem ser convertidos em um valor de temperatura, e isso se dá por conta do elevado valor de emissividade do corpo humano. É válido destacar que o uso da termografia na área médica se deu devido a dois fatores importantes: por ser uma técnica não invasiva e por promover a investigação de efeitos fisiológicos invisíveis em outros métodos diagnósticos. Lembrando que as particularidades desse exame podem ser complementares a outros tipos de diagnósticos por imagens. Entre a aplicabilidade da

termografia, a detecção do câncer mamário é uma das mais promissoras e mais remotas (NG, 2009).

Segundo Bezerra (2013), as mudanças na temperatura da mama podem estar associadas ao ciclo menstrual ou a uma possível gestação. Vale salientar que em mamas saudáveis a distribuição dessa temperatura acontece de modo simétrico, isto é, essas modificações ocorrem de alguma maneira em ambas as mamas. Havendo uma elevada assimetria na distribuição de temperaturas das mamas, possivelmente, uma das mamas estará com algum tipo de patologia.

A assimetria ocorre devido às células cancerígenas produzirem em excesso, o óxido nítrico (NO), gerando uma nova vascularização, denominada de angiogênese (YAHARA *et al.*, 2003). No processo de angiogênese é fundamental que ocorra o fluxo constante de nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos tumores. Há a elevação do fluxo de sangue na região promovendo assim, o aumento da temperatura local (ARAÚJO, 2014).

Para Bezerra (2013), a termografia observa a elevação da temperatura local da superfície da mama. A diferença de temperatura entre o tecido normal e o tecido doente difere entre 2º C a 3º C, com o valor mais alto sendo observado na superfície da pele onde está situado o tumor. NG e Sudharsan (2004), afirmam que a formação dos novos vasos acontece bem antes do surgimento dos nódulos, e isso faz com que a termografia tenha um relevante papel no diagnóstico precoce para o câncer de mama.

Assim, utilizada juntamente com o exame clínico, esse procedimento tem uma sensibilidade para detecção desse tipo de câncer próxima à da mamografia em mulheres com a faixa etária menor que 50 anos.

## **2.7 Avaliação Tecnológica em Saúde**

Segundo definições do Ministério da Saúde (BRASIL, 2006) a avaliação tecnológica em saúde (ATS) consiste em uma ação ampliada de averiguação dos efeitos clínicos, econômicos e sociais do uso das tecnologias na área da saúde, oriundas ou já existentes desde a pesquisa, desenvolvimento até a redução gradativa.

Para Krauss-Silva (2004) a ATS é uma ferramenta que se destina a colaborar para a escolha entre opções de tecnologias individuais ou o conjunto de tecnologias usadas com a mesma finalidade, buscando atender a uma mesma demanda ou

problema de saúde, que podem ser desde medicamentos a procedimentos diagnósticos, protocolos, práticas clínicas, terapias ou equipamentos de saúde fundamentados em comprovações científicas.

Assim, Almeida e Infantosi (1998) definem a ATS como sendo um método sistemático que viabiliza a avaliação dos efeitos de uma tecnologia em determinada população. Tem como base de investigação a eficiência, êxito, segurança, riscos, custos, relações de custo-efetividade, custo benefício, equivalência, regras, consequências econômicas e ambientais das tecnologias, assim como outros aspectos relacionados a tomada de decisões dos gerentes em saúde (BRASIL, 2006).

Segundo o Ministério da Saúde (BRASIL, 2009) a ATS é uma ferramenta que visa garantir os três princípios básicos: a descentralização, que redistribui o poder, assim como a responsabilidade entre os gestores em seus diferentes níveis. Nesse sentido, a inserção de uma determinada tecnologia na saúde é regularizada por diversos agentes, a exemplo da ANVISA, que regulariza a entrada de tecnologia no mercado, além de informar a respeito da segurança, indicação, uso, preço e benefícios que devem ser exercidos no mercado para que possam ser comercializados no Brasil.

A finalidade da ATS é possibilitar que os sistemas ou organizações de saúde ampliem e aprimorem o cuidado e o bem-estar do paciente, expandindo sua qualidade e otimizando a relação custo e eficiência dos produtos destinados à saúde (NITA et al., 2009). E isto se dá por meio da adoção de métodos quantitativos de revisão sistemática de literatura, metanálise de estudos clínicos e modelagens econômicas em detrimento de métodos qualitativos (GAUVIN et al., 2011; FACEY et al., 2010).

Todavia, estudos como realizados por Facey et al., (2010) e Drummond e Tarricone (2013) questionam a centralização dos métodos em abordagens quantitativas. Para estes autores, o conhecimento sobre as impressões, as vivências e os valores de clientes e usuários destas tecnologias, assim como da população em geral, podem colaborar para um processo avaliativo mais fidedigno às demandas sociais existentes, tornando mais democráticas as decisões tomadas, conseqüentemente, aprimorando a análise dos efeitos dessas tecnologias sobre a saúde.

A postura de se considerar a opinião dos usuários no processo de avaliação de tecnologias passou a acontecer com a formulação da Rede Brasileira de Avaliação de Tecnologias (REBRATS) que tem um canal que permite aos usuários do SUS

sugerirem temas para serem analisados, como por exemplo análise de cobertura e a incorporação de tecnologias que são obtidas por meio de consultas e audiências públicas determinadas pela Comissão Nacional de Incorporação de Tecnologias do SUS (BRASIL, 2017).

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 *Prevenindo o câncer mamário*

A prevenção deste câncer é de extrema relevância e divide-se em primária e secundária. Na prevenção primária, geralmente, são realizadas as medidas e condutas mais simples e que se referem aos hábitos de vida da paciente (alimentação, sedentarismo, ingestão de bebida alcoólica excessiva e controle da obesidade). É na prevenção primária que as mulheres fazem o autoexame das mamas sem o uso de técnicas mais específicas (FREITAS; TERRA; MÊRCES, 2011).

A prevenção primária do câncer mamário ainda demonstra algumas limitações, já que não existe uma causa definida. Ressalta-se que um número elevado de tumores de mama que são detectados, inicialmente, pela própria mulher, evidencia a importância da Auto palpação. Contudo, ainda não se tem um consenso sobre a sua recomendação, uma vez que não colabora para a diminuição de óbitos de mulheres por esse tipo de câncer (INCA, 2014).

A auto palpação das mamas pode desencadear efeitos negativos, a exemplo da elevação do índice de biopsias de lesões benignas, visto que ao fazer o autoexame, a mulher pode sentir maior segurança do resultado, eliminando a procura por outros procedimentos de maior confiabilidade (OSHIRO et al., 2014).

De acordo com Ohl et al. (2015), pesquisas sugerem que a maioria dos nódulos descobertos através da Auto palpação das mamas geralmente são menores (em torno de 0,6 cm) daqueles detectados acidentalmente e, infelizmente, menos de 50% da população feminina não realizam o autoexame. Assim, a auto palpação das mamas é não considerada como um procedimento de diagnóstico precoce. Contudo, entende-se que esse procedimento precisa ser ensinado e divulgado durante atividades de educação em saúde, visando estimular o autocuidado e o autoconhecimento do próprio corpo pela mulher.

A prevenção secundária, por sua vez, é aquela realizada por meio do Exame Clínico das Mamas (ECM) conduta feita por médicos ou enfermeiros capacitados e no rastreamento realizado por meio do exame mamográfico (BRASIL, 2010). Saliencia-se que depois da faixa etária dos 40 anos, toda mulher necessita ser submetida ao exame clínico das mamas uma vez por ano. E aquelas mulheres que são classificadas no



grupo de risco elevado devem fazer o ECM anualmente a partir da faixa etária de 35 anos (OHL et al., 2015).

O exame clínico das mamas deve ser uma conduta rotineira no momento da realização do exame ginecológico, e tem como finalidade a detecção de câncer maligno ou de qualquer outra patologia incidente. Lembrando que o ECM demanda momentos propedêuticos obrigatórios, ainda que as mamas aparentem normalidade à simples inspeção (INCA, 2014).

Entre os benefícios do ECM, são evidenciados a sua sensibilidade, baixo custo, inocuidade, bem como uma melhor aceitação por parte do segmento feminino, sobretudo, se a profissional for uma mulher. Já uma das desvantagens desse exame é que tumores menores que dois (2) cm de diâmetro podem ser impalpáveis. Ressalta-se também que o limite da normalidade no tecido da mama é complicado de ser definido por conta das às transformações dinâmicas observadas nas mamas ao longo da vida das mulheres. A partir daí, que surgiu a definição acerca das alterações funcionais benignas da mama, anteriormente chamadas de doença fibrocística ou displasia mamária (BRASIL, 2010).

Muitas são as técnicas de investigação de diagnóstico por imagem que podem ser empregadas para avaliação de um nódulo mamário, a saber: a ressonância magnética, o ultrassom com Doppler colorido, tomografia com emissão de pósitrons e a cintimamografia com Tc-99m Sestamibi, mamografia e atermografia (EVANS et al. 2000).

Para Chala e Barros (2007), um tumor palpável na região mamária pode ser observado durante o autoexame da mama, através do exame clínico ou retrospectivamente após o exame da mamografia de rastreamento. Perceber um tumor pelo exame físico pode ser muito complicado, uma vez que as mamas possuem combinações variáveis de tecido glandular, fibrose e gordura. Habitualmente, os tumores verdadeiros são assimétricos em relação à outra mama, diferentes dos tecidos que os circundam e são geralmente tridimensionais.

Diante disso, quando não é possível a evidência de tumores da mama é imprescindível que seja feita uma avaliação diagnóstica por imagem objetivando caracterizar o nódulo palpável e averiguar a presença de lesões adicionais em toda a extensão mamária. É de grande valia lembrar que nem todos os nódulos palpáveis são observáveis pelas técnicas convencionais de diagnóstico por imagem (NAZÁRIO; RÊGO; OLIVEIRA, 2007).

Chala e Barros (2007), afirmam que para que seja feito o diagnóstico de nódulos mamários palpáveis, são utilizadas diferentes modalidades, a exemplo da mamografia, ultrassom e termografia, no entanto, um estudo realizado em que foi feito um comparativo entre eles, sugeriu que a mamografia é o procedimento mais sensível para o diagnóstico do câncer mamário.

Contudo, outro exame que vem se mostrando como método possível para diagnóstico de tumores mamários é a termografia para mulheres mais jovens. Na literatura atual, diversos autores têm recomendado como método adjuvante para o diagnóstico do câncer de mama o uso de imagens térmicas por infravermelho, em decorrência de sua alta sensibilidade para detectar mínimas alterações metabólicas relacionadas aos tumores malignos e outras doenças, complementando métodos já consolidados pela comunidade médica, como o caso da mamografia e o exame clínico. Todavia, apesar deste potencial, o mesmo não pode ser utilizado sozinho como diagnóstico para o câncer de mama (MALHEIROS; IGNÁCIO, 2015).

Não obstante, é válido ressaltar que a termografia encontra fundamento no princípio de que a atividade metabólica e a circulação vascular nos tecidos pré-cancerígenos; assim como, na área em torno do tumor mamário em desenvolvimento, quase sempre são maiores do que no tecido normal da mama, assim, por conta da sensibilidade deste exame, os sinais iniciais de tumor mamário podem ser vistos no espectro de temperatura (SIEBRA et al., 2009).

A termografia utiliza o infravermelho para observar tumores em estágio inicial mesmo que estes não sejam palpáveis. De modo que esta radiação não ionizante tem a capacidade de identificar alterações metabólicas que podem servir de alerta para o médico no que se refere ao desenvolvimento de um tumor. O câncer aumenta consideravelmente a vascularização na região mamária e, por conseguinte, a temperatura nessa região tende a aumentar. Sendo assim, a termografia indica quaisquer alterações metabólicas suspeitas, além de ser um procedimento totalmente seguro, confortável e isento de radiação (MALHEIROS; IGNÁCIO, 2015).

### **3.1.1 Mamografia e o diagnóstico precoce**

Segundo o INCA, a mamografia para mulheres com diagnóstico de câncer mamário é indicada para o controle na realização de exames periódicos, mesmo que não sejam percebidas alterações. Além disso, ressalta-se que a forma mais eficiente para detecção do câncer mamário é o exame clínico das mamas, realizado pelo profissional de saúde, em atendimento hospitalar qualificado para essa atividade. Por isso, é imprescindível que a mulher conheça o próprio corpo por meio do autoexame e caso perceba alguma mudança, busque atendimento médico hospitalar qualificado para essa atividade (INCA, 2016).

Siqueira (2006) afirma que para a detecção precoce desse tipo de câncer empregam-se métodos propedêuticos, que estão classificados como clínicos e instrumentais (exame físico e autoexame; mamografia e ultrassonografia), admitidos por análise cito histológica. A mamografia é um método capaz de revelar lesões em fase precoce de pequenos milímetros que promove a detecção inicial do câncer de mama.

Barros et al., (2001), destacam que o autoexame das mamas é considerado um meio estratégico de rastreamento do câncer, o período indicado para fazer o autoexame é logo após uma semana do início da menstruação. A partir dos 20 anos de idade e para as mulheres que não menstruam, é essencial a escolha arbitrária de um dia do mês para fazer o autoexame.

Ressalta-se que os métodos e exames mais usados para o diagnóstico do câncer mamário é a observação da mama por meio do ato de apalpar pelo profissional da área, com a finalidade de investigar se há nódulos ou outras alterações nessa região, sendo fundamental realizar o exame seguindo todas às recomendações técnicas do Consenso para o Controle do Câncer de Mama (INCA, 2012).

De acordo com Santos (2008), nódulos com pequenos milímetros são facilmente detectados neste exame, fazendo com que haja a sua detecção inicial. Por meio de um aparelho de raio, o mamógrafo, é feito esse exame. Nesse exame, a mama é comprimida para obtenção de uma visualização mais aprofundada, fornecendo informações e diagnóstico.

Para Souza (2016), a mamografia é o procedimento recomendado para o rastreamento de carcinoma mamário no cotidiano da intenção integral à saúde da mulher, isso se dá por ser um exame que vem apresentando eficiência elevada no

que concerne o diagnóstico precoce, e conseqüentemente, a redução da mortalidade desta doença, pois, os mamógrafos vêm apresentando uma alta capacidade no diagnóstico de lesões muito pequenas.

Segundo Coelho (2015), a mamografia possui uma tecnologia de ponta para promoção de um diagnóstico eficiente. Apesar disso, a eficácia desse diagnóstico vai depender também de profissional qualificado para execução do procedimento de forma apropriada, como também realizar o desenvolvimento da técnica radiológica de maneira correta, exigindo de cada profissional envolvido, o conhecimento e a dedicação necessária.

Todavia, achados na literatura evidenciam forte controvérsia e também incoerência referente às diversas orientações nas diretrizes para o rastreamento do câncer de mama, emitidas por diferentes organizações altamente respeitadas (SMITH et al., 2004; AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS AND GYNECOLOGISTS, 2011; INCA, 2015a), principalmente, tratando-se da idade para o início do rastreamento, assim como os exames recomendados.

Destarte, conforme Pereira (2010), o protocolo nacional para a prevenção do câncer mamário determina que a realização da mamografia seja a cada dois anos em mulheres com idade superior a 50 anos; no caso de mulheres inseridas no grupo de risco, a rotina do exame deve ser em mulheres na faixa etária de 35 anos.

Soares (2011) enfatiza que mulheres que estão inseridas no grupo de risco são caracterizadas a partir do momento que possuem um desses fatores: histórico familiar de câncer mamário antes dos 50 anos de idade ou de câncer bilateral ou de ovário; histórico familiar de câncer de mama masculino; e diagnóstico histopatológico de lesão mamária proliferativa com atipia ou neoplasia lobular in situ. Quando a paciente possui um desses fatores de risco, precisa realizar o seu acompanhamento previsto, reduzindo a idade de 50 anos para os 35 anos.

### **3.1.2 Mamografia na faixa etária menor de 50 anos**

A recomendação oficial do INCA é que o exame mamográfico seja realizado rotineiramente a cada dois anos, a partir da faixa etária dos 50 anos e que o exame clínico seja feito a partir dos 40 anualmente. Mas, mulheres com elevado risco para o desenvolvimento deste tipo de câncer, ou seja, aquelas com histórico familiar, histórico próprio ou mutações genéticas precisam ser submetidas a esse exame

anualmente a partir da idade de 35 anos, acompanhada de exame clínico (MERCOLA, 2018).

Correia (2010) salienta que para a população de mulheres mais jovens, não existe indicação oficial, uma vez que o INCA se fundamenta em comprovações científicas e pesquisas iniciais concluem que os benefícios e vantagens das intervenções se apresentam a partir dos 40 anos. O *Journal of the National Cancer Institute* publicou que a Associação de Câncer dos Estados Unidos criou uma tabela de risco de desenvolvimento do câncer de mama em mulheres, por faixa etária no intervalo de 10 anos, conforme quadro a seguir (Tabela 1)

Tabela 1: Risco de câncer de mama por faixa etária

Intervalo de faixa etária	Risco
20 – 30 anos	1/1.837
30 – 40 anos	1/234
40 – 50 anos	1/70
50 – 60 anos	1/40
60 – 70 anos	1/28
70 – 80 anos	1/26

Fonte: Inca (2015).

Observando esses dados, fica claro que a mulher só deve ser submetida a mamografia após os 40 anos, haja vista que os benefícios desse antes dessa faixa etária é baixo. Contudo, de acordo com o INCA (2016), a incidência do câncer é maior entre mulheres com mais de 50 anos, mas, o número de casos em mulheres mais jovens tem crescido consideravelmente.

Dados de relatórios feitos pela organização Britânica *Cancer Research UK* (Pesquisas para o Câncer do Reino Unido) sugerem que um índice elevado de mulheres abaixo da faixa etária dos 50 anos tem sido diagnosticado com câncer mamário. No Reino Unido, mais de 10.000 mulheres com idade menor que 50 anos receberam o diagnóstico desse câncer, indicando que uma em cada cinco mulheres desenvolveram essa doença e nos Estados Unidos mulheres entre 25 a 39 anos foram diagnosticadas com câncer mamário em estágio avançado (MERCOLA, 2018).

Segundo Katz (2012), no mundo, 22% das mulheres na faixa etária de 25 a 35 anos de idade desenvolveram câncer de mama e as causas do aumento no índice ainda não estão completamente esclarecidas pela comunidade médica. No entanto,

provavelmente, a mudança de hábitos sociais das mulheres no decorrer dos últimos 10 anos tenha um papel relevante para essa alteração, além, da herança genética.

