

Artigo de Revisão / Review Article

TOMOSSÍNTESE MAMÁRIA: O QUE O RADIOLOGISTA DEVE SABER*BREAST TOMOSYNTHESIS: WHAT THE RADIOLOGIST SHOULD KNOW*Filipa Vilaverde¹, Ana Rocha², Marta Reis de Sousa¹, Romeu Mesquita¹, Alcinda Reis³

¹ Interna/o de formação específica de Radiologia
Serviço de Imagiologia, Centro Hospitalar de
Entre o Douro e Vouga, Feira - Portugal

² Assistente Hospitalar de Radiologia
Serviço de Radiologia, Hospital Povisa, Vigo -
Espanha

³ Assistente Hospitalar Graduada de Radiologia
Serviço de Imagiologia, Centro Hospitalar de
Entre o Douro e Vouga, Feira - Portugal

Correspondência

Filipa Vilaverde
Rua do Arinho, nº6
4730-430 Vila Verde
e-mail: filipavilaverde@gmail.com

Recebido a 03/11/2016
Aceite a 18/12/2016

Resumo

O cancro da mama continua a ser a neoplasia maligna mais comum na mulher. A Mamografia é a técnica de imagem estabelecida para o rastreio populacional, reduzindo a mortalidade por cancro da mama em cerca de 30%. No entanto, esta técnica tem limitações conhecidas, inerentes ao facto do volume tridimensional da mama ser apresentado numa imagem bidimensional.

A Tomossíntese Mamária, é uma técnica de imagem emergente, que tem sido progressivamente instalada nas unidades de mama, uma vez que pode resolver algumas das limitações da Mamografia. Na Tomossíntese, o tecido mamário é estudado através da aquisição de múltiplas projeções de raios-X de baixa dose que são posteriormente reconstruídas para criar imagens tridimensionais, e assim, minimizar o impacto da sobreposição de tecido mamário e melhorar a definição das lesões. Os estudos têm demonstrado que o uso da Tomossíntese Mamária melhora a precisão do rastreio e do diagnóstico do cancro da mama. Para considerar o uso combinado de Mamografia e Tomossíntese Mamária na prática clínica, há que ter em conta outros factores para além da taxa de detecção de cancro, tais como a dose de radiação adicional, a taxa de re-convocatória em exames de rastreio, o tempo de realização e leitura de ambos os estudos, entre outros.

Neste artigo revemos os princípios técnicos de Tomossíntese Mamária, suas potenciais utilidades, limitações, e perspectivas futuras.

Palavras-chave

Tomossíntese Mamária, Mamografia, Cancro da Mama.

Abstract

Breast cancer remains the most common malignancy among women. Mammography is the established technique for breast cancer screening, reducing the mortality by about 30%. However, this technique has several known limitations inherent to the fact that the breast three-dimensional volume is displayed on a two-dimensional image.

Breast Tomosynthesis, an emerging imaging technique, has been progressively installed in breast units, since it can solve some of the limitations of Mammography. At Breast Tomosynthesis, the breast tissue is studied acquiring multiple low dose X-ray projections, which are then reconstructed to create three-dimensional images, and thus minimize the impact of breast tissue overlap and improve lesions conspicuity. Studies have shown that Breast Tomosynthesis improves screening and diagnosis accuracy of breast cancer. To consider the use of combined Mammography and Breast Tomosynthesis in clinical practice, we must take into account other factors in addition to cancer detection rate, such as the additional radiation dose, recall rate, extra time at reading both studies, among others.

In this article we review the technical principles of Breast Tomosynthesis, its potential uses, limitations, and future perspectives.

Key-words

Breast Tomosynthesis, Mammography, Breast Cancer.

Introdução

O cancro de mama continua a ser a principal causa de morte por cancro na mulher. A Mamografia é a técnica estabelecida para o rastreio populacional de cancro de mama, e a única que tem demonstrado uma redução da mortalidade a longo prazo, estimada em cerca de 30%¹⁻². Embora se trate de uma técnica muito útil, até 20-30% dos cancros da mama podem não ser detectados no rastreio mamográfico³. As limitações da Mamografia são bem conhecidas, existindo muitos factores que influenciam a sua precisão diagnóstica⁴. O padrão de densidade mamária é um dos factores mais relevantes, e a sensibilidade da Mamografia varia entre 98% em mamas predominantemente adiposas e apenas 40% em mamas densas⁵. A menor

sensibilidade em mamas densas é inerente às características da técnica. Por ser uma imagem bidimensional (2D) de uma estrutura tridimensional (3D), a sobreposição de tecido glandular normal pode obscurecer massas ou outros achados de malignidade. Além disso, a sobreposição das estruturas normais da mama pode criar pseudolesões, culminando num resultado falso-positivo.

A Tomossíntese Mamária (TM) é uma técnica imagiológica inovadora que está a ser progressivamente implementada em clínicas de imagem de mama em todo o mundo. Dados clínicos iniciais demonstram que pode contornar algumas das limitações da Mamografia, através da aquisição de uma série de imagens de projeção de baixa dose. Reconstrução computacional cria imagens com 1 mm de espessura,

permitindo que a mama seja visualizada tridimensionalmente, o que minimiza a sobreposição do tecido mamário. O uso da TM melhora a precisão do rastreio e de diagnóstico em imagem da mama⁶⁻⁹.

O Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, em Vigo - Espanha, instalou um aparelho de TM (Siemens®, Mammomat Inspiration VB40) há cerca de 3 anos. Em geral, são obtidas imagens em modo 3D/TM, complementarmente às duas incidências padrão da Mamografia, a todas as mulheres que recorram a este centro, seja para rastreio de cancro de mama, seja no contexto diagnóstico. A experiência com a TM neste centro, está de acordo com a maioria dos estudos publicados, tendo-se constatado uma melhoria global da acuidade diagnóstica.

