

# AVALIAÇÃO DA ELASTOGRAFIA EM NÓDULOS MAMÁRIOS: COMPARAÇÃO ENTRE TÉCNICAS QUANTITATIVAS E SEMI-QUANTITATIVAS

## EVALUATION OF ELASTOGRAPHY IN BREAST NODULES: COMPARISON BETWEEN QUANTITATIVE AND SEMI-QUANTITATIVE TECHNIQUES

HELLEN LARISSA DE OLIVEIRA LOURENÇO<sup>1</sup>, ARIELA MAULLER VIEIRA PARENTE<sup>1</sup>, AMANDA VIEIRA PARENTE<sup>2</sup>, WALDEMAR NAVES DO AMARAL<sup>1</sup>, SAMUEL LEONES MONTEIRO MACHADO<sup>1</sup>

### RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A ultrassonografia, desde sua introdução na prática clínica na década de 1970, tem sido uma ferramenta crucial para diagnósticos médicos. O desenvolvimento contínuo, como o Doppler e a elastografia, tem proporcionado novas formas de avaliação não invasiva das propriedades dos tecidos. A elastografia, em particular, utiliza a mudança na elasticidade dos tecidos para oferecer informações qualitativas e quantitativas para o diagnóstico, sendo de especial interesse devido à sua ampla disponibilidade e custo relativamente baixo.

**OBJETIVO:** Este estudo revisa a técnica de elastografia por ultrassom, explorando seus potenciais aplicações na diferenciação de lesões mamárias benignas e malignas, bem como suas limitações.

**MÉTODOS:** O estudo é uma revisão narrativa da literatura disponível sobre elastografia mamária, analisando estudos que investigaram a eficácia dessa técnica na caracterização de lesões mamárias. São considerados diferentes sistemas de pontuação, critérios e métodos de avaliação da elastografia, bem como estudos que utilizam tanto elastografia de tensão (SE) quanto elastografia de ondas de cisalhamento (SWE) para avaliar lesões mamárias.

**RESULTADOS:** A elastografia mamária demonstrou ser eficaz na diferenciação entre lesões benignas e malignas, particularmente em casos de lesões indeterminadas na ultrassonografia convencional. A combinação de ultrassonografia convencional com elastografia, juntamente com análises semiquantitativas, mostrou melhorias significativas na precisão diagnóstica.

**DISCUSSÃO:** Apesar de sua eficácia, a elastografia enfrenta algumas limitações técnicas, como a falta de uniformidade nos sistemas comerciais e a subjetividade nas medições. No entanto, seu potencial clínico promissor a torna uma área de pesquisa ativa em diversas áreas médicas.

**CONCLUSÃO:** A elastografia mamária é uma ferramenta útil na diferenciação de lesões mamárias benignas e malignas, especialmente em casos de lesões indeterminadas na ultrassonografia convencional. A combinação com ultrassonografia convencional e análise semiquantitativa pode melhorar significativamente a precisão diagnóstica. No entanto, a elastografia pode ter limitações em lesões classificadas como BI-RADS 4, e a decisão de biópsia ainda deve ser baseada em uma avaliação clínica abrangente.

**PALAVRAS-CHAVE:** ELASTOGRAFIA; LESÕES MAMÁRIAS; PRECISÃO DIAGNÓSTICA.

### ABSTRACT

**INTRODUCTION:** Since its introduction into clinical practice in the 1970s, ultrasound has been a crucial tool for medical diagnostics. Continuous developments, such as Doppler and elastography, have provided new ways of non-invasive assessment of tissue properties. Elastography, in particular, uses changes in tissue elasticity to offer qualitative and quantitative information for diagnosis. It is of special interest due to its wide availability and relatively low cost.

**OBJECTIVE:** This study reviews the ultrasound elastography technique, exploring its potential applications in differentiating benign and malignant breast lesions, as well as its limitations.

**METHODS:** The study is a narrative review of the available literature on breast elastography, analyzing studies that investigated the effectiveness of this technique in characterizing breast lesions. Different scoring systems, criteria, and evaluation methods of elastography are considered, as well as studies that use both strain elastography (SE) and shear wave elastography (SWE) to assess breast lesions.

