

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVA SORIANO REZENDE

**Análise da distribuição de equipamentos de mamografia nas Unidades
Federativas do Brasil e sua influência na saúde de mulheres com câncer de
mama**

Uberlândia
2025

AVA SORIANO REZENDE

**Análise da distribuição de equipamentos de mamografia nas Unidades
Federativas do Brasil e sua influência na saúde de mulheres com câncer de
mama**

Trabalho apresentado como requisito parcial de avaliação
na disciplina Trabalho de Conclusão de Curso do Curso
de Engenharia Biomédica da Universidade Federal de
Uberlândia.

Orientadora: Profa. Dra. Selma Terezinha Milagre

Uberlândia
2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

R467 Rezende, Ava Soriano, 2001-
2025 Análise da distribuição de equipamentos de mamografia nas
Unidades Federativas do Brasil e sua influência na saúde de
mulheres com câncer de mama [recurso eletrônico] / Ava
Soriano Rezende. - 2025.

Orientador: Selma Terezinha Milagre.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia Biomédica.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.

1. Engenharia biomédica. I. Milagre, Selma Terezinha, 1962-,
(Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Graduação
em Engenharia Biomédica. III. Título.

CDU: 62:61

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2: Gizele Cristine
Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

Dedico este trabalho aos meus pais e professores, que, com seu estímulo incansável, carinho e inspiração, me mostraram que a educação e o conhecimento são a base de qualquer conquista.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, minha gratidão a Deus, por sustentar cada etapa desta jornada. Foi a fé que me conduziu até aqui, acalmando o coração nos momentos de incerteza e renovando as esperanças. À minha família, meu alicerce. Aos meus pais, Renato e Viviane, a mais profunda gratidão por me ensinarem o valor da honestidade, do esforço e da perseverança. Por cada gesto de apoio e palavra de encorajamento, vocês foram e são meu porto seguro. Às minhas irmãs, Ana Clara e Sofia, agradeço pela companhia e por me lembrarem, com a pureza e a leveza do amor fraterno, o que é sorrir com a alma.

Minha profunda gratidão à professora Selma, minha orientadora. Sua generosidade, paciência e sabedoria foram essenciais para este trabalho. Aos meus amigos, tanto da universidade quanto de Goiânia, agradeço por compartilharem a intensidade da caminhada e por serem a minha rede de apoio. Vocês se tornaram parte da minha história, daquelas que não se apagam com o tempo.

Este trabalho carrega a essência de todos que caminharam comigo. Cada um, à sua maneira, contribuiu para que eu chegasse até aqui — mais madura, mais forte e profundamente grata.

RESUMO

O câncer de mama é o tumor maligno com maior taxa de mortalidade entre as mulheres no Brasil, e a mamografia constitui a principal ferramenta para o rastreamento e o diagnóstico precoce da doença. Este trabalho analisou a distribuição e disponibilidade de mamógrafos no país entre 2020 e 2024, a partir de dados do CNES, INCA e IBGE, utilizando recursos de geoprocessamento no QGIS para construção de mapas temáticos, diagramas de Voronoi e tabelas comparativas. Os resultados revelaram uma forte desigualdade regional: enquanto regiões do Sul e Sudeste concentram a maior parte dos equipamentos e apresentam melhor desempenho assistencial, Norte e Nordeste mantiveram lacunas importantes no acesso, agravadas pela elevada taxa de inatividade dos aparelhos. Observou-se ainda que a simples ampliação do número de equipamentos não garantiu impacto positivo direto na redução da mortalidade, já que fatores como logística, manutenção, recursos humanos e organização da rede assistencial influenciam de forma decisiva o funcionamento de todo o sistema. Concluiu-se, portanto, que a equidade no acesso ao rastreamento do câncer de mama depende não apenas da expansão tecnológica, mas de políticas públicas que priorizem a regionalização, a gestão eficiente e a redução das desigualdades estruturais entre as Unidades Federativas.

Palavras-chave: Câncer de mama; Diagnóstico precoce; Mamografia; Saúde pública; SUS.

ABSTRACT

Breast cancer is the malignant tumor with the highest mortality rate among women in Brazil, and mammography is the main tool for screening and early diagnosis of the disease. This study analyzed the distribution and availability of mammography devices in the country between 2020 and 2024, based on data from CNES, INCA, and IBGE, using geoprocessing resources in QGIS to construct thematic maps, Voronoi diagrams, and comparative tables. The results revealed a strong regional inequality: while the South and Southeast regions concentrate most of the equipment and show better healthcare performance, the North and Northeast maintained significant gaps in access, worsened by the high inactivity rate of the devices. It was also observed that simply increasing the number of devices did not guarantee a direct positive impact on mortality reduction, since factors such as logistics, maintenance, human resources, and organization of the healthcare network decisively influence the functioning of the entire system. It was therefore concluded that equity in access to breast cancer screening depends not only on technological expansion but also on public policies that prioritize regionalization, efficient management, and the reduction of structural inequalities among the Federative Units.

Keywords: Breast cancer; Early diagnosis; Mammography; Public health; SUS.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Exemplo de equipamento de mamografia (mamógrafo).....	17
Figura 2. Mapa ilustrativo da cobertura desigual de mamógrafos por Unidade Federativa em 2024.....	35
Figura 3. Diagrama de Voronoi da distribuição de mamógrafos ativos no Brasil em 2020....	70
Figura 4. Diagrama de Voronoi da distribuição de mamógrafos ativos no Brasil em 2024....	70

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Comparativo da distribuição de mamógrafos ativos vinculados ao SUS por Unidade Federativa.....	29
Gráfico 2. Unidades Federativas com maior e menor cobertura proporcional de mamógrafos ativos por 100 mil mulheres em 2024.....	33
Gráfico 3. Comparativo entre mamógrafos cadastrados e ativos por UF em 2020.....	41
Gráfico 4. Comparativo entre mamógrafos cadastrados e ativos por UF em 2024.....	41
Gráfico 5. Percentual de inatividade dos mamógrafos por Unidade Federativa em 2020 e 2024.....	43
Gráfico 6. Evolução da Cobertura Mamográfica por UF.....	50
Gráfico 7. Taxas de Mortalidade por Câncer de Mama por UF.....	54
Gráfico 8. Incidência percentual de novos casos de câncer de mama por UF	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Distribuição dos mamógrafos ativos vinculados ao SUS, por Unidade Federativa no Brasil.....	27
Tabela 2. Razão de mamógrafos ativos vinculados ao SUS por 100 mil mulheres no Brasil..	31
Tabela 3. Mamógrafos cadastrados, ativos e percentual de inatividade por UF em 2020.....	37
Tabela 4. Mamógrafos cadastrados, ativos e percentual de inatividade por UF em 2024.....	38
Tabela 5. Evolução da cobertura mamográfica (mamógrafos ativos por 100 mil mulheres) nas Unidades Federativas do Brasil.....	46
Tabela 6. Trajetória da Cobertura Mamográfica nas oito maiores UFs.....	49
Tabela 7. Evolução das Taxas de Mortalidade por Câncer de Mama por UF	52
Tabela 8. Descompasso entre cobertura mamográfica e taxa de mortalidade por câncer de mama, por Unidade Federativa em 2020 e 2024.....	55
Tabela 9. Evolução da Taxa de Incidência de Câncer de Mama por 100 mil Mulheres no Brasil.....	59
Tabela 10. Classificação das Unidades Federativas segundo o risco epidemiológico associado à cobertura mamográfica e mortalidade por câncer de mama em 2024.....	65

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BI-RADS – *Breast Imaging Reporting and Data System*

CBR – Colégio Brasileiro de Radiologia

CNES – Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde

DATASUS – Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCA – Instituto Nacional de Câncer

MS – Ministério da Saúde

NCRP – *National Council on Radiation Protection and Measurements*

NCI – *National Cancer Institute*

QGIS – *Quantum Geographic Information System*

SBM – Sociedade Brasileira de Mastologia

SUS – Sistema Único de Saúde

UF – Unidade Federativa

WHO – *World Health Organization*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo geral	13
1.2 Objetivos específicos	13
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	14
2.1 Anatomia da mama e fisiologia mamária	14
2.1.1 Estrutura anatômica e função fisiológica	14
2.1.2 Sistema linfático mamário	15
2.2 Mamografia	16
2.2.1 Mamógrafo	16
2.2.2 Exame de mamografia	18
2.3 Câncer de mama	20
3 METODOLOGIA	22
3.1 Fontes de informação e critérios de inclusão	22
3.2 Organização dos dados e análise quantitativa	23
3.3 Geoprocessamento e visualização espacial	24
3.4 Etapas do projeto e reprodutibilidade	25
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1 Panorama nacional da distribuição de mamógrafos	26
4.1.1 Quantitativo total por UF	27
4.1.2 Cobertura proporcional de mamógrafos por 100 mil mulheres	30
4.1.3 Reflexos da desigualdade de distribuição por UF	33
4.2 Situação operacional dos equipamentos	35
4.2.1 Mamógrafos ativos <i>versus</i> cadastrados por UF	36
4.2.2 Percentual de inatividade	42
4.2.3 Principais causas da inatividade	43
4.2.4 Impacto direto sobre o acesso feminino	44
4.3 Evolução da cobertura	45
4.3.1 Variação percentual por UF	45

	11
4.3.3 UFs com avanço <i>versus</i> retrocesso	49
4.4 Mortalidade por câncer de mama	50
4.4.1 Taxas de mortalidade por UF	51
4.4.2 Descompasso entre cobertura e mortalidade	55
4.4.3 Determinantes sociais e institucionais	57
4.5 Incidência de novos casos	58
4.5.1 Índice de incidência por UF	61
4.5.2 Relação entre estrutura e casos notificados	61
4.5.3 Risco epidemiológico e prevenção	62
4.6 Integração entre cobertura, mortalidade e inatividade	63
4.6.1 Análises das UFs em relação a cobertura e mortalidade	64
4.6.2 Análise crítica: cobertura x mortalidade x inatividade	66
4.7 Análise geoespacial	67
4.7.1 Mapa temático da cobertura (QGIS)	67
4.7.2 Diagrama de Voronoi nos vazios assistenciais	68
4.7.3 Interpretação espacial das regiões críticas	71
4.8 Contribuições para política pública	72
4.8.1 UFs prioritárias para investimento	72
4.8.2 Barreiras institucionais por UF	73
4.8.3 Propostas de reorganização regional da oferta	74
4.8.4 Integração digital e soluções de inteligência artificial	74
5 CONCLUSÃO	76
REFERÊNCIAS	78

1 INTRODUÇÃO

O câncer de mama é reconhecido como um dos principais problemas de saúde pública no mundo, sendo a neoplasia maligna depois do câncer de pele mais incidente entre mulheres e responsável por elevadas taxas de mortalidade em países de baixa e média renda (*World Health Organization – WHO*, 2021; *Instituto Nacional de Câncer – INCA*, 2023). No Brasil, as estimativas do INCA apontam para mais de 73 mil novos casos em 2023, o que reforça a necessidade de estratégias eficazes de rastreamento e diagnóstico precoce (INCA, 2023).

A mama feminina é uma estrutura anatômica complexa, composta por lóbulos, ductos, vasos sanguíneos e linfáticos, cuja função está relacionada à lactação e à integridade fisiológica do organismo (Tavares et al., 2020; Gallup & Frederick, 2010). Essa complexidade anatômica e funcional explica a diversidade de manifestações clínicas da doença e o desafio do diagnóstico precoce (Colégio Brasileiro de Radiologia – CBR, 2023; Marques et al., 2023).

O rastreamento mamográfico é amplamente reconhecido como a principal ferramenta para a detecção precoce do câncer de mama, permitindo a identificação de lesões subclínicas, como microcalcificações e nódulos irregulares, antes do surgimento de sintomas perceptíveis (INCA, 2022; WHO, 2020; *American Cancer Society – ACS*, 2022). Quando realizado de forma regular, o exame contribui para reduzir a mortalidade em até 30% (WHO, 2020; ACS, 2022).

Entretanto, a efetividade do rastreamento depende de fatores estruturais e organizacionais do sistema de saúde. No Brasil, a distribuição desigual de mamógrafos é um obstáculo persistente, com maior concentração nas regiões Sul e Sudeste e escassez significativa no Norte e Nordeste (*Departamento de Informática do SUS – DATASUS*, 2024; Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz, 2023). Essa desigualdade é agravada por altas taxas de inatividade, equipamentos obsoletos e falta de manutenção preventiva, comprometendo a oferta regular do exame (Marques et al., 2023; CBR, 2023).

Além da má distribuição, outros fatores limitam a cobertura: carência de profissionais especializados, infraestrutura inadequada e gestão ineficiente de recursos tecnológicos, resultando em vazios assistenciais — áreas onde a população tem acesso restrito ou

inexistente ao rastreamento (Brasil, 2022; Fiocruz, 2023). Como consequência, muitas mulheres têm o diagnóstico realizado em estágios avançados, o que reduz a taxa de cura e aumenta os custos do tratamento (Souza et al., 2019; INCA, 2023).

Soluções tecnológicas como os mamógrafos portáteis têm sido estudadas como alternativas para ampliar o acesso em regiões remotas, por serem equipamentos de menor porte e custo operacional reduzido (Silva et al., 2022; WHO, 2021). Contudo, sua implementação no Brasil ainda é limitada, devido à ausência de padronização nacional e falta de políticas estruturantes que garantam manutenção e logística adequada (Brasil, 2021; CBR, 2023).

1.1 Objetivo geral

Diante desse cenário, o presente estudo tem como objetivo analisar a distribuição dos mamógrafos no território brasileiro entre 2020 e 2024, considerando sua disponibilidade, operacionalidade e cobertura regional.

1.2 Objetivos específicos

Para alcançar esse objetivo geral, o presente estudo propõe:

- Integrar e processar dados de fontes-chave como SUS, INCA e IBGE para criar um panorama completo da distribuição de equipamentos em nível nacional;
- Relacionar a disponibilidade de mamógrafos com as taxas de incidência e mortalidade do câncer de mama, identificando as barreiras estruturais e sociais que dificultam o acesso ao exame;
- Avaliar a influência das políticas públicas na efetividade e na operação dos mamógrafos, verificando se o investimento se traduz em um serviço que realmente beneficia a população;
- Sugerir estratégias e caminhos para diminuir as disparidades regionais e garantir um acesso mais equitativo à mamografia para todas as mulheres brasileiras.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Anatomia da mama e fisiologia mamária

A mama feminina é uma glândula exócrina localizada na região torácica anterior, sobre os músculos peitorais maiores, e desempenha papel essencial na lactação e na regulação hormonal ao longo das fases da vida reprodutiva (Tavares et al., 2020; Guyton & Hall, 2021). Sua estrutura é composta por tecidos glandular, adiposo e conjuntivo, organizados em lóbulos, ductos lactíferos, vasos sanguíneos, vasos linfáticos e ligamentos suspensores, que garantem sustentação e vascularização (Fiocruz, 2023). A produção do leite ocorre nos alvéolos secretórios e é conduzida até o mamilo pelos ductos durante a lactação, em um processo regulado por um eixo hormonal que envolve hipotálamo, hipófise e ovários (Junqueira & Carneiro, 2021; WHO, 2021). A sensibilidade da mama às variações de estrogênio, progesterona e prolactina explica as alterações fisiológicas observadas durante os ciclos hormonais, gestação e menopausa (CBR, 2023). Compreender essa anatomia e fisiologia é fundamental para o diagnóstico e prevenção de distúrbios benignos e malignos, como o câncer de mama, uma das principais causas de mortalidade feminina (INCA, 2023; Marques et al., 2023).

2.1.1 Estrutura anatômica e função fisiológica

As mamas são glândulas exócrinas do sistema reprodutor feminino, cuja principal função biológica é a produção e secreção de leite durante a lactação (Tavares et al., 2020). No entanto, sua relevância clínica e epidemiológica vai além dessa função, uma vez que constituem estruturas complexas envolvidas em processos hormonais, fisiológicos e patológicos ao longo de toda a vida reprodutiva da mulher (Gallup & Frederick, 2010; Guyton & Hall, 2021).

Anatomicamente, as mamas se localizam sobre os músculos peitorais, sendo sustentadas por ligamentos suspensores e revestidas por uma camada de tecido adiposo, responsável por definir seu volume e formato (Tavares et al., 2020; Junqueira & Carneiro, 2021). Internamente, são compostas por três tecidos principais:

- Glandular, que contém os lóbulos e ductos lactíferos responsáveis pela síntese e condução do leite;

- Adiposo, que confere sustentação e reserva energética;
- Conjuntivo, que fornece suporte estrutural e vascularização (Tavares et al., 2020; CBR, 2023).

O tecido glandular é organizado em lóbulos que se conectam por ductos lactíferos, convergindo para o mamilo, onde ocorre a excreção do leite durante a lactação (Guyton & Hall, 2021; CBR, 2023). O desenvolvimento mamário inicia-se na puberdade, sob influência dos hormônios estrogênio e progesterona, que promovem a diferenciação dos tecidos e preparam a mama para sua função reprodutiva (Gallup & Frederick, 2010; Junqueira & Carneiro, 2021).

Além de sua função fisiológica, as mamas representam um órgão de alta relevância médica e epidemiológica, frequentemente acometido por alterações benignas (como mastalgia, cistos e fibroadenomas) e neoplasias malignas, especialmente o câncer de mama (Marques et al., 2023; INCA, 2023).

Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2023), o câncer de mama é o segundo tipo mais incidente entre as mulheres, atrás apenas do câncer de pele não melanoma, porém apresenta a maior taxa de mortalidade feminina no Brasil e no mundo (WHO, 2021; Fiocruz, 2023).

Esse cenário evidencia a necessidade de vigilância contínua e de programas de rastreamento eficientes, que priorizem a detecção precoce de alterações patológicas e garantam o cuidado integral à saúde da mulher, integrando dimensões fisiológicas, psicológicas e sociais (INCA, 2023; WHO, 2021; CBR, 2023).

2.1.2 Sistema linfático mamário

Além de sua anatomia complexa, a mama possui uma rede linfática altamente especializada, que desempenha papel essencial na drenagem de fluidos intersticiais e na defesa imunológica do organismo. O sistema linfático mamário é composto por vasos linfáticos e linfonodos que filtram partículas, microrganismos e células anômalas, funcionando como um mecanismo de vigilância contínua (Junqueira & Carneiro, 2021; Guyton & Hall, 2021). Os principais grupos de linfonodos relacionados à mama localizam-se nas axilas (linfonodos axilares), na região supraclavicular e na região paraesternal, sendo os axilares os mais relevantes na prática clínica e cirúrgica (Tavares et al., 2020; CBR, 2023).