Neste artigo revemos as aplicações clínicas da TM, tanto no contexto de rastreio, como de diagnóstico.

Técnica de imagem

Geração de imagem

Na Mamografia a radiação é emitida numa direção predeterminada a partir de uma ampola de raios-X estática, atravessa a mama comprimida, e é recolhida por um detetor que a codifica para formar a imagem.

As origens da TM podem ser atribuídas à Tomografia Linear e à Tomografia Computadorizada e, como tal, partilha muitas das características destas técnicas. A ampola de raios-X move-se num arco de amplitude variável entre 15 a 60°, dependendo do fabricante, num plano alinhado com a parede torácica, ao mesmo tempo que emite impulsos de radiação de baixa dose. Estes pulsos são emitidos regularmente a cada 1 ou 2°, atravessam a mama e são detetados pelo detetor, gerando desta forma as imagens de projeção e os dados brutos (Fig. 1). A informação é processada e reconstruída numa imagem 3D da mama, composta por várias secções 2D alinhadas paralelas ao detetor, normalmente com 1 mm de espessura⁸⁻¹⁰.

O posicionamento da paciente na TM é semelhante ao da Mamografia. A maioria dos centros adquire dois planos de TM, crânio-caudal (CC) e médio-lateral oblíqua (MLO). Incidências adicionais (por exemplo, medio-lateral,

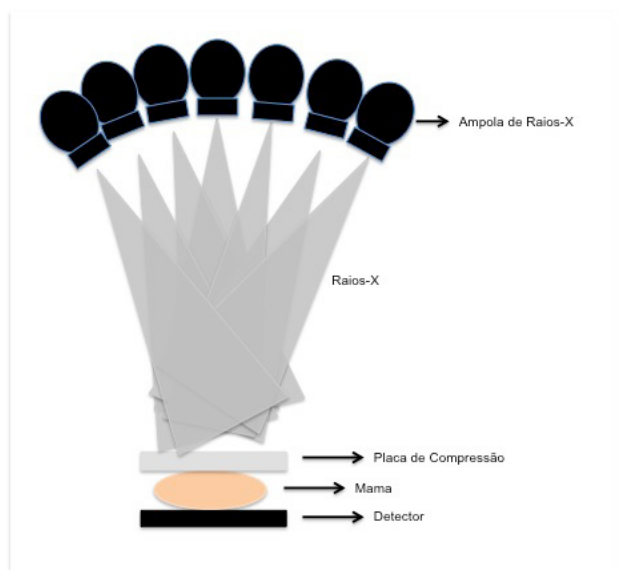


Figura 1 - Esquema sobre a aquisição de imagens na TM. Múltiplas imagens de projeção de baixa dose são obtidas em arco, e usadas para reconstruir imagens 3D da mama.

compressão focal e *roled views*) também são possíveis, embora a magnificação geométrica não seja possível.

Por causa do ângulo limitado da aquisição, as imagens da TM tem resolução espacial excepcionalmente elevada no plano paralelo ao detetor e menor resolução espacial na sua perpendicular¹¹. Uma secção de imagem descreve os objetos que estão no foco nesse plano, e os objetos localizados acima e abaixo estão desfocados em diferentes graus, dependendo da distância do objecto ao plano exibido e do tamanho do objeto. Assim, objetos pequenos, como microcalcificações, desfocam rapidamente fora de foco, e objetos grandes, como regiões glandulares densas da mama ou calcificações grosseiras, irão influenciar muitas secções distantes¹² (Fig.2).

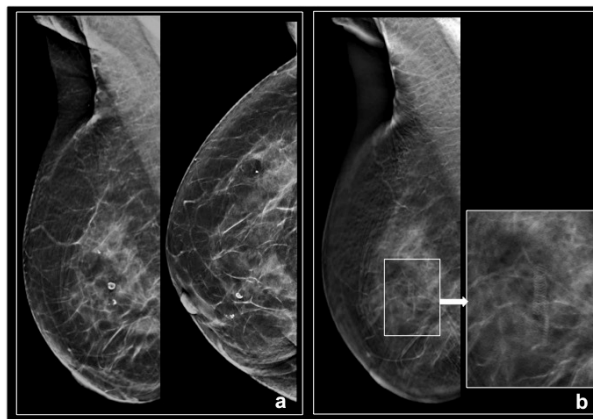


Figura 2 - Mulher, 58 anos. Exame de follow-up em doente com antecedentes de tumorectomia por CDI. a) C-view, MLO e CC da mama direita, mostra calcificações grosseiras de citoesteatonecrose. b) Nas secções fora do plano das calcificações estas ficam desfocadas, criando imagens artefactuais.

Origem da imagem: Reis A, Clínica Briosa e Gala, Aveiro – Portugal

Dose de radiação

Estudos em fantasmas têm demonstrado que a dose média para um estudo combinado TM e Mamografia numa mama com 5cm de espessura foi 2,50 mGy por incidência, abaixo do limite de 3 mGy estabelecido pelo Mammography Quality Standard Act¹³⁻¹⁵.