Uma pesquisa publicada na revista norte americana Oncotarget confirma que a hereditariedade não é o principal causador do surgimento dessa doença nessa faixa etária. O Instituto do Câncer do Estado de São Paulo (ICESP), realizou uma investigação e concluiu que aproximadamente 80% dos casos são oriundos de mutações nas células mamárias não herdadas pelos pais. Para se chegar a esse resultado, houve a análise de casos de 79 mulheres com menos de 36 anos e diagnosticadas com este tipo de câncer. Somente 13 mulheres, ou seja, 16,4% desenvolveram a doença devido mutações germinativas nos genes BRCA1 e 2, que estão relacionados com herança genética (FERREIRA, 2018).

Nessa premissa, independente da causa para o aparecimento desse tipo de câncer, é fundamental o diagnóstico precoce, independente da faixa etária, já que este é um meio de prevenção, pois, ajuda a identificar o câncer em fases iniciais, período em que a doença pode apresentar um melhor prognóstico (MERCOLA, 2018).

Os métodos existentes que são empregados para a detecção precoce do câncer mamário não reduzem a incidência; no entanto, podem contribuir para a diminuição da mortalidade pela doença. Entre estes métodos está a termografia, que é um exame ainda pouco usado pela comunidade médica brasileira para detecção precoce do câncer de mama, mas que tem se apresentado bastante seguro e eficaz (SIEBRA et al., 2009).

### **3.1.3 Mamografia na faixa etária de 50 a 69 anos**

De acordo com Lisboa (2009), a mamografia é radiografia da mama que propicia detectar precocemente os cânceres mamários, e isso ocorre porque esse exame tem maior capacidade de revelar as lesões que estão em estágio inicial, ou seja, aquelas que medem milímetros. O exame é realizado em um aparelho de raio X específico, designado de mamógrafo. Nele, a mama é comprimida com o objetivo de observar mais profundamente e, por conseguinte, obter melhores imagens, e, melhor capacidade de diagnóstico.

Conforme o Ministério da Saúde (BRASIL, 2014), a mamografia, por ser um instrumento imprescindível para detecção precoce de neoplasia mamária, deve ter acesso assegurado pelos serviços de saúde, uma vez que, a realização deste exame

pode promover a redução da mortalidade por este tipo de câncer em mulheres. Contudo, é de grande valia mencionar, que muitos são os empecilhos que precisam ser superados pelos administradores dos serviços de saúde no país, no que concerne a atenção integral à saúde das mulheres, sobretudo, aquelas que estão inseridas nas classes mais vulneráveis da sociedade brasileira.

Para o INCA (2009), o controle dessa neoplasia mamária é visto como prioridade pela política de saúde brasileira. Diante dessa premissa, existe uma grande necessidade de propiciar o acesso ao diagnóstico precoce a todas as mulheres que buscam auxílio nos serviços públicos.

Concernente às mulheres entre a faixa etária de 50 a 69 anos de idade. A rotina de rastreamento preconizada é a realização anual do ECM e da mamografia a cada dois anos. Na programação de procedimentos é imprescindível prever que, em determinado ano, 50% das clientes farão rastreamento através do ECM, complementado pela mamografia em casos em que o ECM for alterado; e 50% farão ECM e mamografia, independente dos achados no ECM (BRASIL, 2008).

De acordo com o INCA (2009), os profissionais da medicina ou enfermeiros podem requerer a mamografia diagnóstica em casos que exista alguma suspeita, sem considerar a idade da mulher. O médico também deve solicitar à cliente, entre 50 e 69 anos, a realização da mamografia para rastreamento. Nesses casos, a intenção é monitorar mulheres saudáveis através de exames regulares, com a finalidade de diagnóstico precoce de possíveis casos de neoplasia mamária e redução da taxa de mortalidade na faixa etária de maior risco e incidência.

Lisboa (2009) salienta que o SUS garante a toda mulher o acesso gratuito ao exame mamográfico. Esse exame, como qualquer outro feito pela rede de saúde pública ou complementar, vai depender da recomendação de um médico, já que é este profissional que indica à paciente se deve ou não se submeter a este exame, após ter conhecimento do seu histórico familiar, sua idade ou pela suspeita de alguma alteração.

#### **3.1.4 O emprego da termografia no diagnóstico precoce**

A termografia foi desenvolvida no Canadá, por Ray Lawson quando ele notou uma elevação da temperatura em mamas de pacientes com câncer mamário, nos anos de 1950. Esse cirurgião teve acesso a dados acerca de um equipamento militar

de imagem infravermelha, que foi descartado, e a partir daí fez uso do mesmo para obtenção de imagens em muitas mulheres com carcinoma mamário (MAY, 2002).

A partir do uso desse equipamento foi comprovado que a percepção subjetiva de aumento da temperatura era verdadeira, e que por isso, poderia ser transformada em imagem com relevante finalidade no diagnóstico dessa doença. Assim sendo, pode-se dizer que a Termografia foi criada para o diagnóstico de câncer ginecológico e, atualmente, há indicação que a mesma tenha grande potencial em ampliar a sua eficiência, e como consequência, salvar milhares de mulheres.

Desde essa época, a termografia vem sendo muito estudada, objeto de vários estudos e publicações. Aproximadamente, 1.200 artigos foram publicados, desde que a termografia surgiu. Abordam sobre seu uso no diagnóstico e acompanhamento do carcinoma mamário (BOTSARIS, 2017). Ressalta-se que duas linhas de pensamentos, até hoje ainda ocorrem, uma é adepta de que a termografia mostra eficácia no diagnóstico precoce do câncer de mama; a outra é contrária.

Posteriormente ao desenvolvimento da Termografia, em torno do fim dos anos de 1960 e início da década de 1970, esse exame passou a ser muito utilizado em programas do diagnóstico precoce desse câncer. Foi nessa mesma época que a mamografia, também se desenvolveu e passou a ser outra opção para o diagnóstico precoce dos carcinomas mamários.

A partir disso, os pesquisadores passaram a ter opiniões diferentes acerca do uso dessa tecnologia. Dividiram-se em: os favoráveis que destacavam a sua eficiência (boa sensibilidade e especificidade), enquanto que outros desqualificavam a termografia como um procedimento pouco confiável e impreciso. É evidente que os equipamentos da época, eram embrionários, insipientes e as imagens obtidas eram menos sofisticadas e eficientes que as desenvolvidas atualmente. Salientando também que esse método possui também outras fragilidades.

Blackwell e Farrell (1979) afirmam que a termografia não informava precisamente o local do tumor, havendo um número elevado de falsos positivos (termogramas anormais em mulheres sem câncer), problemas que eram bem reduzidos com a mamografia. Mesmo assim, levando em consideração as limitações dos equipamentos empregados, justificava o uso da termografia, haja vista que, um índice considerável de lesões malignas, eram identificadas através desse exame, após avaliação de uma mamografia analisada como normal (BOTSARIS, 2017).



Nessa época, muitos estudiosos já recomendavam que a Termografia fosse empregada juntamente com outros métodos de diagnóstico, a exemplo do exame clínico, a mamografia e a ultrassonografia, como meio de ampliação da eficácia do diagnóstico.

Bazhenova et al. (1979 apud BOTSARIS, 2017) fizeram um screening com exame clínico, termografia e mamografia com uma amostra de 850 mulheres, e obtiveram uma porcentagem de 84% de diagnósticos precoces. Já Baggs e Amor (1979) recomendaram a realização de exame clínico mais termografia, como primeira fase do screening, posteriormente, realizaram um estudo em dois grupos de mulheres, todas assintomáticas, com uso da mamografia; o primeiro grupo com uma amostra de 1538 pacientes na faixa etária entre 35 e 49 anos, e o segundo com 1102 pacientes acima dos 50 anos.

Nos dois grupos foram diagnosticados 12 casos de câncer (24 em sua totalidade), e a sensibilidade do método foi considerada boa. Já a pesquisa de Lapayowker e Revesz (1980), fez a combinação de ultrassom com a termografia que teve como resultado uma melhoria na eficácia em relação aos dois métodos feitos separadamente. Isso quer dizer que de uma forma ou de outra, já nesse período muitos pesquisadores mostravam bons resultados com o emprego da termografia em conjunto com outros exames diagnósticos, e recomendavam que fosse incorporada, definitivamente, nos métodos de screening para diagnóstico precoce do carcinoma mamário. Parte relevante da literatura apresenta a importância do uso da termografia como parte dos exames de screening para diagnóstico precoce câncer mamário.

Botsaris (2017) destaca que diferentes estudos, tanto internacionais quanto nacionais, trouxeram contribuições sobre a eficiência da termografia, entre eles estão: Baggs e Amor (1979), Giani (1979), Gautherie e Gros (1980) e Goldberg et. al (1981), entre outros. Esses estudiosos, em suas séries clínicas, mostravam uma taxa de precisão diagnóstica próxima de 80%, com índices de 6 a 9% de falso-negativos e aproximadamente 12% de falso-positivos.

É válido destacar que esses números eram ligeiramente inferiores àqueles referentes à mamografia. Esses pesquisadores traziam como argumento, entre as vantagens da termografia: celeridade do procedimento, custo reduzido, equipamento leve e de fácil transporte, procedimento indolor, ausência de exposição à radiação, potencial para diversas repetições da imagem caso seja necessário, e a capacidade para diagnóstico de tumores invisíveis na mamografia, como já anteriormente citado.

Esses benefícios não foram suficientes para que o grupo contrário mudasse de opinião. Muitas publicações relevantes, em revistas conceituadas com amostragens grandes de pacientes, alegavam que a termografia era imprecisa; por isso, sua realização era um custo desnecessário e que não contribuía para o diagnóstico precoce de tumores malignos da mama.

Diante desse resultado, em meados da década de 1980, a termografia foi deixada de lado, o número de estudos realizados foi reduzido para menos da metade daqueles realizados na década de 1970. De acordo com Siebra et al. (2017), estudos a partir do ano de 2013 indicam a termografia como exame para rastreamento e diagnóstico de carcinoma mamário. Entretanto, estudos adicionais ainda são necessários para aumentar as evidências e esclarecer o papel da termografia.

### **3.1.5 A termografia infravermelha**

O uso da termografia infravermelha encontra-se condicionado a duas situações indispensáveis: a primeira, refere-se a diferença de temperatura entre os corpos observados e a segunda, ao uso de equipamentos adequados para a aplicação da técnica, ou seja, o imageamento termográfico que é obtido a partir do uso de câmeras aptas a identificar a radiação infravermelha (Figura 7) (IBARRA-CASTANEDO, 2005).

Figura 7: Termografia infravermelha



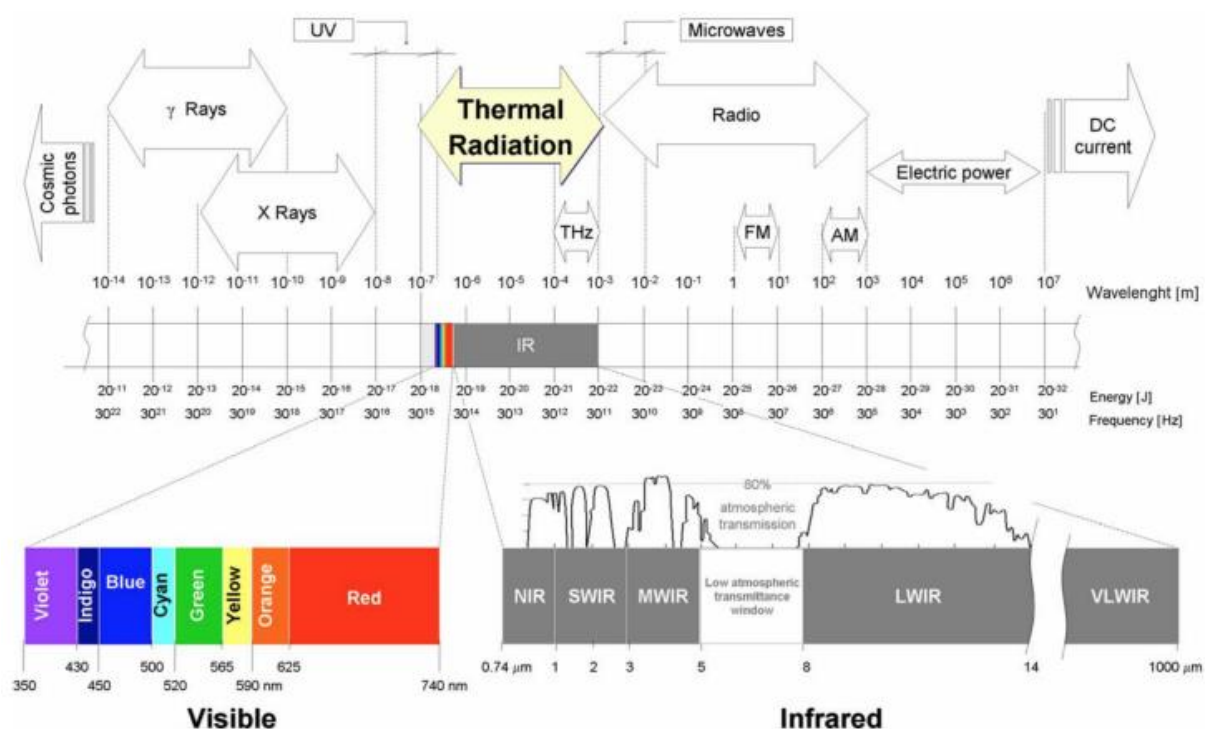
Fonte: BRIOSCK (2017).

Todo corpo que possui temperatura superior a zero absoluto emite radiação infravermelha. A radiação térmica advinda do corpo é capturada pela câmera de infravermelho que a converte em imagem, demonstrando as temperaturas distribuídas nas superfícies deste corpo (BEZERRA, 2007).

O infravermelho é a faixa do espectro de ondas eletromagnéticas iniciadas no limiar das frequências de comunicações que se prolongam até o limite junto com a radiação da cor vermelha da luz visível. Neste contexto, o infravermelho, ao interagir com a matéria, tem energia somente para conduzir as moléculas à vibração, tendo como resultado de sua absorção o aquecimento do material que é proporcional a atividade vibracional (BEZERRA et al., 2006).

Segundo Ibarra-Castanedo (2005) a radiação infravermelha não pode ser observada a olho nu, de modo que sua visualização ocorre por meio da imagem infravermelha que é obtida através de uma câmera termográfica. A (Figura 8) apresenta o espectro eletromagnético onde são observados os comprimentos de onda, a nomenclatura, a energia e frequência de algumas faixas do espectro eletromagnético, tendo em evidência a radiação térmica e espectro infravermelho.

Figura 8: Espectro eletromagnético

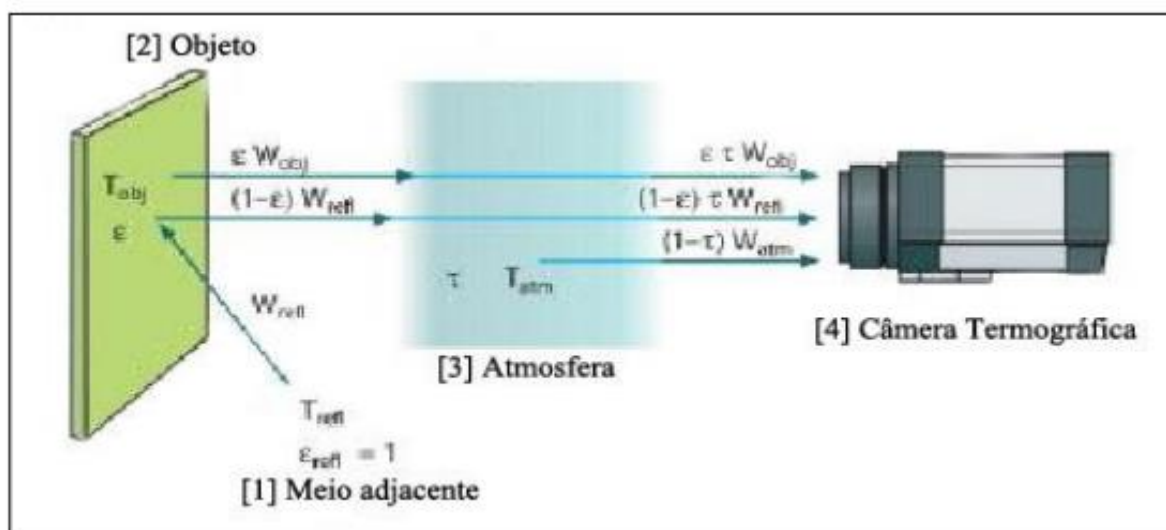


Fonte: Ibarra-Castanedo (2005).

Todavia, Araújo (2009) explica que a radiação que chega até a câmera não advém somente da temperatura do corpo, mas de outros parâmetros de grande importância que influenciam na mediação da temperatura de uma superfície pela câmera da termografia, já que a radiação mensurada sofre variação em decorrência da emissividade do corpo e da radiação refletida pelo meio sobre o objeto, que pode incidir no resultado da medição; assim como, da atmosfera ao redor do objeto, podendo absorver parte da radiação emitida. Deste modo, para se obter a medida precisa da temperatura é importante estabelecer os parâmetros do objeto tais como: emissividade, temperatura refletida, distância e umidade relativa (Figura 9).

Figura 9: Representação esquemática simplificada da forma de mediação termográfica.

Figura 9: Representação esquemática simplificada de mediação de termográfica.



Fonte: Araújo (2009).

Na figura acima, o autor supracitado esquematiza de forma sintetizada a forma de medição termográfica, de modo que a radiação do objeto e a refletida sobre o mesmo, antes de alcançar a câmera, é amenizada pela atmosfera, sendo compensada pela câmera ao gerar a imagem por meio de correlações internas.

Neste contexto, Ring e Ammer (2000) enfatizam que a termografia por imagem infravermelha, para produzir resultados clínicos com alto índice de confiabilidade com resultados precisos, deve ter a técnica utilizada sob padrões definidos.

Sua aplicabilidade na área médica fundamenta-se em padrões físicos da radiação de calor e termorregulação do corpo humano. Assim, estudos realizados para determinadas doenças por meio da termografia devem ter seus resultados publicados em literatura aptos a serem comparados entre si, o que significa serem submetidos a uma mesma metodologia. Todavia, não existe um padrão internacional para a temperatura que avalie o diagnóstico por termografia para uma doença específica ou no caso presente, valor de referência normal para as mamas em decorrência da variação de dois aspectos: metabolismo do paciente e a temperatura ambiente (SOUZA et al., 2015).