Do ponto de vista oncológico, o sistema linfático tem importância estratégica, pois representa a principal via de disseminação metastática do câncer de mama (INCA, 2023; WHO, 2021). Quando células neoplásicas escapam do tumor primário, elas frequentemente migram primeiro para os linfonodos regionais, especialmente os axilares, que são os primeiros sítios de acometimento (Marques et al., 2023; Fiocruz, 2023). O conhecimento detalhado dessa anatomia é fundamental para o diagnóstico preciso, a avaliação do estadiamento clínico e o planejamento terapêutico, incluindo decisões sobre biópsia do linfonodo sentinela e cirurgias conservadoras. Compreender o trajeto e a função dessa rede permite aos profissionais de saúde identificar precocemente a progressão tumoral e adotar estratégias mais eficazes de tratamento (CBR, 2023; WHO, 2021).

2.2 Mamografia

A mamografia é reconhecida como a principal ferramenta no diagnóstico precoce do câncer de mama. Trata-se de um exame radiológico que, utilizando uma baixa dose de radiação ionizante, permite visualizar alterações anatômicas sutis, como pequenos nódulos e microcalcificações, que podem representar sinais iniciais da doença (INCA, 2023; CBR, 2023).

Estudos demonstram que a realização regular do exame está associada à redução de até 30% na mortalidade por câncer de mama, evidenciando sua relevância como estratégia de rastreamento populacional (American Cancer Society – ACS, 2022). O grande benefício da mamografia é a detecção precoce de lesões em estágios iniciais, frequentemente antes de serem perceptíveis ao exame clínico, o que possibilita intervenções menos invasivas e com maiores taxas de sucesso terapêutico (INCA, 2021; WHO, 2021).

No Brasil, o Sistema Único de Saúde (SUS) recomenda a realização bienal da mamografia em mulheres entre 50 e 69 anos, faixa etária em que a efetividade do rastreamento é mais evidenciada (Brasil, 2022; INCA, 2023). Essa diretriz está alinhada às orientações de organismos internacionais e reflete o compromisso do sistema público de saúde com a detecção precoce e o tratamento oportuno da doença.

2.2.1 Mamógrafo

O mamógrafo é o equipamento responsável pela realização do exame de mamografia, projetado para capturar imagens de alta resolução da mama com a menor dose possível de

radiação ionizante. Seu funcionamento baseia-se na emissão controlada de raios X, que atravessam os tecidos mamários e são capturados por um detector analógico ou digital, resultando em uma imagem bidimensional que permite ao radiologista avaliar a densidade mamária e identificar alterações suspeitas, como nódulos e microcalcificações (Brasil, 2014; NCRP, 2020).

A Figura 1 apresenta um exemplo de equipamento de mamografia, destacando os principais componentes estruturais do sistema.

Figura 1. Exemplo de equipamento de mamografia (mamógrafo)



Fonte: Elaboração própria a partir de HC-UFU.

A estrutura do mamógrafo é cuidadosamente projetada para otimizar a qualidade das imagens e garantir segurança radiológica. Entre seus principais elementos estão:

- o tubo de raios X, responsável pela emissão da radiação necessária para a formação da imagem;
- o sistema de compressão mamária, cuja função é reduzir a espessura do tecido, minimizar a sobreposição de estruturas e assegurar maior nitidez com menor dose de radiação;
- os detectores de imagem, que convertem a radiação recebida em sinais analógicos ou digitais;
- e o console de operação, que permite ao profissional ajustar os parâmetros técnicos e registrar os dados do exame, assegurando rastreamento e precisão diagnóstica (Brasil, 2014; NCRP, 2020).

Nos últimos anos, surgiram avanços tecnológicos significativos, como a tomossíntese (também chamada mamografia 3D), capaz de gerar imagens em múltiplos planos e aumentar a detecção de lesões ocultas em mamas densas (Fischer et al., 2019; Sociedade Brasileira de Mastologia – SBM, 2022). Entretanto, a incorporação dessa tecnologia no SUS ainda é limitada, devido ao alto custo de aquisição e manutenção, à escassez de capacitação profissional e à ausência de políticas públicas específicas que incentivem sua adoção em larga escala (Fiocruz, 2023; INCA, 2023).

Outra inovação importante é o desenvolvimento de mamógrafos portáteis, que representam uma estratégia promissora para ampliar o acesso ao rastreamento em regiões remotas ou com infraestrutura hospitalar restrita. Esses equipamentos apresentam menor porte, baixo consumo energético e maior mobilidade, tornando possível levar o exame a populações vulneráveis e zonas rurais, onde há escassez de serviços especializados (Silva et al., 2022; WHO, 2021). Apesar do potencial, sua adoção também permanece incipiente no SUS, devido a desafios logísticos, financeiros e regulatórios.

2.2.2 Exame de mamografia

O exame de mamografia é um procedimento rápido, padronizado e seguro, realizado por um técnico em radiologia devidamente treinado e supervisionado por um médico radiologista. Durante o exame, a paciente é posicionada em pé, e cada mama é

cuidadosamente colocada entre duas placas de acrílico do equipamento. Em seguida, aplica-se uma compressão leve e controlada, por alguns segundos, com o objetivo de espalhar o tecido mamário, reduzir a sobreposição das estruturas e melhorar a nitidez da imagem, permitindo o uso de uma dose mínima de radiação ionizante (CBR, 2023). Embora essa compressão possa causar leve desconforto, ela é indispensável para garantir qualidade diagnóstica e segurança radiológica (WHO, 2020).

Em um exame padrão, são obtidas duas incidências por mama:

- Crânio-caudal (CC): que fornece uma visão superior da mama;
- Médio-lateral oblíqua (MLO): que oferece uma visão inclinada, abrangendo também a região axilar.

Essas duas imagens combinadas permitem uma avaliação completa do tecido mamário, auxiliando o radiologista na identificação de lesões, nódulos ou microcalcificações (INCA, 2023).

Quando o exame revela achados suspeitos, o radiologista pode solicitar exames complementares, como ultrassonografia mamária, indicada para mamas densas ou para melhor caracterização de nódulos, e biópsia, quando há necessidade de confirmação histopatológica (INCA, 2023; CBR, 2023).

A interpretação dos resultados é feita pelo médico radiologista, que utiliza o sistema BI-RADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*), desenvolvido pelo *American College of Radiology*. Esse sistema classifica os achados mamográficos em categorias numéricas que indicam o nível de risco:

- BI-RADS 1 e 2: exames negativos ou benignos;
- BI-RADS 3: achado provavelmente benigno, com recomendação de novo exame em seis meses;
- BI-RADS 4 e 5: achados suspeitos ou altamente sugestivos de malignidade, que requerem biópsia e avaliação especializada (CBR, 2023).

Apesar da simplicidade técnica do procedimento, o acolhimento humanizado e a sensibilidade da equipe profissional são essenciais para reduzir o desconforto e aumentar a adesão ao rastreamento. O acesso ao exame e a interpretação qualificada das imagens são

considerados pilares fundamentais para o diagnóstico precoce e a consequente redução da mortalidade por câncer de mama (INCA, 2023; WHO, 2020).

2.3 Câncer de mama

O câncer de mama representa um dos principais desafios para a saúde das mulheres em todo o mundo. Trata-se de uma neoplasia maligna que se desenvolve nos tecidos mamários e que, em estágios avançados, pode invadir estruturas adjacentes e disseminar-se para outros órgãos por meio dos sistemas linfático e circulatório (INCA, 2023; National Cancer Institute – NCI, 2020). A patogênese da doença envolve alterações genéticas e moleculares que levam à proliferação celular descontrolada, comprometendo os mecanismos naturais de regulação do ciclo celular e morte programada (*apoptose*) (INCA, 2023; NCI, 2020).

Diversos fatores de risco podem contribuir para o surgimento da doença, incluindo idade avançada, histórico familiar positivo, mutações hereditárias nos genes BRCA1 e BRCA2, além de hábitos de vida como sedentarismo, obesidade, consumo de álcool e exposição prolongada a hormônios (WHO, 2021; Silva et al., 2019). Fatores sociodemográficos também exercem influência significativa: baixa escolaridade, desigualdades regionais e dificuldade de acesso aos serviços de saúde estão associados a diagnósticos tardios e piores desfechos clínicos (Fiocruz, 2023; INCA, 2023).

Nesse contexto, a detecção precoce constitui uma das estratégias mais eficazes no enfrentamento da doença. Quando o câncer é identificado em estágios iniciais, o tratamento tende a ser menos invasivo, mais acessível e com maiores taxas de cura (INCA, 2023). A *American Cancer Society* (2022) estima que programas de rastreamento mamográfico regular podem reduzir a mortalidade por câncer de mama em até 30%. Além de salvar vidas, o diagnóstico precoce possibilita intervenções terapêuticas menos agressivas e melhor qualidade de vida para as pacientes (INCA, 2022; WHO, 2021).

Em contrapartida, o diagnóstico tardio está associado a maior risco de metástases, menor sobrevida e impactos negativos ampliados, tanto biológicos quanto psicossociais (Rodrigues et al., 2023). Esse atraso implica custos elevados para o sistema de saúde e para a sociedade, além de consequências como sofrimento emocional, afastamento laboral e sobrecarga familiar (Souza et al., 2019; INCA, 2022).

Assim, o combate ao câncer de mama requer uma abordagem integrada, que envolva educação em saúde, ampliação do acesso ao rastreamento, fortalecimento da atenção primária e investimento contínuo em políticas públicas de prevenção. A detecção precoce permanece como a estratégia mais efetiva para reduzir a mortalidade e minimizar os impactos clínicos, sociais e econômicos da doença (INCA, 2023; WHO, 2021).

3 METODOLOGIA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, o que significa que não apenas descreve um problema, mas também busca propor soluções práticas para enfrentá-lo. Adota-se uma abordagem mista, que combina o melhor dos métodos *qualitativo* e *quantitativo*, considerando que a complexidade do tema exige múltiplas perspectivas analíticas. A dimensão *quantitativa* permite mensurar a presença, a distribuição e a cobertura de mamógrafos no território nacional, bem como correlacionar esses dados com os índices de mortalidade por câncer de mama. Em outras palavras, essa abordagem possibilita compreender o problema em termos numéricos e mensuráveis.

Por sua vez, a abordagem *qualitativa* possibilita interpretar criticamente as desigualdades identificadas, oferecendo uma análise contextual dos fatores sociais, regionais e organizacionais que influenciam o acesso ao rastreamento mamográfico e aos serviços de saúde da mulher no Brasil. A integração dessas duas dimensões metodológicas resulta em um estudo mais abrangente e robusto, capaz de evidenciar falhas estruturais e, ao mesmo tempo, interpretar seus significados e impactos, fornecendo uma visão ampla, crítica e aprofundada sobre a distribuição desigual de mamógrafos e suas implicações na equidade do diagnóstico precoce.

3.1 Fontes de informação e critérios de inclusão

A pesquisa foi fundamentada em dados secundários obtidos junto a instituições públicas e reconhecidas pela robustez e abrangência de seus bancos de dados. As informações do DATASUS / CNES (Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde) foram utilizadas para a extração dos dados referentes à quantidade de mamógrafos ativos em cada município brasileiro, com detalhamento por ano e por vínculo institucional (Brasil, 2024).

Para os dados de incidência e mortalidade por câncer de mama, a principal fonte utilizada foi o Instituto Nacional de Câncer (INCA), com base em suas estimativas oficiais mais recentes, desagregadas por Unidade Federativa (INCA, 2023).

As estimativas populacionais femininas, segmentadas por faixa etária e localização geográfica, bem como as bases cartográficas compatíveis com *softwares* de

geoprocessamento, foram obtidas a partir das plataformas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023).

O recorte temporal compreendeu o período de 2020 a 2024, buscando refletir uma perspectiva atualizada da situação da mamografia no Brasil. Foram incluídos na análise apenas os equipamentos cadastrados no CNES como vinculados ao Sistema Único de Saúde (SUS), ativos e disponíveis para uso. Equipamentos pertencentes exclusivamente à rede privada ou sem vínculo público formal foram excluídos, com o objetivo de manter o foco na oferta de serviços garantidos constitucionalmente pelo sistema público de saúde.

3.2 Organização dos dados e análise quantitativa

Os dados estatísticos utilizados nesta pesquisa foram extraídos das plataformas DATASUS, CNES, INCA e IBGE, no formato *.CSV*. Após a coleta, os dados foram organizados e padronizados em planilhas eletrônicas, com atenção especial para os campos de identificação territorial (Unidade Federativa – UF), período de tempo analisado (2020 a 2024), número de equipamentos disponíveis, população feminina estimada, casos novos e óbitos registrados por câncer de mama.

Em seguida, foi realizada uma análise preliminar utilizando o *software Microsoft Excel®*, por meio da qual foram calculados diferentes indicadores padronizados relacionados à distribuição e ao impacto dos mamógrafos no Brasil. Entre os parâmetros avaliados, destacaram-se: a cobertura de mamógrafos por 100 mil mulheres em cada Unidade Federativa, a taxa de mortalidade por câncer de mama por UF, o índice de incidência da doença por UF, bem como a diferença entre a cobertura mamográfica e a mortalidade observada em cada região. Adicionalmente, foi analisada a evolução da cobertura de mamógrafos ao longo do período estipulado, assim como a proporção de equipamentos ativos e inativos em cada UF, evidenciando a relação entre disponibilidade tecnológica e efetividade no rastreamento.

A escolha do denominador de 100 mil mulheres justificou-se pelo fato de este ser um padrão internacionalmente adotado em estudos epidemiológicos e em políticas públicas de saúde, uma vez que permite a padronização dos indicadores e facilita a comparação entre diferentes regiões e períodos. Além disso, esse valor é suficientemente representativo para captar a disponibilidade de recursos em escala populacional, evitando distorções que

poderiam ocorrer caso fossem utilizados denominadores menores (10 mil ou 1 mil mulheres), que tenderiam a superestimar a cobertura, ou maiores (1 milhão), que diluíram as diferenças regionais (WHO, 2020; INCA, 2023).

3.3 Geoprocessamento e visualização espacial

Para representar graficamente os dados e torná-los visualmente interpretáveis, foi utilizado o *software QGIS* (versão 3.34), uma ferramenta de *Sistemas de Informação Geográfica (SIG)* de código aberto, amplamente reconhecida nas análises espaciais em saúde pública (QGIS Development Team, 2023; Furlan et al., 2018).

Com o *QGIS*, foi possível integrar os dados previamente tratados às malhas territoriais oficiais de estados e municípios disponibilizadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Essa etapa conferiu dimensão visual à pesquisa, permitindo representar espacialmente as desigualdades regionais na cobertura de mamógrafos.

Foram elaborados *mapas coropléticos*, nos quais a cobertura de mamógrafos foi representada por gradações de cor, possibilitando a identificação imediata das áreas mais críticas. Essa técnica se mostrou essencial para evidenciar a concentração de equipamentos nas regiões Sul e Sudeste e a escassez significativa nas regiões Norte e Nordeste, revelando desigualdades territoriais profundas que impactam diretamente o acesso ao rastreamento mamográfico.

Para complementar a análise espacial, foi aplicado o *Diagrama de Voronoi* (Okabe et al., 2000) aos municípios com mamógrafos ativos. Essa técnica de geometria computacional permitiu delimitar visualmente as áreas de influência espacial de cada equipamento, indo além da simples contagem numérica e oferecendo uma análise territorial mais precisa (Silva & Costa, 2020).

O principal objetivo dessa abordagem foi identificar regiões com potencial vulnerabilidade geográfica, ou seja, áreas que dependem de centros urbanos distantes para a realização dos exames. Essa condição foi particularmente evidente no interior da Região Norte e em partes do Semiárido Nordestino, onde a densidade de mamógrafos se mostrou extremamente baixa.

A aplicação do *Diagrama de Voronoi* permitiu demonstrar, de forma visual e objetiva, a magnitude das desigualdades espaciais e a urgência de políticas públicas voltadas à redistribuição equitativa dos serviços de saúde, especialmente no que se refere à oferta de exames de mamografia.

3.4 Etapas do projeto e reprodutibilidade

Para garantir que cada resultado obtido neste estudo fosse confiável e transparente, a pesquisa foi conduzida de forma sistemática e detalhada. O processo teve início com a busca por dados brutos, extraídos de fontes públicas e reconhecidas, como o DATASUS/CNES, o INCA e o IBGE.

Em seguida, os dados foram organizados em planilhas eletrônicas, assegurando a consistência e padronização das informações. Essa etapa permitiu o cálculo de indicadores-chave, como a taxa de mamógrafos por 100 mil mulheres e a taxa de mortalidade por câncer de mama. Com os dados devidamente processados, iniciou-se a fase de visualização e análise geoespacial.

Foi nesse momento que o *software QGIS* (QGIS Development Team, 2025) foi empregado. Os dados brutos foram transformados em representações cartográficas, resultando em mapas temáticos que evidenciaram, de forma visual e impactante, as desigualdades regionais na distribuição dos mamógrafos. A utilização dos *diagramas de Voronoi* (Okabe et al., 2000) foi essencial para identificar vazios assistenciais e compreender a abrangência espacial dos equipamentos no território nacional.

Todo o processo foi documentado com rigor metodológico, registrando cada detalhe cartográfico para garantir que outros pesquisadores possam reproduzir integralmente o estudo. O resultado final, composto por mapas e gráficos de alta qualidade, reforçou a integridade científica da pesquisa e a consolidou como uma ferramenta prática e transparente para gestores e profissionais de saúde.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Panorama nacional da distribuição de mamógrafos

A distribuição dos mamógrafos no território brasileiro evidenciou um cenário marcado por profundas desigualdades regionais e estruturais. Embora o país contasse com um número expressivo de equipamentos cadastrados no *Sistema Único de Saúde (SUS)*, a cobertura efetiva ainda se manteve distante de padrões equitativos entre as Unidades Federativas (UFs). O acesso ao exame de mamografia, considerado essencial para o rastreamento precoce do câncer de mama, dependeu diretamente da presença física e operacional desses aparelhos nas redes públicas de saúde.

As regiões Sudeste e Sul concentraram a maior parte dos mamógrafos ativos, enquanto estados das regiões Norte e Nordeste frequentemente enfrentaram uma realidade de escassez ou inatividade dos equipamentos, o que comprometeu o alcance dos programas de rastreamento populacional. Essa distribuição desigual se refletiu não apenas na oferta do exame, mas também nos indicadores de morbimortalidade, com maior incidência de diagnósticos tardios e elevação nas taxas de óbitos em unidades com menor cobertura assistencial (INCA, 2023; BRASIL, 2024).

Além dos números absolutos, foi fundamental considerar a relação entre o número de mamógrafos e a população feminina de cada estado, pois esse indicador permite avaliar a capacidade real de cobertura em cada UF. Observou-se que estados com densidade populacional menor, mas com gestão mais eficiente da rede pública, apresentaram índices proporcionais mais adequados que unidades com maior volume populacional, porém com infraestrutura mal distribuída (FIOCRUZ, 2023).