A maneira mais comum de trabalhar com TM e Mamografia é a combinação de ambas as técnicas. Existem diferentes sequências de aquisição. A forma mais frequentemente utilizada e aprovada pela FDA¹⁶, é adquirir os dois estudos consecutivamente numa única compressão mamária (modo Combo). Os dados em 2D e 3D podem ser co-registados, com a vantagem de se poder correlacionar os resultados. Essencialmente, quando o modo Combo é utilizado, as mulheres são expostas a uma dose de radiação equivalente ao dobro da Mamografia¹⁷. Outros sistemas disponíveis adquirem os dois exames separadamente, em compressões mamárias distintas. Recentemente, foi desenvolvido um outro modo de aquisição, que permite obter uma imagem similar à Mamografia convencional, somando os dados das diferentes projeções da TM através de um algoritmo de reconstrução de imagem sintetizada 2D (C-View 2D; Hologic®)¹⁸. Isto permite reduzir a dose total e demonstrou ser comparável à imagem combinada em rastreios clínicos¹⁹.

Papel da Tomossíntese Mamária

A TM tem sido amplamente investigada para perceber as suas vantagens e estabelecer o potencial papel na prática clínica diária, e mesmo a sua possível utilidade no futuro para

rastreio populaciona¹⁹. Vamos discutir algumas das questões mais relevantes que têm sido apresentadas na literatura, e que estão de acordo com a experiência do Centro.

Aumento da taxa de detecção de cancro da mama e Triangulação

A maioria dos estudos publicados até à data são concordantes a demonstrar que o uso combinado de Mamografia e TM melhora a detecção do cancro da mama^{7-9,20-21}. Ao mostrar a glândula mamária em cortes finos, a TM deteta alterações suspeitas que poderiam ser ocultas por sobreposição do parênquima mamário (Fig. 3). No entanto, é necessário algum grau de contraste intrínseco no tecido mamário para uma lesão ser visível. Aliás, está descrito que a precisão da TM é variável com diferentes padrões de densidade mamária^{9,22}, com maiores ganhos na precisão diagnóstica em mamas com tecido fibroglandular disperso e nas heterogeneamente densas⁹.

Embora a maioria dos câncros de mama tenha um crescimento concêntrico e sejam visíveis nas duas reconstruções, alguns têm crescimento plano como pode acontecer no Carcinoma Lobular Invasor (CLI) e são visíveis apenas numa delas¹⁹. A TM é particularmente útil para a triangulação destas lesões, evitando a necessidade de obter incidências mamográficas adicionais para localização ou confirmação da lesão. Na TM, a cada imagem é atribuído um número na pilha de imagens, com os números mais baixos correspondendo aos planos inferiores na incidência CC, e laterais na incidência MLO. Assim, o leitor pode avaliar em que localização a alteração é melhor visualizada na pilha de imagens (na estação de trabalho), e a partir desta realizar ecografia dirigida e/ou biopsia (Fig. 4).

Alguns estudos ressaltam que o aumento da precisão diagnóstica com a TM pode ser menor em radiologistas mais experientes na leitura de Mamografia²³.

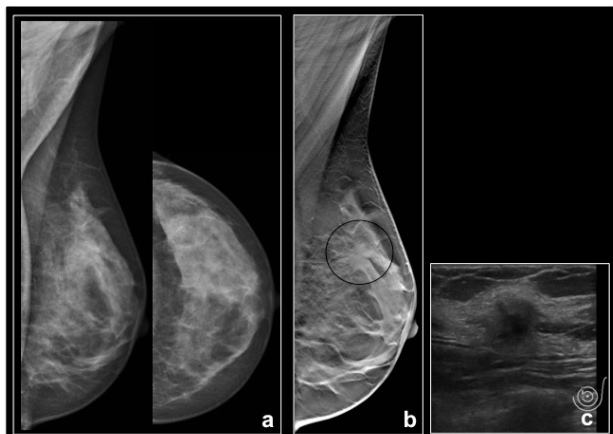


Figura 3 – Mulher, 39 anos. Mastalgia esquerda recente com palpação negativa. Antecedentes familiares (avó e tias) de Cancro de mama. a) Mamografia esquerda, MLO e CC, mostra padrão de densidade mamária heterogeneamente denso, inicialmente interpretada como negativa. b) A TM, secção MLO, revela uma massa espiculada (círculo preto) no quadrante supero-interno. c) A ecografia para orientação da biopsia, mostra nódulo hipocogénico com halo hiperecogénico, com atenuação acústica posterior, cujo resultado foi CDI.

Origem da imagem: Rocha A, Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, Vigo – Espanha

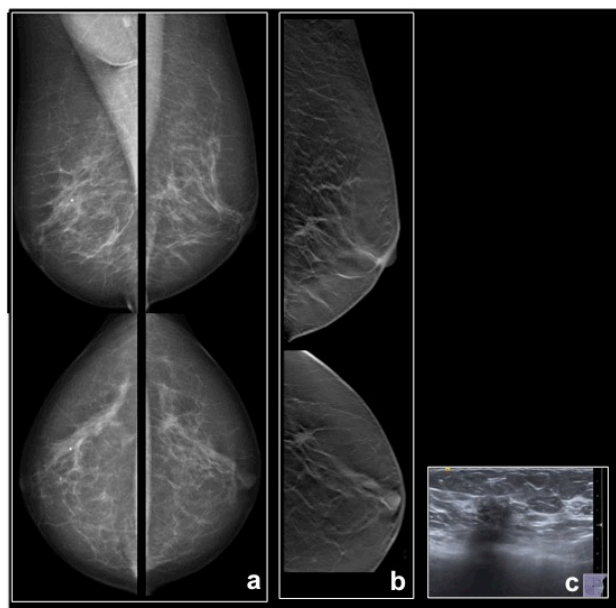


Figura 4 - Mulher, 52 anos. Exame de rastreio. Sem antecedentes pessoais ou familiares de Cancro de mama. a) Na Mamografia bilateral, MLO e CC, esboça-se uma assimetria nos quadrantes externos da mama esquerda na incidência CC, não tão facilmente identificável na incidência MLO. b) Na TM, secções MLO e CC, visualiza-se uma massa espiculada, adicionalmente localizada ao quadrante infero-externo, ao rodar as várias imagens da pilha. c) A biopsia eco-guiada demonstrou um CLI. Origem da imagem: Rocha A, Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, Vigo – Espanha

