

# Produção de Matrizes e Alvos de Baixo Custo para Simuladores em Mamografia e Ultrassonografia

## Production of Low-Cost Matrixes and Targets for Simulators in Mammography and Ultrasound

Giule M. Ferreira<sup>1</sup>, Sergio Luiz J. Libel<sup>1</sup>, Ivan Pagotto<sup>1</sup>, Renato B. Doro<sup>2</sup>, Anna Luiza M. C. Malthez<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba/PR, Brasil

<sup>2</sup>Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná – Curitiba/PR, Brasil

### Resumo

O câncer de mama é o tipo de câncer que mais mata mulheres no mundo, sendo o segundo tipo mais comum entre elas. Desta maneira, os exames de imagem, como a mamografia e a ultrassonografia, se destacam para um diagnóstico precoce e para o rastreamento de lesões. Atual e mundialmente, a mamografia é o padrão ouro na detecção precoce do câncer de mama em mamas de densidade média ou baixa, sendo que para as mais densas o exame deve ser complementado com a ultrassonografia. Para um diagnóstico de qualidade, no caso da mamografia, são combinados fatores como equipamentos calibrados, parâmetros técnicos adequados e profissionais qualificados. Enquanto que, na ultrassonografia, a seleção do transdutor, frequência, ou qualquer outro parâmetro do equipamento que possa influenciar na qualidade da imagem é de responsabilidade do profissional que executa o exame. Levando em conta o alto custo de materiais simuladores e difícil acesso nos centros de treinamento profissional, este trabalho teve como objetivo a produção de matrizes e alvos de baixo custo para utilização em treinamentos em mamografia e ultrassonografia. Foram produzidas e testadas matrizes aquosas à base de gelatina incolor, com adição de algumas substâncias para alteração de densidade e atenuação para mamografia, e alvos siliconados envelopados com diferentes materiais para uso em ultrassonografia. As matrizes e alvos produzidos permitiram simular mamas de alta e baixa densidade bem como tumores benignos, reproduzindo simultaneamente características de interesse tanto para aplicações em ultrassonografia como mamografia.

**Palavras-chave:** mamografia, ultrassonografia, simulador.

### Abstract

*Breast cancer is the second most common type of cancer among women with high mortality. In this way, we highlight the image exams such as mammography and ultrasonography stand out for an early diagnosis and for the screening of lesions. Mammography is today the gold standard in the early detection of breast cancer in medium or low-density breasts, and for the denser, mammograms should be complemented with ultrasonography. For a quality diagnosis, factors such as calibrated equipment, adequate technical parameters and qualified professionals are combined in the case of mammography. While in ultrasound the selection of the transducer, frequency, or any other parameter of the equipment that can influence the image quality is operator responsibility. Taking into account the high cost of simulating materials and difficult access in the professional training centers, this work had the objective of producing matrixes and low cost targets for use in mammography and ultrasound training. Aqueous gelatin-based matrixes were produced and tested with the addition of some substances for density change and attenuation for mammography, and enveloped silicone targets with different materials for use in ultrasonography. The produced matrixes and targets allowed to simulate high and low density breasts as well as benign tumors, simultaneously reproducing characteristics of interest for both ultrasound and mammography applications.*

**Keywords:** mammography; ultrasound, phantom.

### 1. Introdução

O câncer de mama no Brasil é o segundo tipo de câncer mais comum entre as mulheres e o que mais mata mulheres no mundo. Estimativas do Instituto Nacional do Câncer (INCA) apontaram 59.700 novos casos no ano de 2018.

Neste contexto, os exames de rastreamento, como mamografia, que, ainda hoje, internacionalmente, é o padrão ouro na detecção precoce do câncer de mama<sup>1</sup>, associado ao exame de ultrassonografia, são fundamentais para o rápido diagnóstico e tratamento.