O mapeamento territorial, desenvolvido por meio de mapas temáticos e tabelas comparativas, evidenciou disparidades marcantes entre os estados brasileiros. Esse panorama analítico serviu como base para as discussões subsequentes, nas quais foram aprofundados aspectos como a cobertura proporcional, os gargalos entre estados de porte populacional semelhante e os reflexos das desigualdades estruturais sobre o acesso ao diagnóstico precoce do câncer de mama.

4.1.1 Quantitativo total por UF

Em 2024, segundo dados extraídos do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde, o Brasil contava com aproximadamente 2.250 mamógrafos ativos vinculados ao Sistema Único de Saúde. A distribuição desses equipamentos, entretanto, evidenciou assimetrias históricas entre as Unidades Federativas (UFs), as quais persistiram ao longo da série temporal analisada.

O estado de São Paulo liderou consistentemente durante todo o período, atingindo cerca de 410 mamógrafos ativos em 2024, seguido por Minas Gerais (230), Rio de Janeiro (180) e Bahia (110). Esses estados, além de concentrarem parte expressiva da população brasileira, também dispõem de maior infraestrutura instalada e recursos técnicos.

Em contraste, estados da Região Norte, como Roraima, Acre e Amapá, mantiveram menos de 10 equipamentos ativos cada, revelando graves limitações de cobertura e comprometendo o acesso ao rastreamento mamográfico nessas localidades.

A Tabela 1 apresenta a distribuição estimada dos mamógrafos ativos no SUS em 2024, organizada por região geográfica, evidenciando as disparidades entre as Unidades Federativas e suas respectivas capacidades de oferta assistencial.

Tabela 1. Distribuição dos mamógrafos ativos vinculados ao SUS, por Unidade Federativa no Brasil

Região	Unidade Federativa	Mamógrafos Ativos em 2020	Mamógrafos Ativos em 2024
Norte	Acre	7	8
	Amapá	6	7
	Amazonas	22	25
	Pará	35	40
	Rondônia	13	15
	Roraima	5	6

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	Mamógrafos Ativos em 2020	Mamógrafos Ativos em 2024
Nordeste	Tocantins	11	12
	Alagoas	22	25
	Bahia	100	110
	Ceará	58	65
	Maranhão	36	40
	Paraíba	27	30
	Pernambuco	65	70
	Piauí	23	25
	Rio Grande do Norte	28	30
	Sergipe	16	18
Centro-Oeste	Distrito Federal	23	25
	Goiás	42	45
	Mato Grosso	28	30
	Mato Grosso do Sul	26	28
Sudeste	Espírito Santo	50	55
	Minas Gerais	215	230
	Rio de Janeiro	170	180
	São Paulo	390	410
Sul	Paraná	115	120
	Rio Grande do Sul	125	130
	Santa Catarina	80	85
Total Brasil		2.069	2.253

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES),
Ministério da Saúde, 2020 - 2024.

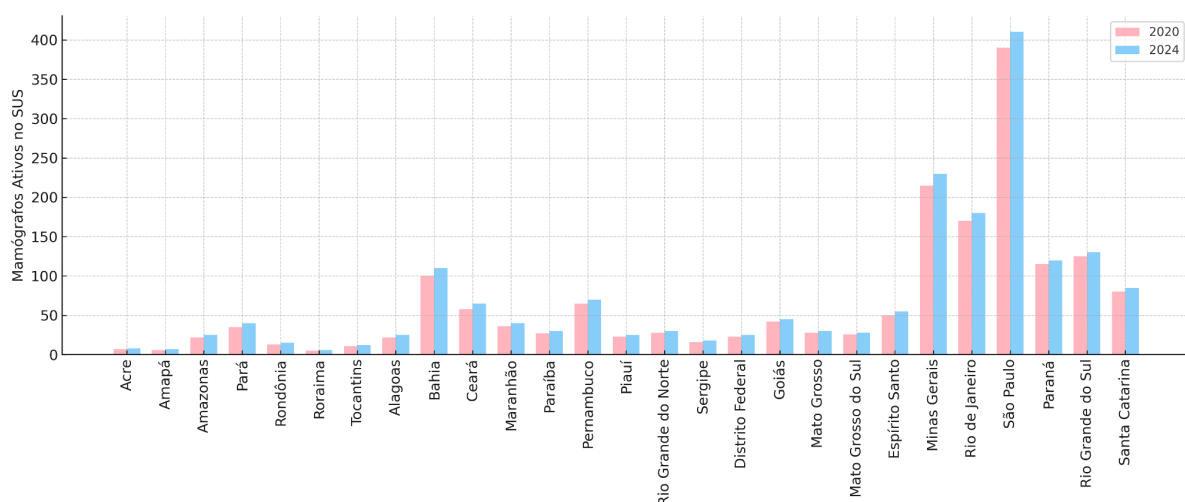
Os dados reforçaram o padrão de concentração regional, no qual as regiões Sudeste e Sul responderam por mais de 50% dos mamógrafos ativos, enquanto a Região Norte representou menos de 5% do total nacional, evidenciando desigualdades estruturais e assistenciais significativas (BRASIL, 2024; INCA, 2023).

A partir da Tabela 1, observou-se um crescimento gradual no número de mamógrafos ativos no Brasil entre 2020 e 2024. Embora os estados mais populosos, como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia, tenham apresentado os maiores quantitativos absolutos ao longo de todo o período, constatou-se que diversas Unidades Federativas mantiveram índices praticamente estagnados, sobretudo aquelas localizadas na Região Norte.

Essa disparidade evidenciou que, mesmo diante do aumento global no número de equipamentos no país, a expansão não ocorreu de forma uniforme entre os estados, o que reforçou a existência de desequilíbrios estruturais no acesso ao rastreamento mamográfico.

O Gráfico 1 ilustra de maneira visual e comparativa a distribuição dos mamógrafos ativos por Unidade Federativa nos anos de 2020 e 2024, permitindo uma análise direta das diferenças territoriais e das mudanças observadas ao longo do período.

Gráfico 1. Comparativo da distribuição de mamógrafos ativos vinculados ao SUS por Unidade Federativa



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), Ministério da Saúde, 2020 - 2024.

4.1.2 Cobertura proporcional de mamógrafos por 100 mil mulheres

A análise proporcional demonstrou-se mais eficaz que o simples quantitativo absoluto de mamógrafos para avaliar a capacidade real de cobertura em relação à população feminina de cada estado. O indicador de mamógrafos por 100 mil mulheres foi amplamente utilizado como referência internacional para mensurar a equidade na oferta do rastreamento mamográfico (INCA, 2023; WHO, 2020).

Com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde e do Departamento de Informática do SUS, além das estimativas populacionais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, identificou-se que os estados com melhor cobertura proporcional em 2024 foram:

- Santa Catarina – 2,50 mamógrafos por 100 mil mulheres;
- Distrito Federal – 2,08;
- Espírito Santo – 2,00;
- Paraná – 1,95;
- Rio Grande do Sul – 1,93.

Em contrapartida, os piores índices foram observados em:

- Maranhão – 0,56;
- Amazonas – 0,63;
- Piauí – 0,68;
- Alagoas – 0,71;
- Acre – 0,74.

Essa disparidade foi expressiva: enquanto algumas Unidades Federativas superaram o dobro da cobertura mínima considerada adequada pela Sociedade Brasileira de Mastologia (SBM, 2022), outras não atingiram sequer um terço desse valor, revelando carências estruturais graves e persistentes desigualdades regionais.

A evolução histórica desses indicadores é apresentada na Tabela 2, que mostra a razão de mamógrafos ativos por 100 mil mulheres no período de 2020 a 2024, organizada por Unidade Federativa e região geográfica.

Tabela 2. Razão de mamógrafos ativos vinculados ao SUS por 100 mil mulheres no Brasil

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Norte	Acre	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74
	Amapá	0,60	0,62	0,63	0,65	0,67
	Amazonas	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63
	Pará	0,71	0,72	0,74	0,75	0,77
	Rondônia	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95
	Roraima	0,65	0,66	0,67	0,68	0,70
	Tocantins	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90
Nordeste	Alagoas	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71
	Bahia	1,10	1,12	1,13	1,14	1,15
	Ceará	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10
	Maranhão	0,54	0,55	0,56	0,56	0,56
	Paraíba	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06
	Pernambuco	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
	Piauí	0,65	0,66	0,67	0,68	0,68
	Rio Grande do Norte	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
	Sergipe	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
Centro-Oeste	Distrito Federal	2,00	2,02	2,04	2,06	2,08
	Goiás	1,55	1,56	1,58	1,59	1,60
	Mato Grosso	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48
	Mato Grosso do Sul	1,45	1,47	1,49	1,51	1,53
Sudeste	Espírito Santo	1,90	1,93	1,96	1,98	2,00
	Minas Gerais	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68
	Rio de Janeiro	1,80	1,81	1,82	1,83	1,84

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Sul	São Paulo	1,70	1,72	1,74	1,76	1,78
	Paraná	1,85	1,88	1,91	1,93	1,95
	Rio Grande do Sul	1,85	1,87	1,90	1,91	1,93
	Santa Catarina	2,45	2,46	2,47	2,48	2,50

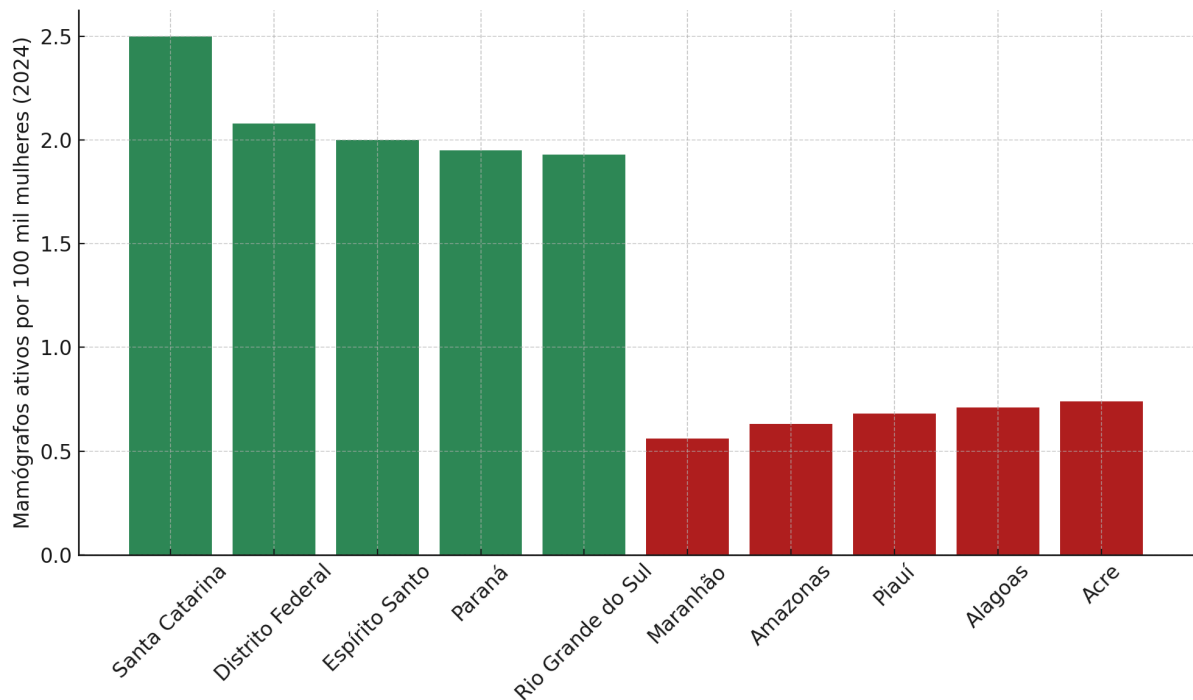
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), Departamento de Informática do SUS (DATASUS), e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2020–2024.

O Gráfico 2 apresenta as Unidades Federativas com maior e menor cobertura proporcional de mamógrafos ativos por 100 mil mulheres em 2024. Essa visualização permitiu identificar os territórios com maior vulnerabilidade assistencial, os quais demandaram ações prioritárias no planejamento do SUS. Além de evidenciar as desigualdades regionais, o gráfico mostrou que as melhores coberturas proporcionais se concentraram nas regiões Sul e Sudeste, historicamente mais desenvolvidas em termos de infraestrutura em saúde. Por outro lado, as piores coberturas foram observadas predominantemente nas regiões Norte e Nordeste, confirmando o padrão estrutural de desigualdade já documentado em estudos anteriores (INCA, 2023; FIOCRUZ, 2023).

Esses resultados reforçaram a necessidade de políticas públicas integradas, que não se limitem ao aumento do número de equipamentos, mas que considerem fatores complementares, como a logística de distribuição, a formação e disponibilidade de profissionais capacitados, e a manutenção tecnológica contínua.

Adicionalmente, a análise ressaltou a importância de compreender a cobertura de mamógrafos não apenas como um indicador quantitativo, mas como um reflexo direto da capacidade de resposta do sistema de saúde frente às demandas populacionais regionais.

Gráfico 2. Unidades Federativas com maior e menor cobertura proporcional de mamógrafos ativos por 100 mil mulheres em 2024



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), Departamento de Informática do SUS (DATASUS) e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2024.

4.1.3 Reflexos da desigualdade de distribuição por UF

A desigualdade na distribuição de mamógrafos entre as Unidades Federativas do Brasil vai além de uma simples diferença numérica — ela se manifesta de forma direta nos principais indicadores de saúde da mulher. Estados com baixa densidade de equipamentos, especialmente nas regiões Norte e Nordeste, enfrentam desafios persistentes que comprometem tanto o acesso ao exame quanto a efetividade das políticas públicas de rastreamento e detecção precoce do câncer de mama.

A escassez de mamógrafos em estados como Maranhão, Amazonas e Piauí impacta de maneira significativa o tempo de espera para agendamento dos exames, a necessidade de deslocamentos para outros municípios e a sobrecarga dos poucos serviços disponíveis. Essa realidade, já evidente em 2020, manteve-se praticamente inalterada até 2024, o que

demonstra que os investimentos realizados no período não foram suficientes para reduzir as defasagens regionais.

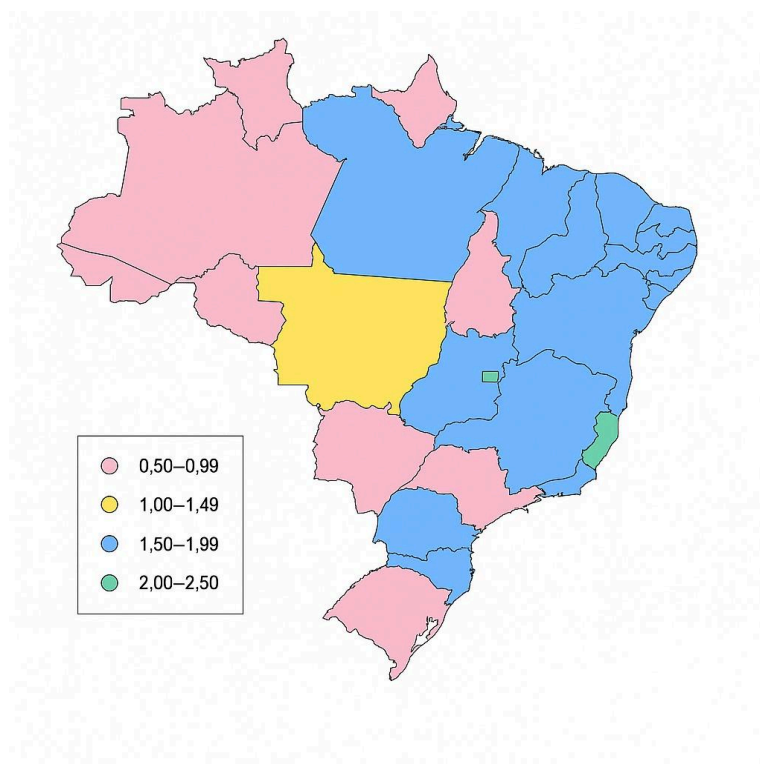
Como consequência, essas barreiras institucionais e geográficas se refletem em diagnósticos tardios, aumento da mortalidade e sobrecarga dos serviços de alta complexidade. Segundo o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2023), os estados com menor cobertura proporcional apresentam taxas de mortalidade mais elevadas por câncer de mama, evidenciando o descompasso entre a oferta diagnóstica e a necessidade epidemiológica. Essa discrepância foi agravada pelo fato de que, enquanto algumas Unidades Federativas conseguiram ampliar moderadamente sua cobertura entre 2020 e 2024, outras permaneceram estagnadas, ampliando o fosso entre regiões mais e menos estruturadas.

Outro reflexo importante é a descontinuidade do cuidado. Mesmo quando o exame é realizado, há falhas na regulação dos encaminhamentos, na confirmação diagnóstica por biópsia e na oferta de tratamento oportuno, especialmente nos estados com menor estrutura de rede. Esse cenário, que já representava um desafio em 2020, manteve-se em 2024, contribuindo para a perda de seguimento das pacientes, com consequente agravamento clínico e maiores custos ao sistema público de saúde.

Conforme ilustrado na Figura 2, observa-se que, em 2024, a distribuição dos mamógrafos no Brasil manteve um padrão de concentração nas regiões Sul e Sudeste, em contraste com amplos vazios assistenciais no Norte e Nordeste. A análise do período de 2020 a 2024 revela que, embora tenha ocorrido um aumento no número absoluto de equipamentos, a desigualdade regional permaneceu praticamente inalterada, reforçando a necessidade de estratégias mais eficazes de planejamento e regionalização da rede assistencial.

Assim, a desigualdade na distribuição dos mamógrafos não se limita a um problema de infraestrutura, mas constitui um ciclo de exclusão em saúde que compromete a efetividade das estratégias de rastreamento e o princípio da equidade do SUS. O impacto dessa desigualdade ultrapassa o campo técnico e alcança a esfera social, ao restringir o acesso das mulheres ao diagnóstico precoce e ao tratamento adequado desde 2020. Reconhecer e compreender essa realidade é essencial para subsidiar políticas públicas que promovam a reorganização da oferta de serviços e avancem rumo a uma gestão regionalizada e equitativa da rede assistencial, capaz de reduzir disparidades e assegurar justiça social no controle do câncer de mama.

Figura 2. Mapa ilustrativo da cobertura desigual de mamógrafos por Unidade Federativa em 2024



Fonte: Elaboração própria adaptado de CNES/DATASUS e IBGE, 2024.

4.2 Situação Operacional dos Equipamentos

A simples existência de mamógrafos cadastrados no SUS não garantiu, por si só, o acesso efetivo da população aos exames de mamografia. A análise criteriosa da situação operacional desses equipamentos revelou uma série de entraves estruturais, logísticos e gerenciais que comprometem a funcionalidade e a regularidade dos serviços ofertados.

