

Como Eu Faço Ecocardiograma Tridimensional na Estenose Mitral: Como e Quando

My Approach to Three-Dimensional Echocardiography in Mitral Stenosis: How and When?

Alexandre Costa Souza,^{1,2}  Marcus Vinicius Silva Freire de Carvalho,¹  Marco André Moraes Sales¹ 

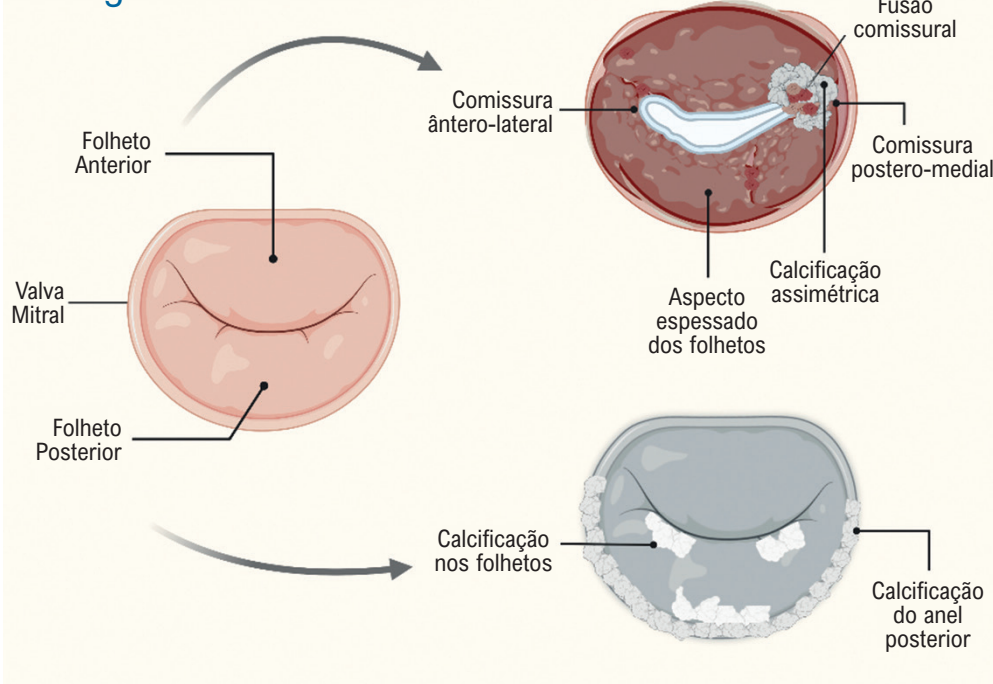
Hospital São Rafael,¹ Salvador, BA – Brasil

Instituto D'Or de Pesquisa e Ensino (IDOR),² Rio de Janeiro, RJ – Brasil

Figura Central: Como Eu Faço Ecocardiograma Tridimensional na Estenose Mitral: Como e Quando



Etiologia da Estenose Mitral



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(3):e20250057

Ilustração esquemática das manifestações anatômicas da estenose mitral de acordo com a etiologia. À esquerda, valva mitral sem alterações. No quadrante superior direito, padrão reumático evidenciando espessamento difuso dos folhetos com fusão e calcificação assimétrica de uma das comissuras. No quadrante inferior direito, padrão degenerativo calcífico, com deposição extensa de cálcio no anel posterior e nas bases dos folhetos.

Palavras-chave

Ecocardiografia Tridimensional; Estenose da Valva Mitral; Imageamento Tridimensional

Correspondência: Alexandre Costa Souza •

Hospital São Rafael – Ecocardiografia. Avenida São Rafael, 2152. CEP: 41253-190, Salvador, BA – Brasil

E-mail: alexandrecoastahr@gmail.com

Artigo recebido em 13/08/2025; revisado em 29/08/2025; aceito em 29/08/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250057>

Resumo

A ecocardiografia tridimensional (3D) tornou-se ferramenta essencial na avaliação da estenose mitral, permitindo análises anatômicas detalhadas e mensurações confiáveis, mesmo em anatomias complexas ou com calcificação extensa. Este artigo apresenta um guia prático baseado na experiência clínica diária no laboratório de imagem para aquisição e otimização de imagens, reconstrução multiplanar e planimetria 3D, destacando ajustes técnicos, uso de ferramentas como rotação e *crop* e estratégias para integrar o método ao fluxo de trabalho rotineiro em centros de imagem cardiovascular.