A recomendação do Ministério da Saúde é que mulheres entre 50 e 69 anos realizem o exame de mamografia a cada dois anos<sup>2</sup>. Em 2018, o Colégio Brasileiro de Radiologia (CBR) ressaltou a importância da ultrassonografia para caracterizar alterações palpáveis ou detectadas na mamografia

(geralmente nódulos e assimetrias), assim como para o rastreamento complementar à mamografia no grupo de mulheres com mamas densas<sup>3</sup>.

De acordo com o DATASUS, o Brasil conta com 2,19 mamógrafos e 14,11 equipamentos de ultrassonografia para cada 100 mil habitantes<sup>4</sup>.

No caso da mamografia, um alto desempenho das imagens é atingido, principalmente, quando considerado três fatores: equipamentos calibrados, técnicas radiológicas adequadas e profissionais capacitados<sup>5</sup>.

Já no caso da ultrassonografia, como o exame é operador dependente, a qualidade da imagem está diretamente relacionada à capacidade do médico ultrassonografista selecionar o transdutor, frequência e parâmetros do equipamento de forma adequada para realização do exame<sup>6</sup>.

A utilização de simuladores mamários contribui em todos os três fatores para atingir uma imagem de alta qualidade radiodiagnóstica.

Os simuladores são utilizados para mimetizar características dos tecidos humanos, sejam elas físicas ou morfológicas que se assemelham ao tecido biológico. Em geral, estes são confeccionados utilizando materiais com velocidades de propagação próximas às encontradas em tecidos humanos, como matrizes gelatinosas e alvos de parafina e grafite<sup>7</sup>.

Levando em conta os altos custos envolvendo os simuladores comercialmente disponíveis, este trabalho tem como objetivo a produção de matrizes e alvos adequados para utilização em simuladores tanto em mamografia quanto em ultrassonografia.

## 2. Materiais e Métodos

As matrizes e alvos foram desenvolvidos utilizando materiais que apresentassem características similares ao tecido mamário; atenuação no caso da mamografia e ecotextura e ecogenicidade no caso da ultrassonografia. Para isso foram produzidas matrizes aquosas utilizando gelatina natural, água, glicerina e, no caso de mamas densas, foi adicionado creme dental e outros materiais para aumentar a atenuação dos raios X no meio.

Para simular os diferentes alvos e tecidos biológicos, foram introduzidos, em suspensão, quatro tipos diferentes de pequenos volumes irregulares esféricos de silicone acético: envelopados com pó de grafite (alta e baixa concentração), envelopados em pó de casca de ovo e sem estarem envoltos em nenhum material.

A matriz aquosa foi produzida usando 25 g de gelatina natural incolor, 150 ml de glicerina e 150 ml água. Esta mistura foi dividida em seis amostras de volumes iguais (aproximadamente 50 ml) nas quais, em quatro delas, foram adicionados creme dental (20% do volume da amostra), pó de casca de ovo (aproximadamente 20 e 10 g em cada amostra) e pó de grafite (em torno de 5 g).

Em uma das matrizes aquosa sem nenhum material adicional, para atenuação dos raios X, foram colocados os alvos produzidos. As demais matrizes foram avaliadas sem adição de alvos para verificar qual melhor apresentava uma imagem mamográfica de uma mama densa.

As imagens mamográficas foram obtidas no equipamento Selenia Dimensions (Hologic - EUA) do Complexo Hospital de Clínicas da Universidade Federal do Paraná (CHC-UFPR) (Figura 1). As matrizes aquosas foram posicionadas em conjunto centralizadas com respeito ao receptor de imagem e à bandeja compressoras utilizando uma compressão de 115 N. A imagem das cinco matrizes foi obtida ajustando uma tensão de 26 kVp e aproximadamente 50 mAs para o produto corrente tempo.