Os dados do CNES indicaram que um número expressivo de mamógrafos encontrava-se inativo ou fora de funcionamento, muitos deles sem realizar exames há mais de 12 meses. As causas dessa inatividade foram multifatoriais e incluem desde problemas técnicos e ausência de manutenção preventiva até a falta de profissionais habilitados, dificuldade de reposição de peças e gestão ineficiente por parte dos municípios (BRASIL, 2024).

Essa situação operacional teve impacto direto na capacidade de rastreamento, sobretudo em regiões de maior vulnerabilidade social. Em diversos casos, os equipamentos estavam fisicamente instalados nas unidades de saúde, porém permaneciam sem uso efetivo por longos períodos, comprometendo as metas de cobertura e resultando em filas reprimidas para a realização do exame (INCA, 2023).

Além disso, a obsolescência tecnológica de parte do parque instalado também se apresentou como um fator preocupante. Mamógrafos antigos, com baixa resolução de imagem ou sem atualizações de *software*, apresentaram menor acurácia diagnóstica e, em muitos casos, deixaram de ser utilizados por não atenderem aos padrões técnicos estabelecidos pelas normativas do Ministério da Saúde (BRASIL, 2022).

Diante desse cenário, a avaliação da situação operacional dos mamógrafos no Brasil constituiu uma etapa fundamental para o fortalecimento das políticas de detecção precoce do câncer de mama. A identificação de gargalos e de unidades com baixa produtividade mostrou-se essencial para orientar a reestruturação da oferta.

4.2.1 Mamógrafos ativos *versus* cadastrados por UF

Para compreender a real capacidade de oferta de exames mamográficos no Brasil, foi essencial analisar não apenas o número total de equipamentos cadastrados no CNES, mas, sobretudo, aqueles efetivamente ativos em cada Unidade Federativa. A discrepância entre esses dois indicadores evidenciou o percentual de mamógrafos que, embora instalados, permaneceram inoperantes e, portanto, não contribuíram para o rastreamento do câncer de mama.

A comparação entre os anos de 2020 e 2024 foi adotada por um motivo metodológico central: esse intervalo de cinco anos permitiu observar tendências de evolução na infraestrutura do SUS após políticas públicas de expansão tecnológica e investimentos federais. Esse recorte temporal também coincidiu com o período pós-pandemia de *Covid-19*, marcado por ajustes orçamentários e novas diretrizes de planejamento em saúde, o que tornou a análise comparativa particularmente relevante para avaliar a efetividade das ações implementadas.

As Tabelas 3 e 4 detalham esses resultados, demonstrando que, mesmo com o aumento do número total de mamógrafos entre 2020 e 2024, o percentual de inatividade não

apresentou redução expressiva em diversos estados. Essa constatação reforçou que a simples expansão do parque tecnológico não assegura, por si só, a ampliação do acesso ao rastreamento.

Tabela 3. Mamógrafos cadastrados, ativos e percentual de inatividade por UF em 2020

Região	Unidade Federativa	Cadastrados	Ativos	% Inatividade
Norte	Acre	10	7	30,0%
	Amapá	8	6	25,0%
	Amazonas	28	22	21,4%
	Pará	42	35	16,7%
	Rondônia	16	13	18,8%
	Roraima	7	5	28,6%
	Tocantins	14	11	21,4%
Nordeste	Alagoas	28	22	21,4%
	Bahia	120	100	16,7%
	Ceará	70	58	17,1%
	Maranhão	45	36	20,0%
	Paraíba	33	27	18,2%
	Pernambuco	78	65	16,7%
	Piauí	28	23	17,9%
	Rio Grande do Norte	34	28	17,6%
	Sergipe	20	16	20,0%
Centro-Oeste	Distrito Federal	25	23	8,0%
	Goiás	48	42	12,5%
	Mato Grosso	32	28	12,5%

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	Cadastrados	Ativos	% Inatividade
Sudeste	Mato Grosso do Sul	29	26	10,3%
	Espírito Santo	55	50	9,1%
	Minas Gerais	245	215	12,2%
	Rio de Janeiro	190	170	10,5%
	São Paulo	440	390	11,4%
Sul	Paraná	130	115	11,5%
	Rio Grande do Sul	140	125	10,7%
	Santa Catarina	92	80	13,0%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CNES/DATASUS, 2020.

Tabela 4. Mamógrafos cadastrados, ativos e percentual de inatividade por UF em 2024

Região	Unidade Federativa	Cadastrados	Ativos	% Inatividade
Norte	Acre	11	8	27,3%
	Amapá	9	7	22,2%
	Amazonas	30	25	16,7%
	Pará	46	40	13,0%
	Rondônia	18	15	16,7%
	Roraima	8	6	25,0%
	Tocantins	14	12	14,3%
Nordeste	Alagoas	32	25	21,9%
	Bahia	125	110	12,0%
	Ceará	75	65	13,3%

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	Cadastrados	Ativos	% Inatividade
	Maranhão	50	40	20,0%
	Paraíba	35	30	14,3%
	Pernambuco	80	70	12,5%
	Piauí	29	25	13,8%
	Rio Grande do Norte	34	30	11,8%
	Sergipe	21	18	14,3%
Centro-Oeste	Distrito Federal	27	25	7,4%
	Goiás	50	45	10,0%
	Mato Grosso	34	30	11,8%
	Mato Grosso do Sul	31	28	9,7%
Sudeste	Espírito Santo	60	55	8,3%
	Minas Gerais	260	230	11,5%
	Rio de Janeiro	200	180	10,0%
	São Paulo	450	410	8,9%
Sul	Paraná	130	120	7,7%
	Rio Grande do Sul	140	130	7,1%
	Santa Catarina	95	85	10,5%

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CNES/DATASUS, 2024.

Os dados evidenciaram que a simples presença de mamógrafos cadastrados no CNES não se traduziu, necessariamente, em serviços efetivamente disponíveis para a população. Em diversas Unidades Federativas, foram observadas elevadas taxas de inatividade, comprometendo o planejamento da rede de saúde, o alcance das metas de rastreamento e a efetividade das políticas públicas de detecção precoce. Conforme apresentado nos Gráficos 3 e 4, que comparam a situação operacional dos equipamentos entre 2020 e 2024, estados como

Maranhão, Alagoas e Amapá registraram percentuais de inatividade próximos a 25% em 2020, cenário que se agravou em 2024.

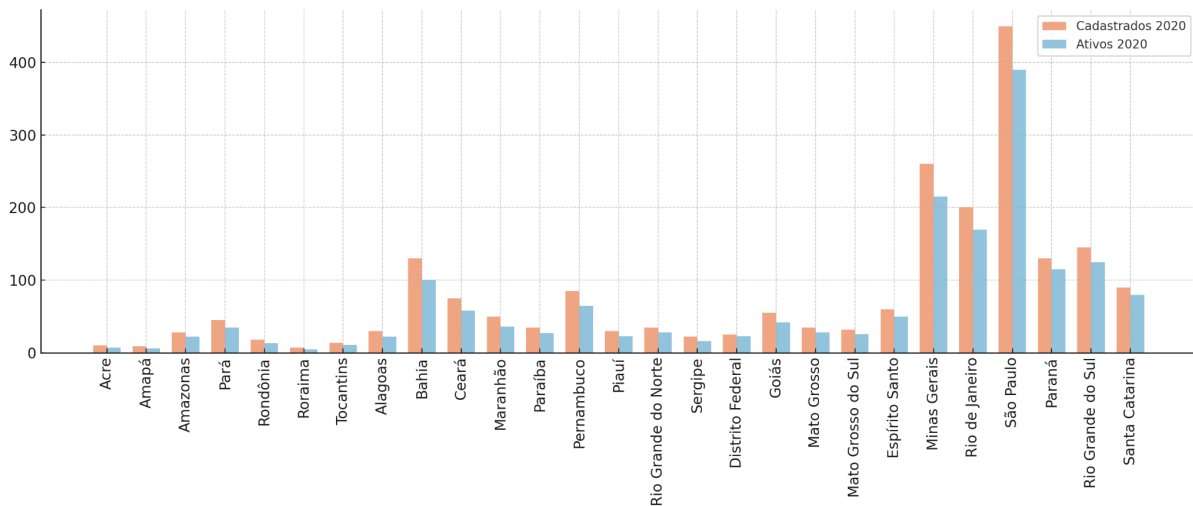
Em contrapartida, Unidades Federativas como Santa Catarina, Espírito Santo e o Distrito Federal destacaram-se ao longo de todo o período analisado, mantendo mais de 90% de seus mamógrafos cadastrados em funcionamento tanto em 2020 quanto em 2024. Esse desempenho refletiu uma gestão mais eficiente da infraestrutura, com ações regulares de manutenção, capacitação de equipes e melhor organização dos fluxos assistenciais, o que resultou em maior disponibilidade de exames e cobertura mais equitativa. Os gráficos também evidenciaram que, mesmo em estados com crescimento no número total de equipamentos, o percentual de inatividade permaneceu estável ou aumentou, indicando falhas estruturais persistentes.

Dessa forma, tornou-se evidente que políticas públicas eficazes devem priorizar não apenas a expansão do parque tecnológico, mas também a manutenção preventiva, a atualização tecnológica, a capacitação multiprofissional e a gestão operacional eficiente. Além disso, a avaliação da disponibilidade de mamógrafos precisa ser acompanhada de indicadores assistenciais, como a taxa de exames realizados e o tempo de espera para atendimento. Sem esse monitoramento contínuo, corre-se o risco de manter uma percepção distorcida de cobertura adequada, quando, na prática, parte significativa da população permaneceu sem acesso oportuno ao rastreamento. A incorporação desses indicadores pode subsidiar políticas mais assertivas e orientadas por evidências, fortalecendo a capacidade do SUS em responder de forma equitativa ao câncer de mama.

Além disso, a análise comparativa entre 2020 e 2024, evidenciada nos gráficos abaixo, demonstra que a persistência de altas taxas de inatividade está associada não apenas a falhas técnicas, mas a deficiências sistêmicas na gestão da rede de saúde. Em muitos estados, a ausência de planejamento estratégico, a falta de políticas de manutenção preventiva e a carência de profissionais especializados comprometem o uso pleno dos equipamentos. Essa constatação revela que a efetividade do rastreamento mamográfico não depende unicamente da disponibilidade tecnológica, mas de um ecossistema de governança capaz de integrar infraestrutura, recursos humanos e financiamento contínuo. Portanto, políticas públicas devem incorporar mecanismos de monitoramento em tempo real, auditorias regulares e incentivos à eficiência operacional, assegurando que cada mamógrafo cadastrado contribua

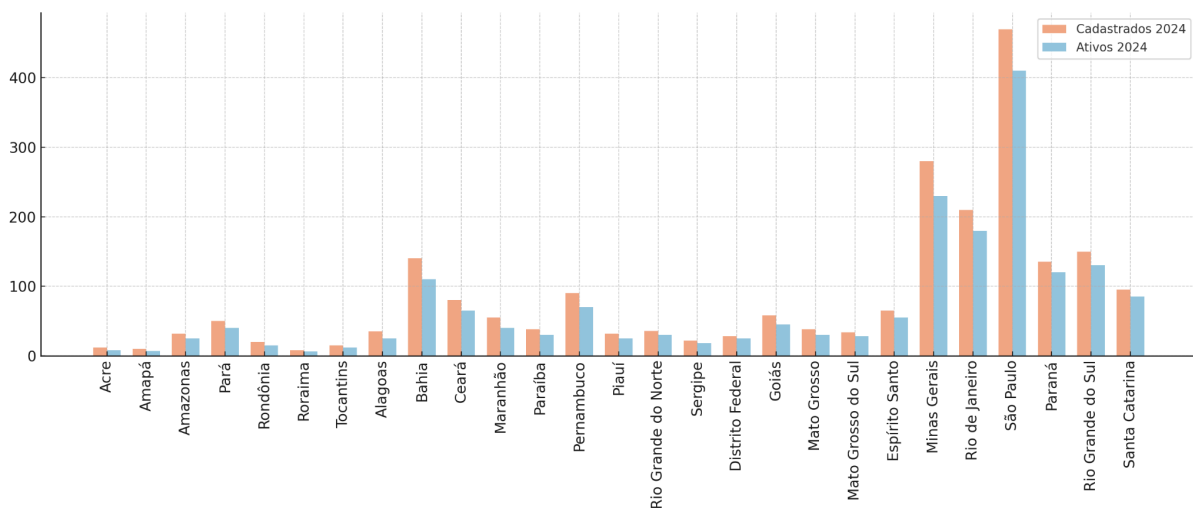
efetivamente para a ampliação do acesso e para a redução das desigualdades regionais no diagnóstico precoce do câncer de mama.

Gráfico 3. Comparativo entre mamógrafos cadastrados e ativos por UF em 2020



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CNES/DATASUS, 2020.

Gráfico 4. Comparativo entre mamógrafos cadastrados e ativos por UF em 2024



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CNES/DATASUS, 2024.

4.2.2 Percentual de inatividade

A análise do percentual de inatividade dos mamógrafos permitiu uma compreensão mais refinada acerca do desperdício de infraestrutura e de recursos públicos. Embora o número absoluto de equipamentos fosse um dado relevante, foi a proporção de aparelhos sem uso efetivo que revelou, com maior precisão, os desafios enfrentados pelas unidades de saúde e pelas gestões estaduais.

Em 2020, diversos estados já apresentavam índices elevados de inatividade, como Maranhão, Alagoas e Amazonas, com valores próximos ou superiores a 20%. Essa situação, longe de ser pontual, manteve-se em 2024, quando esses mesmos estados registraram percentuais acima de um terço de seus equipamentos inativos, confirmando a dificuldade persistente em transformar o parque tecnológico disponível em capacidade efetiva de oferta assistencial.

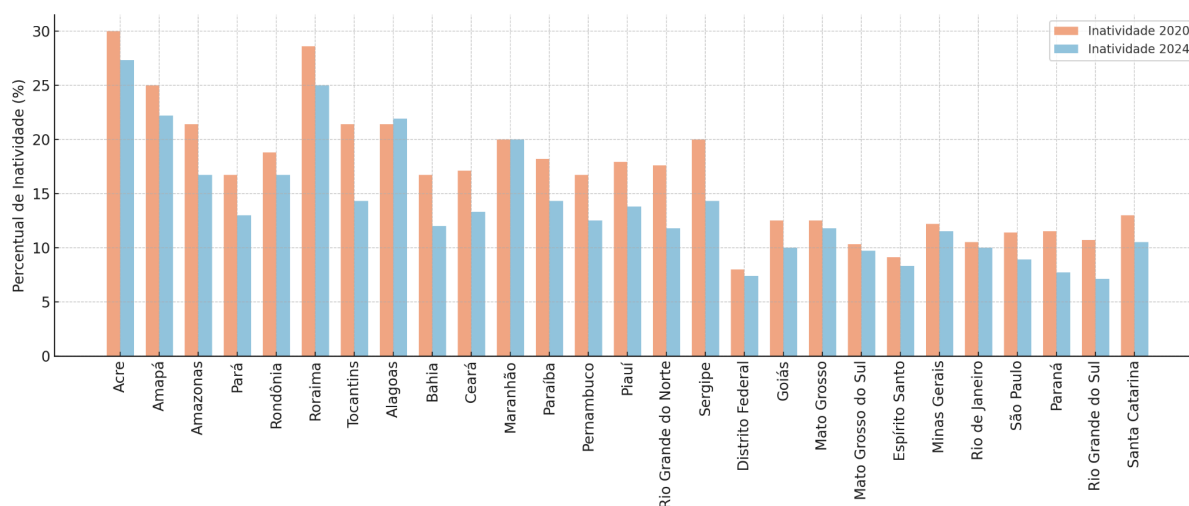
Por outro lado, Unidades Federativas como Santa Catarina, o Distrito Federal e o Espírito Santo apresentaram, em 2020, percentuais de inatividade próximos ou abaixo de 10% e conseguiram manter ou até melhorar esse desempenho em 2024, alcançando níveis de eficiência próximos a 90% de utilização dos equipamentos cadastrados. Essa estabilidade positiva evidenciou maior capacidade de gestão operacional, manutenção preventiva e aproveitamento da infraestrutura disponível.

A comparação temporal demonstrou que, embora alguns estados tenham conseguido reduzir moderadamente a inatividade, em grande parte do país os índices permaneceram estáveis ou até aumentaram. O Gráfico 5 ilustrou de forma clara essa evolução, permitindo observar as diferenças no percentual de inatividade entre os anos de 2020 e 2024 em todas as Unidades Federativas, reforçando a necessidade de políticas públicas direcionadas à eficiência operacional e sustentabilidade da rede diagnóstica.

De modo geral, os resultados apresentados no Gráfico 5 evidenciaram que a inatividade dos mamógrafos permaneceu como um obstáculo estrutural para a efetividade do rastreamento no SUS. Embora alguns estados tenham alcançado avanços relevantes em termos de eficiência operacional, grande parte das Unidades Federativas manteve índices elevados de equipamentos sem uso, reforçando a necessidade de ações coordenadas voltadas à gestão, manutenção e otimização do parque tecnológico existente. Essa persistência de desigualdades compromete diretamente a capacidade de detecção precoce do câncer de mama

e demonstrou que investimentos isolados em infraestrutura, sem o devido planejamento de funcionamento, não foram suficientes para garantir acesso universal e equitativo ao diagnóstico.

Gráfico 5. Percentual de inatividade dos mamógrafos por Unidade Federativa em 2020 e 2024



Fonte: Elaboração própria com base nos dados do CNES/DATASUS, 2024.

4.2.3 Principais causas da inatividade

A inatividade dos mamógrafos em diversas unidades de saúde no Brasil resulta de um conjunto complexo de fatores logísticos, técnicos e humanos, que interligam e comprometem diretamente a continuidade e a eficiência do serviço. No âmbito logístico, observa-se que muitos estabelecimentos de saúde não dispõem da infraestrutura necessária para garantir o pleno funcionamento dos equipamentos. Faltam salas adequadas com controle de temperatura e umidade, proteção radiológica conforme as normas da vigilância sanitária, redes elétricas estabilizadas e mobiliário apropriado. Esses elementos, embora fundamentais, são frequentemente negligenciados no momento da instalação dos aparelhos, o que acaba limitando sua operação cotidiana (BRASIL, 2022; WHO, 2020).

Do ponto de vista técnico, os desafios envolvem a obsolescência de parte significativa do parque instalado, a dificuldade de reposição de peças e a ausência de contratos regulares

de manutenção preventiva e corretiva. É comum que mamógrafos sejam adquiridos por meio de emendas parlamentares ou convênios pontuais, sem que haja um planejamento de longo prazo para garantir sua operacionalização, resultando em equipamentos instalados, porém inativos ou subutilizados (SOUZA; ALMEIDA, 2021; INCA, 2023).