E para a avaliação dos resultados obtidos na termografia são empregadas as técnicas de classificação que são: medidas de acurácia, sensibilidade e especificidade e a matriz de confusão.

De acordo com Pinheiro et al. (2015) e Vasconcelos (2017), a sensibilidade representa a proporção de uma amostra que possui um problema que culminou em resultados positivos no teste de diagnóstico, isto é, é a possibilidade do teste ser positivo quando o problema está presente. A especificidade é a proporção de uma amostra em estudo sem o problema determinado e que possui resultados dos testes negativos, ou seja, é a probabilidade de o teste ser negativo, quando o problema está ausente.

A esse respeito Gonçalves (2017, p. 26) destaca que:

A acurácia está relacionada à proporção de instâncias corretamente classificadas (considerando-se todas as classes) e é calculada pela expressão 1. A sensibilidade, por sua vez, refere-se à proporção de casos e cânceres corretamente classificados como cancerígenos e é calculada pela expressão 2. A especificidade diz respeito à proporção de casos normais (sem câncer) corretamente classificados como normais e é calculada pela expressão 3.

De acordo com Borchartt (2013 apud GONÇALVES, 2017) em imagens médicas, a seguinte nomenclatura é utilizada: Verdadeiro Positivo (VP) indica a quantidade de casos doentes classificados de forma correta como casos doentes; Verdadeiro Negativo (VN) está relacionado ao número de casos saudáveis classificados corretamente como casos saudáveis; Falso Positivo (FP) é o número de casos saudáveis que foram classificados incorretamente como casos doentes; Falso Negativo (FN) é o número de casos doentes classificados erroneamente como casos saudáveis.

Os cálculos de acurácia, sensibilidade e especificidade são apresentados abaixo (Figura 10).

Figura 10: Cálculo de acurácia, sensibilidade e especificidade

$$\text{Acurácia} = \frac{VP + VN}{VP + FP + VN + FN}$$

Expressão 1 - Cálculo da Acurácia extraído de (BORCHARTT, 2013)

$$\text{Sensibilidade} = \frac{VP}{VP + FN}$$

Expressão 2 - Cálculo da Sensibilidade extraído de (BORCHARTT, 2013)

$$\text{Especificidade} = \frac{VN}{VN + FP}$$

Expressão 3 - Cálculo da Especificidade extraído de (BORCHARTT, 2013)

Fonte: Gonçalves (2017).

Vasconcelos (2017) afirma que quanto mais sensibilidade e especificidade tiver um teste, maior é a sua capacidade de produzir diagnósticos verdadeiros e/ou corretos. Isso implica dizer que, a eficiência de um classificador pode ser calculada por meio dos indicadores de sensibilidade e especificidade para a classe que compõe a amostra.

É válido salientar que levando em conta o fato de que em um diagnóstico pode existir verdadeiros negativos, verdadeiros positivos, falsos negativos e falsos positivos, e que os verdadeiros positivos e os verdadeiros negativos são os acertos da pesquisa em questão, e os falsos negativos e falsos positivos são os erros existentes na mesma. A frequência de erros e acertos inserida em uma tabela é denominada de matriz de confusão. Analisando uma amostra constituída por duas classes, onde Classe A é avaliada como a classe positiva e a Classe B como a negativa, a matriz de confusão dessa amostra é apresentada abaixo (Figura 11).

Figura 11: Exemplo de uma matriz de confusão

		CLASSIFICAÇÃO		
		Classe A	Classe B	
VERDADEIRO	Classe A	VP	FN	VP+FN= n° de amostras da Classe A
	Classe B	FP	VN	FP+VN= n° de amostras da Classe B

Fonte: Vasconcelos (2017).

É importante destacar que a matriz de confusão de um classificador propicia detalhadamente o desempenho do modelo de classificação usado. Isso ocorre ao recomendar, para cada classe, o número de classificações verdadeiras em relação ao número de classificações indicadas pelo modelo. Há quem pondere que importa somente a sensibilidade para cada classe, o que pode ser expresso também pela matriz de confusão normalizada por linha (GOLDSCHMIDT; BEZERRA; PASSOS, 2015; VASCONCELOS, 2017).

### **3.1.6 Rastreamento do câncer de mama com termografia**

De acordo com Kennedy, Lee e Seely (2009), a termografia clínica da mama faz o registro da variação da temperatura cutânea. O calor inato do corpo humano é considerado como um sinalizador de alguma doença, não sendo algo recente, ou seja, vem sendo observada desde a época de Hipócrates, desde o início do processo histórico da medicina. Contudo, a evolução da utilização dos medidores de temperatura para a detecção de imagens térmicas através da radiação infravermelha para a aplicação médica se tornou real a partir de 1957, com o físico canadense Ray Lawson.

Segundo Fitzgerald e Berentson-shaw (2012), o emprego de imagens térmicas foi utilizado pela primeira com o intuito de observar um câncer de mama. Para isso, foi levado em consideração a variação da temperatura cutânea em decorrência da elevação da vascularização, vasodilatação e do recrutamento de células inflamatórias onde estava situado o desenvolvimento do tumor.

A partir de então, a termografia vem sendo utilizada para o rastreamento do câncer de mama. De acordo com o estudo de Vreugdenburg et al. (2013) sobre a aplicação da termografia, evidenciou-se sensibilidade reduzida (39%) do método. Entretanto, o recente progresso de câmeras de infravermelho de alta resolução trouxe, mais uma vez, o interesse no emprego do método para detecção do câncer mamário.

Alguns resultados de revisões sistemáticas acerca da eficácia do rastreamento do câncer de mama com a aplicação da termografia mamária sugerem que não foram identificadas pesquisas sobre a eficácia do rastreamento com termografia na redução da mortalidade geral ou por câncer mamário.

No tocante a recomendação do rastreamento com uso da termografia, o Ministério da Saúde do Brasil estabelece que seja realizado em conjunto com a mamografia, não devendo ser feito isoladamente (recomendação contrária forte: os possíveis danos provavelmente superam os possíveis benefícios) (BRASIL, 2015).

Algumas discussões referentes a essa recomendação existem, pois, mesmo não havendo estudos que confirmem a eficácia do rastreamento com termografia, algumas revisões sistemáticas fizeram a identificação de estudos que tratam sobre a acuidade desse exame de imagem em casos de rastreamento e de confirmação diagnóstica.

Fitzgerald e Berentson-Shaw (2012) identificaram tão somente um estudo de baixa qualidade no que se refere à acuidade da termografia no rastreamento do câncer mamário. Seu resultado sugere que a sensibilidade e a especificidade de imagens termográficas da mama foram, concomitantemente, de 61% e 74%, quando confrontadas com a mamografia. Todavia os dados dessa revisão sistemática devem ser analisados com prudência, haja vista que esse estudo apresentou vários problemas quanto à sua legitimidade.

O estudo de Vreugdenburg et al. (2013) também não encontrou nenhuma pesquisa que trata sobre a eficácia do rastreamento com uso de termografia. Pois, todos os estudos contidos são de acuidade diagnóstica e mostraram ampla heterogeneidade nos resultados de especificidade e sensibilidade.

É válido destacar que a “existência de evidências no que se refere à eficácia de uma modalidade de rastreamento é um dos pré-requisitos básicos para a indicação do uso de métodos de rastreamento” (BRASIL, 2015, p. 99). Diante disso, Brodersen, Jorgensen e Gotzsche (2010) salientam que a não existência dessas evidências é suficiente para não haver a recomendação da termografia como método de



rastreamento do câncer mamário na prática clínica. Ademais, os danos potenciais advindos de resultados falso-positivos e falso-negativos e de sobre tratamento não foram suficientemente estudados (VREUGDENBURG et al., 2013). Em face das evidências disponíveis atualmente, seu uso como método de rastreamento deve ser restrito ao ambiente de pesquisa.

## 4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesse estudo foi de revisão narrativa de literatura. A revisão da literatura narrativa em comparação à revisão sistemática se constitui como um tipo de pesquisa mais amplo, mais aberto; dificilmente parte de um questionamento específico bem definido, não exigindo assim, um protocolo rigoroso para sua construção; a busca das fontes não é pré-determinada e específica (CORDEIRO et al., 2007).

Os estudos de revisão narrativa são publicações abrangentes, apropriadas para descrever e discutir a fundamentação teórica ou o “estado da arte” de uma determinada temática, sob o ponto de vista teórico ou contextual. Compõem, essencialmente, de análise da literatura publicada em artigos, livros, publicações de bases de dados, revistas impressas e/ou eletrônicas, com interpretação e análise crítica pessoal do autor.

Já para Rodgers et al. (2007), a revisão narrativa consiste na descrição e discussão teórico-reflexiva de investigações já produzidas concernentes a um determinado assunto (atual e relevante), bem como, é um tipo de pesquisa que oportuniza o acesso e o processamento do conhecimento e de novas ideias sobre um tema, permitindo a sua emolduração de modo sumarizado e em espaço temporal curto.

A busca dos estudos foi realizada nos meses de outubro e novembro de 2019 e setembro de 2021 nas bases eletrônicas Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Pubmed.gov. e *IEEE transaction on medical image* e Google Acadêmico. Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *breast cancer, thermography, diagnostic e mammography*.

Em relação aos procedimentos de seleção e critérios, os artigos foram classificados em três tipos: acesso livre, acesso restrito a cadastro no site de origem e os artigos pagos.

Em relação aos filtros utilizados, o 1º Filtro está relacionado à Seleção das publicações relevantes que abrangem os critérios de inclusão e exclusão.

✓ **Os critérios de inclusão foram:**

- C11. Publicações na íntegra;
- C12. Publicações nos idiomas Inglês e Português;
- C13. Publicações que atendam aos objetivos da pesquisa;
- C14. Publicações cujas pesquisas foram realizadas em seres humanos (mulheres).

✓ **Os critérios para exclusão foram:**

- CE1. Resumos;
- CE2. Publicações em idiomas diferentes do exigido;
- CE3. Publicações encontradas em mais de uma base de dados (duplicados);
- CE4. Publicações de acesso restrito (cadastro/pago);
- CE5. Publicações anteriores a 2013.
- CE6. Publicações cujas pesquisas foram realizadas com não humanos (cães / camundongos).
- CE7. Publicações que não atendiam aos objetivos da pesquisa

O 2º Filtro foi à seleção das publicações a partir de critérios de qualidade. Foram considerados os periódicos com classificação QUALIS CAPES A1, A2, B1 e B2; periódicos com revisão por pares; originalidade do tema e estrutura do trabalho considerando a aplicação do método científico.

O 3º Filtro foi à seleção dos dados relevantes (SDR) que objetivou certificar que os artigos selecionados são essenciais à pesquisa, uma vez que, eventualmente os filtros de inclusão e exclusão poderia selecionar publicações inapropriadas ou descartar artigo relevante.

Assim, com a realização das buscas os títulos e resumos dos trabalhos foram analisados e revisados de acordo com os critérios de inclusão. Das 1.966 publicações obtidas, inicialmente nas bases de dados pesquisadas, 607 foram no PubMed, 555 na BVS, 27 na IEE e 777 no Google Acadêmico.

A partir das buscas iniciais foi feita a aplicação dos filtros que resultou em 22 artigos na BVS, após aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram removidas 18 publicações, resultando em um total de quatro (4) artigos nessa base de dados. Na PubMed, as buscas iniciais resultaram em 607 publicações. Após aplicação dos filtros,

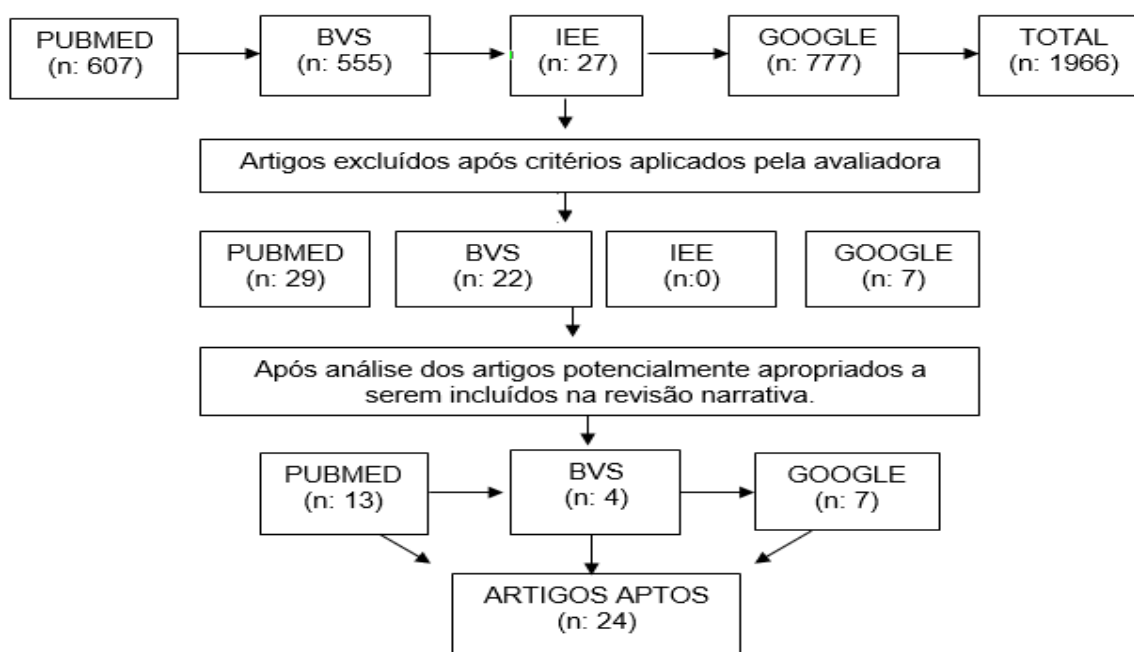
totalizaram 29 artigos que com a leitura e aplicação dos critérios de inclusão e exclusão foram removidos 16 artigos. A amostra final ficou com 13 publicações.

Salienta-se que foram também utilizados outros filtros nas buscas, a saber: texto completo, tipo de documento, ano de publicação e idioma (português e inglês).

A busca inicial na IEEE apresentou o total de 27 publicações, após aplicação dos filtros, totalizou o número de zero (0) artigos. Já a busca inicial no Google Acadêmico resultou em 777 publicações. Após inserção dos filtros foram excluídos 770 artigos, resultando no total de 7 trabalhos aptos para compor a revisão narrativa.

Em suma, após o refinamento do material encontrado, 24 estudos foram incluídos nesta revisão narrativa, conforme apresentado no fluxograma 1.

Figura 12: Fluxograma das buscas realizadas nas bases de dados.



Fonte: Dados de Pesquisa nas Bases de Dados de Saúde (out/nov., 2019, set. 2021)

Os resultados obtidos foram, por fim, resumidos e sumarizados em forma de tabela, somente com a seleção final, visando detectar intercessão de conhecimento entre os artigos selecionados e agrupá-los conforme afinidade. No procedimento para análise, os dados obtidos sofreram avaliação quanto aos aspectos quantitativos e qualitativos e posteriormente, foram apresentados em forma de categorias de acordo com a análise temática categorial de Bardin.

A análise temática categorial de Bardin é um conjunto de técnicas de análise das comunicações com o intuito de obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (qualitativos ou não) que permitam a dedução de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011)

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os 24 estudos selecionados foram encontrados nas seguintes bases eletrônicas: 13 (PUBMED), 04 (BVS) e 07 (GOOGLE ACADÊMICO). Para melhor esclarecimento do leitor, foi elaborado um quadro sinóptico (Quadro 1) no qual são apresentados os achados, descritos segundo seus respectivos títulos e autorias dos estudos, ano de publicação, objetivo, tecnologia estudada, comparativo, principais resultados e limitações (quando disponibilizados \*).

Quadro 1 – Apresentação da síntese dos artigos incluídos na Revisão Narrativa.