1. Schola Fertile  
2. Unifan - Centro Universitário Alfredo Nasser

ENDEREÇO PARA CORRESPONDÊNCIA:  
HELLEN LARISSA DE OLIVEIRA LOURENÇO  
E-mail: hellenlourengo22@gmail.com.  
Rua das Margaridas, 145, Qd. 07, Lt. 17.  
Condomínio Horizontal Paraíso, Itumbiara.  
Goiás, CEP 75524-789.

**RESULTS:** Breast elastography has proven effective in differentiating between benign and malignant lesions, particularly in cases of indeterminate lesions on conventional ultrasound. The combination of conventional ultrasound with elastography, along with semi-quantitative analyses, has shown significant improvements in diagnostic accuracy.

**DISCUSSION:** Despite its effectiveness, elastography faces some technical limitations, such as the lack of uniformity in commercial systems and the subjectivity in measurements. However, its promising clinical potential makes it an active area of research in various medical fields.

**CONCLUSION:** Breast elastography is a useful tool in differentiating between benign and malignant breast lesions, especially in cases of indeterminate lesions on conventional ultrasound. The combination with conventional ultrasound and semi-quantitative analysis can significantly improve diagnostic accuracy. However, elastography may have limitations in lesions classified as BI-RADS 4, and the decision to perform a biopsy should still be based on a comprehensive clinical evaluation.

**KEYWORDS:** ELASTOGRAPHY; BREAST LESIONS; DIAGNOSTIC ACCURACY.

## INTRODUÇÃO

A ultrassonografia tem sido amplamente utilizada para diagnóstico desde que foi introduzida na prática clínica na década de 1970. Desde então, novas modalidades de ultrassom foram desenvolvidas, como o Doppler, que fornece novas informações para o diagnóstico. A elastografia foi desenvolvida na década de 1990<sup>1</sup>.

As técnicas de imagem baseadas em elastografia têm recebido atenção substancial nos últimos anos para avaliação não invasiva das propriedades mecânicas dos tecidos. Estas técnicas aproveitam a alteração da elasticidade dos tecidos moles em diversas patologias para produzir informações qualitativas e quantitativas que podem ser utilizadas para fins diagnósticos. As medições são adquiridas em modos de imagem especializados que podem detectar a rigidez do tecido em resposta a uma força mecânica aplicada (compressão ou onda de cisalhamento). Os métodos baseados em ultrassom são de particular interesse devido às suas muitas vantagens inerentes, como ampla disponibilidade, inclusive à beira do leito, e custo relativamente baixo. Várias técnicas de elastografia por ultrassom usando diferentes métodos de excitação foram desenvolvidas. Em geral, estes podem ser classificados em métodos de imagem de deformação que utilizam estímulos de compressão internos ou externos, e imagens de ondas de cisalhamento que utilizam estímulos de ondas de cisalhamento viajantes gerados por ultrassom<sup>2</sup>.

A rigidez tecidual é conhecida há muito tempo como um biomarcador de patologia tecidual. A elastografia ultrassônica mede as propriedades mecânicas do tecido monitorando a resposta do tecido à energia acústica. Diferentes técnicas elastográficas foram aplicadas a diversos tecidos e doenças. Dependendo da patologia, dos fatores baseados no paciente e dos fatores baseados no operador de ultrassom, essas técnicas variam em precisão e confiabilidade<sup>3</sup>.

A elastografia mamária é uma técnica ultrassonográfica que fornece informações adicionais de caracterização de lesões mamárias em relação à ultrassonografia e mamografia convencionais. Esta técnica fornece informações sobre a tensão ou dureza de uma lesão, semelhante a um exame clínico de palpação. Duas técnicas estão agora disponíveis para uso clínico: deformação (elastografia baseada em compressão) e elastografia por onda de cisalhamento. A avaliação inicial destas técnicas em ensaios clínicos sugere que elas podem melhorar substancialmente a caracterização das lesões ma-

márias como benignas ou malignas<sup>4</sup>.

E ainda, a elastografia pode ajudar a reduzir o número de biópsias desnecessárias em lesões benignas da mama, especialmente em lesões de categoria IV do sistema de dados de relatórios de imagens ultrassonográficas da mama. A elastografia ultrassonográfica é um método barato, prontamente disponível, útil, rápido e não invasivo, mas necessita de treinamento específico e do reconhecimento de fatores técnicos e patológicos que podem influenciá-la<sup>5</sup>.