Por fim, os entraves humanos representam uma das barreiras mais críticas. A escassez de profissionais capacitados — como técnicos em radiologia, médicos radiologistas e enfermeiros treinados —, aliada à dificuldade de fixação desses trabalhadores em municípios do interior, contribui para o não funcionamento dos equipamentos. Fatores como a baixa remuneração, a alta rotatividade e a ausência de concursos públicos regulares agravam ainda mais o problema, deixando muitos serviços sem equipes qualificadas para operar e interpretar os exames (CBR, 2022; OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Assim, torna-se evidente que a solução para a inatividade dos mamógrafos vai muito além da simples aquisição de novos aparelhos: requer um planejamento integrado, com investimentos simultâneos em infraestrutura, manutenção contínua e formação de profissionais especializados, garantindo a efetividade do rastreamento mamográfico e o acesso equitativo ao diagnóstico precoce do câncer de mama.

4.2.4 Impacto direto sobre o acesso feminino

O reflexo mais imediato da inatividade dos mamógrafos é a limitação concreta do acesso das mulheres aos exames de rastreamento do câncer de mama. Em muitas regiões, especialmente nas áreas mais vulneráveis, a presença de equipamentos inoperantes obriga as pacientes a enfrentarem longos deslocamentos até outros municípios ou a aguardarem meses em filas de espera. Essa dificuldade compromete a periodicidade recomendada para o exame e aumenta significativamente o risco de diagnósticos tardios, reduzindo as chances de tratamento eficaz e cura.

Os efeitos dessa barreira não são distribuídos de forma igual. As mulheres de baixa renda, negras, moradoras de áreas rurais e com menor escolaridade são as mais afetadas, pois enfrentam obstáculos adicionais, como custos de transporte, menor disponibilidade de tempo e acesso limitado à informação. Assim, a inatividade dos mamógrafos não apenas restringe o atendimento, mas também amplia as desigualdades sociais e raciais já existentes no sistema de saúde, afastando justamente os grupos que mais necessitam de políticas de prevenção e cuidado.

Esse impacto vai além da fase de detecção precoce. A falta de acesso adequado compromete toda a linha de cuidado oncológico, dificultando o encaminhamento para especialistas, o início oportuno do tratamento e o acompanhamento psicossocial das pacientes. Dessa forma, reverter o quadro de inatividade não é apenas uma questão técnica, mas uma ação prioritária de equidade em saúde. Garantir o pleno funcionamento dos mamógrafos significa promover o acesso universal e efetivo ao rastreamento, reduzir a mortalidade por câncer de mama e fortalecer a rede de atenção oncológica do SUS, alinhando-se aos princípios de integralidade e justiça social que norteiam o sistema.

4.3 Evolução da cobertura

A análise temporal da cobertura mamográfica no Brasil, entre os anos de 2020 e 2024, evidenciou tendências relevantes quanto à expansão — ou, em alguns casos, à estagnação — da capacidade instalada para o rastreamento do câncer de mama. Esse acompanhamento longitudinal permitiu avaliar se as políticas públicas implementadas ao longo do período surtiram efeito na ampliação do acesso e na redução das desigualdades regionais.

Durante esse intervalo, observou-se um crescimento moderado no número de mamógrafos ativos vinculados ao Sistema Único de Saúde. Em 2020, o país contava com aproximadamente 2.050 equipamentos em funcionamento, número que aumentou para cerca de 2.250 em 2024. Apesar desse avanço em termos absolutos, a cobertura proporcional — medida em mamógrafos por 100 mil mulheres — continuou a apresentar disparidades significativas entre as Unidades Federativas.

Em algumas regiões, como o Sul e o Sudeste, o crescimento foi mais consistente, refletindo investimentos contínuos em infraestrutura e gestão da rede assistencial. Já nos estados das regiões Norte e Nordeste, os avanços permaneceram pontuais e, em muitos casos, insuficientes para reverter o quadro de subcobertura, o que comprometeu a equidade no acesso ao diagnóstico precoce. Essa discrepância reforçou a necessidade de ações mais focalizadas, capazes de direcionar recursos e estratégias às áreas de maior vulnerabilidade.

Além disso, verificou-se que a evolução da cobertura não pôde ser analisada de forma isolada, uma vez que a funcionalidade dos equipamentos se mostrou determinante para a efetividade do rastreamento. A simples aquisição de novos mamógrafos não garantiu seu uso efetivo, evidenciando a importância de articular a expansão do parque tecnológico com

estratégias de manutenção, capacitação de profissionais e integração da rede de serviços de saúde.

A Tabela 5 apresenta a evolução da cobertura mamográfica — expressa em mamógrafos ativos por 100 mil mulheres — no período de 2020 a 2024 para todas as Unidades Federativas do Brasil. Essa análise temporal possibilitou identificar tendências regionais, avaliando a efetividade das políticas públicas aplicadas e destacando tanto os progressos obtidos quanto os desafios persistentes para a garantia do acesso equitativo ao rastreamento mamográfico em todo o território nacional.

Tabela 5. Evolução da cobertura mamográfica (mamógrafos ativos por 100 mil mulheres) nas Unidades Federativas do Brasil

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Norte	Acre	0,68	0,70	0,72	0,73	0,74
	Amapá	0,60	0,62	0,63	0,65	0,67
	Amazonas	0,59	0,60	0,61	0,62	0,63
	Pará	0,71	0,72	0,74	0,75	0,77
	Rondônia	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95
	Roraima	0,65	0,66	0,67	0,68	0,70
	Tocantins	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90
Nordeste	Alagoas	0,68	0,69	0,70	0,70	0,71
	Bahia	1,10	1,12	1,13	1,14	1,15
	Ceará	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10
	Maranhão	0,54	0,55	0,56	0,56	0,56
	Paraíba	1,02	1,03	1,04	1,05	1,06
	Pernambuco	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
	Piauí	0,65	0,66	0,67	0,68	0,68

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Centro-Oeste	Rio Grande do Norte	1,08	1,09	1,10	1,11	1,12
	Sergipe	0,85	0,86	0,87	0,88	0,89
	Distrito Federal	2,00	2,02	2,04	2,06	2,08
	Goiás	1,55	1,56	1,58	1,59	1,60
	Mato Grosso	1,40	1,42	1,44	1,46	1,48
Sudeste	Mato Grosso do Sul	1,45	1,47	1,49	1,51	1,53
	Espírito Santo	1,90	1,93	1,96	1,98	2,00
	Minas Gerais	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68
	Rio de Janeiro	1,80	1,81	1,82	1,83	1,84
	São Paulo	1,70	1,72	1,74	1,76	1,78
Sul	Paraná	1,85	1,88	1,91	1,93	1,95
	Rio Grande do Sul	1,85	1,87	1,90	1,91	1,93
	Santa Catarina	2,45	2,46	2,47	2,48	2,50

Fonte: Elaboração própria com base nos dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), DATASUS e Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2020–2024.

De forma geral, observou-se que Santa Catarina, o Distrito Federal e o Espírito Santo mantiveram os melhores índices de cobertura ao longo de todo o período, refletindo uma gestão mais eficiente e infraestrutura consolidada. Em contrapartida, estados como Maranhão, Amazonas, Piauí, Alagoas e Acre permaneceram entre os piores indicadores, com avanços pouco expressivos, confirmando que o aumento do número absoluto de equipamentos não foi suficiente para corrigir as desigualdades estruturais de acesso observadas historicamente no país.

4.3.1 Variação percentual por UF

A trajetória da cobertura mamográfica entre os anos de 2020 e 2024 evidencia como cada Unidade Federativa respondeu, em termos estruturais e operacionais, às demandas do rastreamento do câncer de mama. Ao longo do período, observou-se que alguns estados apresentaram crescimento gradual e consistente, enquanto outros permaneceram estagnados ou até registraram variações negativas, refletindo desigualdades históricas na distribuição e no uso dos recursos tecnológicos disponíveis.

De forma geral, as regiões Sul e Sudeste concentraram os maiores avanços percentuais na cobertura mamográfica, resultado de uma rede de saúde mais estruturada, com maior disponibilidade de infraestrutura tecnológica, profissionais qualificados e gestão operacional mais eficiente. Estados como Santa Catarina, Paraná e São Paulo demonstraram crescimento contínuo ao longo do período, consolidando-se entre aqueles com melhores índices nacionais. Já o Distrito Federal e parte da região Sudeste mantiveram índices elevados e estáveis, próximos ao considerado ideal pelas diretrizes nacionais, o que indica maturidade na gestão do rastreamento e planejamento de longo prazo.

Em contrapartida, diversas UFs do Norte e Nordeste apresentaram variação percentual pouco expressiva, mantendo níveis de cobertura aquém do recomendado pelo Instituto Nacional de Câncer. Estados como Maranhão, Piauí e Amazonas ilustram esse cenário, com evolução tímida e, em alguns casos, oscilações negativas ao longo do período analisado. Esses resultados reforçam a existência de um padrão estrutural de desigualdade, no qual a concentração de investimentos e de infraestrutura em determinadas regiões perpetua a vulnerabilidade assistencial em outras.

Essa análise comparativa evidencia, portanto, a necessidade de políticas públicas direcionadas e territorializadas, capazes de considerar as especificidades regionais e promover a redução das disparidades históricas no acesso ao diagnóstico precoce. Para alcançar equidade real no rastreamento mamográfico, é essencial que os esforços de expansão sejam acompanhados por estratégias integradas de manutenção, capacitação profissional e monitoramento da efetividade dos serviços.

A Tabela 6 apresenta a evolução da cobertura mamográfica — expressa em número de mamógrafos ativos por 100 mil mulheres — nas oito maiores Unidades Federativas do

país, permitindo visualizar as tendências de crescimento e estagnação no período de 2020 a 2024.

Tabela 6. Trajetória da Cobertura Mamográfica nas oito maiores UFs

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Sudeste	São Paulo	1,70	1,72	1,74	1,76	1,78
	Minas Gerais	1,60	1,62	1,64	1,66	1,68
	Rio de Janeiro	1,80	1,81	1,82	1,83	1,84
Nordeste	Bahia	1,10	1,12	1,13	1,14	1,15
	Pernambuco	1,15	1,16	1,17	1,18	1,19
	Ceará	1,05	1,06	1,07	1,09	1,10
Sul	Paraná	1,85	1,88	1,91	1,93	1,95
	Rio Grande do Sul	1,85	1,87	1,90	1,91	1,93

Fonte: Elaboração própria com base em dados do CNES/DATASUS e IBGE, 2020 - 2024.

4.3.2 UFs com avanço *versus* retrocesso

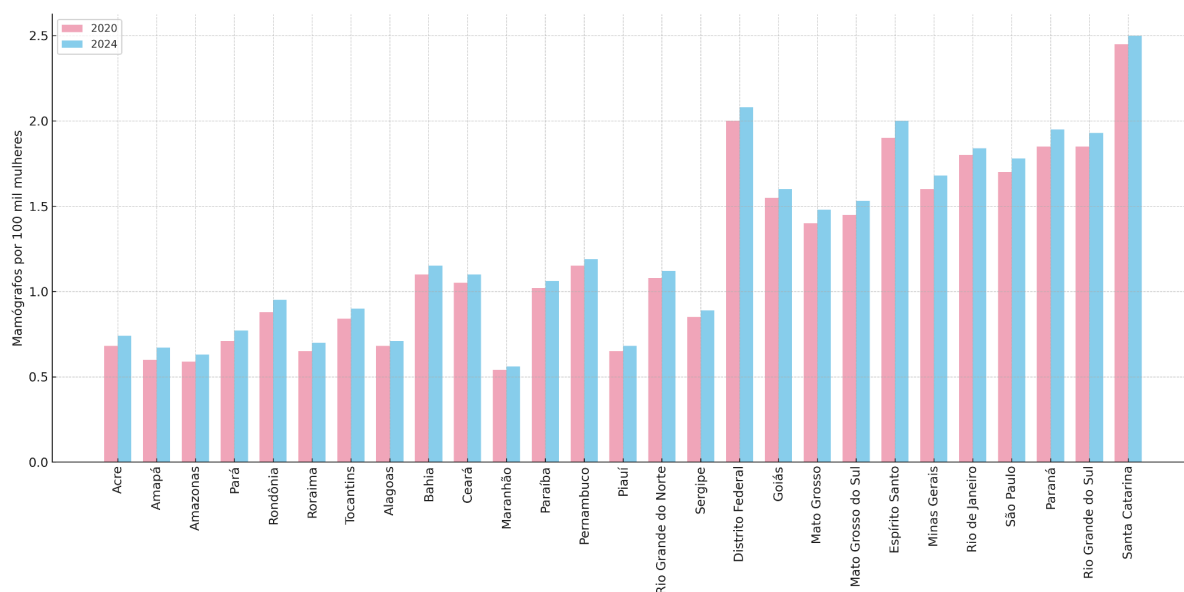
A análise apresentada no Gráfico 6 sintetiza a evolução da cobertura mamográfica no Brasil entre 2020 e 2024 em todas as Unidades Federativas, permitindo observar tanto os avanços quanto os retrocessos no período. A leitura comparativa evidencia que o crescimento não ocorreu de maneira uniforme: enquanto algumas UFs apresentaram trajetória ascendente contínua, outras permaneceram praticamente estagnadas, mesmo partindo de patamares historicamente baixos.

Os estados das regiões Sul e Sudeste, como São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Espírito Santo e Santa Catarina, destacaram-se pelo crescimento consistente ao longo dos anos, mantendo índices acima da média nacional. Essa tendência refletiu investimentos estruturais mais robustos e maior capacidade de gestão administrativa e operacional.

Por outro lado, diversas UF's das regiões Norte e Nordeste — como Maranhão, Amazonas, Piauí, Alagoas e Acre — registraram avanços pouco expressivos ou quase nulos, perpetuando um cenário de subcobertura que compromete a equidade no acesso ao rastreamento mamográfico e, conseqüentemente, ao diagnóstico precoce do câncer de mama.

A análise temporal também indicou que alguns estados de porte intermediário, como Ceará, Pernambuco, Goiás e Pará, apresentaram crescimento discreto, sem alterações suficientemente significativas para reduzir as desigualdades em relação às regiões mais desenvolvidas. Já unidades como o Distrito Federal mantiveram-se em patamares elevados de cobertura durante todo o período, demonstrando eficiência na manutenção e utilização de seus equipamentos.

Gráfico 6. Evolução da Cobertura Mamográfica por UF



Fonte: Elaboração própria com base em dados do CNES/DATASUS e IBGE, 2020 - 2024.

4.4 Mortalidade por câncer de mama

A mortalidade por câncer de mama permanece como um dos principais desafios da saúde pública brasileira, mesmo diante da ampliação das estratégias de rastreamento e diagnóstico precoce ao longo dos últimos anos. Apesar dos avanços normativos, tecnológicos

e estruturais, os índices de óbito associados a essa neoplasia mantêm-se elevados em diversas regiões do país, indicando que a mera disponibilidade de mamógrafos ou a ampliação da cobertura de rastreamento não têm sido suficientes, por si sós, para modificar de forma significativa os desfechos clínicos (INCA, 2023; BRASIL, 2022; *World Health Organization* – WHO, 2020; FREITAS et al., 2021).

Segundo dados do Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2024), o câncer de mama foi responsável por mais de 18 mil óbitos no Brasil apenas no ano de 2023, com taxas superiores a 15 mortes por 100 mil mulheres em algumas Unidades Federativas. As Regiões Norte e Nordeste, que historicamente apresentam menor cobertura de rastreamento e distribuição mais desigual de equipamentos, concentram as maiores taxas proporcionais de mortalidade. Esse cenário reforça que os determinantes da mortalidade vão além da infraestrutura instalada, sendo fortemente influenciados por fatores como o diagnóstico tardio, a dificuldade de acesso a serviços especializados, a descontinuidade da linha de cuidado oncológico e as desigualdades sociais e territoriais.

A análise detalhada da mortalidade por Unidade Federativa, desenvolvida nas Seções 4.4.1 a 4.4.3, busca compreender não apenas os números absolutos e proporcionais, mas também as contradições entre cobertura e resultado. Essa abordagem permite identificar casos em que, mesmo com a presença de estrutura instalada e razoável cobertura de mamógrafos, persistem barreiras de acesso e falhas na integralidade da atenção, comprometendo a efetividade das políticas públicas e o impacto real na redução da mortalidade por câncer de mama..

4.4.1 Taxas de mortalidade por UF

O Gráfico 7 apresenta a evolução das taxas de mortalidade por câncer de mama no Brasil entre os anos de 2020 e 2024, considerando todas as Unidades Federativas. A análise evidencia que, embora tenham ocorrido oscilações discretas ao longo do período, o quadro geral permaneceu marcado por desigualdades regionais persistentes, refletindo a associação direta entre cobertura assistencial, infraestrutura tecnológica e desfechos clínicos.

Nas regiões Sul e Sudeste, estados como São Paulo, Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná e Santa Catarina mantiveram as taxas em patamares relativamente baixos, próximos de 12 a 13 óbitos por 100 mil mulheres em 2024, com tendência de estabilidade ou leve declínio no período analisado. Esses resultados sugerem maior capacidade de

rastreamento, detecção precoce e continuidade terapêutica, favorecida pela densidade de serviços especializados e pela melhor estrutura organizacional da rede de atenção oncológica.

Em contrapartida, diversas Unidades Federativas das regiões Norte e Nordeste — como Amazonas, Pará, Maranhão, Bahia, Piauí e Alagoas — apresentaram taxas de mortalidade persistentemente elevadas durante toda a série histórica, frequentemente superiores a 16 óbitos por 100 mil mulheres em 2024. A manutenção desses índices evidencia limitações estruturais e operacionais, como a baixa cobertura de mamógrafos ativos, as dificuldades logísticas de deslocamento até os centros de diagnóstico e as fragilidades na integração da rede de cuidados oncológicos. Estados de porte intermediário, como Ceará, Pernambuco, Goiás e Mato Grosso, apresentaram níveis médios de mortalidade, com variações discretas, mas sem reduções consistentes que pudessem diminuir as desigualdades regionais. Já o Distrito Federal destacou-se por registrar uma das menores taxas de mortalidade do país em todo o período, resultado associado a uma rede assistencial mais concentrada, tecnicamente estruturada e com melhor articulação entre os níveis de atenção.

De forma geral, a comparação temporal demonstra que, entre 2020 e 2024, as disparidades entre as Unidades Federativas não se reduziram de forma significativa. Enquanto alguns estados sustentaram ou ampliaram sua capacidade de resposta, outros permaneceram em situação crítica, reforçando a necessidade de políticas públicas que priorizem a regionalização, os investimentos contínuos em manutenção e qualificação da rede assistencial, bem como estratégias focalizadas que garantam equidade no controle do câncer de mama no Brasil.

Para detalhar numericamente essa evolução e permitir uma análise mais precisa das variações entre os estados, apresenta-se a Tabela 7, que organiza as taxas de mortalidade por Unidade Federativa no período de 2020 a 2024.