<b>Artigo 1</b>	<b>Evaluation of the Diagnostic Power of Thermography in Breast Cancer Using Bayesian Network Classifiers.</b>
Autor / Ano	Cruz-Ramirez et al. (2013)
Objetivo	Avaliar o poder diagnóstico da termografia no câncer de mama por meio de classificadores de rede bayesiana.
Tecnologia estudada	Termografia (classificadores de rede Bayesiana com validação cruzada estratificada de 10 vezes.)
Comparativo	Biópsia aberta
Amostra	98 casos: 77 (câncer de mama)21 (saudáveis)
Tipo de estudo	Estudo de caso-controle
Resultados	Os resultados de precisão, sensibilidade e especificidade para os três classificadores de rede Bayesiana foram: Acurácia 71.88% $\pm$ 12.61 (NaiveBayes); 76.10% ( $\pm$ 7.10) (Hill-Climber); 76.12% ( $\pm$ 7.19) (Repeated Hill-Climber); Sensibilidade 82% (74-91) (NaiveBayes); 97% (94-100) (Hill-Climber); 99% (96-100) (repeated Hill-Climber); Especificidade (37%) (15-59) (NaiveBayes); 0% (0-0) (Hill-Climber); 0% (0-0)(repeated Hill-Climber).
Limitação	Número de casos e do desequilíbrio do número de classes relacionados a base de dados utilizada, sendo necessário coletar mais dados para que testes mais exaustivos possam ser realizados.
<b>Artigo 2</b>	<b>A Systematic Review on the Effectiveness of Thermography in Diagnosis of Diseases.</b>
Autor / Ano	Haniyeh et al. 2013
Objetivo	identificar sistematicamente e analisar as evidências disponíveis relacionadas à eficácia do contato técnica de termografia no diagnóstico de diferentes doenças
Tecnologia estudada	Termografia de contato
Comparativo	*
Amostra	14 artigos, sendo 4 destinados ao câncer de mama.
Tipo de estudo	Revisão sistemática da literatura pública e cinzenta, com revisão narrativa para síntese de dados.
Resultados	4 estudos realizados com câncer de mama, sendo 3 estudos transversais realizados: no Japão com 48 participantes com avaliação de qualidade moderado; Canadá com 420 pacientes, relativamente bom e Canadá com 214 pacientes com avaliação boa respectivamente. O quarto estudo foi de caso-controle, realizado nos EUA com 428 resultados normais e 36 pacientes com avaliação de qualidade relativamente bom.
Limitação	Por causa dos estudos não homogêneos nesta revisão, não fomos capazes de sintetizar os dados usando meta-análise nesta revisão (CRD,2009).
<b>Artigo 3</b>	<b>Evaluation of digital infraered thermal imaging as an adjunctive screening method for breast carcinoma: A pilot study.</b>

Autor / Ano	Mufazzal et al. 2014
Objetivo	Avaliar a técnica Digital infra-red termal imaging (DITI) no cenário indiano.
Tecnologia estudada	Infravermelho térmico digital imagem Termografia digital
Comparativo	Avaliação tripla (exame clínico, exame radiológico e histopatológico)
Amostra	1008 pacientes do sexo feminino com idades entre 20 e 60 anos sem diagnóstico anterior de câncer de mama.
Tipo de estudo	Estudo piloto
Resultados	DITI mostrou resultados promissores com sensibilidade 97,6%, especificidade 99,17%, positivo valor preditivo 83,67% e valor preditivo negativo 99,89%.
Limitação	*
<b>Artigo 4</b>	<b>The association of infrared imaging findings of the breast with prognosis in breast cancer patients: an observational cohort study.</b>
Autor / Ano	Li An Vu et al. 2014
Objetivo	Avaliar se os achados de imagem infravermelho (IR) estão associados ao prognóstico em pacientes com carcinomas invasivos da mama.
Tecnologia estudada	Imagem Infravermelho (IR)
Comparativo	Exame histopatológico
Amostra	143 pacientes com câncer mamário invasivo comprovado, sendo excluídos os casos que receberam quimioterapia neoadjuvante antes da cirurgia
Tipo de estudo	Estudo de coorte
Resultados	Durante um acompanhamento médio de 2451 dias (6,7 anos), 31 pacientes morreram. Com base nos riscos proporcionais de Cox Modelo, o sinal IR1 (a temperatura do local do câncer menos a do local de imagem no espelho contralateral) foi positivamente associada à mortalidade na análise univariada (razão de risco de mortalidade geral [HR], 2,29; $p = 0,03$ ; específico da doença mortalidade HR, 2,57; $p = 0,04$ ), bem como a análise multivariada após o controle de fatores clínico-patológicos (geral mortalidade HR, 3,85; $p = 0,01$ ; mortalidade específica por doença (HR, 3,91, $p = 0,02$ ). Em pacientes com doença em estágio clínico I e II, IR1 também foi positivamente associado à mortalidade (HR de mortalidade geral, 3,76; $p = 0,03$ ; HR de mortalidade específica da doença, 4, 59; $p = 0,03$ ). Entre os pacientes com doença de nódulo negativo, IR1 e IR5 (padrão termográfico assimétrico) foram associada à mortalidade ( $p = 0,04$ para IR1 e IR5, teste qui-quadrado).
Limitação	Existem algumas limitações neste estudo. O tamanho da amostra era limitado; portanto, não estratificamos ainda mais os subtipos moleculares em mais detalhes. Além disso, o tratamento protocolos mentais eram heterogêneos devido a diferentes subtipos moleculares e estágios, que podem influenciar sobrevivência. Não incluímos pacientes que se submeteram a quimioterapia neoadjuvante e não fomos capazes de realizar estudos seriados de IR da mama para monitorar o tratamento resposta da quimioterapia neoadjuvante. Finalmente, nós não comparamos a imagem de IR com outro modelo de diagnóstico de doenças, como mamografia, ultrassom, ressonância magnética ou PET.
<b>Artigo 5</b>	<b>Wavelet-based multifractal analysis of dynamic infrared thermograms to assist in early breast cancer diagnosis.</b>
Autor / Ano	Gerasimova et al. 2014
Objetivo	Realizar uma análise multifractal auxiliada por computador de imagem dinâmica de infravermelho (IR), por meio do método multi-escala baseado em Walvelet, buscando verifica-lo como um método eficiente para identificar mulheres com risco de câncer de mama.
Tecnologia estudada	Digital infrared termal imaging (DITI).
Comparativo	*
Amostra	33 mulheres com idades entre 37 e 83 anos que passaram por cirurgia para remoção do tumor maligno confirmado histologicamente e 14 mulheres com idades entre 23 e 79 anos com mamas saudáveis
Tipo de estudo	Estudo de caso-controle

Resultados	Usando um método multi-escala baseado em wavelet para analisar as flutuações temporais da temperatura da pele da mama coletadas de um painel de pacientes com câncer de mama diagnosticado e algumas voluntárias com seios saudáveis, mostramos que a complexidade multifractal das flutuações de temperatura observada em mamas saudáveis é perdida nas glândulas mamárias com tumor maligno
Limitação	Identificar os mecanismos de regulação que se originam em uma perda da dinâmica da temperatura multifractal será um passo importante para compreender o desenvolvimento do câncer de mama, o crescimento e a progressão do tumor.
<b>Artigo 6</b>	<b>A Novel Model for Smart Breast Cancer Detection in Thermogram Images.</b>
Autor / Ano	Kazerouni; Zadeh, Haddadnia, 2014.
Objetivo	Estudar uma classificação de densidade do tecido mamário e modelo de recuperação de imagem com base na análise bidimensional de componentes principais PCA, 2DPCA e 2D), 2 técnicas de PCA.
Tecnologia estudada	Digital infrared thermal imaging (DITI).
Comparativo	*
Amostra	400 imagens termográficas capturadas e coletadas do Hakim Sabzevari Medical Imaging Group in the Vasei Hospital.
Tipo de estudo	Estudo prospectivo
Resultados	A sensibilidade e especificidade do modelo são 100% e 98%, respectivamente.
Limitação	*
<b>Artigo 7</b>	<b>Semi-automated Breast Cancer Tumor Detection with Thermographic Video Imaging.</b>
Autor / Ano	Krithika et al. 2015
Objetivo	Avaliar quão bem a termografia detecta casos de malignidade comprovada por citologia aspirativa por agulha fina (FNAC) – biópsia; além de avaliar um sistema de triagem baseado em vídeo que permita a visualização de tumores em ângulos diferentes
Tecnologia estudada	Thermographic Video Imaging.
Comparativo	Mamografia correlacionada com sono-mamografia em 65FNAC e biópsia de trucut.
Amostra	65 pacientes
Tipo de estudo	Estudo de coorte
Resultados	A termografia teve uma sensibilidade comparável de 94% a mamografia e sono-mamografia correlacionada sensibilidade de 95% nos casos de malignidade comprovada. Uma ferramenta de visualização desenvolvida pela equipe com mapeamento isoterma auxiliou na triagem manual. Semiautomática detecção de termografia resultou em sensibilidade semelhante à detecção de especialista com sensibilidade de 97%, usando o assunto algoritmo de localização de tumor de fusão multifuncional específico. Lá foram alguns pontos quentes ou vasos sanguíneos proeminentes no contra mamas laterais detectadas em cerca de um terço dos casos por meio de o algoritmo semiautomático, que não é observado em mamografia / sono-mamografia. Especialistas observaram suaves pontos mais quentes em 18% dos casos ou vascularização proeminente em um adicional de 7% de casos em mamas contra-laterais.
Limitação	Avançar nos estudos comparativos são necessários para encontrar a especificidade termográfica em tumor benigno e normal.
<b>Artigo 8</b>	<b>Semi-automated Breast Cancer Tumor Detection with Thermographic Video Imaging.</b>
Autor / Ano	Shi Lin et al. 2015
Objetivo	Adquirir a curva $q-r$ da intensidade de calor, variando com a profundidade da tomografia com base nas temperaturas características de distribuição de tumores em diferentes estágios.
Tecnologia estudada	Thermal tomography $q-r$ curve.
Comparativo	Imagens de ultrassom B, raio-x de alvo de molibdênio e exame patológico



Amostra	34.977 casos clínicos confirmados com doença de mama de seis grandes hospitais cooperativos, sendo 12.973 casos confirmados para tumor maligno de mama.
Tipo de estudo	Estudo de coorte
Resultados	<p>Houve dois casos confirmados de tumor maligno de mama. 1 é diagnosticado com tumor maligno de mama típico que é muito comum na doença da mama, como carcinoma ductal invasivo, e o outro é diagnosticado com tumor de mama maligno atípico que raramente é visto na doença da mama, como medular carcinoma:</p> <p>Mulher A tem 32 anos. Houve uma área anormal de alta temperatura no lado superior esquerdo da mama esquerda. a grande maioria do q – r curva estava na seção da malignidade e a intensidade do calor q aumentou visivelmente com a profundidade da tomografia térmica raphy. Assim, foi diagnosticado como tumor maligno pelo q – r análise de curvas. Os exames de raio-x de MT e o B-ultrassônico deram positivo para tumor maligno e o exame patológico determinou carcinoma ductal invasivo de segundo estágio em conformidade com os exames supracitados.</p> <p>Mulher B tinha 41 anos. Houve uma área anormal de alta temperatura acima da mama direita. Um ponto foi escolhido na área selecionada para fazer a análise da curva q - r tomografia térmica. A grande maioria da curva q – r colocou-se na seção de malignidade e a intensidade do calor q aumentou conspicuamente com a profundidade da tomografia térmica. Assim, foi diagnosticado como tumor maligno pela curva q – r análise. A imagem correspondente do TM raio-x, de onde se podia ver que havia uma massa atrás da papila direita, o limite estava claro, e uma calcificação rara poderia ser visto. A B-ultra-sônico mostrou que havia muito hipoecóico, mas atrás da papila direita e o eco era uniforme. O perfil era irregular, o limite era obscuro, e no Doppler os sinais eram fortes. Os dois exames acima deram o resultado de um tumor maligno. Pelo exame anatomopatológico, foi diagnosticado como carcinoma medular</p>
Limitação	No caso de existirem várias fontes de calor por baixo do tecido de superfície que contribui para um ponto de temperatura mais alto na superfície cara, nossa discussão é a seguinte: se a distância entre as múltiplas fontes de calor é relativamente próxima e aparece aproximadamente totalmente esférica, podemos considerar as múltiplas fontes de calor como um para analisar. No entanto, se as fontes de calor forem distribuídas em uma linha reta que é vertical à superfície do tecido, então o método de análise da curva q - r não é adequado para este caso.
<b>Artigo 9</b>	<b>Assessing the Potential of Thermal Imaging in Recognition of Breast Cancer.</b>
Autor / Ano	Zadeh et al., 2015.
Objetivo	Determinar o valor diagnóstico das doenças do tecido mamário com a ajuda da termografia.
Tecnologia estudada	termo-imagem que utiliza sistema de termografia com infravermelho sem contato câmara (modelo InfReC R500).
Comparativo	Ultrassonografia.
Amostra	60 pacientes com suspeita de doença de mama, que foram encaminhadas ao Imam Khomeini Imaging Center.
Tipo de estudo	Estudo de coorte
Resultados	A precisão da identificação da técnica de assimetria é, respectivamente, 91/89% e 92/30%. Além disso, a precisão da localização exata de identificação está em 61/53% e 75%. A abordagem também se mostrou eficaz na identificação de lesões heterogêneas, fibroadenomas e massas intraductais, mas não eco-ISO e massas calcificadas.
Limitação	A termografia apresenta-se como uma técnica de assimetria fraca e não detecta a localização exata da microcalcificação. Outro ponto importante é que a termografia é ineficiente para as pessoas que já sofreram de câncer tiveram o conteúdo do tecido mamário evacuado.
<b>Artigo 10</b>	<b>Comparative Multifractal Analysis of Dynamic Infrared Thermograms and X-Ray Mammograms.</b>
Autor / Ano	Gerasimova et al., 2016.

Objetivo	analisar as flutuações espaciais da densidade da mama em mamografias de raios-X do mesmo painel de pacientes. Em comparação com as correlações de longo alcance e anticorrelações nas flutuações de rugosidade, respectivamente observadas nas áreas densas e gordurosas da mama, alguma mudança significativa na natureza das flutuações da densidade da mama com alguma perda clara de correlações é detectada na vizinhança de tumores malignos. combinamos a análise de termogramas IR dinâmicos e mamografias de raios-X para mostrar que as alterações no ambiente de um tumor maligno de mama podem ser detectadas com técnicas de rastreamento não invasivas comumente usadas.
Tecnologia estudada	Termogramas infravermelhos dinâmicos
Comparativo	Mamografias de raios-x
Amostra	33 mulheres com idades entre 37-83 anos diagnosticadas com câncer de mama que passaram por cirurgia e teve malignidade confirmada histologicamente.
Tipo de estudo	Pesquisa exploratória
Resultados	Em comparação com as correlações de longo alcance e anticorrelações nas flutuações de rugosidade, respectivamente observadas nas áreas densas e gordurosas da mama, alguma mudança significativa na natureza das flutuações da densidade da mama com alguma perda clara de correlações é detectada na vizinhança de tumores malignos. Isso atesta alguma desorganização arquitetônica que pode afetar profundamente a transferência de calor e a termomecânica relacionada nos tecidos mamários, corroborando a mudança para flutuações de temperatura monofractal homogêneas registradas em mamas cancerosas com a câmera IR.
Limitação	esses resultados merecem ser confirmados para um grupo maior de pacientes em diferentes estágios de desenvolvimento do câncer.
<b>Artigo 11</b>	<b>Full intelligentcancerclassificationofthermalbreastimagestoassistphysician in clinical diagnostic applications.</b>
Autor / Ano	Lashkari; Pak; Firouzma 2016
Objetivo	Avaliar o desempenho da termografia infravermelha da mama por meio do algoritmo proposto para auxiliar os médicos na detecção precoce do câncer de mama
Tecnologia estudada	termografia infravermelha da mama com algoritmo (pré-processamento e segmentação, extração de recursos, seleção e classificação de recursos). Validação cruzada 20 e 22 vezes para mamas esquerda e direita respectivamente.
Comparativo	Métodos anteriores:Nicandro et al. (2013); Dinshaand Manikandaprabu (2014); Acharya et al (2012); Zadeh et al (2011); Yaneli et al. (2012); Araujo et al (2014).
Amostra	67 pacientes com suspeitas de câncer de mama (670 imagens) banco de dados nativo obtido com o auxílio de Fanavaran Madoon Ghermez (FMG) e
Tipo de estudo	Estudo prospectivo.
Resultados	Os resultados obtidos no banco de dados nativo mostraram o melhor e significativo desempenho do algoritmo proposto em comparação aos estudos semelhantes. De acordo com os resultados experimentais, GA combinado com AdaBoost com precisão média de 85,33% e 87,42% nas imagens da mama esquerda e direita com 0 grau, GA combinado com AdaBoost com precisão média de 85,17% nas imagens da mama esquerda com 45 graus e mRMR combinado com AdaBoost com acurácia média de 85,15% nas imagens da mama direita com 45 graus, e também GA combinado com AdaBoost com acurácia média de 84,67% e 86,21%, nas imagens da mama direita e esquerda com 90 graus, são as melhores combinações de seleção de recursos e classificador para avaliação de imagens de mama.
Limitação	*
<b>Artigo 12</b>	<b>Comparison of the Accuracy of Thermography and Mammography in the Detection of Breast Cancer.</b>
Autor / Ano	Omranipour et al. 2016
Objetivo	Determinar a sensibilidade e especificidade da termografia, em comparação com a mamografia, na diferenciação de doenças benignas e malignas em lesões mamárias submetidas a biópsia e revisão histológica.
Tecnologia estudada	Sistema de termografia médica (FMG-MED IR).

Comparativo	Mamografia direta totalmente digital da Hologic. Para avaliar o coeficiente de concordância das diferentes modalidades de imagem na diferenciação de massas benignas de malignas, obteve-se os valores de kappa de Cohen. Esse valor foi de 0,52 para mamografia (p-valor 0,000) e foi de 0,209 para termografia (p-valor 0,005), o que significa que a mamografia foi mais poderosa do que a termografia para a diferenciação de lesões benignas e malignas.
Amostra	132 Mulheres atendidas na clínica da mama em Teerã com qualquer reclamação relacionada à mama ou apenas para rastreamento oportunista.
Tipo de estudo	Estudo prospectivo
Resultados	132 pacientes foram incluídos. A mediana da idade de todos os pacientes foi de 49,5 ± 10,3 anos (variação de 24-75 anos). A sensibilidade, especificidade, PPV, NPV e precisão para mamografia foram 80,5%, 73,3%, 85,4%, 66,0% e 76,9%, respectivamente, enquanto para termografia os números foram 81,6%, 57,8%, 78,9%, 61,9%, e 69,7%, respectivamente.
Limitação	A precisão da termografia foi menor do que a da mamografia (69,7% vs. 76,9%), mas o estudo tem algumas limitações: O tamanho da amostra é pequeno e todas as densidades de massa ou semelhantes a massa foram examinadas. Além disso, casos bastante inadequados, como: mulheres idosas ou obesas mórbidas, estágios avançados de câncer e grandes tamanhos de mama, foram incluídos no estudo.
<b>Artigo 13</b>	<b>Supportive Noninvasive Tool for the Diagnosis of Breast Cancer Using a Thermographic.</b>
Autor / Ano	Garduño-Ramon et al. 2017
Objetivo	Apresentar um sensor termográfico IR cuja aplicabilidade pode detectar câncer de mama.
Tecnologia estudada	Termogramas da mama.
Comparativo	*
Amostra	Grupo voluntário de 454 mulheres de diferentes idades e estágios de câncer.
Tipo de estudo	Estudo de coorte.
Resultados	Seguindo o protocolo de aquisição de imagens proposto, a sensibilidade e especificidade obtidas aumentaram para 0,8684 e 0,8943, respectivamente, e uma eficiência de segmentação de 90,30% foi alcançada.
Limitação	*
<b>Artigo 14</b>	<b>Quantitative Study of Thermal Disturbances Due to Nonuniformly Perfused Tumors in Peripheral Regions of Women's Breast.</b>
Autor / Ano	Makrariya e Adlakha, 2017
Objetivo	Fornecer aos cientistas biomédicos percepções vitais das mudanças térmicas que ocorrem devido à forma e ao tamanho da mama e do tumor, que podem influenciar o desenvolvimento de protocolos de termografia para diagnóstico de tumores na mama feminina.
Tecnologia estudada	Modelo de elemento finito bidimensional
Comparativo	A mamografia é a técnica mais popular para detecção de tumores. A segunda técnica popular é o ultrassom. A termografia está atrasada em relação à mamografia e ao ultrassom. No entanto, nenhuma dessas técnicas é totalmente precisa. A combinação de mamografia e termografia aumenta a sensibilidade e especificidade, o que é útil para detectar tumores em estágio inicial.
Amostra	*
Tipo de estudo	Estudo piloto
Resultados	Ao selecionar os parâmetros apropriados do modelo, mostramos a variação térmica espacial em peito amadurecido de diferentes formatos que podem ser replicados pelo modelo proposto. Também mostramos os distúrbios térmicos causados por diferentes formas e tamanhos de tumores, selecionando os valores apropriados dos parâmetros. Além disso, as informações térmicas desse modelo fornecem a base para a previsão da forma e do tamanho dos tumores em termos de alteração da inclinação dos perfis de temperatura na junção do tumor com os tecidos normais e a periferia do tumor e o núcleo do tumor.