Características das lesões adicionais detectadas por Tomossíntese

As lesões adicionais detetadas por TM podem ser agrupadas em lesões de tecidos moles (nódulos, distorções e assimetrias) e lesões calcificadas (microcalcificações). A maioria dos autores concorda que a TM combinada com Mamografia identifica mais lesões de tecidos moles, melhorando a sua conspicuidade e caracterização^{24,25}. Ao evitar a sobreposição de tecido glandular adjacente à lesão, as margens de nódulos mal definidos ou espiculados, potencialmente obscurecidos na MD, são mais bem definidas. Além disso, a TM é muito sensível para detetar distorções arquiteturais, permitindo definir as espículas finas que compõe estas lesões^{6,7,26-28}. Assim, é possível detetar um maior número de neoplasias infiltrativas e de lesões esclerosantes complexas/cicatrizes radiais.

Há, no entanto, alguma controvérsia sobre o papel da TM na deteção de microcalcificações, e a sua capacidade para as detetar depende de vários factores: dose de radiação, ângulo de cada pulso de raios-X emitido e do algoritmo de reconstrução. Além do papel na deteção de microcalcificações, outra utilidade da TM poderia ser a interpretação de agrupamentos de microcalcificações que com a Mamografia não são conclusivos^{23,26}, uma vez que é possível fazer reconstruções com maior espessura de corte. Por exemplo, se as calcificações são visíveis em múltiplas imagens reconstruídas consecutivas com 1 mm de espessura, o radiologista pode alterar a espessura de reconstrução, permitindo que todo o conjunto de calcificações possa ser visualizado numa única imagem¹⁷ (Fig. 5).

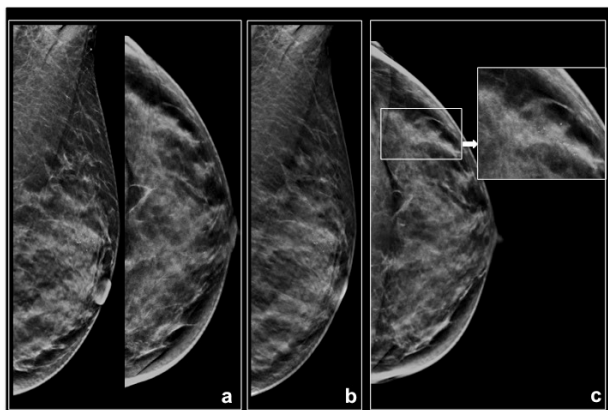


Figura 5 – Mulher, 45 anos. Exame de rastreio. a) C-View, MLO e CC, mostra microcalcificações agrupadas nos quadrantes superiores da mama esquerda apenas visíveis na MLO. As microcalcificações não são claramente perceptíveis na CC, o que se atribuiu a artefactos de movimento, uma vez que nas secções era perceptível um efeito de “arrastamento”. b) Secção mais espessa, MLO, para melhor percepção da distribuição das microcalcificações. c) Repetição da C-view, CC, com visualização das microcalcificações. Origem da imagem: Reis A, Clínica Briosas e Gala, Aveiro – Portugal

Tomossíntese e rastreio populacional

Ao avaliar a possibilidade de utilizar TM com Mamografia combinadas para rastreio populacional, há muitos factores que devem ser considerados. Um dos aspetos mais importantes é o aumento dos tempos de estudo e de leitura, porque o número de doentes a estudar diariamente é elevado. Em estudos preliminares³², o tempo de estudo aumentou em média um minuto por paciente (mais 33%) e o de leitura era o dobro (90 s). No entanto, estes trabalhos também concluíram que as 2 técnicas combinadas aumentavam significativamente a taxa de detecção de cancro, diminuía os falsos positivos e diminuía as taxas de re-convocatória.

Frequentemente, achados suspeitos na Mamografia são devidos à sobreposição de áreas complexas normais de tecido mamário²⁰. Em 10 anos a realizar Mamografia, estima-se que 50% das mulheres serão reconvocadas e 7-9% receberão uma recomendação para biópsia, por falsos-positivos²⁹. Estas elevadas taxas de re-convocatória têm efeitos adversos, criando ansiedade para a mulher, aumento dos custos, aumento da exposição à radiação, e biópsias desnecessárias^{30,31}. Estas pseudolesões são melhor avaliadas na TM, o que contribuiu para uma diminuição significativa do número de doentes reconvocadas para estudos adicionais, tal como descrito por alguns autores⁹, com reduções entre 6 e 67%^{8, 9, 11, 20, 24}.

Assim, o aumento dos tempos devem ser avaliadas juntamente com estes benefícios. Provavelmente, também se reduziram os estudos complementares, com menos custos económicos e de recursos humanos.

Tomossíntese no contexto diagnóstico

Quando a Mamografia é utilizada para esclarecimento de alterações detetadas no rastreio, na avaliação de pacientes sintomáticas ou em follow-up de achados provavelmente benignos, designa-se por Mamografia diagnóstica³³. Neste contexto, são frequentemente obtidas incidências mamográficas adicionais, complementadas com ecografia dirigida, se necessário^{34,35}. O valor preditivo positivo descrito para uma alteração potencial detectada na Mamografia é de apenas 21-36%³⁶⁻³⁸ e a sensibilidade média da Mamografia diagnóstica é de cerca de 85%³⁹. Portanto, há espaço para melhorias no contexto diagnóstico, não só na identificação

de cancro de mama, mas também na redução de falsos-positivos.