Com uma técnica similar, também foi obtida a imagem do simulador comercial TOR MAM (Leeds Test Objects – Inglaterra). Este é utilizado na rotina dos serviços de mamografia para avaliar a qualidade da imagem em mamografia (Figura 2). O simulador dispõe de filamentos, micropartículas e detalhes de

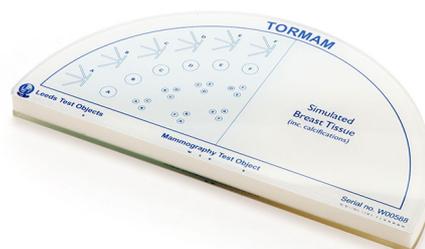
baixo contraste que representam características anatômicas da mama, bem como simulações de tecido fibroglandular, microcalcificações e nódulos<sup>7</sup>.

Figura 1 – Selenia Dimensions (Hologic - EUA)



Fonte: O autor (2019).

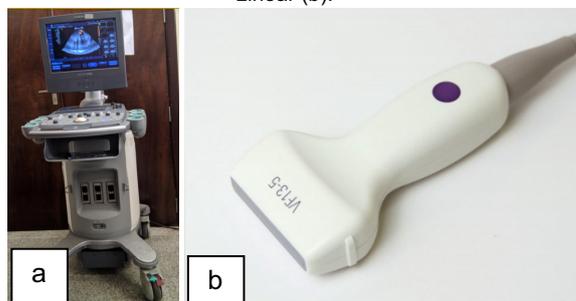
Figura 2 – Simulador comercial TOR MAM.



Fonte: LEEDS TEST OBJECTS (Inglaterra, 2014)

A figura 3 apresenta o equipamento de ultrassonografia utilizado para a realização das imagens (a) e o transdutor linear (Siemens VF13-5 Linear) operando com frequência de aproximadamente 11 MHz (b), ambos disponíveis na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Figura 3 – Equipamento Acuson X300 (a). Transdutor VF13-5 Linear (b).



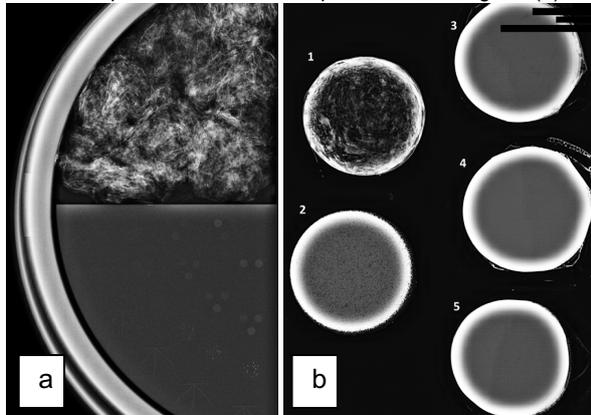
Fonte: (a) O autor (2019). (b) SIEMENS (Alemanha, 2018).

Em seguida, as imagens das matrizes com e sem os alvos foram comparadas com imagens reais disponíveis na literatura e em banco de dados, no caso da ultrassonografia, e com as imagens obtidas utilizando o simulador comercial, empregando a mesma técnica no caso da mamografia.

### 3. Resultados

A Figura 4 mostra, lado a lado, a imagem mamográfica do simulador comercial e das cinco matrizes aquosas produzidas.

**Figura 4** – Imagem do simulador comercial (a). Imagem das 5 matrizes aquosas numeradas, expostas no mamógrafo (b).

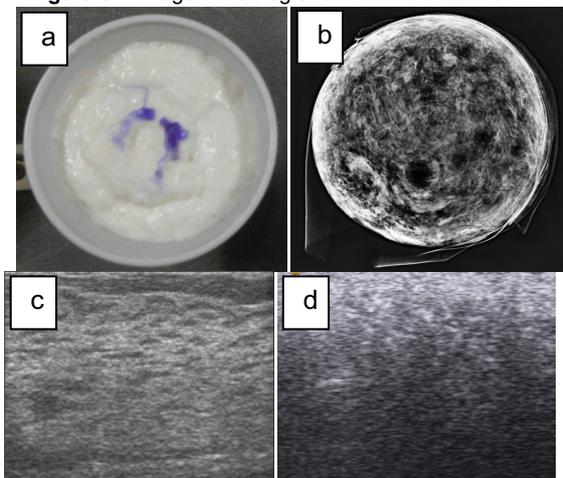


Fonte: do autor (2019).