A elastografia mamária está disponível há mais de 15 anos, mas não é amplamente incorporada na prática clínica. Muitas publicações relatam precisão extremamente alta para diversas técnicas elastográficas mamárias. No entanto, os resultados na literatura são extremamente variáveis<sup>6</sup>.

Neste contexto, esta revisão explora através de uma revisão a técnica de elastografia por ultrassom e suas limitações.

## Técnicas de elastografia por ultrassom

As técnicas atualmente disponíveis podem ser classificadas de acordo com a grandeza física medida: 1) imagem de deformação e 2) imagem de onda de cisalhamento. Os métodos de estimulação incluem deslocamento quase estático induzido mecanicamente por compressão externa ativa ou movimento fisiológico induzido passivamente (laranja), compressão dinâmica induzida mecanicamente usando uma sonda que "bate" na superfície do tecido para gerar ondas de cisalhamento (verde) e tecido dinâmico induzido por ultrassom, ondas com radiação acústica forçam excitação de pulso (azul) – figura 1.

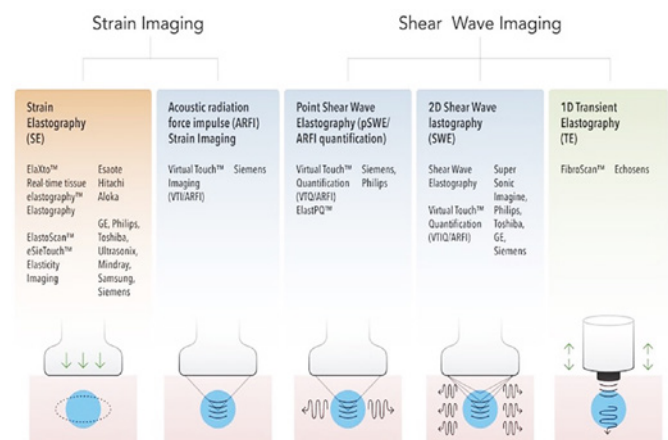


Figura 1 - Diferenças entre técnicas.

A realização bem-sucedida da elastografia mamária, tanto de tensão (SE) quanto de ondas de cisalhamento (SWE), envolve diversos fatores técnicos essenciais. Abaixo, resumo os principais aspectos das duas técnicas:

Diferença entre técnicas

1. Elastografia de tensão (SE)<sup>7</sup>:

Pré-compressão mínima: A aplicação de pré-compressão é essencial na elastografia, pois, quando um material é comprimido, sua rigidez aumenta. No entanto, em SE, a aplicação de uma pré-compressão significativa resulta em ruído, enquanto uma pré-compressão leve a moderada pode produzir imagens alternadamente boas e com ruído. Imagens de qualidade são obtidas durante o movimento de compressão ascendente. A aplicação de uma pré-compressão mínima e consistente é crucial.

Manter o mesmo plano de imagem: o plano de imagem da lesão deve permanecer dentro do campo de visão (FOV) durante a aquisição de dados. A paciente deve ser posicionada de modo que o transdutor esteja perpendicular ao chão, e a paciente deve ser orientada para que a respiração mova a lesão no plano de imagem.

Incluir diferentes tecidos no FOV: para a SE mamária, é importante incluir vários tecidos no FOV, como gordura (tecido mais macio), tecido fibro-glandular, músculo peitoral e a lesão. As lesões benignas geralmente têm uma rigidez semelhante à dos tecidos fibro-glandulares, enquanto lesões malignas são mais rígidas do que todos os outros tecidos.

Escolha da escala de cores: várias escalas de cores podem ser usadas na SE, sendo a escala de cinza a mais recomendada para detectar alterações sutis entre os tecidos e identificar ruídos. É importante reconhecer a escala de cores usada, já que algumas exibem o vermelho como rígido, enquanto outras usam o azul para indicar rigidez. A figura 2 ilustra um caso de carcinoma ductal invasivo utilizando a técnica em modo B e SE.