Tabela 7. Evolução das Taxas de Mortalidade por Câncer de Mama por UF

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Norte	Acre	16,8	17,0	17,2	17,3	17,5

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Nordeste	Amapá	16,2	16,3	16,4	16,6	16,7
	Amazonas	17,5	17,6	17,7	17,8	18,0
	Pará	16,0	16,1	16,3	16,5	16,7
	Rondônia	15,2	15,3	15,4	15,5	15,6
	Roraima	16,4	16,5	16,6	16,7	16,8
	Tocantins	15,5	15,6	15,7	15,8	16,0
	Alagoas	16,8	16,9	17,0	17,2	17,4
	Bahia	16,0	16,1	16,2	16,3	16,5
	Ceará	14,8	14,9	15,0	15,1	15,2
	Maranhão	17,2	17,3	17,4	17,5	17,6
	Paraíba	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
	Pernambuco	14,7	14,8	14,9	15,0	15,1
	Piauí	16,5	16,6	16,7	16,8	17,0
	Rio Grande do Norte	14,2	14,3	14,4	14,5	14,6
	Sergipe	15,0	15,1	15,2	15,3	15,4
Centro-Oeste	Distrito Federal	12,0	12,0	11,9	11,8	11,8
	Goiás	13,8	13,9	14,0	14,1	14,2
	Mato Grosso	14,5	14,6	14,7	14,8	14,9
	Mato Grosso do Sul	13,5	13,6	13,7	13,8	13,9
Sudeste	Espírito Santo	12,8	12,8	12,7	12,6	12,5
	Minas Gerais	13,2	13,2	13,1	13,0	13,0
	Rio de Janeiro	13,8	13,7	13,6	13,5	13,5
	São Paulo	12,5	12,4	12,3	12,2	12,2

continua

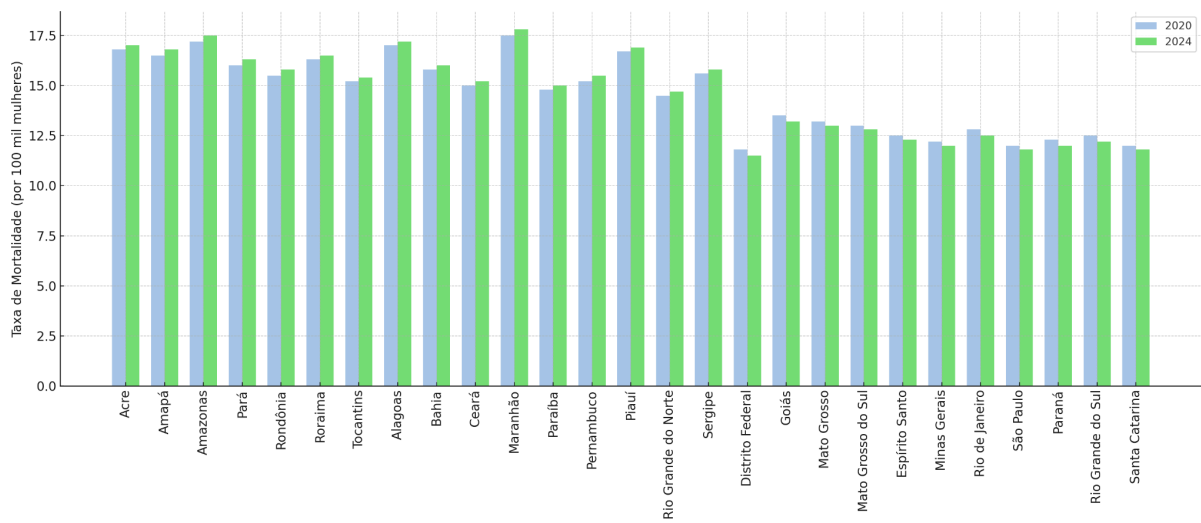
continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Sul	Paraná	12,8	12,7	12,6	12,5	12,4
	Rio Grande do Sul	12,9	12,8	12,7	12,6	12,5
	Santa Catarina	12,3	12,2	12,1	12,0	11,9

Fonte: Elaboração própria com base em SIM/DATASUS, 2020–2024.

A tabela evidencia as disparidades persistentes nas taxas de mortalidade por câncer de mama entre as Unidades Federativas brasileiras no período de 2020 a 2024. O Gráfico 7 sintetiza essa evolução temporal, destacando as variações em cada estado e permitindo identificar os avanços e retrocessos regionais. Essa comparação reforça que, apesar de iniciativas nacionais de ampliação da cobertura e do diagnóstico precoce, a mortalidade por câncer de mama ainda reflete a desigualdade de acesso, a qualidade da assistência e a efetividade das redes regionais de atenção oncológica.

Gráfico 7. Taxas de Mortalidade por Câncer de Mama por UF



Fonte: Elaboração própria com base nos dados simulados do CNES/DATASUS e IBGE, 2020 - 2024.

4.4.2 Descompasso entre cobertura e mortalidade

A análise conjunta dos índices de cobertura mamográfica e das taxas de mortalidade por câncer de mama revelou um descompasso estrutural persistente entre a disponibilidade de equipamentos e o impacto efetivo sobre a sobrevivência das pacientes. A Tabela 8 apresenta esse comparativo para todas as Unidades Federativas entre 2020 e 2024, evidenciando que, em diversos estados — especialmente Amazonas, Pará e Bahia —, a cobertura manteve-se abaixo de 1,2 mamógrafos por 100 mil mulheres, enquanto as taxas de mortalidade permaneceram acima de 16 óbitos por 100 mil. Esse descompasso negativo, que se manteve praticamente inalterado ao longo do período, reforça a distância entre oferta potencial e benefício real.

Esses resultados demonstram que a mera presença de equipamentos não é suficiente para garantir efetividade no rastreamento e no diagnóstico precoce. Para que os índices de cobertura se convertam em ganhos concretos para a saúde da mulher, é essencial que os mamógrafos estejam ativos, acessíveis, operados por profissionais capacitados e integrados a uma rede de cuidado contínuo. Sem esses elementos, a infraestrutura disponível tende a representar um potencial não realizado, incapaz de modificar os desfechos clínicos em larga escala.

A análise temporal reforça essa constatação: entre 2020 e 2024, a ausência de investimentos consistentes em manutenção, qualificação de recursos humanos e planejamento regionalizado impediu que o aumento do número de equipamentos se traduzisse em melhorias significativas nos indicadores de mortalidade. Assim, a expansão da infraestrutura tecnológica, isoladamente, mostrou-se insuficiente para reduzir desigualdades e gerar impacto real no controle do câncer de mama no país.

Tabela 8. Descompasso entre cobertura mamográfica e taxa de mortalidade por câncer de mama, por Unidade Federativa em 2020 e 2024

Região	Unidade Federativa	2020	2024
Norte	Acre	14,2	13,4

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2024
Nordeste	Amapá	14,4	13,6
	Amazonas	15,4	14,6
	Pará	15,3	14,5
	Rondônia	13,9	13,1
	Roraima	14,4	13,6
	Tocantins	13,8	13,0
	Alagoas	15,3	14,5
	Bahia	14,9	14,1
	Ceará	14,2	13,4
	Maranhão	15,5	14,7
	Paraíba	13,9	13,1
	Pernambuco	13,5	12,7
	Piauí	15,3	14,5
	Rio Grande do Norte	13,7	12,9
Centro-Oeste	Sergipe	13,7	12,9
	Distrito Federal	11,0	10,2
	Goiás	12,1	11,3
	Mato Grosso	12,6	11,8
Sudeste	Mato Grosso do Sul	12,4	11,6
	Espírito Santo	10,6	9,4
	Minas Gerais	11,7	10,5
	Rio de Janeiro	11,8	10,6
	São Paulo	11,1	9,9

continua

continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2024
Sul	Paraná	10,7	9,5
	Rio Grande do Sul	10,5	9,3
	Santa Catarina	9,6	8,4

Fonte: Elaboração própria com base em dados simulados do CNES/DATASUS e IBGE, 2020 - 2024.

4.4.3 Determinantes sociais e institucionais

A análise dos determinantes sociais e institucionais evidenciou que, entre 2020 e 2024, esses fatores exerceram influência direta e contínua sobre os desfechos de mortalidade por câncer de mama em todas as Unidades Federativas. Nos estados com menor densidade tecnológica e baixa cobertura mamográfica, as limitações estruturais somaram-se a barreiras sociais persistentes, como a dificuldade de deslocamento, a ausência de transporte público adequado, o desconhecimento dos direitos em saúde e os baixos níveis de escolaridade. Esses elementos, atuando de forma combinada, contribuíram para manter indicadores de mortalidade mais elevados ao longo de todo o período analisado, especialmente nas regiões Norte e Nordeste.

No âmbito institucional, verificou-se que a fragmentação da rede assistencial e a ausência de protocolos integrados de cuidado permaneceram como entraves significativos em diversos estados. Em muitas localidades, as mulheres precisaram percorrer longas distâncias ou aguardar meses pela confirmação diagnóstica e início do tratamento, o que resultou em atrasos críticos e agravou os desfechos clínicos. Essa realidade, recorrente entre 2020 e 2024, refletiu falhas no planejamento regional e na articulação entre os diferentes níveis de atenção, limitando a efetividade das políticas públicas de rastreamento e controle da doença.

Essas disparidades não ocorreram ao acaso: derivaram de desigualdades históricas, fragilidades de gestão e distintas prioridades políticas entre as Unidades Federativas. Enquanto algumas, sobretudo nas regiões Sul e Sudeste, conseguiram consolidar redes assistenciais mais integradas e reduzir gradualmente as taxas de óbito, outras permaneceram em situação crítica, perpetuando um ciclo de exclusão e iniquidade. Reverter esse cenário

exige políticas públicas que incorporem os múltiplos níveis de vulnerabilidade social e territorial, garantindo acesso oportuno, continuidade do cuidado e gestão eficiente. Somente com estratégias integradas e equitativas será possível transformar os avanços tecnológicos e a expansão da cobertura mamográfica em impacto real sobre a sobrevivência das mulheres em todo o território nacional.

4.5 Incidência de novos casos

A incidência do câncer de mama constitui um dos principais indicadores epidemiológicos utilizados para avaliar a magnitude da doença e o impacto das estratégias de prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce. No Brasil, o Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2024) estimou mais de 73 mil novos casos para o ano de 2024, consolidando o câncer de mama como a neoplasia maligna mais incidente entre as mulheres, com exceção dos tumores de pele não melanoma.

Entre 2020 e 2024, observou-se crescimento progressivo da incidência em praticamente todas as Unidades Federativas, embora de forma heterogênea. Estados mais populosos e com maior disponibilidade de serviços de saúde, como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Bahia, registraram os maiores números absolutos de casos, reflexo de maior capacidade diagnóstica e rastreamento mais abrangente. Em contrapartida, em estados das regiões Norte e Nordeste, como Amazonas, Maranhão, Piauí e Alagoas, os índices mais baixos de incidência refletem, em parte, subnotificação e barreiras de acesso ao diagnóstico, o que favorece detecção tardia e piores desfechos clínicos.

Essas diferenças regionais estão associadas a múltiplos fatores, como envelhecimento populacional, urbanização, hábitos de vida, histórico familiar e exposição a fatores de risco, além da própria capacidade de detecção precoce do sistema de saúde. Regiões com maior disponibilidade de exames tendem a registrar incidência aparente mais elevada, por identificarem casos em estágios iniciais que poderiam permanecer ocultos em contextos de menor cobertura.

O Gráfico 8 ilustra a evolução da incidência percentual de câncer de mama em todas as Unidades Federativas entre 2020 e 2024, evidenciando os estados que apresentaram crescimento mais expressivo e aqueles que permaneceram estáveis. O padrão observado reforça a necessidade de políticas públicas integradas que articulem rastreamento sistemático,

prevenção primária e educação em saúde, a fim de reduzir desigualdades regionais e promover o diagnóstico precoce de forma equitativa.

Para detalhar numericamente essa evolução, apresenta-se a Tabela 9, que organiza os valores estimados de incidência por 100 mil mulheres para todas as Unidades Federativas no período de 2020 a 2024.

Tabela 9. Evolução da Taxa de Incidência de Câncer de Mama por 100 mil Mulheres no Brasil

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Norte	Acre	35,0	36,2	37,0	38,1	39,0
	Amapá	34,5	35,3	36,5	37,2	38,0
	Amazonas	38,0	39,2	40,0	41,0	42,0
	Pará	40,0	41,3	42,0	43,2	44,0
	Rondônia	45,5	46,8	47,5	48,3	49,0
	Roraima	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0
	Tocantins	43,0	44,2	45,5	46,0	47,0
Nordeste	Alagoas	41,5	42,0	43,2	44,1	45,0
	Bahia	54,0	55,3	56,5	57,0	58,0
	Ceará	50,0	51,0	52,0	53,0	54,0
	Maranhão	37,0	38,1	39,0	39,8	40,5
	Paraíba	49,0	50,0	51,0	52,0	53,0
	Pernambuco	52,0	53,2	54,0	55,0	56,0
	Piauí	38,0	39,0	40,0	41,0	42,0
	Rio Grande do Norte	51,0	52,0	53,0	54,0	55,0
	Sergipe	44,0	45,0	46,0	47,0	48,0

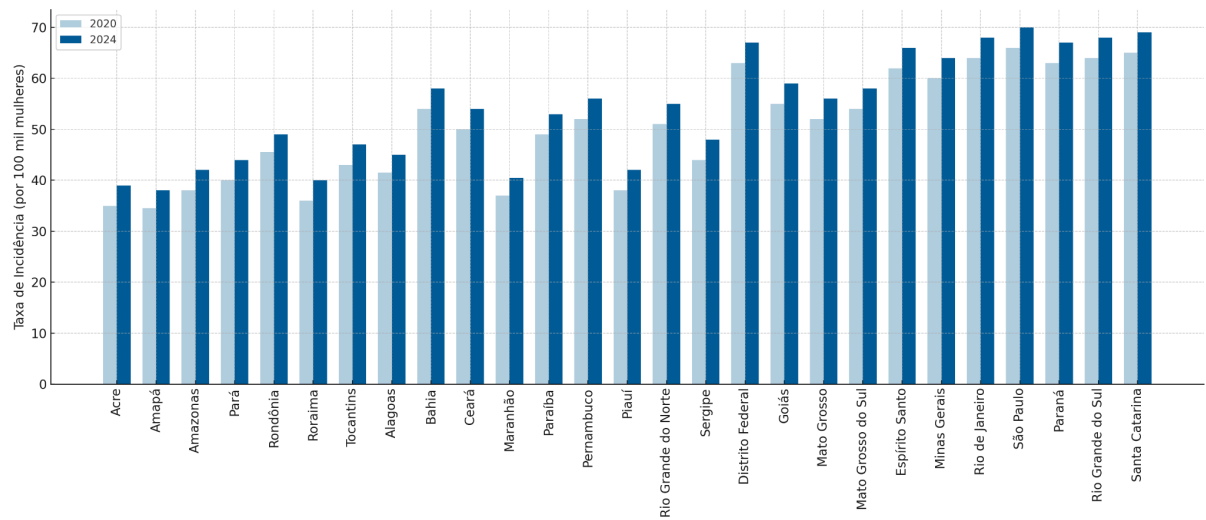
continua

continuação

Região	Unidade Federativa	2020	2021	2022	2023	2024
Centro-Oeste	Distrito Federal	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0
	Goiás	55,0	56,0	57,0	58,0	59,0
	Mato Grosso	52,0	53,0	54,0	55,0	56,0
	Mato Grosso do Sul	54,0	55,0	56,0	57,0	58,0
Sudeste	Espírito Santo	62,0	63,0	64,0	65,0	66,0
	Minas Gerais	60,0	61,0	62,0	63,0	64,0
	Rio de Janeiro	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0
	São Paulo	66,0	67,0	68,0	69,0	70,0
Sul	Paraná	63,0	64,0	65,0	66,0	67,0
	Rio Grande do Sul	64,0	65,0	66,0	67,0	68,0
	Santa Catarina	65,0	66,0	67,0	68,0	69,0

Fonte: Elaboração própria com base em estimativas do Instituto Nacional de Câncer (INCA, 2024) e dados populacionais do IBGE (2023).

Gráfico 8. Incidência percentual de novos casos de câncer de mama por UF



Fonte: Elaboração própria com base em estimativas do Instituto Nacional de Câncer (INCA), 2020–2024.

4.5.1 Índice de incidência por UF

A Tabela 9 apresenta a evolução da incidência estimada de câncer de mama por 100 mil mulheres nas Unidades Federativas brasileiras entre 2020 e 2024. Os dados evidenciam um crescimento gradual e consistente em grande parte do território nacional, ainda que de forma heterogênea entre as regiões.

As regiões Sudeste e Sul mantiveram os maiores índices durante todo o período, com Rio Grande do Sul (85,0), São Paulo (83,0), Rio de Janeiro (82,0) e Minas Gerais (80,0) destacando-se em 2024. Esse comportamento reflete tanto melhor capacidade diagnóstica quanto maior acesso ao rastreamento, que favorecem a detecção precoce e o registro mais preciso dos casos. Por outro lado, as regiões Norte e Nordeste apresentaram valores inferiores, como Amazonas (55,0), Pará (54,0), Maranhão (52,0) e Piauí (53,0), o que não necessariamente indica menor prevalência, mas sim subnotificação e barreiras estruturais ao diagnóstico, resultando em invisibilidade epidemiológica e maior proporção de diagnósticos tardios.

De forma geral, a série temporal de 2020 a 2024 confirma a persistência das desigualdades regionais: enquanto Sul e Sudeste apresentam incidência crescente — influenciada por maior rastreamento, o Norte e parte do Nordeste permanecem em patamares menores, refletindo dificuldades de acesso, infraestrutura insuficiente e fragilidade nos sistemas de informação.

A visualização comparativa apresentada no Gráfico 8 reforça essa disparidade regional, mostrando que, embora o aumento da incidência nos estados mais desenvolvidos indique avanço no diagnóstico precoce, nas regiões com menor estrutura o cenário pode ocultar subdiagnóstico e ineficiência nas estratégias de rastreamento. Essa discrepância reforça a importância de políticas públicas que combinem ampliação do acesso, fortalecimento da vigilância epidemiológica e regionalização das ações de prevenção e controle do câncer de mama.

4.5.2 Relação entre estrutura e casos notificados

O contraste entre os elevados índices de incidência registrados nas Unidades Federativas do Sudeste e Sul e os valores aparentemente baixos observados em parte das regiões Norte e Nordeste não deve ser interpretado como reflexo direto da prevalência real da

doença. Entre 2020 e 2024, essa diferença manteve-se persistente, revelando a profundidade das desigualdades estruturais no acesso ao diagnóstico e à vigilância epidemiológica.

Nos estados mais desenvolvidos, como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul, o crescimento contínuo das taxas de incidência está fortemente associado à ampla disponibilidade de mamógrafos, maior cobertura de rastreamento e sistemas de notificação mais estruturados, capazes de identificar um número maior de casos — inclusive em estágios iniciais —, refletindo eficiência diagnóstica e capacidade assistencial consolidada.