Limitação	A termografia não amadureceu para detectar distúrbios e temperatura devido a tumor pequeno ou tumor em estágio inicial. Esses fatos nos motivam para novas pesquisas nesta área para o desenvolvimento da termografia.
<b>Artigo 15</b>	<b>Breast Cancer Detection Using Infrared Thermal Imaging and a Deep Learning Model.</b>
Autor / Ano	Mambou et al., 2018
Objetivo	Apresentar uma imagem clara da detecção do câncer de mama usando imagens infravermelhas e propor um modelo poderoso o suficiente para ajudar na detecção precoce do câncer de mama.
Tecnologia estudada	Imagem digital infravermelha.
Comparativo	Apesar da Mamografia ser o exame diagnóstico padrão-ouro para o diagnóstico do câncer de mama, pode acontecer falsos negativos, aonde 10 a 25% a totalidade de lesões malignas não são diagnosticadas de forma correta. Assim, durante a revisão da literatura, tornou-se aparente que o trabalho na área de detecção do câncer de mama do ponto de vista do cientista da computação poderia ser uma contribuição valiosa para o campo. Com isso uma técnica em particular parece ter um futuro promissor, devido à sua propriedade não imersiva e à quantidade significativa de dados que precisa ser processada com técnicas mais eficientes. A imagem infravermelha acoplada a um agente administrado previamente a um paciente pode levar a um detector de tumor muito preciso.
Amostra	Para este trabalho, as imagens foram retiradas do Research Data Base (DMR) contendo imagens de termogramas frontais, adquiridas por meio de uma câmera FLIR SC-620 IR com resolução de 640 x 480 pixels. O conjunto de dados contém imagens de mulheres com idades entre 29 e 85 anos. Essas imagens incluem seios de diferentes formas e tamanhos, como seios médios, largos e assimétricos.
Tipo de estudo	Revisão de literatura.
Resultados	A imagem digital infravermelha, que assume que uma comparação térmica básica entre uma mama saudável e uma mama com câncer sempre mostra um aumento na atividade térmica nos tecidos pré-cancerosos e nas áreas ao redor do câncer de mama em desenvolvimento.
Limitação	Os dados aqui descritos foram produzidos a partir de uma revisão de literatura. Além disso, por meio dessa pesquisa, percebeu-se que um diagnóstico auxiliado por computador (CAD) realizado por meio do processamento de imagens em infravermelho não poderia ser realizado sem um modelo como o modelo hemisférico.
<b>Artigo 16</b>	<b>Applicability of active infrared thermography for screening of human breast: a numerical study.</b>
Autor / Ano	Dua e Mulaveesala, 2018
Objetivo	Apresentar uma análise térmica quantitativa e qualitativa do câncer de mama usando um modelo computacional tridimensional da mama.
Tecnologia estudada	Modelo computacional tridimensional.
Comparativo	A técnica usada de forma mais ampla para detectar câncer de mama é a mamografia, mas ela possui suas limitações, incluindo a radiação exposição, custo, desconforto do paciente e, mais importante, uma alta taxa de falsos positivos. Como alternativa, é possível detectar tumores usando imagens infravermelhas, uma técnica que é não invasiva, sem contato e mais confortável para a paciente.
Amostra	*
Tipo de estudo	Análise térmica quantitativa e qualitativa do câncer de mama.
Resultados	Perfis anormais de temperatura da pele são uma indicação de doenças como o câncer. Assim, a termografia mamária é um procedimento para determinar se uma anormalidade está presente em distribuição da temperatura da superfície do tecido mamário. Essa anormalidade no perfil de temperatura pode indicar a presença de um tumor embutido.
Limitação	*
<b>Artigo 17</b>	The influence of size, depth and histologic characteristics of invasive ductal breast carcinoma on thermographic properties of the breast.
Autor / Ano	Mance et al. 2019

Objetivo	Avaliar três parâmetros específicos do carcinoma ductal invasivo da mama; características histológicas, tamanho do tumor e distância do tumor da pele e como eles influenciam a mama.
Tecnologia estudada	Termografia mamária usando uma câmera infravermelha especialmente projetada.
Comparativo	Apesar dos avanços técnicos no campo da termografia, ainda existem resultados contraditórios associados à termografia. Suas habilidades diagnósticas são geralmente mais pobres do que os métodos convencionais e seu uso no rastreamento do câncer de mama ou como uma ferramenta adjuvante para fins diagnósticos não é recomendado.
Amostra	Foram incluídas no estudo 50 pacientes adultas do sexo feminino com carcinoma ductal confirmado após uma biópsia nuclear devido a uma massa mamária suspeita.
Tipo de estudo	Estudo de Coorte
Resultados	Vinte e oito [56%] pacientes no estudo tiveram um termograma anormal. Após análise estatística, verificou-se que a temperatura da mama doente estava diretamente correlacionada com o volume do tumor [p = 0,009] e negativamente com a profundidade do tumor [p = 0,042]. Os tumores que eram tumores ER + e PR + produziram temperaturas mais quentes [p = 0,017 e p = 0,038 respectivamente] do que os tumores sem esses receptores. O status HER2 e o índice Ki-67 não tiveram correlação estatística com a temperatura da mama. O tamanho do tumor, a distância da superfície da pele e o status do receptor causam alterações nas propriedades termográficas da mama.
Limitação	Pesquisa com uma amostra pequena. São necessários mais estudos com um tamanho de amostra para simultaneamente analisar como o tamanho do tumor, a profundidade e as características histológicas influenciam as propriedades termográficas.
<b>Artigo 18</b>	<b>Evaluation of Breast Cancer by Infrared Thermography.</b>
Autor / Ano	Cervantes et al. 2020
Objetivo	Analisar automaticamente termogramas para diagnóstico de câncer de mama.
Tecnologia estudada	Termogramas
Comparativo	A termografia infravermelha não se destina a substituir a mamografia, mas é um excelente método / técnica primária utilizada antes que os pacientes sejam submetidos aos raios-X. Pode ser considerado como método diagnóstico complementar para melhorar a detecção do câncer de mama.
Amostra	206 termogramas de pacientes com suspeita de câncer de mama para análise.
Tipo de estudo	Estudo prospectivo.
Resultados	Uma análise mais aprofundada das imagens termográficas revela dados estatísticos da seguinte forma: de 206 pacientes, 8 verdadeiros positivos e 62 falsos positivos foram encontrados. Além disso, 136 eram classificados como verdadeiros negativos e não houve falsos negativos. Obtendo uma sensibilidade de 100% com uma especificidade de 68,68%, um valor preditivo positivo de 11,42% e um valor preditivo negativo de 100%.
Limitação	*
<b>Artigo 19</b>	<b>A comparative study of mammography, sonography and infrared thermography in detection of cancer in breast.</b>
Autor / Ano	Badiger; Moger, 2020
Objetivo	Comparar a eficácia da mamografia, ultrassonografia e termografia infravermelha em detecção de câncer de mama.
Tecnologia estudada	Mamografia, ultrassonografia e termografia.
Comparativo	A ultrassonografia tem maior sensibilidade do que a mamografia e a termografia infravermelha, mas é menos específica do que a mamografia. A mamografia é considerada mais específica (89,47%) do que a ultrassonografia e infravermelho termografia.

Amostra	50 pacientes que se apresentaram ao OPD cirúrgico com nódulo mamário suspeito foram avaliados por infravermelho termografia, ultra-sonografia e mamografia seguidas de biópsia do nódulo mamário
Tipo de estudo	Estudo clínico e prospectivo.
Resultados	De 50 pacientes, 31 pacientes tinham lesões mamárias malignas e 19 pacientes tinham lesões benignas na biópsia. A mamografia apresentou maior precisão e especificidade diagnóstica do que a ultrassonografia e a termografia. Como uma modalidade individual a sensibilidade da ultrassonografia foi maior do que a mamografia e a termografia.
Limitação	Em um país como a Índia a amostra foi considerada pequena. Uma vez que à luz da evolução da tecnologia da computação e da maturação da indústria termográfica adicional mais pesquisas são necessárias para confirmar a precisão do diagnóstico da investigação. Mais estudos comparativos e ensaios são necessários nesse multicentro.
<b>Artigo 20</b>	<b>Detection of Breast Pathology using Thermography as a Screening Tool.</b>
Autor / Ano	Hakim; Awale, 2020
Objetivo	Apresentar os métodos usados para diagnosticar anormalidades da mama.
Tecnologia estudada	Mamografia, termografia, ultrassonografia e ressonância magnética.
Comparativo	Mesmo observando a superioridade em relação aos outros métodos para detecção de câncer de mama em mulheres, este trabalho indica que a imagem térmica é capaz de rastrear patologias mamárias por caracterização de assimetria e devem ser exploradas mais profundamente.
Amostra	*
Tipo de estudo	Revisão de literatura.
Resultados	A sensibilidade da mamografia é maior para mulheres mais velhas (60-69 anos) em 85% em comparação com mulheres mais jovens (<50 anos) em 64%. Ultrassom ou ultrassonografia usa ondas sonoras para detectar e caracterizar tumores. Uma vez que nenhuma radiação está envolvida, é um método preferido para o rastreamento de mulheres grávidas e mulheres mais jovens com seios densos. Pode distinguir entre cistos e massas sólidas. Ele não pode detectar tumores em locais mais profundos nem identificar microcalcificações. A ressonância magnética é uma técnica de imagem não invasiva que usa um poderoso campo magnético de força 1.5T e fornece imagens de mama da mais alta qualidade. Pode mostrar as menores lesões que não eram visíveis nos dois métodos anteriores. Mas dá muitos falsos positivos. A ressonância magnética de mama não pode detectar micro-calcificações e não pode distinguir entre anormalidades cancerosas e não cancerosas. A termografia é um teste funcional e processo preventivo, que pode ser utilizado por mulheres a partir dos 23 anos, ao contrário da mamografia que é recomendado após os 40 anos de idade. Um termograma anormal pode ser um marcador de risco biológico significativo em jovens mulheres com menos de 40 anos para existência ou desenvolvimento contínuo de tumor de mama e fornece uma área específica da mama que precisa de um exame cuidadoso. É capaz de rastrear áreas de difícil acesso, como parte superior do tórax e axila.
Limitação	*
<b>Artigo 21</b>	<b>Recent advances on artificial intelligent techniques for breast cancer diagnosis.</b>
Autor / Ano	Mashekova et al., 2021
Objetivo	Realizar uma revisão abrangente dos métodos e técnicas que podem ser usados para identificar o câncer de mama em seus estágios iniciais.
Tecnologia estudada	termografia.
Comparativo	Mamografia
Amostra	*
Tipo de estudo	Estudo de Revisão.
Resultados	O diagnóstico auxiliado por computador na área da saúde já confirmou sua eficiência e precisão. Em particular, desenvolvimento recente e a expansão no campo da termografia também mostram sua eficácia.

	O estudo apresenta uma revisão abrangente dos métodos e técnicas que podem ser usados para identificar o câncer de mama em seus estágios iniciais, o que é muito importante para um tratamento posterior.
Limitação	*
Artigo 22	<b>Comparison of the Sensitivity and Specificity Between Mammography and Thermography in Breast Cancer Detection</b>
Autor / Ano	Luz; Coninck; Lulbricht, 2021.
Objetivo	Determinar a sensibilidade e especificidade dos exames por meio de imagens, termografia e comportamento térmico das lesões comparando por mamografia e biópsia padrão antiga.
Tecnologia estudada	Termografia.
Comparativo	Mamografia e biópsia padrão antiga
Amostra	As amostras foram analisadas a partir de 25 tumores, das voluntárias, maiores de 18 anos, que foram encaminhadas para avaliação após a detecção do nódulo mamário.
Tipo de estudo	Estudo de caso descritivo.
Resultados	132 pacientes foram incluídos. A mediana da idade de todas as pacientes foi de 49,5 ± 10,3 anos (variação de 24-75 anos). A sensibilidade, especificidade, PPV, NPV e precisão para mamografia foram 80,5%, 73,3%, 85,4%, 66,0% e 76,9%, respectivamente, enquanto para termografia os números foram 81,6%, 57,8%, 78,9%, 61,9%, e 69,7%, respectivamente. Através dos valores encontrados de sensibilidade, especificidade, e precisão esse estudo confirma que atualmente, a termografia não pode substituir a mamografia no diagnóstico precoce do câncer de mama.
Limitação	*
Artigo 23	<b>Dialectical optimization method as a feature selection tool for breast cancer diagnosis using thermographic images.</b>
Autor / Ano	Pereira et al., 2021
Objetivo	Desenvolver uma seleção de recursos modelo baseado no algoritmo de otimização dialética (ODM) e usando um Extreme Learning Machine (ELM) como a função objetivo.
Tecnologia estudada	Mamografia, termografia, ODM e ELM.
Comparativo	A termografia mamária é uma boa técnica como ferramenta para auxiliar no diagnóstico do câncer de mama. É uma técnica simples, fácil de aplicar e baixo custo que apresenta resultados competitivos quanto à classificação e detecção de lesão mamária. Porém, a mamografia continua sendo considerada padrão-ouro para diagnóstico do câncer de mama.
Amostra	*
Tipo de estudo	Estudo piloto.
Resultados	Os resultados mostraram que a abordagem foi positiva, uma vez que os autores foram capazes de reduzir significativamente o número de recursos, sem diminuição considerável no desempenho de classificação, quando comparado com o conjunto de dados usando todos os recursos.
Limitação	*
Artigo 24	<b>Thermography as an Economical Alternative Modality to Mammography for Early Detection of Breast Cancer.</b>
Autor / Ano	Khan; Arora, 2021.
Objetivo	Realizar um comparativo entre mamografia e termografia.
Tecnologia estudada	Mamografia, termografia e Sistema auxiliado por computador.
Comparativo	A técnica da termografia é muito útil no sentido de evitar biópsias desnecessárias no caso de câncer de mama benigno e identificação dos casos de câncer de mama em estágio inicial. Um sistema de projeto auxiliado por computador (CAD) pode ser projetado usando termografia para detecção automática de câncer de mama ou pode ser usado para segunda leitura. Apesar desses bons resultados para a

	termografia chegar à precisão da termografia ainda precisa percorrer um longo caminho
Amostra	*
Tipo de estudo	Estudo comparativo
Resultados	A precisão alcançada na detecção do câncer de mama no rastreamento mamográfico é de 98,11% é um pouco maior do que a precisão de 96,57% obtida com a termografia. A sensibilidade obtida com a termografia é de 100%, o que sugere que não há falsos negativos no caso da triagem através de termografia.
Limitação	*1

Fonte: Próprio autor, 2021.

Os 24 artigos selecionados no presente estudo apresentaram um total de 37.928 amostras, distribuídas como pacientes, mulheres saudáveis ou imagens. Quanto a metodologia utilizada nos estudos, a maioria foi estudo de coorte 8 (33,33%), seguido de estudo prospectivo 4 (16,67%), revisão (literatura, sistemática/narrativa) 4 (16,67%), estudo piloto 3 (12,50%), estudo de caso-controle 2 (8,33%), e pesquisa exploratória, estudo de caso e estudo comparativo 1(4,17%) respectivamente.

No que se refere à técnica utilizada para ser comparada com a termografia (IR, DITI, Modelo computacional) 13 estudos (54,17%) fizeram uso da mamografia, enquanto que 6 estudos (25%) mencionaram a biópsia como método comparativo. 4 estudos (16,67%) utilizaram-se da ultrassonografia, 1 (4,17%) ressonância e 1 (4,17%) exame clínico. 2 (8,33%) estudos não apresentaram nenhum método comparativo e o artigo 11 utilizou-se de outros estudos realizados com termografias para estabelecer um comparativo.

Com relação aos resultados demonstrados pelos artigos analisados, 10 (41,67%) dedicaram-se a apresentar dados sobre precisão, sensibilidade e especificidade, 5 (20,83%) abordaram temperatura, 3 (12,50%) precisão, 3 (12,50%) sensibilidade de forma isolada, 1 (4,17%) acurácia e 1 (4,17%) trouxe acerca da avaliação do linfonodo, sendo que a análise do mesmo não se dá por meio de imagens termográficas; como também trouxe achados referentes a taxa de mortalidade por câncer de mama está relacionada ao padrão termográfico assimétrico. 1 (4,17%) estudo, revisão de literatura, avaliou a termografia como boa e relativamente boa

Quanto à limitação dos estudos, 12 artigos (50%) não apresentaram nenhum tipo de limitação. Os demais mencionaram aspectos como: tamanho da amostra (pequena), necessidade de mais estudos, limitação da termografia para identificar

---

<sup>1</sup> \* não continham essas informações nos artigos selecionados.



localização exata de tumores em decorrência da calcificação, do tamanho e da profundidade em que estes se encontravam.

Tendo em vista os estudos dos artigos elegidos para a construção desta revisão narrativa, obtiveram-se algumas informações para melhor resumir o assunto, onde se delimitou, através da análise temática de Bardin, três categorias: Categoria 1 - Vantagens, benefícios e limitações da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres; categoria 2 - Sensibilidade da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres; categoria 3 - Temperatura da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres; categoria 4 - Especificidade e precisão da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres.

Observa-se com a análise dos dados acima mencionados que grande parte dos artigos, independente da metodologia utilizada, trouxe informações importantes acerca das vantagens, das limitações, da sensibilidade, da especificidade, temperatura e precisão que são detalhados nas categorias abaixo.