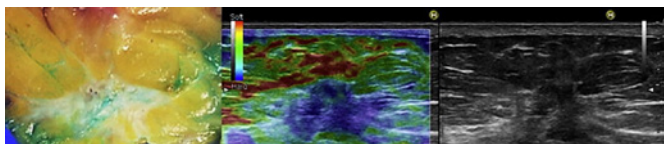


Figura 2 - Mulher de 55 anos, que apresentou massa especulada na mamografia de rastreamento. Uma massa especulada (comprimento máximo de 10mm) foi detectada na imagem de ultrassom modo B. O diagnóstico foi de carcinoma ductal invasivo (pT2, pN0, tipo luminal A) por meio de biópsia com agulha grossa. A imagem Hitachi-Aloka SE está no centro da imagem, enquanto a imagem do modo B está à direita e a imagem patológica está à esquerda. A área rígida do SE (área azul) é muito semelhante ao câncer na patologia macroscópica (área branca) e é maior que a massa representada no modo B<sup>8</sup>.

2. Elastografia de ondas de cisalhamento (SWE)<sup>7</sup>:

Aplicação mínima de pré-compressão: Em SWE, o transdutor é colocado sobre a mama com uma aplicação mínima de pré-compressão e mantido imóvel sobre a área de interesse para obter a medida. A técnica de SWE pode ser de

ponto ou bidimensional (2D). Como as massas mamárias, especialmente as malignas, tendem a ser muito heterogêneas em termos de rigidez, a técnica 2D-SWE é preferida, pois o FOV maior pode representar as diferenças de rigidez e identificar a área de maior rigidez. A figura 3 ilustra dois casos utilizando a técnica SWE exibindo diferença entre um carcinoma ductal invasor e um fibroadenoma.

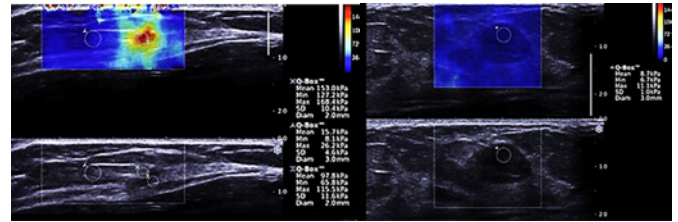


Figura 3 - Mulher de 50 anos com anomalia na mama esquerda na mamografia de rastreamento. A imagem esquerda é a imagem SWE codificada por cores e a imagem do modo B está abaixo da imagem SWE. A massa tinha uma alta velocidade de onda de cisalhamento (153 kPa) codificada pela cor vermelha. Na biópsia, a lesão era um carcinoma ductal invasivo (pT1a, pN0). Direita: Mulher de 48 anos que apresentou uma anomalia na mama esquerda na ultrassonografia de rastreamento. A massa é codificada pela cor azul, possuindo uma baixa velocidade de onda de cisalhamento (8,7 kPa). Na biópsia, a lesão era um fibroadenoma<sup>8</sup>.

A tabela abaixo lista os principais fatores técnicos importantes na obtenção de imagens de elastografia mamária:

Fatores técnicos importantes

- Aplicação mínima de pré-compressão para SE e SWE;
- Manter o mesmo plano de imagem durante a aquisição;
- Incluir vários tecidos no FOV, incluindo gordura, tecido fibro-glandular, músculo peitoral e a lesão;
- Utilizar a escala de cores apropriada para a SE;
- Preferir a técnica 2D-SWE para avaliar a heterogeneidade da rigidez das massas mamárias;
- Esses fatores técnicos são cruciais para a obtenção de imagens de elastografia confiáveis e de alta qualidade, que são essenciais para a diferenciação de lesões benignas e malignas da mama.

Uma revisão sistemática com meta-análise sobre o uso da elastografia por ondas de cisalhamento (SWE) a análise revelou que a SWE possui uma sensibilidade de 0,84 e especificidade de 0,87 na população asiática, enquanto na população caucasiana, a sensibilidade foi de 0,92 e a especificidade de 0,89. Esses resultados demonstram que a SWE é uma ferramenta valiosa na identificação de lesões malignas de mama, independentemente da etnia dos pacientes. A precisão diagnóstica da SWE foi consideravelmente alta em ambos os grupos populacionais, com uma ligeira vantagem para a população caucasiana (0,95 vs. 0,92). Isso sugere que a SWE é eficaz na distinção entre lesões malignas e benignas em diversas populações, o que é um achado encorajador. O estudo também comparou a SWE com outra técnica, a "virtual touch tissue quantification," que mostrou uma especificidade ligeiramente maior e uma curva ROC sumária superior em relação à SWE. Isso pode indicar que diferentes