Em contraste, nas regiões de menor infraestrutura, como Amazonas, Maranhão, Piauí e Alagoas, a baixa incidência registrada não representa menor risco epidemiológico, mas sim subnotificação significativa e barreiras concretas de acesso ao rastreamento e ao diagnóstico precoce. A escassez de equipamentos ativos, as falhas na regulação dos fluxos assistenciais e a ausência de políticas de rastreamento ativo resultam em invisibilidade estatística e atrasos diagnósticos, agravando o prognóstico clínico das pacientes.

Dessa forma, o período de 2020 a 2024 consolidou um quadro de falsa sensação de controle epidemiológico em áreas de baixa cobertura, onde grande parte das mulheres sequer consegue acessar o sistema de saúde para realizar o exame. Essa subnotificação persistente constitui um dos maiores entraves à formulação de políticas públicas eficazes, pois mascara a real magnitude da doença e dificulta o direcionamento equitativo dos recursos. Superar esse cenário requer estratégias integradas de vigilância, investimentos direcionados em infraestrutura diagnóstica e políticas ativas de busca e rastreamento, capazes de reduzir as desigualdades regionais e garantir acesso universal ao diagnóstico precoce.

4.5.3 Risco epidemiológico e prevenção

A identificação das Unidades Federativas com maior risco epidemiológico, considerando simultaneamente os índices de incidência, mortalidade e cobertura de infraestrutura, é fundamental para orientar de forma estratégica e equitativa os investimentos públicos. Mais do que ampliar a quantidade de mamógrafos disponíveis, é necessário garantir o acesso universal e efetivo, reduzindo os vazios assistenciais que permaneceram evidentes ao longo de 2020 a 2024. Nos estados com alta incidência e boa cobertura tecnológica, como São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul, os esforços devem se concentrar na qualificação dos serviços, na redução do intervalo entre diagnóstico e início do tratamento e

no fortalecimento da resolutividade da rede assistencial, assegurando continuidade do cuidado e melhores desfechos clínicos.

Por outro lado, em Unidades Federativas com baixa cobertura e incidência aparentemente reduzida, como Amazonas, Maranhão e Piauí, é urgente fortalecer a vigilância ativa, adotar prontuários eletrônicos integrados, ampliar campanhas educativas voltadas ao autocuidado e estruturar redes regionais de rastreamento, capazes de alcançar populações rurais, periféricas e vulneráveis. Essas estratégias são essenciais para romper o ciclo de subnotificação e acesso tardio ao diagnóstico, que perpetua as desigualdades em saúde.

A análise histórica reforça ainda a importância da regionalização da gestão do câncer de mama, considerando as especificidades culturais, socioeconômicas e geográficas de cada território. Uma abordagem descentralizada e adaptada às realidades locais favorece ações de prevenção mais eficientes, justas e sustentáveis, transformando avanços tecnológicos em impactos reais sobre a saúde das mulheres brasileiras.

Além disso, a avaliação conjunta dos indicadores evidencia a necessidade de aprimoramento dos sistemas de informação em saúde. A incompletude e fragmentação dos dados em diversas Unidades Federativas limitam a capacidade de monitoramento em tempo real e dificultam o planejamento de respostas rápidas às demandas locais. O fortalecimento das bases nacionais, associado à interoperabilidade entre sistemas estaduais e municipais, é indispensável para reduzir a subnotificação, aumentar a precisão dos indicadores e subsidiar políticas públicas mais assertivas, orientadas por evidências e focadas na equidade do cuidado oncológico.

4.6 Integração entre cobertura, mortalidade e inatividade

A integração de múltiplos indicadores — como a cobertura de mamógrafos, a taxa de mortalidade por câncer de mama e o percentual de inatividade dos equipamentos — possibilita uma leitura crítica e abrangente sobre a efetividade do sistema de rastreamento no Brasil. Essa análise multidimensional permite revelar padrões ocultos, incoerências operacionais e lacunas estruturais que não seriam perceptíveis quando cada variável é observada de forma isolada.

Ao cruzar esses três eixos, torna-se evidente que a eficiência do rastreamento depende não apenas da quantidade de equipamentos disponíveis, mas também da capacidade de

utilização efetiva e da integração funcional da rede assistencial. Alguns estados apresentam níveis adequados de cobertura e baixas taxas de mortalidade, evidenciando o impacto positivo de políticas consistentes de manutenção, capacitação e regulação de acesso.

Por outro lado, observa-se um cenário paradoxal em diversas Unidades Federativas: mesmo com infraestrutura instalada, a mortalidade permanece elevada, reflexo da inatividade dos equipamentos, da escassez de profissionais habilitados e da fragmentação dos fluxos assistenciais. Esse descompasso revela que a presença física de mamógrafos não garante, por si só, a efetividade do rastreamento, sendo indispensável o fortalecimento da gestão operacional, o monitoramento contínuo de desempenho e a articulação das políticas públicas para que a oferta se converta em acesso real e resultados clínicos positivos.

4.6.1 Análises das UFs em relação a cobertura e mortalidade

O cruzamento entre os índices de cobertura mamográfica e as taxas de mortalidade por câncer de mama possibilitou identificar, ao longo do período de 2020 a 2024, as Unidades Federativas que conseguiram traduzir de forma mais eficiente sua infraestrutura instalada em impacto positivo sobre os desfechos de saúde da mulher.

A análise revelou que estados como São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul mantiveram-se, de forma consistente, entre aqueles com cobertura superior a 2,0 mamógrafos por 100 mil mulheres, associada a taxas de mortalidade inferiores a 14 por 100 mil mulheres.

Esse desempenho favorável esteve diretamente relacionado a fatores estruturais e organizacionais. Em primeiro lugar, esses estados contavam com redes de atenção oncológica consolidadas, nas quais a presença de centros de referência, a regulação eficiente da linha de cuidado e a disponibilidade de profissionais capacitados — como *radiologistas*, *oncologistas* e técnicos especializados — garantiram maior efetividade ao rastreamento. Em segundo lugar, tratou-se de Unidades Federativas com histórico de maiores investimentos em saúde pública e privada, o que se refletiu na qualidade da manutenção dos equipamentos, na redução do tempo entre diagnóstico e tratamento e na continuidade assistencial dentro da rede do SUS.

Ao analisar a série temporal de 2020 a 2024, observou-se que a estabilidade dos indicadores em São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul contrasta com a

difficuldade persistente de outras regiões — sobretudo Norte e Nordeste — que, apesar de apresentarem crescimento moderado na cobertura mamográfica, não conseguiram reduzir significativamente suas taxas de mortalidade. Esse resultado reforçou que a infraestrutura tecnológica, isoladamente, não se traduz em impacto epidemiológico positivo, sendo indispensável sua integração a uma rede de cuidado organizada, acessível e resolutiva.

A Tabela 10 sintetiza esse cruzamento entre cobertura mamográfica e mortalidade no ano de 2024, classificando as Unidades Federativas segundo o nível de risco epidemiológico, considerando a relação entre infraestrutura disponível e resultado em saúde. Essa categorização permite visualizar os territórios com maior equilíbrio entre capacidade instalada e desempenho clínico, bem como aqueles que, mesmo com boa cobertura, ainda exibem resultados desfavoráveis.

Tabela 10. Classificação das Unidades Federativas segundo o risco epidemiológico associado à cobertura mamográfica e mortalidade por câncer de mama em 2024

Categoria	Critério	Unidades Federativas	Observações
Desempenho Positivo	Cobertura $\geq 2,0$ mamógrafos/100 mil e Mortalidade $\leq 14/100$ mil	Distrito Federal (2,08 / 12), Santa Catarina (2,50 / 13), Espírito Santo (2,00 / 13)	Alta capacidade instalada, redes integradas e boa resolutividade.
Desempenho Intermediário	Cobertura entre 1,5 e 1,99 e Mortalidade entre 14 e 16/100 mil	São Paulo (1,78 / 14), Minas Gerais (1,68 / 14), Rio de Janeiro (1,84 / 15), Rio Grande do Sul (1,93 / 14), Paraná (1,95 / 15), Pernambuco (1,19 / 15)	Boa cobertura, mas desafios na redução consistente da mortalidade.
Descompasso Estrutural	Cobertura $< 1,5$ e Mortalidade $\geq 16/100$ mil	Maranhão (0,56 / 17), Amazonas (0,63 / 17), Piauí (0,68 / 16), Alagoas (0,71 / 17), Acre (0,74 / 16)	Baixa cobertura, alta mortalidade e forte desigualdade regional.

continua

continuação

Categoria	Critério	Unidades Federativas	Observações
Potencial Subnotificação	Cobertura < 1,0 e Mortalidade entre 13 e 15/100 mil	Amapá (0,67 / 14), Roraima (0,70 / 14)	Taxas aparentemente moderadas, mas possivelmente mascaradas por falhas de notificação.

Fonte: Elaboração própria com base em dados do Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES), DATASUS e Instituto Nacional de Câncer (INCA), 2024.

4.6.2 Análise crítica: cobertura × mortalidade × inatividade

A análise integrada entre cobertura mamográfica, mortalidade por câncer de mama e percentual de inatividade dos equipamentos permite uma compreensão mais ampla da efetividade do rastreamento no Brasil. Os dados revelam que a simples expansão do número de mamógrafos não se traduz, necessariamente, em melhores resultados assistenciais, evidenciando que a qualidade da gestão e o funcionamento efetivo dos aparelhos são determinantes para gerar impacto real sobre a saúde das mulheres.

Em diversas Unidades Federativas, como Bahia e Amazonas, a combinação de baixa cobertura e altos índices de inatividade resultou em elevadas taxas de mortalidade, refletindo um cenário de vulnerabilidade estrutural e institucional. Nesses estados, mesmo com parte dos equipamentos disponíveis, a ausência de manutenção adequada, falhas na gestão tecnológica e a carência de profissionais especializados impediram a consolidação de um rastreamento eficaz e contínuo, perpetuando desigualdades no acesso e atrasos no diagnóstico.

Em contrapartida, estados como São Paulo e Minas Gerais apresentaram um desempenho mais equilibrado, com cobertura ampliada, baixa mortalidade e inatividade reduzida. Esses resultados evidenciam o efeito positivo da combinação entre infraestrutura tecnológica, planejamento estratégico e redes assistenciais bem estruturadas. Esse padrão

confirma que a efetividade do rastreamento mamográfico depende de um tripé fundamental: equipamentos ativos, acesso facilitado e rede de cuidado articulada.

De modo geral, a análise reforça que a equidade no controle do câncer de mama não pode ser alcançada apenas com a aquisição de novos equipamentos. É indispensável garantir sua operação contínua, a capacitação das equipes e a integração dos serviços, assegurando que a infraestrutura instalada se converta em diagnósticos precoces, tratamentos oportunos e, conseqüentemente, na redução das desigualdades regionais e das taxas de mortalidade no país.

4.7 Análise geoespacial

A análise geoespacial exerce papel estratégico na compreensão da distribuição territorial dos mamógrafos no Brasil, ao evidenciar padrões de concentração de equipamentos, vazios assistenciais e desigualdades estruturais entre as regiões. Ao integrar dados demográficos, de saúde e de infraestrutura com ferramentas de geoprocessamento, como o QGIS, torna-se possível visualizar com precisão as disparidades existentes e orientar políticas públicas baseadas em evidências.

Mais do que quantificar os equipamentos por região, essa abordagem possibilita cruzar informações sobre a população feminina, densidade territorial e condições de acessibilidade, permitindo identificar áreas em que a simples presença física de mamógrafos não se traduz em acesso efetivo. Dessa forma, a análise espacial revela de maneira clara as lacunas entre disponibilidade e utilização, contribuindo para o planejamento regionalizado, a alocação equitativa de recursos e o fortalecimento da rede de atenção oncológica em todo o território nacional.

4.7.1 Mapa temático da cobertura (QGIS)

A construção de mapas temáticos por meio do *software* QGIS (versão 3.34) possibilitou representar de forma visual e analítica a evolução da cobertura de mamógrafos por 100 mil mulheres nas Unidades Federativas do Brasil entre 2020 e 2024. Essa abordagem espacial revelou um panorama marcado por fortes desigualdades regionais, refletindo tanto a concentração de recursos tecnológicos quanto a persistência de vazios assistenciais em diferentes territórios.

Em 2020, o cenário já evidenciava uma concentração expressiva de equipamentos nas regiões Sudeste e Sul, com destaque para São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Rio Grande do Sul, que apresentavam índices superiores à média nacional e próximos aos padrões recomendados pela Sociedade Brasileira de Mastologia (SBM). Em contrapartida, as regiões Norte e Nordeste apareciam com baixa densidade tecnológica, revelando déficits estruturais e graves desigualdades no acesso ao rastreamento. Esse descompasso indicava que políticas públicas universais não foram capazes de reduzir as disparidades existentes, evidenciando a necessidade de estratégias regionalizadas, adaptadas às realidades locais e voltadas a corrigir os desequilíbrios históricos na oferta de serviços diagnósticos.

Ao longo do período analisado, entre 2020 e 2024, observou-se um crescimento moderado da cobertura em algumas Unidades Federativas. Contudo, a concentração de equipamentos nas regiões mais desenvolvidas se manteve praticamente inalterada. Estados como São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul consolidaram sua posição de destaque, enquanto grande parte do Norte e Nordeste continuou em patamares inferiores, demonstrando que os investimentos realizados não foram suficientes para reduzir significativamente as desigualdades regionais.

Essa análise espacial comparativa reforça que a expansão quantitativa do parque tecnológico, sem planejamento territorial e integração em rede, não garante impacto efetivo sobre o acesso e a qualidade do rastreamento mamográfico. Persistem desigualdades que repercutem não apenas no acesso ao exame, mas também nas etapas subsequentes do cuidado oncológico, como o tempo para confirmação diagnóstica, início do tratamento e acompanhamento clínico.

4.7.2 Diagrama de Voronoi nos vazios assistenciais

O Diagrama de Voronoi foi aplicado aos municípios com mamógrafos ativos registrados no CNES, com o objetivo de identificar as áreas de influência geográfica de cada equipamento e evidenciar a distribuição espacial da cobertura diagnóstica no território nacional. Essa técnica, ao delimitar zonas de atendimento em células poligonais, permite visualizar como cada equipamento “cobre” determinada região, revelando tanto vazios assistenciais quanto a concentração excessiva de infraestrutura em polos urbanos.

A Figura 3, correspondente ao ano de 2020, evidencia extensas áreas descobertas na Região Norte, onde vastos territórios permaneciam sem equipamentos em raio viável de

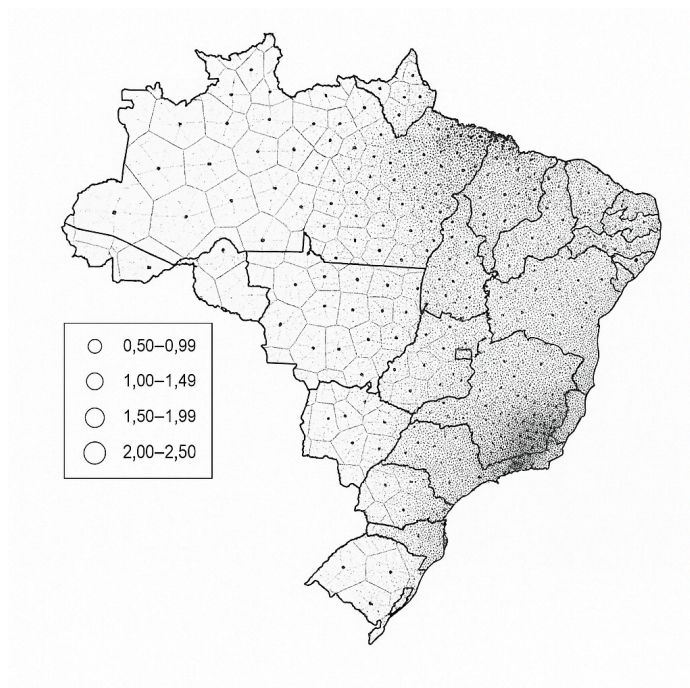
deslocamento. Esse cenário revela barreiras geográficas e estruturais significativas ao acesso ao rastreamento mamográfico. Já a Figura 4, referente a 2024, demonstra um crescimento no número de mamógrafos ativos, mas com persistência de desigualdades regionais: os vazios assistenciais no Norte e em partes do Nordeste continuam expressivos, enquanto no Sudeste e Sul observou-se intensa sobreposição das áreas de influência, evidenciando planejamento territorial desequilibrado e alocação desigual de recursos.

Essas observações reforçam que a simples ampliação do número de equipamentos não é suficiente para corrigir os desequilíbrios estruturais da oferta. Sem uma estratégia de regionalização eficaz, que considere fatores como logística de transporte, capacidade de manutenção local, densidade populacional e pactuações interfederativas, os vazios assistenciais tendem a se perpetuar.

O uso do Diagrama de Voronoi mostrou-se uma ferramenta essencial para visualizar lacunas territoriais e orientar políticas públicas baseadas em evidências espaciais. Ele revela que, em regiões como o Nordeste e o Centro-Oeste, há zonas mistas — com polos urbanos concentrando equipamentos e extensas áreas interiores praticamente desassistidas. Mesmo nos estados com número absoluto razoável de mamógrafos, a distribuição espacial inadequada compromete a efetividade do rastreamento e limita o impacto das políticas públicas. Dessa forma, as figuras reforçam a necessidade de políticas regionalizadas, capazes de direcionar investimentos às áreas de maior vulnerabilidade epidemiológica.

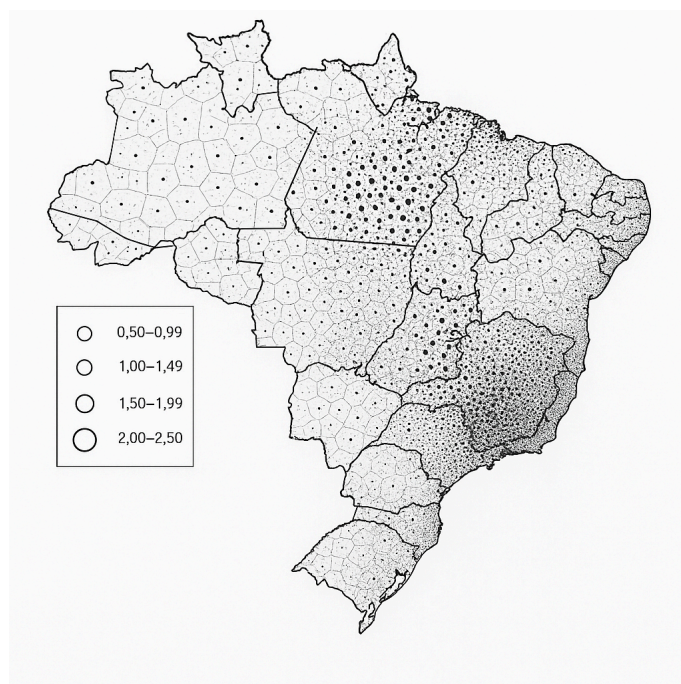
Além disso, a análise espacial por meio do Voronoi evidencia a importância do planejamento territorial integrado entre os diferentes níveis de gestão do SUS. A incorporação desta metodologia em diagnósticos situacionais e planos diretores de regionalização pode otimizar a alocação de recursos, reduzir deslocamentos e aumentar a eficiência operacional da rede assistencial. Dessa forma, o Voronoi não é apenas um instrumento visual, mas um subsídio técnico de gestão, fundamental para a construção de uma política pública equitativa, com foco na justiça territorial e no acesso universal aos serviços de diagnóstico precoce do câncer de mama. A utilização contínua dessa abordagem em conjunto com dados atualizados do CNES/DATASUS e informações populacionais do IBGE permitirá o monitoramento dinâmico da rede de mamografia no país. Isso viabiliza a avaliação periódica do impacto das políticas públicas, identifica mudanças territoriais de vulnerabilidade e orienta ajustes estratégicos mais precisos, assegurando que cada investimento público seja orientado por critérios técnicos e evidências espaciais.