### **Categoria 1 - Vantagens, benefícios e limitações da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres**

A termografia é um exame vantajoso por não provocar dor e por ser livre de radiação, sendo possível seu uso para triagem de câncer de mama. Um termograma anormal é um marcador muito importante para o desenvolvimento do câncer de mama, 10 vezes mais significativo do que o histórico familiar de primeira ordem da doença, e, quando usado como parte de uma abordagem multimodal (exame clínico e mamografia þtermografia) pode melhorar significativamente a triagem desse tipo de câncer (MUFFAZZAL et al., 2014).

Li An Vu et al. (2016) sugerem que a termografia da mama tem a vantagem de ser uma modalidade não invasiva, bem como, por medir a temperatura da superfície das mamas facilitando, assim, o diagnóstico. Kazerouni; Zadeh e Haddadnia (2014) salientam que a termografia, por ser de custo mais baixo e por ser de mais fácil instrumentação, pode ser utilizada, especialmente, em países subdesenvolvidos, uma vez que esse instrumento é eficiente para mostrar termograma anormal que é considerado marcador importante para câncer de mama.

Gerasimova et al. (2014) e Omranipour et al., (2016); Pereira et al. (2021), Hakim e Awale (2020) e Luz, Coninck e Ulbricht<sup>1</sup> (2021) destacam que os benefícios da termografia se dá devido ao método de rastreamento ser não invasivo e objetivo, barato, rápido e indolor para a paciente, facilitando, dessa forma, o processo de análise, proporcionando, também, segurança e conforto para os pacientes, oferecendo-lhes vantagens por poder ser utilizado em mulheres de idades e condições de saúde diferentes, sem qualquer tipo de risco.

Khan e Arora (2020) afirmam que devido à boa precisão da termografia, essa modalidade alcança algumas vantagens tais como: baixo custo, portabilidade e procedimento indolor da termografia, pode ser uma alternativa viável. Isso é particularmente útil em áreas rurais e economicamente atrasadas, uma vez que com um sistema de design auxiliado por computador (CAD) pode ser projetado usando termografia para detecção automática de câncer de mama ou pode ser usado para uma segunda leitura.

Isso tem um impacto muito significativo nos países em desenvolvimento, nos quais há menos disponibilidade de profissionais médicos. O baixo custo envolvido na termografia ajudará as comunidades de recursos limitados no fornecimento da modalidade de rastreamento para a detecção precoce do câncer de mama. A detecção precoce do câncer diminuirá a carga sobre a infraestrutura médica limitada das comunidades subdesenvolvidas. A portabilidade da termografia possibilita seu acesso em áreas rurais onde a mamografia não é possível (KHAN; ARORA, 2021).

Já Mambou et al. (2018), além das vantagens acima citadas, acrescenta que a termografia, por não usar radiação ionizante, torna-se altamente preferível em procedimentos de diagnóstico para as mulheres grávidas e para as mulheres mais jovens.

No que diz respeito às limitações da termografia, Mambou et al. (2018) destacaram o número elevado de falsos-positivos em seu estudo com 58 mulheres e 5 homens e inferiram que o uso isolado da termografia não é suficiente para avaliar inicialmente pacientes com sintomas para câncer de mama. Todavia, a utilização conjunta da mamografia pré-digital com a imagem digital de infravermelhos térmicos pode excluir essas limitações. Neste sentido, é importante salientar que o uso de imagens térmicas computadorizadas deve ocorrer em função de suas importantes contribuições no uso clínico, concomitantemente a outras ferramentas de detecção de câncer de mama, em situações em que o uso da mamografia apresente algum

prejuízo à saúde do paciente (HANIYEH et al., 2013; LASHKARI; PAK; FIROUZMA, 2016).

Avaliando também o poder de diagnóstico da termografia, Cruz-Ramirez et al., (2013) propuseram a criação de uma pontuação formulada a partir de informações obtidas nas imagens térmicas, fundamentadas em classificadores da rede Bayesiana para assim distinguir pacientes saudáveis de doentes com suspeita de câncer de mama. Neste contexto, os autores também inferiram que tal ferramenta apresenta vantagens e limitações que precisam ser superadas, mas que pode ser utilizada como uma ferramenta complementar eficiente para o diagnóstico do câncer de mama.

O estudo realizado por Mance et al. (2019) aponta que o tamanho do tumor, distância a partir da superfície da pele e o do receptor são fatores que promovem mudanças nas especificidades da termografia mamária; de modo que, mesmo com os avanços e o domínio desta ferramenta, ainda há resultados divergentes relacionados a esta em comparação a outros métodos de diagnósticos convencionais. O uso desta ferramenta para o rastreamento precoce do câncer de mama isolado ou como auxiliar não é recomendado, sendo que mais pesquisas voltadas a análise do tamanho, profundidade, característica histológica que influenciam as propriedades desta ferramenta, precisam ser realizadas com uma amostra ainda maior.

Já Cervantes et al. (2020) enfatizam que a termografia infravermelha não se destina a substituir a mamografia, mas é um excelente método/técnica primária que deve ser utilizada antes que as pacientes sejam submetidas aos raios-X. Por esse motivo, deve ser considerado como método diagnóstico complementar para melhorar a detecção do câncer de mama. As mamografias são um procedimento invasivo e doloroso.

É válido salientar que o emprego do método de termografia não pretende substituir a mamografia, mas, possui a vantagem de evitar o sofrimento de realizá-las quando não é absolutamente necessário. Usando a metodologia proposta, uma mamografia pode ser aplicada apenas naquelas pacientes cuja análise termográfica indica uma anormalidade mamária.

## **Categoria 2 - Sensibilidade da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres**

No tocante a sensibilidade, Krithika et al. (2015) afirmam que a termografia apresenta sensibilidade comparável de 94% à mamografia e sensibilidade correlacionada de sono-mamografia de 95% nos casos comprovados de malignidade. Uma ferramenta de visualização desenvolvida com mapeamentos isotérmicos na triagem manual, a detecção semiautomatizada de termografia resultou em sensibilidade semelhante à detecção especializada com 97% de sensibilidade, usando o algoritmo de localização de tumores de fusão com vários recursos específicos do sujeito (ZADEH et al., 2015).

Segundo Krithika et al. (2015), alguns pontos quentes ou vasos sanguíneos proeminentes nas mamas contralaterais, detectados em cerca de um terço dos casos pelo algoritmo semiautomático, tornam a termografia com uma sensibilidade maior que o observado na mamografia/sono-mamografia. Porém, afirmam que mais estudos comparativos são necessários para encontrar a especificidade termográfica em tumores benignos da mama.

Krithika et al. (2015) complementam que como a sensibilidade é boa, a termografia pode ser utilizada para triagem da população. A partir disso, no caso de detecção de pontos quentes suspeitos na triagem termográfica, os pacientes podem ser encaminhados para centros especializados para posterior avaliação mamográfica e correlação histopatológica.

Já o estudo realizado por Mufazzal et al. (2014) salienta que o uso da termogênica para a triagem do câncer de mama, ainda não possui trabalhos científicos detalhados. Contudo, os autores afirmam que muitos relatórios publicados em jornais infantizam que a termografia tem uma sensibilidade de 98% e a especificidade de 96% nos cânceres de mama bem estabelecidos e cerca de 85% no caso de lesões anteriores (tamanho de cerca de 1 cm), mesmas taxas alcançadas nesse estudo.

Assim, os resultados obtidos no estudo de Muffazzal et al. (2014) evidenciam que a sensibilidade da termografia parece exceder a da mamografia, o que significa que um termograma normal, tem uma chance menor de perder o câncer quando comparado a uma mamografia normal. Portanto, os resultados dessa pesquisa também confirmam que a termografia mamária é uma modalidade de triagem para o câncer de mama.

E com base nos estudos realizados por Haniyeh et al. (2013), a temperatura central do tumor (dTt) e a temperatura do tecido ao redor do tumor (dT<sub>s</sub>) foram comparadas com o tecido normal. Os resultados sugeriram uma relação entre DTs e o grupo de alto risco de câncer de mama. Eles também descobriram que anormalidades na temperatura eram refletidas na termografia e que dT<sub>s</sub> mais altos estavam relacionados à grande área dissociada do termograma. De acordo com os achados, um termograma anormal foi encontrado em 43 (89%) dos 48 pacientes com carcinoma ductal invasivo; e a sensibilidade do uso desse método para a triagem do câncer de mama foi de 90% (tanto quanto no método de mamografia).

Ainda para Haniyeh et al. (2013), a termografia de contato pode ser considerada como uma técnica de triagem complementar e não independente, sendo útil e aplicável para detectar e diagnosticar câncer de mama.

Cruz-Ramires et al. (2013) baseado em três classificadores de rede Bayesiana apresentou uma acurácia de 71,88%  $\pm$  12.61 (NaiveBayes); 76.10% ( $\pm$  7.10) (Hill-Climber); 76.12% ( $\pm$  7.19) (Repeated Hill-Climber). No que diz respeito à sensibilidade, 82% (74-91) (NaiveBayes); 97% (94-100) (Hill-Climber); 99% (96-100) (repeated Hill-Climber) para as imagens termográficas. Cervantes et al. (2020) traz uma sensibilidade de 100% para a termografia.

Os achados do trabalho de Omanipour et al. (2016) apresentam uma sensibilidade para a mamografia de 80,5% e para a termografia de 81,6%. Garduño-Ramon et al. (2017), levando em conta o protocolo de aquisição de imagens proposto, a sensibilidade e especificidade obtidas para termografia aumentaram para 0,8684 e 0,8943, respectivamente, e uma eficiência de segmentação de 90,30% foi alcançada.

Hakim e Awale (2020) apontam que a sensibilidade da mamografia é maior para mulheres mais velhas em torno de 85% em comparação com mulheres mais jovens (<50 anos) cuja taxa fica aproximadamente 64%. Em relação a termografia, segundo esses autores, é um teste funcional e funciona como um processo preventivo, que pode ser empregado em mulheres a partir dos 23 anos, ao contrário da mamografia que é recomendado após os 40 anos de idade.

Eles complementam ainda que um termograma anormal pode ser um marcador de risco biológico expressivo em mulheres jovens com menos de 40 anos para existência ou desenvolvimento contínuo de tumor de mama e fornece uma área específica da mama que precisa de um exame cuidadoso. Sendo a termografia capaz de rastrear áreas de difícil acesso, como parte superior do tórax e axila.

Estudos mais recentes, como o realizado por Luz, Coninck e Ulbricht (2021) indicam a sensibilidade e especificidade para mamografia de 73% e 70%, respectivamente, enquanto que para a termografia é de 83% e 74%, respectivamente.

### **Categoria 3 - Temperatura da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres**

Dua e Mulaveesala (2018) em seu estudo introduziram e simularam um modelo 3-D da mama utilizando um esquema de excitação térmica aperiódica para a detecção de cancro da mama em seios gordos e densas. As distribuições de temperatura da superfície para tumores localizados em várias profundidades foram analisadas utilizando os esquemas de análise em frequência e domínio de tempo. Shi Lin et al. (2015) sugerem que nas imagens térmicas, a análise do calor ou temperatura é observada nas anormalidades metabólicas das mamas.

No que se refere à temperatura da termografia, Muffazzar et al. (2014), destacam que a termografia explora o calor produzido pelo aumento da circulação sanguínea devido à neo-angiogênese para diagnóstico. Em consequência disso, ela tem um papel importante no rastreamento e não na localização do tumor. Podendo dessa forma servir como uma modalidade adjuvante muito importante no exame clínico para o rastreamento do câncer de mama.

Haniyeh et al. (2013), por sua vez, afirmam que a temperatura da pele muda como resultado de processos físicos, alterações fisiológicas naturais ou doenças. Essa mudança de propriedades térmicas em um órgão ou superfície corporal é usada para detectar a doença.

Haniyeh et al. (2013) ao analisarem as publicações acerca da termografia concluíram que a temperatura central do tumor (dTt) e a temperatura do tecido ao redor do tumor (dT<sub>s</sub>) quando comparadas com o tecido normal os resultados sugerem uma relação entre DTs e alto risco de câncer de mama. Eles também descobriram que anormalidades na temperatura eram refletidas na termografia e que dTs mais altos estavam relacionados à grande área dissociada do termograma.

Gerasimova et al. (2014) em sua pesquisa, analisaram indivíduos através de termografia usando séries temporais de 1 pixel feita a partir de 8 × 8 pixels, abrangendo pacientes com seios inteiros. Como esperado, essas séries temporais, geralmente, apresentavam uma temperatura mais elevada na região do tumor da

mama maligna do que em um quadrado simetricamente posicionado no lado oposto da mama. Esse estudo mostra que a análise multifractal baseada no wavelet de termogramas IR dinâmicos é capaz de discriminar entre os seios cancerosos com monofractal temperatura (cumulativa), temporais flutuações caracterizado por um expoente singularidade única ( $h = c - 1$ ), e seios saudáveis com flutuações de expoente singularidade única ( $h = c - 1$ ) de temperatura fl multifractal que requerem uma grande variedade de expoentes de singularidade como quantificados pela intermitência coeficiente.

Fundamentalmente, esses resultados indicam que as flutuações da temperatura da pele fl de seios saudáveis são mais complexas (multifractal) do que se suspeitava anteriormente. É necessário levantar novas perguntas e devem ser realizados esforços contínuos para o desenvolvimento de modelos 3D de mama que representem a distribuição da temperatura na superfície da pele na presença (ou ausência) de um tumor (GERASIMOVA et al., 2014).

Os autores supracitados observaram também a drástica simplificação de multifractal para monofractal em que a dinâmica de temperatura na pele pode resultar de algum aumento no fluxo de sangue e da atividade celular associada com a presença de um tumor. O mais provável pode ser a observação de alguma mudança arquitetônica no microambiente celular do tumor de mama que pode afetar profundamente a transferência de calor e termomecânica relacionados ao tecido mamário. Por isso, a identificação dos mecanismos de regulação que se originam em uma perda de dinâmica de temperatura multifractal será um passo importante para a compreensão do desenvolvimento do cancro da mama, o crescimento do tumor e sua progressão (GERASIMOVA et al., 2014).

Omanipour et al., (2016) destacam em seu estudo que a termografia permite a gravação da distribuição de temperatura de um objeto utilizando a radiação infravermelha emitida pela superfície do mesmo a comprimentos de onda entre 8 e 12  $\mu$  m. Como a pele humana tem uma alta emissividade de 0,98, a radiação medida pode ser diretamente convertida em valores de temperaturas precisas. A elevada sensibilidade da termografia para modificações de superfície, podem ser valiosas para a monitorização do tratamento do cancro de mama. Uma vez que os tumores malignos são caracterizados por taxas metabólicas e de perfusão anormais, mostrando uma distribuição de temperatura diferente em comparação com o tecido saudável

circundante, a produção de calor metabólico se correlaciona com o crescimento do tumor.

Assim, Shi Lin et al. (2015) afirmam que quanto mais agressivo o tumor é, mais calor vai produzir. A termografia mostra uma mudança no mapa da temperatura da pele e durante o tratamento, a análise da temperatura pode ser uma resposta ao tratamento. Por isso, a termografia tem sido extensivamente estudada como uma ferramenta de detecção do cancro da mama.

Garduño-Ramon et al. (2017), afirmam que a análise das imagens deve ser realizada a partir da segmentação das representações de acordo com a forma, tamanho e as fronteiras das regiões mais quentes do que o restante capturado. E posteriormente, devem ser observadas as características com base nas faixas de temperaturas obtidas nas imagens. A partir disso é possível o resultado da imagem (no caso de lesão maligna ou não).

Já Mambou et al. (2018) em seu estudo, evidenciaram que vários diagnósticos térmicos têm mostrado que os pacientes com câncer de mama com termogramas anormais apresentam tumores de crescimento rápido. Eles salientam que para melhores resultados de teste, um protocolo deve ser seguido antes de um paciente ser submetido a um exame para o procedimento de teste, para o ambiente durante o estudo, e para o pós-tratamento dos termogramas obtidos.

Mambou et al. (2018) sugerem ainda que para compreender melhor o cancro da mama, vários modelos geométricos foram propostos até agora, incluindo o domínio numérico e as temperaturas de superfície, incluindo nestes, o domínio retangular que fornece a primeira visão geral dos modelos preditivos que se relacionam a temperatura da superfície para o tamanho e localização do tumor; ele não representa a forma real da mama. No entanto, os domínios computacionais hemisféricos deram resultados de acordo com os dados experimentais.

A distribuição representa a forma real da mama, entretanto, o domínio hemisférico com camadas não concêntricas é um modelo predominante devido à sua capacidade de reproduzir a temperatura da superfície que está em estreita concordância com os dados experimentais. Uma imprecisão deste modelo é a sua distribuição de temperatura simétrica, que está em desacordo com outras observações experimentais efetuadas por Ng (EYK Ng, CE Kee) (MAMBOU et al., 2018).



Verificou-se que as deformações criam uma distribuição de temperatura assimétrica que podem ser em decorrência de uma alta vascularização ou deformidade mecânica da mama. No caso de um tumor, o artigo ilustra a correlação entre a profundidade do tumor e a temperatura da superfície. Uma proporção de 1:3 (diâmetro de profundidade) define o limite para as possíveis variações da temperatura na superfície. À medida que a temperatura é conhecida na superfície da mama, é necessário desenvolver um modelo que possa ajudar a resolver a questão enigmática da profundidade e diâmetro do tumor; bem como, a sua localização (MAMBOU et al., 2018).

Makrariya e Adlakha (2017) ressaltam que o tumor atua como uma fonte de calor, fazendo com que haja perturbações térmicas nas regiões tumorais e periféricas da mama e essas grandes perturbações térmicas em um local específico indicam a presença de um tumor. As variações na temperatura na junção de camadas tumorais periféricas vão mostrar o tipo, tamanho e localização do tumor. Essas informações podem ser exploradas em termografia para a detecção de tumores. Destacando que a precisão estimada da posição do tumor certamente irá mudar dependendo do tamanho dele.

Já Mance et al. (2019) sugerem que a temperatura da mama doente está diretamente correlacionada com o volume do tumor e negativamente com a profundidade do tumor. Então, a partir das imagens térmicas, os tumores que eram tumores ER + e PR + produziram temperaturas mais quentes. Diante disso, os autores inferem que o tamanho do tumor, a distância da superfície da pele e o status do receptor causam alterações nas propriedades termográficas da mama.