técnicas de elastografia têm seus próprios pontos fortes e que a escolha entre elas pode depender das necessidades clínicas específicas. A análise destacou que a máxima rigidez (stiffness) exibiu uma sensibilidade de detecção mais alta do que a rigidez média (0,91 vs. 0,85). Isso implica que a avaliação da rigidez máxima pode ser particularmente útil na identificação de lesões malignas, o que pode guiar a técnica clínica. Concluindo que a SWE serve como uma tecnologia diagnóstica precisa na diferenciação entre lesões mamárias benignas e malignas. Esse achado é fundamental, pois sugere que a SWE pode ser amplamente adotada na prática clínica para aumentar a precisão no diagnóstico de câncer de mama<sup>9</sup>.

#### Sistema de pontuação, critérios e métodos de avaliação

A elastografia mamária utiliza diferentes sistemas de pontuação, critérios e métodos de avaliação para diferenciar lesões mamárias e caracterizá-las como provavelmente benignas ou malignas. Esses métodos são classificados em três categorias de avaliação: qualitativa, quantitativa e semi-quantitativa<sup>10</sup>.

Na avaliação qualitativa, geralmente menos preciso, utiliza-se um mapa de cores gerado. Sistema de pontuação de Tsukuba<sup>8</sup>, esse sistema é mais comumente usado para a elastografia de tensão. Compara-se o tamanho da lesão entre a ultrassonografia no modo B e a imagem elastográfica. As lesões malignas parecem maiores na imagem elastográfica. A rigidez ou deformação no tecido da lesão é exibida em uma imagem em preto e branco ou colorida. Esse sistema demonstrou uma sensibilidade de 87%, especificidade de 90% (figura 4). O sistema atribui uma pontuação de 1-5:

Pontuação 1: deformabilidade completa da lesão.

Pontuação 2: deformabilidade de uma grande parte da lesão com áreas pouco rígidas.

Pontuação 3: presença de área rígida no centro com deformabilidade periférica da lesão.

Pontuação 4: lesão completamente rígida.

Pontuação 5: toda a lesão e a área circundante são rígidas. De acordo com esse sistema, os resultados de elasticidade são considerados negativos (pontuação 1), equívocos (pontuações 2-3) e positivos (pontuações 4-5).

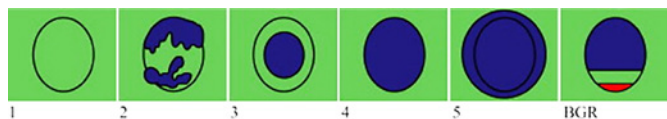


Figura 4. Representação gráfica do escore de Tsukuba (escore de elasticidade). Esta escala combina as alterações na proporção do tamanho e o grau de rigidez da lesão. Se a lesão for mole, é classificada com pontuação 1; se a lesão tiver um padrão misto, recebe uma pontuação de 2. Uma lesão que é dura, mas menor no elastograma, recebe uma pontuação de 3. Quando a lesão é dura e do mesmo tamanho na elastografia que no modo B, a lesão recebe pontuação 4. Se a lesão for dura e maior na elastografia, a lesão é classificada como 5. Recomenda-se que lesões com pontuação 4 ou 5 sejam biopsiadas. Pontuações de 1 a 3 são classificadas como provavelmente benignas. Com alguns equipamentos (Hitachi, Toshiba) é identificada uma aparência trilaminar de azul, verde e vermelho (BGR) nos cistos (artefato tricolor)<sup>8</sup>.

Já o sistema de pontuação de estudo multicêntrico italiano utiliza cinco níveis e leva em consideração lesões sólidas e císticas.

Pontuação 1: padrão BGR característico de cistos.

Pontuação 2: principalmente elástico.

Pontuação 3: principalmente elástico com um pouco de área rígida.

Pontuação 4: a lesão principal não é deformável.

Pontuação 5: tecido rígido envolvendo uma lesão não deformável.

Esses métodos de pontuação devem sempre ser incorporados ao exame de ultrassonografia ou mamografia, pois não são sensíveis para determinar a profundidade, diâmetro ou volume da lesão.