Comparando as imagens do simulador comercial e das matrizes aquosas produzidas, observa-se que a matriz com creme dental foi a que mais se assemelhou com a porção do simulador comercial que representa mamas densas. As amostras 3 e 4, compostas por baixas concentrações de pós de grafite e casca de ovo, respectivamente, não apresentaram diferenças com respeito a atenuação quando comparadas com a amostra matriz aquosa sem nenhum material atenuador (amostra 5). Embora com a amostra 2 seja possível observar diferentes atenuações devido a alta concentração de pó de casca de ovo, este material não simula nenhuma das características encontradas em imagens mamográficas.

A Figura 5 mostra a matriz aquosa com creme dental (a) e sua imagem mamográfica (b), na qual é possível observar em detalhe a similaridade com tecido de mama densa, e a imagem de ultrassonografia de uma mama densa (tecido fibroglandular demonstrada em “c”) e a ultrassonografia da matriz aquosa que simula a mama densa (d).

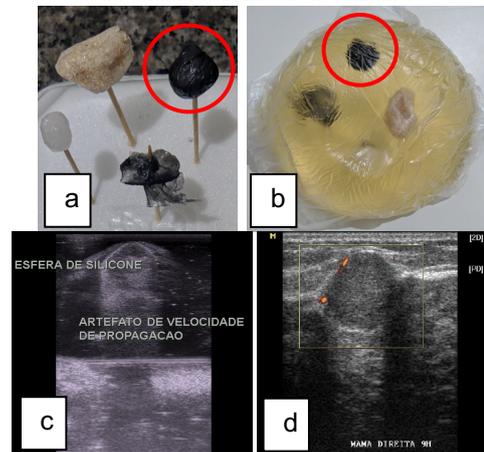
**Figura 5** – Imagem mamográfica individual da matriz 1



Fontes: O autor (2019) (a, b & d). Camargo Junior (2005) (c).

A Figura 6 mostra a matriz aquosa com os alvos e sua imagem por ultrassonografia, na qual é possível observar a simulação de tecidos tumorais e sadios, e imagem por ultrassonografia de uma mama real com fibroadenoma.

**Figura 6** – A. Alvos antes de serem inseridos na matriz. B. Matriz aquosa com alvos. C. Imagem por ultrassonografia do alvo (circulado em vermelho nas figuras em vermelho). D. Imagem real de um fibroadenoma de mama.



Fontes: O autor (2019) (a, b & c). Nicola (2013) (d).

Utilizando a receita de matriz aquosa com creme dental proposta neste trabalho, foi possível simular as propriedades de atenuação de mamas densas em imagens mamográficas e também as características de ecotextura e ecogenecidade de mamas densas em imagens por ultrassonografia. Estes resultados indicam que esta matriz poderia ser adotada na produção de simuladores de mama simultâneos para ultrassonografia e mamografia.

Os alvos desenvolvidos permitem simular tecidos sadios e tumorais. Em especial o alvo de silicone produz o padrão de ecotextura, ecogenecidade, forma e contorno similar a tumores encapsulados na ultrassonografia, como mostrado na Figura 6, na o alvo foi comparado com uma imagem real de mama com fibroadenoma (tumor benigno) produz a mesma sombra acústica e contorno observados na imagem do simulador.

### 5. Conclusões

As matrizes e alvos produzidos neste trabalho permitem simular as características de ecogenecidades, ecotexturas, formas e contornos do tecido mamário em ultrassonografia. Em especial, a matriz com creme dental permite simulação de mamas densas tanto em mamografia como ultrassonografia.