A utilização da TM para diagnóstico pode melhorar a visibilidade da lesão (Fig. 6). No contexto de cancro de mama já diagnosticado ou suspeito, a avaliação mamográfica completa permitirá detetar doença multifocal, multicêntrica, ou doença contra-lateral, que afeta significativamente o tratamento cirúrgico (Fig. 7).

A determinação mamográfica do tamanho de um tumor pode ser difícil. Na TM o radiologista deve medir o núcleo central da massa⁴⁰ sem incluir as espículas, e esta medição parece correlacionar-se bem com a análise patológica em massas com tamanho até 20 mm^{40,41}. Em alguns centros, a TM é usada para estadiamento do cancro de mama, sendo a RM com contraste apenas usada seletivamente.

No follow-up de cancro de mama, e dadas as vantagens já expostas, poderá melhorar a deteção de recidiva (Fig. 8), diferenciando-a das alterações secundárias aos tratamentos, como áreas de citoesteatonecrose.

A capacidade de resolver problemas com TM pode acelerar o processo de estudo do paciente, aliviando a necessidade de imagens diagnósticas adicionais, minimizando assim a ansiedade da paciente e levando a uma potencial diminuição da dose de radiação.

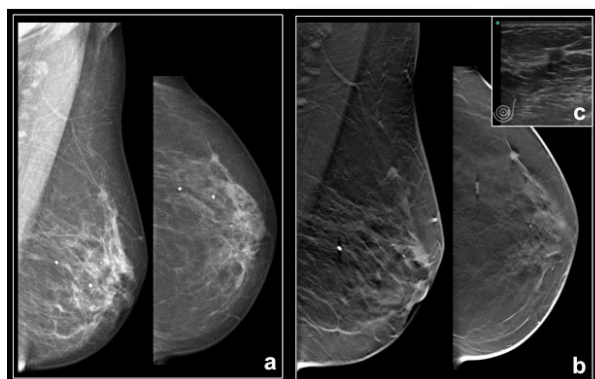


Figura 6 – Mulher, 69 anos. Enviada do programa de rastreio por nódulo suspeito na mama esquerda. a) Mamografia esquerda, MLO e CC, mostra um nódulo parcialmente circunscrito no quadrante supero-externo. b) A TM, secções MLO e CC, permitem reduzir a sobreposição do tecido mamário, e caracterizar a lesão como um nódulo espiculado. c) A biópsia orientada por ecografia revelou CLI.

Origem da imagem: Rocha A, Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, Vigo – Espanha

Limitações da Tomossíntese

Apesar das vantagens descritas, a TM não está isenta de limitações.

Resultados falsos-positivos: Lesões benignas visíveis apenas na TM

Por causa da diminuição da sobreposição do tecido mamário, lesões benignas que anteriormente estavam obscurecidas são mais facilmente detetadas na TM e podem levar a estudos adicionais. Em particular, a distorção arquitetural associada a cicatrizes cirúrgicas (Fig. 9) e a lesões benignas, como cicatrizes radiais torna-se muito mais evidente. Características da lesão associadas a resultados benignos, como gordura macroscópica e localização cutânea, devem ser reconhecidas de modo a evitar convocatórias desnecessárias. No entanto, deve ressaltar-se que na TM podem existir lesões malignas com aprisionamento de gordura, pelo que se existirem outras características suspeitas, as mesmas devem prevalecer¹⁷.

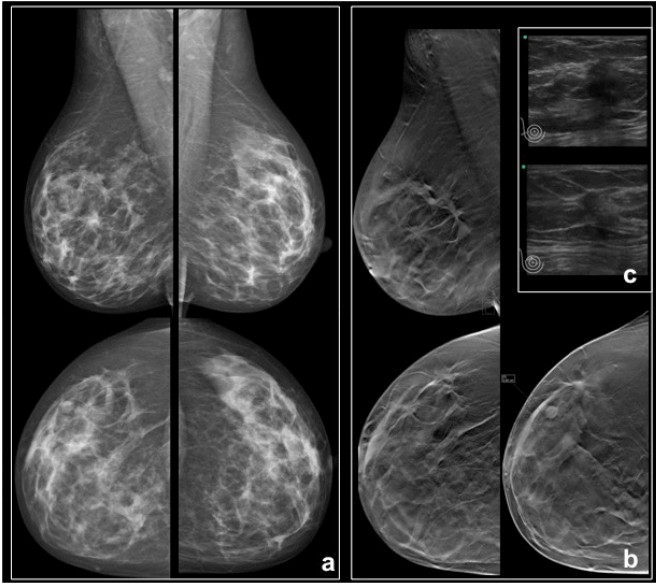


Figura 7 – Mulher, 44 anos. Recorre por inversão mamilar direita com 1 ano de evolução, associado a escorrência mamilar homolateral. a) Na Mamografia bilateral, MLO e CC, esboça-se uma distorção projetada aos quadrantes externos da mama direita, apenas visível na incidência CC. b) A TM, secções MLO e CC, evidencia duas áreas de distorção arquitetural, no quadrante supero-externo, demonstrando melhor a extensão da lesão. c) A biopsia eco-guiada revelou um CLI multicêntrico, com extensas áreas de CLIS.
Origem da imagem: Rocha A, Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, Vigo – Espanha