#### Avaliação quantitativa:

Esse método expressa a elasticidade da lesão em unidades (kPa em ondas de cisalhamento ou mm/s em ARFI)<sup>10</sup>.

Critérios de elasticidade de ondas de cisalhamento: A avaliação colorida da máxima elasticidade é o método mais útil da elastografia de ondas de cisalhamento, que está correlacionada com o valor máximo de elasticidade (kPa). O valor prognóstico para malignidade é diretamente proporcional ao aumento da rigidez, variando de 0,4% para azul escuro a 81,8% para cores vermelhas. Essas são classificadas em três categorias principais: Lesões com elasticidade macia são representadas por azul escuro e azul claro e consideradas negativas. Lesões com elasticidade intermediária são representadas por verde e laranja e consideradas equívocas. Lesões com elasticidade alta são representadas por vermelho e consideradas positivas. Diferentes valores de corte foram propostos em ensaios clínicos para distinguir lesões benignas de malignas.

Critérios de elasticidade ARFI: Esses critérios são usados na quantificação ARFI. O valor marginal das lesões malignas proposto é de 4,49-8,22mm/s, enquanto para lesões benignas é de 2,25-3,25mm/s. Um valor de corte de sensibilidade apropriado de 3,065mm/s foi recomendado.

#### Avaliação semi-quantitativa<sup>10</sup>:

Essa avaliação utiliza a relação de deformação (SR) para comparar a elasticidade da lesão com o tecido mamário normal circundante.

Razão de deformação (SR): A relação entre a deformação média na lesão e o tecido mamário adjacente. As lesões malignas têm uma SR maior do que as lesões benignas. Lesões são consideradas suspeitas de malignidade com uma SR superior a 3.

#### Aplicação da elastografia

Na análise da literatura um estudo analisou a capacidade da elastografia mamária em melhorar a caracterização de lesões de mama, particularmente em casos de lesões indeterminadas na ultrassonografia convencional. Os resultados destacam que a ultrassonografia apresentou alta sensibilidade (98,1%) na detecção de lesões, porém com uma especificidade mais baixa (40,6%). Ao incorporar a elastografia, a

análise qualitativa demonstrou um aumento na especificidade (80,2%) e precisão (81,8%). Notavelmente, a combinação da ultrassonografia convencional com a elastografia qualitativa alcançou 100% de sensibilidade, mas com 63,2% de especificidade<sup>11</sup>.

Outro estudo avaliou a utilidade da elastografia na caracterização de lesões mamárias indeterminadas. Os radiologistas analisaram tanto a ultrassonografia convencional quanto a elastografia. Os resultados indicam que a combinação de elastografia e ultrassonografia convencional levou a uma melhoria significativa na sensibilidade e especificidade em relação à ultrassonografia convencional isolada. A análise semiquantitativa, com medidas como a relação de tensão e a relação de largura, provou ser particularmente eficaz na distinção entre lesões benignas e malignas<sup>12</sup>. Foram analisadas lesões de mama classificadas como indeterminadas na ultrassonografia convencional. A elastografia alcançou uma sensibilidade de 70% e uma especificidade de 79,6%. Os resultados mostraram que a elastografia obteve uma maior especificidade em lesões classificadas como BI-RADS 3 em comparação com aquelas classificadas como BI-RADS 4.

Estes estudos destacam a utilidade da elastografia mamária na diferenciação de lesões benignas e malignas, particularmente em casos em que a ultrassonografia convencional não é conclusiva. A análise qualitativa e semiquantitativa da elastografia provou ser eficaz na melhoria da especificidade e da precisão diagnóstica. A combinação da ultrassonografia convencional com elastografia, juntamente com a avaliação semiquantitativa, resultou em um alto valor preditivo negativo, o que pode ser útil para evitar biópsias desnecessárias em lesões classificadas como BI-RADS 3. No entanto, a elastografia sozinha pode não ser suficiente para eliminar a necessidade de biópsias em lesões classificadas como BI-RADS 4, devido à sua menor especificidade. Portanto, a decisão de realizar uma biópsia ainda deve ser baseada em uma avaliação abrangente que leve em consideração todos os dados clínicos disponíveis<sup>11,12</sup>.