#### **Categoria 4 - Especificidade e precisão da Termografia para o diagnóstico do câncer de mama em mulheres**

Haniyeh et al. (2013) destacam que a precisão do uso da termografia foi de 55% para o estágio I de câncer e 83% para câncer em estágio II. Além disso, a especificidade foi de 62%. Apesar de o estudo não ter sido desenhado para avaliar LCT para detecção ou diagnóstico de doenças avançadas, clínicas ocultas ou câncer de mama mínimo.

Cruz-Ramirez et al. (2013) apresentaram uma especificidade (37%) (15-59) (NaiveBayes); 0% (0-0) (Hill-Climber); 0% (0-0) (repeated Hill-Climber). Já Kazerouni,

Zadeh e Haddadnia (2014) afirmam que a detecção de câncer de mama, com base em imagens termográficas, é eficiente para a detecção automatizada de áreas de alto risco tumoral. Eles testaram 400 imagens e o estudo sugere que a sensibilidade e a especificidade da termografia são 100% e 98%, respectivamente.

Mufazzal et al. (2014), apresentou resultados promissores em relação a a especificidade da termografia que é em torno de 99,17%, valor preditivo positivo de 83,67% e valor preditivo negativo 99,89% na DITI. Já Omanipour et al. (2016) chegaram a uma especificidade de 73,3% de especificidade e precisão de 76,9% para a mamografia, enquanto que a termografia os números foram: 57, 8% para a especificidade e 69,7% de precisão.

Zadeh et al. (2015), chegaram a uma precisão da técnica de assimetria de aproximadamente 91/89% e 92/30%. Essa abordagem se mostrou eficiente na identificação de lesões heterogêneas, fibroadenomas e massas intraductais, mas não de eco-ISO e massas calcificadas. Lashkari; Pak e Firouzma (2016), por sua vez, trouxe em seu estudo uma precisão média da termografia de 85,33% e 87,42% nas imagens da mama esquerda e direita, isso mostra uma importante efetividade para o uso dessa técnica, porém, analisando todo o conjunto, não se pode concluir que a termografia por si só pode ser utilizada como instrumento para diagnóstico de câncer de mama.

Para Makrariya e Adlakhia (2017) na termografia, a precisão prevista da posição do tumor certamente mudará com o tamanho deste. A precisão da posição é proporcional ao tamanho do tumor. Isto significa que para tumores menores é necessário o equipamento termográfico com maior sensibilidade, especificidade e precisão. O método dos elementos finitos usados se mostrou bastante versátil, pois foi possível incorporar a forma, a estrutura e a variação dos parâmetros biofísicos nas diferentes sub-regiões do tumor e nas regiões periféricas da mama.

Mambou et al. (2018) destacam que algumas pesquisas têm mostrado pontos negativos de testes de mamografia sucessivos ocorridos ao longo de um período de 10 anos. E de acordo com o seu estudo, a taxa de diagnóstico falso positivo para mulheres após fazerem mamografia a cada ano por 10 anos é de 49,1%. Assim, os autores aconselharam não tomar os resultados da termografia do câncer de mama como informação suficiente para a tomada de decisão.

Badiger e Moger (2020) sugerem que a mamografia apresentou maior precisão e especificidade diagnóstica do que a ultrassonografia e a termografia. Porém, eles

destacam que em estudos realizados na Índia nos últimos 30 anos, vários deles demonstraram que a termografia tem maior capacidade de detectar anormalidades mamárias que outros exames.

Segundo esses autores em um país como a Índia, à luz da evolução da tecnologia da computação e da maturação da indústria termográfica adicional, apesar dos achados importantes acerca desse método é fundamental que mais pesquisas e estudos comparativos, assim como ensaios são necessários em multicentro para confirmar a precisão do diagnóstico de investigação do câncer de mama.

Mashekova et al. (2021) salientam que a precisão da termografia quando utilizada com o auxílio de computador se mostra eficiente para a identificação do câncer de mama. Porém, Khan e Arora (2021) enfatizam que a precisão alcançada na detecção do câncer de mama no rastreamento mamográfico é de 98,11% e das imagens termográficas fica em torno de 96,57%. Isso sugere que a termografia percorreu um longo caminho para corresponder à precisão da modalidade de mamografia. Em relação à sensibilidade obtida com a termografia é de 100%, o que pode sugerir redução de falso negativo no caso de triagem por essa modalidade. O achado neste trabalho é importante porque mostra a capacidade da termografia em identificar os casos benignos e malignos com uma precisão razoavelmente boa de 92,70%.

Ainda segundo os autores supracitados, a técnica da termografia é muito útil no sentido de evitar biópsias desnecessárias no caso do câncer de mama benigno e também para identificar os primeiros casos de câncer de mama. O principal é que as alterações nas mamas devido à angiogênese vêm muito mais cedo em comparação com as alterações anatômicas detectadas pela mamografia. A identificação bem-sucedida dos casos malignos dá uma vantagem sobre a mamografia.

Cervantes et al. (2020) apresenta uma especificidade de 68,68%, um valor preditivo positivo de 11,42% e um valor preditivo negativo de 100% para a termografia. Pereira et al. (2021) sugerem em seu estudo que a precisão alcançada para a detecção do câncer de mama para a mamografia é 98,11% sendo superior a precisão da termografia que é em torno de 96,57%.

Por fim, Mashekova et al. (2021) destacam que o diagnóstico auxiliado termografia já demonstrou sua eficiência, eficácia e precisão. O estudo realizado por esses pesquisadores apresenta uma revisão abrangente dos métodos e técnicas que podem ser usados para identificar o câncer de mama em seus estágios iniciais, o que

é muito importante para um tratamento posterior. Diante disso, provavelmente a termografia possui grande capacidade quando auxiliada por computador para apresentar diagnósticos confiáveis em tempo real, bem como, realizar tomadas de decisões acertadas, porém, não substitui a mamografia como técnica padrão-ouro para o rastreamento do câncer de mama e diagnóstico precoce.

## 6 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo apontam que a termografia é um exame ainda pouco utilizado pela comunidade médica para detecção precoce do câncer de mama, mas tem se apresentado como uma ferramenta segura e eficaz. A termografia da mama é um teste fisiológico que apresenta informações acerca das mudanças de temperatura em tecidos mamários. Este procedimento tem uma alta portabilidade e capacidade de imagens em tempo real, além de possuir alta eficácia para seios fibrocísticos e seios com implantes.

Alguns dos estudos selecionados demonstraram que a sensibilidade da termografia por infravermelho mostrou-se superior ao da mamografia no diagnóstico de malignidade da mama. A sensibilidade e especificidade da termografia por infravermelho é também superior à mamografia e a ultrassonografia no diagnóstico de lesões com menos de 2 cm de diâmetro. Exames de termografia também podem detectar mudanças sutis na temperatura da mama que podem indicar várias doenças de mama, além do câncer.

Em suma, a termografia de mamas, mesmo sendo um tipo de triagem por imagem infravermelha, é empregada para detecção de padrões anormais de emissão térmica da pele, sendo utilizada para avaliação do fluxo sanguíneo. É um procedimento complementar de avaliação de risco; visto que, as imagens termográficas identificam atividade vascular anormal precursora do câncer mamário. Porém, a mamografia permanece sendo o exame de imagem mais utilizado para rastreamento do câncer de mama.

Neste sentido, a termografia não substitui a triagem tradicional do câncer de mama com a mamografia e os demais exames; pois, seu uso não soluciona o problema do diagnóstico do câncer de forma isolada sem apoio de um exame anatômico para a realização de biópsia quando necessária, porque não consegue, conforme os estudos analisados, apontar, por exemplo, a localização do tumor. Assim, a termografia é considerada como exame eficiente quando empregada como método auxiliar.

Os resultados obtidos se mostraram promissores e corroboram a premissa de que a termografia pode auxiliar positivamente na detecção do câncer mamário. Com isso, esse método se mostra muito atraente para a aplicação em mulheres jovens,

faixa etária esta onde as outras técnicas de diagnóstico se mostram ineficientes e ineficazes.

A limitação da presente dissertação se deu pelo fato de ter sido realizada através de uma revisão narrativa de literatura com pequena amostra e devido a escassez de pesquisas comparativas entre termografia e mamografia.

Diante de tudo que foi apresentado nesse trabalho e apesar dos dados promissores em relação às imagens termográficas, mais estudos se fazem necessários como a análise comparativa de mamografias e termografias para verificar a eficácia destas últimas como instrumento de diagnóstico para o câncer de mama em mulheres.

## REFERÊNCIAS

- ALDO DI CARLO, M. D., Thermography and the possibilities for its applications in clinical and experimental dermatology. **Clinics in Dermatology**, v. 13, n. 4, p. 329 - 336, Jul 1995.
- ALMEIDA, C. D.; PEIXOTO, J. E.; SARDO, L. T. L. Avaliação da dose e do contraste em sistemas de mamografia computadorizada - CR. **Brazilian Journal of Radiation Sciences**, v. 6, n. 1, 2018.
- ALMEIDA, R. M. V. R.; INFANTOSI, A. F. C. A avaliação de tecnologia em saúde: uma metodologia para países em desenvolvimento. In: BARRETO, M. L. et al. **Epidemiologia, serviços e tecnologias em saúde**. Rio de Janeiro: Fiocruz; 1998.
- AMERICAN CANCER SOCIETY. **Facts & Figures 2020 Reports Largest One-year Drop in Cancer Mortality**, 2020. Disponível em: <https://www.cancer.org/latest-news/facts-and-figures-2020.html>. Acesso em: 16 de out. 2021.
- AMERICAN COLLEGE OF OBSTETRICIANS-GYNECOLOGISTS. Practice bulletin no. 122: Breast cancer screening. **Obstet Gynecol.** v. 118, n. 2, p. 372-82, 2011.
- ARABI, P. M. et al. Image enhancement for detection of early breast carcinoma by external irradiation. **International Conference on Computing Communication and Networking Technologies (ICCCNT)**, pp. 01-09, 2010.
- ARAÚJO, M. C. **Uso de imagens termográficas para classificação de anormalidades de mama baseado em variáveis simbólicas intervalares**. 166 p. Tese de Doutorado, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2014.
- ARAÚJO, M. C. **Utilização de câmera por infravermelho para avaliação de diferentes patologias em clima tropical e uso conjunto de sistemas de banco de dados para detecção de câncer de mama**. 54 p. Dissertação de Mestrado, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2009.
- BADIGER, S.; MOGER, J. A comparative study of mammography, sonography and infrared thermography in detection of cancer in breast. **Int Surg J.**, v.7, n. 6, p. 1886-1892, 2020.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BARROS, A. C. S. D. et al., **Diagnóstico e tratamento do câncer de mama**. Associação Médica Brasileira e Conselho Federal de Medicina. 2001.
- BERUBE, M. et al. Level of suspicion of a mammographic lesion: use of features defined by BI-RADS lexicon and correlation with large-core breast biopsy. **Can Assoc Radiol J**, v.49, n.1, p.223-8, 1998.

BEZERRA, L.A. **Estimação de parâmetros termofísicos da mama e de distúrbios mamários a partir de termografia por infravermelho utilizando técnicas de otimização.** 176 p. Tese de doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2013.

BEZERRA, L. A. **Uso de imagens termográficas em tumores mamários para validação de simulação computacional.** Dissertação [Mestrado] Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Pernambuco, 58f., 2007.

BEZERRA, L. A. et al. Estudo da influência de parâmetros na mediação por termografia. **Anais do IV Congresso de Engenharia Mecânica**, Recife, Pernambuco, 2006.

BLACKWELL, C. W. ; FARRELL, C. Cancer of the breast. Mammography and thermography. **Major Probl Clin Surg.**, v. 5, p. 5:113-56, 1979.

BORCHARTT, T. B. et al. Breast thermography from an image processing viewpoint: A survey. *Signal Processing*, **Elsevier**, v. 93, n. 10, p. 2785–2803, 2013.

BORGHESAN, D.H. et al. Câncer de mama e fatores associados. **CienCuidSaude**, v. 7, n.1, p.62-68, 2008.

BOTSARIS, A. **Termografia no diagnóstico do Câncer de Mama.** 2017. Disponível em: <https://termografiaclinica.com.br/wp-content/uploads/2017/11/O-uso-da-termografia-no-cancer-de-mama.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.

BRAY, F. et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. **CA: a cancer journal for clinicians**, Hoboken, v. 68, n. 6, p. 394-424, Nov. 2018.

BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas **Estratégicas. Política Nacional de Atenção Integral à Saúde da Mulher:** princípios e diretrizes/ MS. Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Brasília: Editora do Ministério da Saúde. 2010. 82 p. (Série C: Projetos, Programas e Relatórios).

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Formulário de sugestão de pesquisa em Avaliação de Tecnologias em Saúde (ATS)** [Internet]. 2017. Disponível em: <http://rebrats.saude.gov.br/formulario>. Acesso em: 6 de jun. 2020.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Avaliação de tecnologias em saúde: institucionalização das ações no Ministério da Saúde. Informes técnicos institucionais. **Revista Saúde Pública**, v.40, n.4, p.743-7, 2006.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Mais saúde: direito de todos: 2008–2011.** 5. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Secretaria Nacional de Assistência à Saúde. Instituto Nacional de Câncer. Coordenação de Prevenção e Vigilância – (CONPREV), **Falando sobre câncer de mama.** – Rio de Janeiro: MS/INCA, 66p. 2002.



\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Rastreamento do câncer de mama**. 2007. Disponível em:  
[http://www1.inca.gov.br/rbc/n\\_58/v01/pdf/10b\\_artigo\\_opinioao\\_rastreamento\\_cancer\\_mama\\_brasil\\_quem\\_como\\_por\\_que.pdf](http://www1.inca.gov.br/rbc/n_58/v01/pdf/10b_artigo_opinioao_rastreamento_cancer_mama_brasil_quem_como_por_que.pdf). Acesso em: 20 maio. 2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. **ABC do câncer abordagens básicas para o controle do câncer**. Coordenação Geral de Ações Estratégicas, Coordenação de Educação; organização Luiz Claudio Santos Thuler. – 2. ed. rev. e atual.– Rio de Janeiro: Inca, 129 p., 2012.

\_\_\_\_\_. **Consenso do controle do CA de mama**. 2004. Acesso em: 20Nov2019. Disponível em: <[www.inca.gov.br/publicacoes/consensoi-2004](http://www.inca.gov.br/publicacoes/consensoi-2004)>.

\_\_\_\_\_. Instituto Nacional de Câncer José Alencar Gomes da Silva. Coordenação de Prevenção e Vigilância. **Estimativa 2018: incidência de câncer no Brasil**. Coordenação de Prevenção e Vigilância. – Rio de Janeiro: INCA, 2017.

BRODERSEN J.; JORGENSEN K. J. E; GOTZSCHE P. C. The Benefits and Harms of Screening for Cancer With a Focus on Breast Screening In: **Archiwum Medycyny Wewnetrznej**. – Kraków [s.n.], 2010.

BUSHONG, S. C. **Ciência radiológica para tecnólogos: física, biologia e proteção**. São Paulo: Elsevier, 2010.

CARVALHO, M. T. Avaliação de fatores prognósticos em tumores de mama nos estádios 2A e 3B e sua correlação com sobrevida. **Tese de doutorado**. Universidade de São Paulo. 2010.

CERVANTES, A. M. et al. Evaluation of Breast Cancer by Infrared Thermography. **Research in Computing Science**, v. 149, n. 5, p. 137–149, 2020.

CHALA, L.F., BARROS, N. Avaliação das mamas com métodos de imagem. **Radiol Brasileira** [online], São Paulo, v.40, n.1, p.4-6, 2007.

CRUZ-RAMIREZ, N et al. Evaluation of the Diagnostic Power of Thermography in Breast Cancer Using Bayesian Network Classifiers. **Hindawi Publishing Corporation Computational and Mathematical Methods in Medicine**, p.10, 2013.

COELHO, R. de C. F. P. **Qualidade de vida de mulheres com câncer de mama em tratamento quimioterápico adjuvante e neoadjuvante**. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Enfermagem, Setor de Ciências da Saúde. Universidade Federal do Paraná. 2015. Disponível em:  
<http://www.saude.ufpr.br/portal/ppgenf/wp-content/uploads/sites/9/2016/01/QUALIDADE-DE-VIDA-DE-MULHERES-COM-C%C3%82NCER-DE-MAMA-EM-TRATAMENTO-QUIMIOTER%C3%81PICO-ADJUVANTE-E-NEOADJUVANTE-1.pdf>. Acesso em: 10 jun. 2020.

CORDEIRO, A. M. et al. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**, v. 34, n. 6, p. 428-431, 2007.

CÔRREA, R. da S. **Mamografia: infraestrutura, cobertura, qualidade e risco do câncer radioinduzido em rastreamento oportunístico no estado de Goiás**. Tese

[Doutorado] em Ciências da Saúde do Programa de Pós-graduação em Ciências da saúde, da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 165f., 2012.

DÂNGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar**. 2<sup>o</sup> Ed. São Paulo, Rio de Janeiro, Ribeirão Preto, Belo Horizonte. Atheneu, 2003.  
DUA, G.; MULAVEESALA, R. Applicability of active infrared thermography for screening of human breast: a numerical study. **J. Biomed. Opt.** v.23, n.3, p. 037001, 2018.

DRUMMOND, M.; TARRICONE, R.; TORBICA, A. Assessing the added value of health technologies: reconciling different perspectives. **Value Health**, v.16, n.1, p. 7-13, 2013.

EVANS, W. et al. **Invasive lobular carcinoma of the breast**: Mammographic characteristics and computer-aided detection. *V.* 225, n. 1, p. 182–189, 2000.

FACEY, K. et al. Patients' perspectives in health technology assessment: a route to robust evidence and fair deliberation. **Int J Technol Assess Health Care**. v.26, n.3, p.334-40, 2010.

FEIJÓ, J. O. **Comparação da dose de entrada na pele de mamógrafos com tecnologia digital de aquisição de imagem direta e indireta**. Dissertação [Mestrado] Proteção e Radiologia – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Florianópolis, 79f., 2019.

FERLAY, J. et al. (ed.). **Cancer today**. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer, 2018. (IARC CAnCERBase, n. 15). Disponível em: [at: https://publications.iarc.fr/Databases/IARC-Cancerbases/Cancer-Today-Powered-By-GLOBOCAN-2018--2018](https://publications.iarc.fr/Databases/IARC-Cancerbases/Cancer-Today-Powered-By-GLOBOCAN-2018--2018). Acesso em: 16 de out. 2021.

FERREIRA, A. P. Câncer de mama em mulheres jovens. In: **Womens Health Brasil**, São Paulo, 2018.