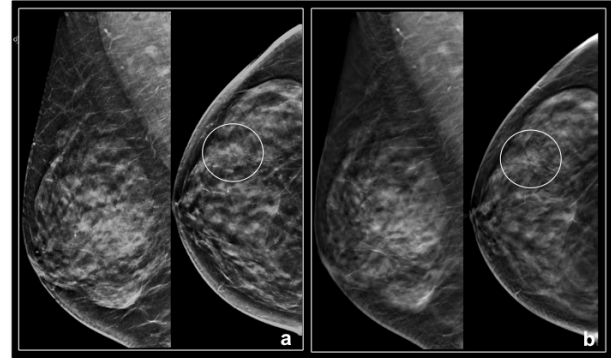


Figura 9 – Mulher, 43 anos. Exame de rotina. Antecedentes de excisão de fibroadenoma na mama direita aos 19 anos. a) C-view, MLO e CC, mostra uma distorção arquitetural projetada aos quadrantes externos (círculo branco). b) Na TM, secções MLO e CC, a distorção é mais definida, sem massas subjacentes, correspondendo apenas a alterações pós-cirúrgicas.
Origem da imagem: Reis A, Clínica Briosa e Gala, Aveiro – Portugal

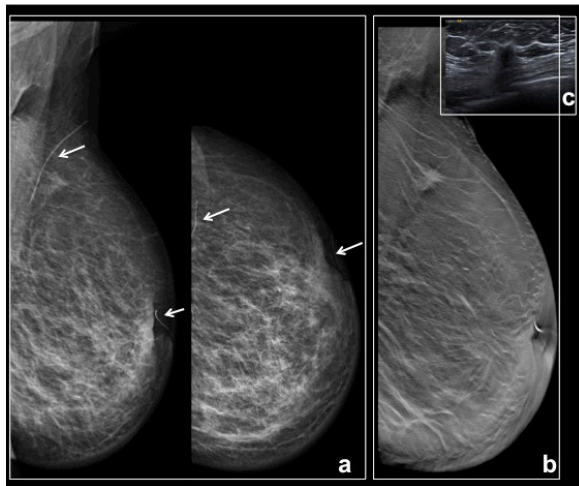


Figura 8 - Mulher de 86 anos. Exame de follow-up de Cancro da Mama. Antecedentes de tumorectomia da mama direita em 1998, e de tumorectomia da mama esquerda em 2011, ambas por CDI. a) Mamografia esquerda, incidências MLO e CC. Assimetria focal nos quadrantes superiores, próximo da cicatriz de linfadenectomia (marcadores cutâneos – setas branca), e apenas abrangida na incidência MLO, observa-se uma assimetria mal definida. b) A TM revela uma massa espiculada, em localização subcicatricial, suspeita de recidiva tumoral. c) A biopsia eco-guiada revelou CDI.
Origem da imagem: Rocha A, Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, Vigo – Espanha

Resultados falso-negativos: Nem todos os cancros são visíveis na TM

Há alguns casos descritos em que ambos os estudos de Mamografia e TM não demonstraram claramente uma lesão maligna, que foi detetado posteriormente com outra técnica ou que se manifestou como uma lesão sintomática. Isto pode ocorrer na mama extremamente densa que obscurece o achado porque para a TM ser eficaz, deve haver alguma interface entre o tecido parenquimatoso e tecido adiposo na mama. Se o achado está centrado no tecido extremamente denso que continua a sobrepor-se nas secções individuais, este irá resultar num cancro oculto.

Na Figura 10 descreve-se um caso de um carcinoma melhor caracterizado por TM, no entanto, não foi detetado um segundo foco tumoral, demonstrado posteriormente em RM de estadiamento. Este caso enfatiza o fato de que, embora massas e distorções arquiteturais sejam muitas vezes melhor

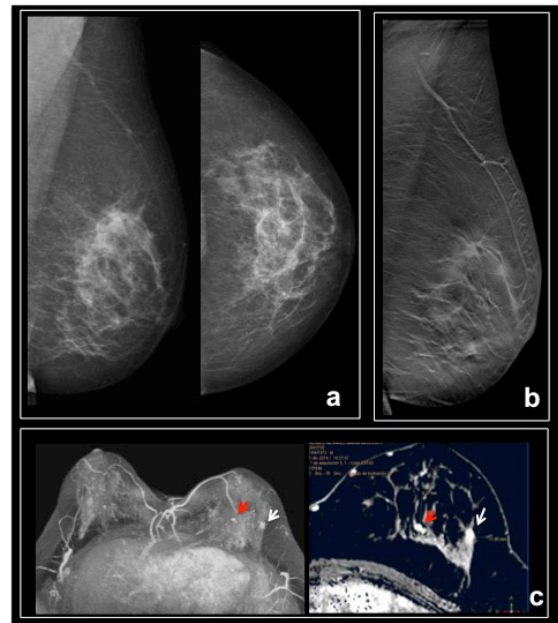


Figura 10 – Mulher, 42 anos. Exame de rotina. Sem antecedentes pessoais ou familiares. a) Mamografia esquerda, MLO e CC, inicialmente interpretada como negativa. b) A TM esquerda, secção MLO, revela uma massa espiculada no quadrante supero-externo. c) Na RM de estadiamento, identifica-se um outro nódulo (seta vermelha) com cinética suspeita, para o qual foi realizada uma ecografia de second-look, que permitiu realizar biopsia. Os resultados da anatomia patológica CDI do tipo tubular, multifocal.
Origem da imagem: Rocha A, Serviço de Radiologia do Hospital Povisa, Vigo – Espanha

detetadas e caracterizadas com TM do que com Mamografia, se uma neoplasia não se manifesta com estas características, pode não ser detetável com TM.

Outras limitações

Como na Mamografia, é essencial posicionar a mama corretamente porque as lesões não incluídas no campo do detector não são visíveis no estudo. A aquisição da TM é mais longa, e assim mais suscetível a artefactos de movimento, o que pode justificar que um achado seja mais evidente numa das incidências, com risco de falsa interpretação (Fig. 5).