Em relação a técnica um estudo utilizou tanto SE quanto SWE para avaliar as lesões mamárias. A análise da relação média da elastografia por deformação (SE) revelou um valor médio de 4,1, com um ponto de corte de 2,86 para diferenciar lesões benignas de malignas. A área sob a curva ROC (AUC) foi de 0,911 para SE, com sensibilidade de 95,8% e especificidade de 89,3%. Em relação à SWE, o AUC foi de 0,929, com sensibilidade de 95,8% e especificidade de 85,7%. Os resultados indicam que tanto SE quanto SWE são altamente eficazes na distinção entre lesões benignas e malignas. Combinando essas técnicas com a ultrassonografia B-mode, a sensibilidade pode chegar a 100%, e a especificidade a 96,3%<sup>13</sup>.

Outro estudo também empregou tanto SE quanto SWE na avaliação de lesões mamárias. Os pesquisadores utilizaram múltiplas variáveis, incluindo a elasticidade máxima (Emax), elasticidade média (Emean), desvio padrão da elasticidade (Esd), razão de elasticidade lesão/gordura e classificação elastográfica para análise. A combinação de SWE com SE, incor-

porando Esd, razão de elasticidade e classificação SWE, aumentou significativamente a eficácia diagnóstica, com uma área sob a curva ROC (AUC) de 0,89. O estudo reforça a eficácia da combinação de SWE e SE na diferenciação entre lesões mamárias benignas e malignas. Especificamente, o parâmetro Esd demonstrou ser um fator diagnóstico valioso quando usado sozinho ou em conjunto com SE e SWE<sup>14</sup>.

Ambos os estudos enfatizam o valor da elastografia, seja por deformação (SE) ou por ondas de cisalhamento (SWE), na diferenciação entre lesões mamárias benignas e malignas. Essas técnicas oferecem uma análise detalhada da rigidez das lesões, o que pode ser um indicador crucial da natureza da lesão.

#### Limitações da elastografia

A elastografia é afetada por limitações técnicas que dificultam a reprodutibilidade das medições. Limitações gerais da ultrassonografia, como sombreamento, reverberação e artefatos, podem impactar a elastografia. A atenuação do tecido com a profundidade limita a avaliação precisa de tecidos profundos. A presença de gordura subcutânea ou fluido na região de interesse pode afetar as medições, especialmente em casos de obesidade ou ascite abdominal. As configurações e parâmetros do sistema, como frequência de ultrassom e ganho, precisam ser padronizados para evitar resultados tendenciosos<sup>15,16</sup>.

A falta de uniformidade no design e nas configurações dos sistemas comerciais torna a comparação de medições entre diferentes fabricantes desafiadora. Medições em métodos que utilizam estímulos externos, como a elastografia de tensão, são altamente subjetivas devido à dificuldade de controlar o estresse aplicado e à variabilidade do movimento fisiológico<sup>15,16</sup>.

A seleção da área de interesse pode ser dependente do operador, introduzindo variabilidade. Os pressupostos sobre o tecido feitos pela elastografia, como linearidade, elasticidade, isotropia e incompressibilidade, podem não ser aplicáveis em todas as situações clínicas. A elastografia pode exigir modelos mais complexos para descrever adequadamente as propriedades mecânicas dos tecidos, especialmente em casos de tumores altamente heterogêneos<sup>15,16</sup>.

Apesar das limitações, a elastografia tem potencial clínico promissor e é amplamente pesquisada em diversas áreas médicas.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos indicam que a elastografia mamária é uma ferramenta útil na diferenciação de lesões benignas e malignas, principalmente em casos de lesões indeterminadas na ultrassonografia convencional. A combinação de ultrassonografia convencional com elastografia, juntamente com a análise semiquantitativa, parece ser a abordagem mais eficaz para melhorar a precisão diagnóstica. No entanto, a elastografia pode ter limitações em lesões classificadas como BI-RADS 4, e a decisão de biópsia ainda deve ser baseada em uma avaliação clínica abrangente.