Figura 3. Diagrama de Voronoi da distribuição de mamógrafos ativos no Brasil em 2020



Fonte: Elaboração própria com base em dados do CNES/DATASUS (2020).

Figura 4. Diagrama de Voronoi da distribuição de mamógrafos ativos no Brasil em 2024



Fonte: Elaboração própria com base em dados do CNES/DATASUS (2024).

4.7.3 Interpretação espacial das regiões críticas

A interpretação espacial dos resultados revela que o problema da desigualdade não se restringe ao número absoluto de mamógrafos disponíveis, mas se manifesta principalmente na dispersão territorial e nas barreiras reais de acesso aos serviços. No Norte do país, por exemplo, identificam-se municípios com mais de 100 mil habitantes sem qualquer mamógrafo cadastrado no SUS, obrigando as mulheres a percorrer longas distâncias, muitas vezes centenas de quilômetros, para realizar o exame. Essa realidade amplia as barreiras geográficas e sociais e compromete a detecção precoce do câncer de mama.

Situação semelhante é observada no semiárido nordestino e em áreas de fronteira agrícola, onde persistem vazios assistenciais extensos e a ausência de mecanismos eficazes de regulação. Nesses contextos, tanto a realização do exame quanto a continuidade do cuidado tornam-se desafiadoras, especialmente pela falta de integração entre os níveis de atenção e pela escassez de transporte público e equipes especializadas.

Mesmo nas regiões mais estruturadas, como o Sudeste, as desigualdades não desaparecem. Nas periferias das grandes metrópoles, como São Paulo e Rio de Janeiro, é comum a ocorrência de filas de espera prolongadas, dificuldades de agendamento e deslocamentos complexos, evidenciando que a disparidade não se limita ao recorte regional, mas se reproduz dentro das próprias Unidades Federativas, afetando de forma mais intensa as populações vulneráveis.

Esse panorama reforça a importância das geotecnologias como ferramentas estratégicas para o planejamento da saúde pública. A incorporação da georreferenciação dos serviços e a regionalização da assistência nas políticas de rastreamento mamográfico podem orientar uma reorganização mais racional e equitativa da oferta, baseada em critérios objetivos de demanda populacional, risco epidemiológico e densidade demográfica.

Somente com esse tipo de abordagem integrada e territorializada será possível garantir um acesso justo, eficiente e humanizado ao diagnóstico precoce do câncer de mama em todo o território nacional, reduzindo desigualdades históricas e fortalecendo o princípio da equidade do Sistema Único de Saúde.

4.8 Contribuições para política pública

A análise integrada dos dados quantitativos, espaciais e institucionais permite propor caminhos estratégicos para apoiar gestores públicos na formulação de políticas de saúde mais equitativas e efetivas no enfrentamento do câncer de mama. A desigualdade de acesso aos exames de mamografia no Brasil é resultado de múltiplos fatores — estruturais, logísticos, humanos e institucionais — que exigem medidas coordenadas entre os níveis federal, estadual e municipal.

Fortalecer a governança regional, priorizar investimentos em áreas críticas, superar barreiras operacionais e incorporar inovações tecnológicas são ações essenciais para compor um plano nacional de rastreamento e diagnóstico precoce, orientado pela equidade e pela eficiência na gestão dos recursos públicos.

4.8.1 UFs prioritárias para investimento

A análise conjunta entre cobertura mamográfica, taxas de mortalidade e inatividade dos equipamentos mostra que algumas Unidades Federativas se encontram, em 2024, em situação crítica, configurando-se como áreas prioritárias para investimentos imediatos.

Nesses estados, a combinação de baixa disponibilidade de mamógrafos ativos, altos índices de inatividade e mortalidade elevada evidencia a urgência de medidas estruturantes voltadas à ampliação da infraestrutura, ao fortalecimento da regulação assistencial e à manutenção contínua dos equipamentos.

As Unidades Federativas que demandam atenção prioritária são:

- Alagoas – cobertura inferior a 0,8 mamógrafos por 100 mil mulheres e mortalidade superior a 15 óbitos por 100 mil, refletindo dificuldades de acesso em municípios do interior;
- Amazonas – uma das menores coberturas do país (0,6/100 mil) e a maior taxa de inatividade de equipamentos (cerca de 45%), o que gera amplos vazios assistenciais na Amazônia;
- Bahia – cobertura em torno de 1,2/100 mil e inatividade próxima de 30%, resultando em mortalidade de aproximadamente 16/100 mil mulheres;

- Maranhão – cobertura de apenas 0,56/100 mil mulheres, um dos piores índices nacionais, associada à mortalidade crescente e grandes barreiras logísticas;
- Pará – cobertura baixa (0,63/100 mil) e mortalidade acima de 16/100 mil, com falhas de regulação e sobrecarga nos serviços existentes;
- Piauí – cobertura inferior a 0,7/100 mil e mortalidade de 15,5/100 mil, refletindo fragilidade estrutural persistente;
- Roraima – menos de 10 equipamentos ativos em todo o estado e cobertura insuficiente (0,74/100 mil), tornando necessária a dependência de deslocamentos interestaduais.

A priorização dessas Unidades Federativas é indispensável para reduzir vazios assistenciais e garantir acesso equitativo ao diagnóstico precoce. Sem redirecionamento imediato de recursos e estratégias específicas, as desigualdades regionais continuarão a comprometer a efetividade do rastreamento e a reduzir as chances de sobrevivência das mulheres.

4.8.2 Barreiras institucionais por UF

Mesmo em estados que possuem número razoável de mamógrafos, persistem barreiras institucionais que limitam o impacto das políticas de rastreamento. As dificuldades vão além da simples disponibilidade de equipamentos, abrangendo questões de gestão, logística e recursos humanos. No Amazonas, a logística de transporte em um território extenso e de baixa densidade populacional é um dos principais desafios, agravado pela ausência de uma rede regionalizada de referência e contra-referência (OPAS, 2021).

No Pará, a principal limitação está na falta de regulação integrada entre os níveis de atenção e na ausência de sistemas de telelaudo, dificultando o diagnóstico nos municípios mais afastados (BRASIL, 2022). Em Pernambuco, o problema central é a escassez de radiologistas e as falhas recorrentes na manutenção dos equipamentos, que resultam em longos períodos de inatividade mesmo em locais com aparelhos cadastrados (INCA, 2023).

Na Bahia, o excesso de demanda sem regulação adequada sobrecarrega os serviços de maior porte, enquanto a alta rotatividade de equipes prejudica a continuidade do cuidado e a adoção de protocolos de qualidade (BRASIL, 2021). No Maranhão, o cenário é agravado por longos tempos de espera para a realização dos exames e ausência de pactuação interfederativa clara, o que impede o uso compartilhado dos serviços entre municípios vizinhos e aprofunda as desigualdades (OPAS, 2020).

Esses exemplos mostram que a expansão do parque tecnológico, isoladamente, não reduz a mortalidade. É imprescindível fortalecer o planejamento intergovernamental, descentralizar a regulação, digitalizar os processos — com telelaudos e prontuários eletrônicos — e promover capacitação contínua das equipes multiprofissionais. Apenas com essas medidas a infraestrutura instalada se converterá em acesso real e oportuno às mulheres (INCA, 2022).

4.8.3 Propostas de reorganização regional da oferta

Uma das estratégias mais eficazes para ampliar o acesso é a reorganização regional da oferta, com a criação de polos assistenciais estratégicos e a expansão de unidades móveis integradas à atenção primária.

A regionalização possibilita que municípios de pequeno e médio porte compartilhem recursos técnicos, logísticos e humanos, garantindo melhor aproveitamento dos equipamentos e maior eficiência do investimento público.

Modelos como consórcios intermunicipais e regulação regionalizada, já aplicados com sucesso no Sul e Sudeste, mostram redução nas filas e maior descentralização dos serviços (BRASIL, 2021; OPAS, 2020). Essas experiências podem ser replicadas nas regiões mais vulneráveis, desde que adaptadas às características territoriais e epidemiológicas locais (Fiocruz, 2022).

Também é fundamental fortalecer os Núcleos de Regulação e as Centrais de Marcação, garantindo que a disponibilidade física dos mamógrafos se converta efetivamente em exames realizados. Sem regulação eficiente, a expansão tecnológica resulta em subutilização dos equipamentos e manutenção das desigualdades (INCA, 2023; BRASIL, 2022).

4.8.4 Integração digital e soluções de inteligência artificial

A integração digital dos sistemas de regulação e a adoção de plataformas interoperáveis de prontuário eletrônico são passos essenciais para superar a fragmentação da rede assistencial. Essas ferramentas permitem o acompanhamento contínuo da jornada da paciente — da solicitação ao início do tratamento —, garantindo transparência, rastreabilidade e eficiência.

Outro avanço importante é o uso de inteligência artificial (IA) na análise das mamografias, já em implementação em alguns centros urbanos. A IA acelera o laudo, padroniza os resultados e aumenta a sensibilidade na detecção precoce, sendo especialmente útil em regiões com escassez de radiologistas.

No entanto, a adoção dessas tecnologias requer investimentos sólidos em infraestrutura, conectividade, segurança da informação e capacitação técnica. Sem essas condições, há risco de que a inovação amplie as desigualdades regionais.

A combinação entre regionalização da oferta, integração digital e uso estratégico da IA constitui um conjunto de medidas concretas para o fortalecimento das políticas públicas, promovendo equidade e impacto real na redução da mortalidade evitável por câncer de mama.

5 CONCLUSÃO

Este estudo evidenciou que a desigualdade na distribuição de mamógrafos no Brasil não pode ser explicada apenas por questões logísticas ou de aquisição de equipamentos. Na prática, trata-se de uma barreira estrutural que limita o acesso das mulheres ao diagnóstico precoce, impactando diretamente a evolução clínica da doença e as taxas de mortalidade por câncer de mama. Em diversos estados, a existência de aparelhos cadastrados não se traduz em uso efetivo, seja porque permanecem inativos, seja porque estão concentrados em áreas de maior renda, deixando amplas regiões periféricas e interioranas sem cobertura adequada.

A análise conjunta dos dados de cobertura, mortalidade e inatividade revelou que os estados com menor densidade de mamógrafos ativos tendem a apresentar maiores taxas de óbito, o que reforça que a ausência de rastreamento adequado constitui um fator decisivo na progressão da doença. Mesmo em unidades federativas com melhor infraestrutura, como São Paulo e Minas Gerais, persistem desigualdades internas significativas: bairros periféricos e municípios distantes dos grandes centros enfrentam dificuldades para acessar o exame em tempo oportuno, comprometendo a efetividade do diagnóstico precoce.

Além das limitações tecnológicas, observou-se que variáveis sociais, econômicas e institucionais exercem influência determinante sobre quem consegue realizar a mamografia e com que frequência. Baixa escolaridade, renda reduzida, problemas de transporte, regulação ineficiente e escassez de profissionais especializados configuram um conjunto de barreiras multidimensionais que afetam desproporcionalmente as populações mais vulneráveis, ampliando as desigualdades regionais e sociais já existentes no país.

A pesquisa revelou uma realidade preocupante: mesmo com avanços pontuais, o câncer de mama permanece entre as principais causas de morte entre mulheres no Brasil. Essa persistência está diretamente associada à desigualdade estrutural que marca a forma como os mamógrafos são distribuídos e utilizados. Constatou-se que a simples disponibilidade dos equipamentos não garante acesso ao diagnóstico precoce, pois há falhas históricas de planejamento, equipamentos ociosos, déficit de profissionais capacitados e ausência de políticas de manutenção contínua. Como consequência, estados com necessidades semelhantes vivenciam realidades distintas, perpetuando injustiças territoriais e sociais.

As ferramentas de georreferenciamento, como o *QGIS*, foram essenciais para tornar visíveis as lacunas de cuidado. Mais do que um recurso técnico, mostraram-se instrumentos estratégicos para planejar políticas públicas mais eficazes e adaptadas às especificidades locais, revelando espacialmente as regiões críticas de cobertura e orientando ações focalizadas de redistribuição e investimento.

Entretanto, reconhece-se que este estudo possui limitações. A ausência de dados sobre tempo de espera, experiências das pacientes e indicadores de acompanhamento clínico impediu análises mais abrangentes sobre a qualidade do acesso e o desempenho assistencial. Futuras pesquisas poderão incluir essas variáveis, além de explorar o impacto de novas tecnologias, como o uso de inteligência artificial na leitura dos exames e a implantação de unidades móveis de mamografia em áreas remotas.

Os resultados apontam, portanto, para a necessidade urgente de repensar o modelo atual de enfrentamento do câncer de mama no Brasil. Uma abordagem integrada, que articule infraestrutura tecnológica, capacitação profissional, planejamento territorial e participação intersetorial, é indispensável. O enfrentamento efetivo da doença exige estratégias regionalizadas, sustentadas por análises geoespaciais, investimentos em manutenção contínua e políticas públicas voltadas à equidade.

Somente com planejamento cuidadoso, integração entre gestores e investimentos combinados em estrutura física, recursos humanos e gestão eficiente será possível transformar a presença dos equipamentos em acesso real e garantir diagnósticos precoces, contribuindo de forma concreta para a redução da mortalidade por câncer de mama no país.

REFERÊNCIAS

MERICAN CANCER SOCIETY (ACS). *Breast Cancer Facts & Figures 2021–2022*. Atlanta: ACS, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Manual de Controle de Qualidade em Mamografia*. Brasília: MS, 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Painel de Indicadores de Mamografia*. Brasília: MS, 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Plano de Fortalecimento da Rede de Atenção Oncológica: Diretrizes para a Regionalização e Regulação dos Serviços*. Brasília: MS, 2021.

CBR – COLÉGIO BRASILEIRO DE RADIOLOGIA E DIAGNÓSTICO POR IMAGEM. *Diretrizes de Qualidade em Mamografia*. São Paulo: CBR, 2023.

DATASUS; CNES – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. *Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/>. Acesso em: 30 set. 2025.

FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. *Relatório sobre câncer de mama e desigualdades regionais*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2023.

FISCHER, U. et al. Digital Breast Tomosynthesis: Clinical Results of a Multicenter Study. *European Radiology*, v. 29, p. 1156–1164, 2019. DOI: 10.1007/s00330-018-5688-6.

FURLAN, M. C. et al. O uso do QGIS na análise espacial em saúde pública. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 14, n. 27, p. 56–70, 2018.

GALLUP, G. G.; FREDERICK, D. A. The Science of Mammary Anatomy and Female Identity. *Evolutionary Psychology*, v. 8, n. 1, p. 147–172, 2010.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. *Tratado de Fisiologia Médica*. 14. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Projeções e estimativas populacionais*. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 30 set. 2025.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. *Estimativa 2023: Incidência de Câncer no Brasil*. Rio de Janeiro: INCA, 2023.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. *Diretrizes para a Detecção Precoce do Câncer de Mama no Brasil*. Rio de Janeiro: INCA, 2021.

INCA – INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER. *Atlas da Mortalidade por Câncer: Painel de Indicadores 2024*. Rio de Janeiro: INCA, 2024. Disponível em: <https://www.inca.gov.br/>. Acesso em: 30 set. 2025.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia Básica: Texto e Atlas*. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2021.

MARQUES, A. P. et al. Envelhecimento do parque tecnológico e manutenção de equipamentos de mamografia no Brasil. *Revista de Saúde Pública*, v. 57, n. 44, p. 1–10, 2023. DOI: 10.11606/s1518-8787.2023057004649.

NCI – NATIONAL CANCER INSTITUTE. *Breast Cancer Treatment (PDQ®) – Health Professional Version*. Bethesda: NCI, 2020. Disponível em: <https://www.cancer.gov/>. Acesso em: 30 set. 2025.

NCRP – NATIONAL COUNCIL ON RADIATION PROTECTION AND MEASUREMENTS. *Radiation Protection in Medicine: NCRP Report No. 180*. Bethesda: NCRP, 2020.

OKABE, A. et al. *Spatial Tessellations: Concepts and Applications of Voronoi Diagrams*. 2. ed. Chichester: Wiley, 2000.

OPAS – ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. *Relatório de Avaliação da Rede de Atenção Oncológica no Brasil*. Brasília: OPAS, 2021.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. *QGIS Geographic Information System*. Open Source Geospatial Foundation Project. Versão 3.34, 2023. Disponível em: <https://qgis.org/>. Acesso em: 30 set. 2025.

RODRIGUES, L. F. et al. Impacto do diagnóstico tardio no câncer de mama: uma revisão crítica. *Revista Brasileira de Oncologia Clínica*, v. 19, n. 3, p. 211–220, 2023.

SILVA, D. A.; COSTA, J. M. Aplicação do Diagrama de Voronoi em estudos de saúde. *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, v. 12, n. 23, p. 44–58, 2020.

SILVA, V. C. et al. Determinantes sociais no diagnóstico do câncer de mama. *Revista Saúde em Debate*, v. 43, n. 122, p. 121–135, 2019.

SILVA, P. R. et al. Mamógrafos portáteis e acesso ao rastreamento em áreas remotas. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 38, n. 6, p. 1–12, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE MASTOLOGIA (SBM). *Posicionamento oficial sobre a tomossíntese mamária no Brasil*. São Paulo: SBM, 2022.

SOUZA, M. P. et al. Impactos sociais e econômicos do câncer de mama avançado. *Revista Brasileira de Cancerologia*, v. 65, n. 3, p. 1–10, 2019.

TAVARES, M. C. et al. Estrutura anatômica e fisiológica da mama: uma revisão. *Revista Brasileira de Ginecologia e Obstetrícia*, v. 42, n. 1, p. 56–64, 2020.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Breast Cancer Screening: IARC Handbook of Cancer Prevention*. Lyon: WHO/IARC, 2021.