Apesar de ser uma técnica de imagem simples de interpretar para radiologistas de mama, como todas as técnicas de imagem requer uma curva de aprendizagem. A fase de treino pode ser de cerca de 100-150 casos^{8,23}.

Outros fatores a considerar são o custo e a disponibilidade de equipamentos, e o armazenamento dos dados.

Finalmente, a biopsia de achados apenas visíveis em TM é uma preocupação. Embora um sistema de orientação estereotáxica para TM tenha sido desenvolvido (Afirmar; Hologic®), não está disponível em todos os locais que oferecem TM.

Bibliografia

1. Tabár L, Vitak B, Chen TH, Yen AM, Cohen A, Tot T, et al. Swedish two-county trial: Impact of mammographic screening on breast cancer mortality during 3 decades. *Radiology*. 2011;260:658-63.
2. Duffy SW, Tabár L, Olsen AH, Vitak B, Allgood PC, Chen TH, et al. Absolute numbers of lives saved and over diagnosis in breast cancer screening, from a randomized trial and from the Breast Screening Programme in England. *J Med Screen*. 2010;17:25-30.
3. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E, Yaffe M, Baum JK, Acharyya S, et al., Digital Mammographic Imaging Screening Trial (DMIST) Investigators Group. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. *N Engl J Med*. 2005;353:1773-83.
4. Holland R, Mravunac M, Hendriks JH, Bekker BV. So-called interval cancers of the breast. Pathologic and radiologic analysis of sixty-four cases. *Cancer*. 1982;49:2527-33.
5. Mandelson MT, Oestreich N, Porter PL, White D, Finder CA, Taplin SH, et al. Breast density as a predictor of mammographic detection: Comparison of interval and screen-detected cancers. *J Natl Cancer Inst*. 2000;92:1081-7.
6. Skaane P, Gullien R, Bjørndal H, Eben EB, Ekseth U, Haakenaasen U, et al. Digital breast tomosynthesis (DBT): Initial experience in a clinical setting. *Acta Radiol*. 2012;53:524-9.
7. Michell MJ, Iqbal A, Wasan RK, Evans DR, Peacock C, Lawinski CP, et al. A comparison of the accuracy of film-screen mammography, full-field digital mammography, and digital breast tomosynthesis. *Clin Radiol*. 2012;67:976-81.
8. Rafferty EA, Park JM, Philpotts LE, Poplack SP, Sumkin JH, Halpern EF et al. Assessing radiologist performance using combined digital mammography and breast tomosynthesis compared with digital mammography alone: results of a multicenter, multireader trial. *Radiology*. 2013; 266(1):104-113.
9. Skaane P, Bandos AI, Gullien R, Eben EB, Ekseth U, Izadi M, et al. Comparison of digital mammography alone and digital mammography plus tomosynthesis in a population-based screening program. *Radiology*. 2013;267(1):47-56.
10. P. Martínez M., Etxano J. Tomosíntesis de mama: una nueva herramienta en el diagnóstico del cáncer de mama. *Radiología*. 2015; 57(1):3-8.
11. Acciavatti RJ, Maidment AD. Observation of super-resolution in digital breast tomosynthesis. *Med Phys*. 2012;39(12):7518-7539.
12. Svahn T, Andersson I, Chakraborty D, Svensson S, Fornvik D, Mattsson S, et al. The diagnostic accuracy of dual-view digital mammography, single-view breast tomosynthesis and a dual-view combination of breast tomosynthesis and digital mammography in a free-response observer performance study. *Radiat Prot Dosimetry*. 2010; 139(1-3):113-117.
13. Tagliafico A, Astengo D, Cavagnetto F, Rosasco R, Rescinito G, Monetti F, et al. One-to-one comparison between digital spot compression view and digital breast tomosynthesis. *Eur Radiol*. 2012;22:539-44.
14. Kilburn-Toppin F, Barter SJ. New horizons in breast imaging. *Clin Oncol (R Coll Radiol)*. 2013;25:93-100.
15. Feng SS, Sechopoulos I. Clinical digital breast tomosynthesis system: Dosimetric characterization. *Radiology*. 2012;263:35-42.
16. United States Food and Drug Administration. MQSA facility certification extension requirements for digital breast tomosynthesis (DBT) system. <http://www.fda.gov/Radiation-EmittingProducts/MammographyQualityStandardsActandProgram/>

Perspectivas futuras

Prevê-se que a TM seja cada vez mais utilizada quer no rastreio quer no diagnóstico, no entanto, a sua validação como técnica de rastreio requer confirmação de que a sua utilização reduza os cancros de intervalo.

Conclusões

A TM é uma técnica muito útil combinada com a Mamografia, aumentando a precisão da imagem mamária, quer no contexto de rastreio, quer de diagnóstico, e que se está a implementar progressivamente na nossa prática diária.

Tal como acontece com qualquer nova tecnologia, várias questões devem ser consideradas aquando da sua implementação. Atualmente, os esforços estão concentrados em reduzir a dose de radiação utilizada em ambas as técnicas.

FacilityCertificationandInspection/ucm243765.htm. Updated May 30, 2013. Accessed March 1, 2014.