## REFERÊNCIAS

1. Gennisson JL, Deffieux T, Fink M, Tanter M. Ultrasound elastography: principles and techniques. *Diagn Interv Imaging*. 2013;94(5):487-495.
2. Sigrist RMS, Liau J, Kaffas AE, Chammas MC, Willmann JK. Ultrasound elastography: review of techniques and clinical applications. *Theranostics*. 2017;7(5):1303-1329.
3. Ozturk A, Grajo JR, Dhyani M, Anthony BW, Samir AE. Principles of ultrasound elastography. *Abdom Radiol (NY)*. 2018;43(4):773-785.
4. Barr RG. Sonographic breast elastography: a primer. *J Ultrasound Med*. 2012;31(5):773-783.
5. Gkali CA, Chalazonitis AN, Feida E, Sotiropoulou M, Giannos A, Tsiginou A, Dimitrakakis C. Breast elastography: how we do it. *Ultrasound Q*. 2015;31(4):255-261.
6. Barr RG. Breast elastography: how to perform and integrate into a "best-practice" patient treatment algorithm. *J Ultrasound Med*. 2020;39(1):7-17.
7. Barr RG. Future of breast elastography. *Ultrasonography*. 2019;38(2):93-105.
8. Barr RG, Nakashima K, Amy D, Cosgrove D, Farrokh A, Schafer F, Bamber JC, Castera L, Choi BI, Chou YH, Dietrich CF, Ding H, Ferraioli G, Filice C, Friedrich-Rust M, Hall TJ, Nightingale KR, Palmeri ML, Shiina T, Suzuki S, Sporea I, Wilson S, Kudo M. WFUMB guidelines and recommendations for clinical use of ultrasound elastography: Part 2: breast. *Ultrasound Med Biol*. 2015;41(5):1148-1160.
9. Xue Y, Yao S, Li X, Zhang H. Value of shear wave elastography in discriminating malignant and benign breast lesions: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore)*. 2017;96(42):e7412.
10. Imtiaz S. Breast elastography: A new paradigm in diagnostic breast imaging. *Appl Radiol*. 2018; 47(3):14-19.
11. Graziano L, Bitencourt AG, Cohen MP, Guatelli CS, Poli MR, Souza JA, Marques EF. Elastographic evaluation of indeterminate breast masses on ultrasound. *Rev Bras Ginecol Obstet*. 2017;39(2):72-79.
12. Bartolotta TV, Ienzi R, Cirino A, Genova C, Ienzi F, Pitarresi D, Safina E, Midiri M. Characterization of indeterminate focal breast lesions on grey-scale ultrasound: role of ultrasound elastography. *Radiol Med*. 2011;116(7):1027-1038.
13. Shahzad R, Fatima I, Anjum T, Shahid A. Diagnostic value of strain elastography and shear wave elastography in differentiating benign and malignant breast lesions. *Ann Saudi Med*. 2022;42(5):319-326.
14. Jiang H, Yu X, Zhang L, Song L, Gao X. Diagnostic values of shear wave elastography and strain elastography for breast lesions. *Rev Med Chil*. 2020;148(9):1239-1245.
15. Ting CE, Yeong CH, Ng KH, Abdulla BJJ, Ting HE. Accuracy of tissue elasticity measurement using shear wave ultrasound elastography: a comparative phantom study. *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering*. Toronto, Canada: Springer International Publishing; 2015. pp. 252-255.
16. Altahhan KN, Wang Y, Sobh N, Insana MF. Indentation measurements to validate dynamic elasticity imaging methods. *Ultrason Imaging*. 2016;38(5):332-345.

HELLEN LARISSA DE OLIVEIRA LOURENÇO  
<http://lattes.cnpq.br/7332278359363182>  
<https://orcid.org/0000-0001-8353-833X>

ARIELA MAULLER VIEIRA PARENTE  
<http://lattes.cnpq.br/0780896170758778>  
<https://orcid.org/0000-0001-8353-833X>

AMANDA VIEIRA PARENTE  
<http://lattes.cnpq.br/8284453419124489>  
<https://orcid.org/0009-8266-740X>

WALDEMAR NAVES DO AMARAL  
<http://lattes.cnpq.br/4092560599116579>  
<https://orcid.org/0000-0002-0824-1138>

SAMUEL LEONES MONTEIRO MACHADO  
<http://lattes.cnpq.br/4092560599116579>  
<https://orcid.org/0009-0008-0837-5217>

Editor Científico - Heverton Pettersen  
 Revisão Ortográfica: Dario Alvares  
 Recebido: 12/03/24. Aceito: 02/04/2024. Publicado em: 12/04/2024.