FERREIRA, D.B. et al. Nossa vida após o câncer de mama: percepções e repercussões sob o olhar do casal. *Rev. BrasEnferm.* 2011; 64(3):536-44.

FIOCRUZ, Fundação Oswaldo Cruz. **Sistema Bi-rads: Condutas**. Portal de boas práticas em saúde da mulher, da criança e do adolescente. 17p., 2018.

FITZGERALD, A.; BERENTSON-SHAW, J. Thermography as a screening and diagnostic tool: a systematic review. **N Z Med J**; v. 125, n. 1351, p. 80-91, Mar 9, 2012.

FORMENTI, D. et al. Dynamics of thermographic skin temperature response during squat exercise at two different speeds. **Journal of thermal biology**, v. 59, p. 58-63, 2016.

FREITAS, C.R.P.; TERRA, K.L.; MERCES, N.N.A. Conhecimentos dos acadêmicos sobre prevenção do câncer de mama. **RevGaucha Enfermagem**, Porto Alegre, v. 32, n. 4, 2011.

GARDUÑO-RAMÓN, M. A. Supportive Noninvasive Tool for the Diagnosis of Breast Cancer Using a Thermographic **Camera as Sensors** v. 17, n. 497, p. 1-21, 2017.

GAUVIN, F. P. et al. Moving cautiously: public involvement and the health technology assessment community. **Int J Technol Assess Health Care**, v. 27, n.1, p. 43-9, 2011.

GERASIMOVA-CHECHKINA, E. Wavelet-based multifractal analysis of dynamic infrared thermograms to assist in early breast cancer diagnosis. **Frontiers in Physiology**. v. 5, p.176-81, may. 2014.

GERASIMOVA-CHECHKINA, E. Comparative Multifractal Analysis of Dynamic Infrared Thermograms and X-Ray Mammograms **Emlightens Changes in the Environment of Malignant Tumors**. V.7, p.1-15, Aug. 2016.

GOBBI, H. Classificação de tumores da mama: atualização baseada na nova classificação da Organização Mundial de Saúde de 2012. **J BrasPatolMedLab**, v. 48, n. 6, p. 463-474, dez., 2012.

GOLDSCHMIDT, R; BEZERRA, E., PASSOS, E. **Data Mining: Conceitos, Técnicas, Algoritmos, Orientações e Aplicações**. 2. ed. Elsevier Brasil, 2015.  
GONÇALVES, C. B. **Detecção de câncer de mama utilizando imagens termográficas**. Uberlândia/MG, 2017.

HANIYEH, S. S. Et al. A Systematic Review on the Effectiveness of Thermography in Diagnosis of Diseases. **Wiley Periodicals**, v. 23, p. 188–193, 2013.

HOFFER, O. A. Thermal imaging as a tool for evaluating tumor treatment efficacy. **Journal of Biomedical Optics**, v. 23, n.5, p.058001-6, May 2018.

IBARRA-CASTANEDO, C. Quantitative assessment of steel plates using pulsed phase thermography. **Materials Evaluation**, 2005.

IARC, INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Cancer today**. Lyon: WHO, 2020. Disponível em: <https://qco.iarc.fr/today/home>. Acesso em: 16 de out. 2021.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Tipos de câncer: câncer de mama**. 2021. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-de-mama>. Acesso em: 16 de out. 2021.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Detecção precoce do câncer de mama**. Brasília, 2020.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Estimativa 2020**. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/estimativa/introducao>. Acesso em: 16 de out. 2021.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **O que é Câncer?** Brasília, 2019.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Tipos de câncer: mama. Detecção precoce.** Brasília, 2014.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Tipos de câncer: mama. Detecção precoce.** 2016. Disponível em: <[http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama/deteccao\\_precoce+](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama/deteccao_precoce+)> Acesso em: 19 out. 2018.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Diretrizes para detecção precoce do câncer de mama.** Brasília: Ministério da Saúde, 2016. Disponível em: [http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/livro\\_deteccao\\_precoce\\_final.pdf](http://www1.inca.gov.br/inca/Arquivos/livro_deteccao_precoce_final.pdf). Acesso em: 10 maio 2018.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Coordenação de Prevenção e Vigilância. Estimativa 2014:** incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA; 2014.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Expectativa 2016:** incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro (RJ): Fox Print; 2015.

INCA, Instituto Nacional do Câncer. **Controle do câncer de mama.** 2012. Disponível em: [http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/acoes\\_programas/site/home/nobrasil/programa\\_controle\\_cancer\\_mama/conceito\\_magnitude](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/acoes_programas/site/home/nobrasil/programa_controle_cancer_mama/conceito_magnitude). Acesso em: 18 out. 2018.

INCROPERA, et al. **Fundamentos de transferência de calor e massa.** 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

JALES, R. **Bases físicas da mamografia.** Campinas. 2015. Disponível em: <https://drpixel.fcm.unicamp.br/conteudo/bases-fisicas-da-mamografia>. Acesso em: 15 Jun2020

JUNQUEIRA, L. C. U; CARNEIRO, J. **Histologia básica.** 11 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

KHAN, A. A.; ARORA, A. S. Thermography as an Economical Alternative Modality to Mammography for Early Detection of Breast Cancer. **Journal of Healthcare Engineering**, Volume 2021, Article ID 5543101, 8 p.

KAZEROUNI, I. A.; ZADEH, H. G.; HADDADNIA, J. A Novel Model for Smart Breast Cancer Detection in Thermogram Images. **Asian Pac J Cancer Prev**, v.15, n.24, p.10.573-76, 2014.

KENNEDY, D., LEE, T. E; SEELY, D. A Comparative Review of Thermography as a Breast Screening Technique [Jornal]. **Integrative Cancer Therapies.** Florida: Sage Publications, v. 8. – p 9-16, 2008.

KRAUSS-SILVA L. Avaliação tecnológica em saúde: questões metodológicas e operacionais. **Cad Saúde Pública**, v. 20, n.2, p.199-207, 2004.

KRITHIKA V. Semi-automated Breast Cancer Tumor Detection with Thermographic Video Imaging. **Med Biol Soc.** p. 2022-5, 2015.

LAPAYOWKER, M.S.; REVESZ, G. Thermography and ultrasound in detection and diagnosis of breast cancer. *Cancer*. 1980 Aug 15;46 (4 Suppl):933-8.

LASHAKARI, A. E.; PAK, F.; FIOUZMAND, M. Full intelligent cancer classification of thermal breast images to assist physician in clinical diagnostic applications. **J Med Signals Sens** v, 6, n.1, p. 12-24, Jan-mar de 2016.

LI-AN, W. et al. The association of infrared imaging findings of the breast with prognosis in breast cancer patients: an observational cohort study. **BMC Cancer**, v. 16, p. 1-7, 2016.

LISBOA, L. F. Tendências da incidência e da mortalidade do CA de mama no município de São Paulo. **Tese de doutorado**. Universidade de São Paulo, 2009.

LOURENÇO, T. S. et al. Barreiras no rastreamento do câncer de mama e o papel da enfermagem: revisão integrativa, *Rev. Bras Enferm*, Brasília, 66(4): 585-91, 2013.

LUZ, T.G.R. da; CONINCK, J. C.; ULBRICHT, L. **Comparison of the Sensitivity and Specificity Between Mammography and Thermography in Breast Cancer Detection**. Curitiba, 2021.

MALHEIROS, F. C.; IGNÁCIO, L. H. da. Revisão bibliográfica sobre o uso da termografia no diagnóstico de câncer de mama e determinação de parâmetros da bioequação. **Posmec**, Uberlândia, 2015. Disponível em: [http://swge.inf.br/PDF/POSMEC2015-0043\\_027267.PDF](http://swge.inf.br/PDF/POSMEC2015-0043_027267.PDF). Acesso em: 15 maio 2018.

MAKRARIYA, A.; ADLAKHA, N. Quantitative Study of Thermal Disturbances Due to Nonuniformly Perfused Tumors in Peripheral Regions of Women's Breast. **Cancer Informatics**, v. 16, p.1-13, 2017.

MAMBOU, S. J. Breast Cancer Detection Using Infrared Thermal Imaging and a Deep Learning Model. **Sensors**, v.18, n.2799, p.1-19, 2018.

MANCE, M. et al. The influence of size, depth and histologic characteristics of invasive ductal breast carcinoma On thermographic properties of the breast. **EXCLI Journal**, v.18, p. 549-557, 2019.

MASHEKOV Y. et al. Recent advances on artificial intelligent techniques for breast cancer diagnosis. **Новости науки Казахстана**, n.1, v (148), 2021.

MAY, T. S. Military surveillance system for breast cancer detection. *Drug Discov Today*. 2002 Nov 15;7(22):1111-2.

MATOS, M. S. et al. **Manual de Ginecologia**. Salvador, 2017.

MEIRA, L.F.; et al. Termografia na área biomédica. **Pan American Journal of Medical Thermology**, v. 1, n. 1, 2014.

MENDES, M. N. E. **Abordagem multifatorial na prevenção de recidiva do cancro da mama**: Estado da Arte. Dissertação. Instituto Superior de Ciências da Saúde Egas Moniz. Lisboa, 2015. Disponível em: <https://comum.rcaap.pt/bitstream/10400.26/10928/1/Mendes,%20Marta%20Nunes%20Esteves.pdf>. Acesso em: 20 maio 2020.

MERCOLA, J. **Câncer de mama em mulheres jovens**. 2018. Disponível em: <https://portuguese.mercola.com/sites/articles/archive/2018/04/29/cancer-de-mama-em-mulheres-jovens.aspx>. Acesso em: 10 ago 2018.

MILOSEVIC, M.; et al. Thermography based breast câncer detection using texture features and minimum variance quantization. **EXCLI J.**, v.4, n. 13, p.1204-1215, 2014.

MORSCH, J. A. Mamografia Digital: para que serve? Preparo e Vantagens. Porto Alegre, 2019.

MUFFAZZAL, R. et al. Evaluation of digital infraered thermal imaging as an adjunctive screening method for breast carcinoma: A pilot study. **International Journal of Surgery**, v. 12, 1439e1443, 2014.

NAZÁRIO, A.C.P.; REGO, M.F.; OLIVEIRA, V.M. Nódulos benignos da mama: uma revisão dos diagnósticos diferenciais e conduta. **Rev. Bras. GinecolObstet**, v. 29, n. 4, p. 211-219, 2007.

NETTER, F. H. **Atlas de anatomia humana**. 3º ed. University of Rochester Scholl of Medicine and Dentistry Rochester New York: Artmed, 2004.

NITA, M. E. et al. Métodos de pesquisa em avaliação de tecnologias em saúde. **Arq Gastroenterol**, v.46, n.4, p. 252-5, 2009.

NG, E. Y. K., SUDHARSAN, N. M. Computer simulation in conjunction with medical thermography as an adjunct tool for early detection of breast cancer. **BMC Cancer**. v. 4, n. 17, 2004.

NOWAKOWSKI, A. Z. Advances of quantitative IR-thermal imaging in medical diagnostics. **Brain**, v. 10, n. 3, 2006.

OHL, I.C.B. et al. Publications for control of breast cancer in Brazil: integrative review. **Rev Brasileira de Enfermagem**, Brasília, v.69, n. 4, p. 746-55, 2016.

OMRANIPOUR, R. et al. Comparison of the Accuracy of Thermography and Mammography in the Detection of Breast Cancer. **Breast Care**, v.11, p.260–264, 2016.

OPAS/OMS BRASIL, Organização Pan-Americana da Saúde, Organização Mundial da Saúde. **Folha Informativa – Câncer**, 2018. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra.../index.php?option=com\\_content&view=article&id=5588:folha-informativa-cancer&Itemid=839](https://www.paho.org/bra.../index.php?option=com_content&view=article&id=5588:folha-informativa-cancer&Itemid=839)>. Acesso em: 15 de jul. 2018.

OSHIRO, M.L. et al. Cancer de mama avançado como evento sentinela para avaliação do programa de detecção precoce do câncer de mama no Centro-Oeste do Brasil. **Rev Bras Cancerol** [Internet]. 2014.

PEREIRA J. M. et al. Dialectical optimization method as a feature selection tool for breast cancer diagnosis using thermographic images. In: DOS SANTOS, W. P.; DE SANTANA, M. A.; DA SILVA, W. W. A. (editors). **Understanding a Cancer Diagnosis**. 1st ed. New York: Nova Science; 2020, p. 95–118.

PEREIRA, M. do C. **Proposta para a detecção precoce do câncer de mama feminino no município de Lamim**. Monografia. Universidade Aberta do Brasil. Conselheiro Lafaiete/MG, 2010.

PERUZZI, C. P. et al., Itinerário terapêutico de mulheres com câncer de mama no sul do Brasil. **Revista Nursing**, v. 21, n.237, p.2024-9, 2018.

PINHEIRO, J. I. D.; CUNHA, S. B.; CARVAJAL, S. R.; GOMES, G. C. **Estatística básica: A arte de trabalhar com dados**. 2. ed. Elsevier Brasil, 2015.

PITTELLA, J.E.H.; BARBOSA, J.A. A nova classificação dos tumores da mama da OMS. **J Bras Patol Med Lab**, v.48, n. 6, p.406-07, dez., 2012.

REIS-FILHO, J.S.; LAKHANI, S.R. Breastcancerspecialtypes: whybother? **JournalofPathology**, v.216, p. 394-39, 2008.

RIBEIRO, J. I. **Carcinoma da mama: estado da arte**. Dissertação [Mestrado], Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, Mestrado Integrado de Ciências Farmacêuticas, 39 p, 2014.

RING, E. F.; AMMER, K. The technique of infra red imaging in medicine. **Thermol Int.**, v.10, n.1, p.7-14, 2000.

RODGERS, M. et al. **Narrative synthesis in systematic reviews**. Manchester: ESRC Reserch Methods Programme, 2007.

SALIM, A. C. M. **Análise do perfil de metilação em tumores de mama utilizando differentialmethylationhybridization (DMH)**. Tese [doutorado], Fundação Antônio Prudente. Curso de Pós-Graduação em ciências, 110 p, 2009.

SAMPAIO, R. F.; MANCINI, M. C. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. **Rev. Bras. Fisioter.**, São Carlos, v. 11, n.1, p.83-9, jan./fev.2007.

SANTOS, G. R. Expressão de receptores hormonais, HER-2 e Ki-67 em doença de Paget de mama. **Tese de doutorado**. Faculdade de Medicina. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

SBM, Sociedade Brasileira de Mastologia. **Incidência de mulheres com câncer de mama e menos de 35 anos está entre 4% e 5%**. 2019. Disponível em: <http://www.sbmastologia.com.br/noticias/incidencia-de-mulheres-com-cancer-de->

mama-com-menos-de-35-anos-esta-entre-4-e-5-dos-casos/. Acesso em 20 de out. 2019.

SENISKI, G. G. Análise do perfil de metilação do promotor do gene ADAM33 e sua correlação clínica com câncer de mama. **Dissertação de mestrado**. Departamento de Patologia. Centro de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Paraná. 2008.

SHI, G. et al. Diagnosis of breast tumor using thermal tomography q – r curve. **Journal of Biomedical Optics**, v.20, n.6,p. 068001-16, jun., 2015.

SIEBRA, J. E. et al. Use ofcoconutmeal in slaughterpig diets. **Rev. Bras. Saude Prod. Anim.**, v.10, n. 3, p. 604-614, 2009.

SILVA, E. L. S.; VIANA, E. R. A importância do diagnóstico precoce do câncer de mama e sua magnitude no universo feminino. **Persp. online: biol.& saúde**, Campos do Goytacazes, v.18, n.5, p.3-4, 2015.

SILVA, I. dos S. Políticas de controle do câncer de mama no Brasil: quais são os próximos passos? **Cad. Saúde Pública**, v.34, n.6, p.00097018, 2018.  
SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOLOGIA – SBM. **Amamentação**. Disponível em:<[http://www.sbmastologia.com.br/espaco\\_para\\_opublico/amamentacao.html](http://www.sbmastologia.com.br/espaco_para_opublico/amamentacao.html)>. Acesso em: 17 de jul.2018.

SILVA, R. H. B. S. **Estudo de otimização de sistemas mamográficos utilizando FOM (Figura de Mérito)**. 2017. 33 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Biomédica) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, 2017.

SIQUEIRA, F.M. de P. **Correlação entre o exame clínico, a mamografia e a ultrasonografia com o exame anátomo-patológico na determinação do tamanho tumoral no câncer de mama**. 88 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais. Faculdade de Medicina. Belo Horizonte, 2006.

SOUZA, C. R. M. **Acesso à mamografia para a detecção precoce do câncer de mama na região de saúde de Vitória da Conquista (BA)**. Dissertação. Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Vitória da Conquista - BA, 2016.

SOUZA, G. A. G. R. de. et al. Temperatura de referência das mamas: proposta de uma equação. **Einstein.**, v.13, n.4, p.518-24, 2015.

STEWART, B. W.; WILD, C. P. (Ed.). **World CancerReport: 2014**. Lyon: IARC, 2014.

VASCONCELOS, J. H. de. **Investigações sobre métodos de classificação para uso em termografia de mama**. 92 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2017.

VIEIRA, A. V.; TOIGO, F. T. Classificação Bi-rads: categorização de 4.968 mamografias. **Radiol. Bras.**, v.35, n.4, p.205-208, 2002.



WEIGEL, T B.; BAEHNER, F.L.; REIS-FILHO, J.S. The contribution of gene expression profiling to breast cancer classification, prognostication and prediction: a retrospective of the last decade. **Journal of Pathology**, v. 220, p. 263-280, 2010.

WEIGEL, T B.; REIS-FILHO, J.S. Histological and molecular types of breast cancer: is there a unifying taxonomy? **Nat Rev Clin Oncol**, v. 6, p. 718-730, 2009.

WHO World Health Organization. **International Agency for Research on Cancer. Globocan**. 2019. Disponível em: <https://gco.iarc.fr/today/>. Acesso em 20 de out. 2019.

YAHARA, T. et al. Relationship between microvessel density and thermographic hot areas in breast cancer. **Surgery Today**. v. 33, n. 4, p. 243-248, Jul. 2003.

ZADEH, H. G. et al., Assessing the Potential of Thermal Imaging in Recognition of Breast Cancer. **Asian Pac J Cancer Prev**, v.16, n.18, p.8.619-23, 2015.