17. Roth RG, Maidment AD, Weinstein SP, Roth SO, Conant EF. Digital Breast Tomosynthesis: Lessons Learned from Early Clinical Implementation. *RadioGraphics*. 2014; 34(4):E89-102.
18. Zuley ML, Guo B, Catullo VJ, Chough DM, Kelly AE, Lu AH, et al. Comparison of twodimensional synthesized mammograms versus original digital mammograms alone and in combination with Tomosynthesis images. *Radiology*. 2014;271(3):664-671
19. Peppard HR, Nicholson BE, Rochman CM, Merchant JK, Mayo III RC, Harvey JA. Digital Breast Tomosynthesis in the Diagnostic Setting: Indications and Clinical Applications. *RadioGraphics*. 2015; 35:975-990.
20. Gur D, Bandos AI, Rockette HE, Zuley ML, Sumkin JH, Chough DM, et al. Localized detection and classification of abnormalities on FFDm and tomosynthesis examinations rated under an FROC paradigm. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196:737-41.
21. Waldherr C, Cerny P, Altermatt HJ, Berclaz G, Ciriolo M, Buser K, et al. Value of one-view breast tomosynthesis versus two-view mammography in diagnostic workup of women with clinical signs and symptoms and in women recalled from screening. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200:226-31.
22. Butler RS, Ostrover R, Hooley RJ, Geisel JL, Raghu JH, Philpotts LE. Tomosynthesis in breast cancer visualization as a function of mammographic density [abstr]. In: Radiological Society of North America Scientific Assembly and Annual Meeting Program. Oak Brook, Ill: Radiological Society of North America. 2013; 156.
23. Wallis MG, Moa E, Zanca F, Leifland K, Danielsson M. Twoview and single-view tomosynthesis versus full-field digital mammography: High-resolution X-ray imaging observer study. *Radiology*. 2012;262:788-96.
24. Poplack SP, Tosteson TD, Kogel CA, Nagy HM. Digital breast tomosynthesis: initial experience in 98 women with abnormal digital screening mammography. *AJR Am J Roentgenol*. 2007;189(3): 616-623.
25. Tagliafico A, Astengo D, Cavagnetto F, Rosasco R, Rescinito G, Monetti F, et al. One-to-one comparison between digital spot compression view and digital breast tomosynthesis. *Eur Radiol*. 2012;22(3):539-544.
26. Kopans D, Gavenonis S, Halpern E, Moore R. Calcifications in the breast and digital breast tomosynthesis. *Breast J*. 2011;17:638-44.
27. Timberg P, Baath M, Andersson I, Mattsson S, Tingberg A, Ruschin M. Visibility of microcalcification clusters and masses in breast tomosynthesis image volumes and digital mammography: A 4 AFC human observer study. *Med Phys*. 2012;39:2431-7.
28. Spangler ML, Zuley ML, Sumkin JH, Abrams G, Ganott MA, Hakim C, et al. Detection and classification of calcifications on digital breast tomosynthesis and 2 D digital mammography: A comparison. *AJR Am J Roentgenol*. 2011;196:320-4.
29. Hubbard RA, Kerlikowske K, Flowers CI, Yankaskas BC, Zhu W, Miglioretti DL. Cumulative probability of false-positive recall or biopsy recommendation after 10 years of screening mammography: a cohort study. *Ann Intern Med*. 2011;155(8):481-492.
30. Brewer NT, Salz T, Lillie SE. Systematic review: the long-term effects of false-positive mammograms. *Ann Intern Med*. 2007;146(7):502-510.
31. Brodersen J, Siersma VD. Long-term psychosocial consequences of false-positive screening mammography. *Ann Fam Med*. 2013;11(2):106-115.

-
32. Bernardi D, Ciatto S, Pellegrini M, Anesi V, Burlon S, Cauli E, et al. Application of breast tomosynthesis in screening: Incremental effect on mammography acquisition and reading time. *Br J Radiol.* 2012;85:1174-1178.
33. American College of Radiology. ACR practice guideline for the performance of screening and diagnostic mammography. <http://www.acr.org/Quality-Safety/Standards-Guidelines/Practice-Guidelines-by-Modality/Breast-Imaging>. Updated 2013. Accessed March 1, 2016.
34. D'Orsi CJ, Sickles EA, Mendelson EB, Morris EA. Breast Imaging and Reporting Data System: ACR BI-RADS breast imaging atlas. Reston, Va: American College of Radiology, 2013.
35. Harvey JA, Nicholson BT, Cohen MA. Finding early invasive breast cancers: a practical approach. *Radiology.* 2008; 248(1):61-76.
36. Sickles EA, Miglioretti DL, Ballard-Barbash R, et al. Performance benchmarks for diagnostic mammography. *Radiology.* 2005;235(3):775-790.
37. Sickles EA, Wolverton DE, Dee KE. Performance parameters for screening and diagnostic mammography: specialist and general radiologists. *Radiology.* 2002;224(3):861-869.
38. Barlow WE, Lehman CD, Zheng Y, Ballard-Barbash R, Yankaskas BC, Cutter GR, et al. Performance of diagnostic mammography for women with signs or symptoms of breast cancer. *J Natl Cancer Inst.* 2002;94(15):1151-1159.
39. National Cancer Institute. Breast Cancer Surveillance Consortium performance benchmarks. <http://breastscreening.cancer.gov/data/benchmarks/diagnostic/2009/tableSensSpec.html>. Updated 2009. Accessed March 1, 2016.
40. Förnvik D, Zackrisson S, Ljungberg O, Svahn T, Timberg P, Tingberg A, et al. Breast tomosynthesis: accuracy of tumor measurement compared with digital mammography and ultrasonography. *Acta Radiol.* 2010;51(3):240-247.
41. Nicholson BT, Raymond S, Rochman CM, Peppard HR, Harvey JA. Comparison of tomosynthesis in the diagnostic setting to 2D mammography for the evaluation of focal asymmetry recalled from screening. Presented at the annual meeting of the American Roentgen Ray Society, San Diego, Calif, May 4-9, 2014.
42. Mun HS, Kim HH, Shin HJ, Cha JH, Ruppel PL, Oh HY, et al. Assessment of extent of breast cancer: comparison between digital breast Tomosynthesis and full-field digital mammography. *Clin Radiol.* 2013;68(12):1254-1259.