Os resultados obtidos, similares às imagens reais de mamografia e ultrassonografia, indicam que estas matrizes e alvos podem ser utilizados na fabricação de simuladores que podem ser aplicados nas duas modalidades de diagnóstico por imagem. Deste modo, tais simuladores podem ser utilizados na formação dos profissionais em saúde, permitindo o treinamento e práticas envolvendo ultrassonografia e mamografia.

## Referências

1. INCA - Instituto Nacional do Câncer. Tipos de câncer: mama [Acesso em abril de 2018]. Disponível em: <http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama>
2. INCA - Instituto Nacional do Câncer. Tipos de câncer: mama, detecção precoce [Acesso em abril de 2018]. Disponível em: [http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama/deteccao\\_precoce](http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/tiposdecancer/site/home/mama/deteccao_precoce)
3. CBR - Colégio Brasileiro de Radiologia. Novo parecer sobre Ultrassonografia de mamas e axilas. São Paulo: 2018.
4. DATASUS. Número de equipamentos de imagem por habitante. Ministério da Saúde/SAS - Cadastro Nacional de Estabelecimentos de Saúde (CNES). 2012. [Acesso em novembro de 2018]. Disponível em: <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?idb2012/e18.def>
5. Ministério da Saúde. Mamografia: da prática ao controle. Recomendações para profissionais de saúde. Rio de Janeiro: INCA, 2007.
6. RUMACK, C. M. et al. Tratado de ultra-sonografia diagnóstica. Brasil, Elsevier, 2012.
7. CAVALCANTI, E. S. Desenvolvimento de um Sistema para Medida Elastográfica Dinâmica por Ultrassom. Departamento de Física – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, São Paulo, p. 54, Brasil, 2012.
8. Leeds Test Objects. Mammography: TOR MAM. Inglaterra, 2014.
9. CAMARGO JUNIOR, H. S. A. de. BI-RADS@-ultra-som: vantagens e desvantagens dessa nova ferramenta de trabalho. Radiol Bras, São Paulo, v. 38, n. 4, p. 301-303, Aug. 2005. [Acesso em abril de 2019]. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-39842005000400013&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-39842005000400013&lng=en&nrm=iso)
10. NICOLA, H. Índice de resistividade no diagnóstico diferencial dos nódulos mamários. 2013.

## Contato:

Autor Correspondente:

Giule Martins Ferreira

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Física - Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba,  
Sede Centro. Av Sete de Setembro, 3165, Rebouças,  
Curitiba – PR. CEP: 80230-901  
E-mail: [giulemf@gmail.com](mailto:giulemf@gmail.com)

Sergio Luiz Libel Junior

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Física - Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba,  
Sede Centro. Av Sete de Setembro, 3165, Rebouças,  
Curitiba – PR. CEP: 80230-901  
E-mail: [sergiolibel@gmail.com](mailto:sergiolibel@gmail.com)

Ivan Pagotto

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Física - Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba,  
Sede Centro. Av Sete de Setembro, 3165, Rebouças,  
Curitiba – PR. CEP: 80230-901  
E-mail: [ivanpagotto@gmail.com](mailto:ivanpagotto@gmail.com)

Renato B. Doro

Complexo Hospital de Clínicas da Universidade  
Federal do Paraná – Curitiba/PR, Brasil  
E-mail: [Renato.doro@hc.ufpr.br](mailto:Renato.doro@hc.ufpr.br)

Profa. Dra. Anna Luiza Metidieri Cruz Malthes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Departamento Acadêmico de Física - Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná, Campus Curitiba,  
Sede Centro. Av Sete de Setembro, 3165, Rebouças,  
Curitiba – PR. CEP: 80230-901  
E-mail: [malthes@utfpr.edu.br](mailto:malthes@utfpr.edu.br)