Introdução

A estenose mitral permanece uma condição clinicamente relevante em todo o mundo, associada a morbidade significativa e impacto na qualidade de vida e sobrevida dos pacientes. Além disso, em populações mais idosas de países desenvolvidos, a etiologia degenerativa tem se tornado progressivamente mais frequente, refletindo o envelhecimento populacional e a maior expectativa de vida.¹ As diretrizes internacionais destacam que a estenose mitral, independentemente da etiologia, está associada a complicações graves, como hipertensão pulmonar, fibrilação atrial e insuficiência cardíaca, justificando estratégias diagnósticas e terapêuticas precisas para detalhar a progressão da doença e melhorar o prognóstico.¹

A ecocardiografia bidimensional (2D) continua sendo o primeiro método para quantificar a área valvar na estenose mitral; contudo, a planimetria 2D é altamente dependente de um corte ortogonal exato sobre as pontas dos folhetos e pequenos desvios no plano ou a presença de sombreamento acústico por calcificação podem superestimar a área e até inviabilizar a mensuração.²

Reconhecendo essas limitações, as diretrizes europeias recomendam o uso complementar da planimetria tridimensional (3D), que melhora a definição do menor orifício funcional quando a imagem 2D é subótima.³ Além disso, o cálculo da área pela metodologia do *pressure half-time* (PHT) sofre influência direta da complacência atrial e ventricular, de condições hemodinâmicas transitórias (p. ex., insuficiência aórtica, disfunção diastólica) e de lesões associadas, como regurgitação mitral, que encurtam ou prolongam o PHT e levam a erros na estimativa da área valvar. Esses fatores explicam por que, em cenários clínicos complexos, a integração de parâmetros adicionais, como a planimetria 3D pode ser relevante para uma classificação precisa da gravidade da estenose mitral.^{2,3}

“Como eu Faço” na Prática

Diante dessas limitações e da necessidade de mensurações mais precisas, a ecocardiografia 3D passou a integrar de forma crescente a avaliação da estenose mitral, não apenas como

complemento, mas como ferramenta central em cenários complexos, em especial por permitir alinhamento do feixe piramidal de forma ortogonal ao plano valvar e pela sua alta resolução espacial. A seguir, descreve-se como realizamos essa avaliação na prática diária.

O primeiro passo é sempre otimizar a aquisição 2D. Uma imagem 2D inadequada compromete diretamente a qualidade da reconstrução 3D. Ajustes como ganho, compressão e alinhamento devem ser feitos antes da ativação do modo 3D. Não existe exame 3D de qualidade sem uma base 2D estável e bem orientada.

Após otimizada a imagem, utilizamos o modo multiplano 2D para alinhar os eixos ortogonais e identificar corretamente o plano das pontas dos folhetos. Em seguida, ativamos o modo 3D zoom para obter uma visão *en face* do orifício valvar, posicionando o plano de corte no menor diâmetro durante a diástole. Quando necessário, aplica-se o Doppler colorido integrado à reconstrução para avaliar fluxo residual ou regurgitação associada. A mobilidade dos folhetos, a simetria de fusão comissural e a presença de calcificação ou alterações subvalvares são avaliadas por meio de reconstruções multiplanares e visões *en face* obtidas com o modo 3D, permitindo a análise detalhada do aparato mitral em diferentes planos ortogonais.⁴

O Papel da Ecocardiografia Transtorácica 3D

A etapa transtorácica da ecocardiografia tridimensional (ETT-3D) representa uma fase inicial estratégica na avaliação da estenose mitral, sobretudo por oferecer imagens em tempo real com boa resolução espacial em pacientes com janela acústica favorável.⁴ Sua principal contribuição está na obtenção rápida e não invasiva da valva mitral. Além disso, a ETT-3D facilita a caracterização morfológica da valva quanto à simetria da fusão comissural, espessamento dos folhetos e extensão de calcificações, informações relevantes para o diagnóstico etiológico e para a seleção de candidatos à valvotomia percutânea. Embora tenha limitações em anatomias complexas ou em pacientes com janela inadequada, essa etapa pode antecipar dados relevantes e direcionar de forma mais eficiente o planejamento do estudo transesofágico.⁴ Na Figura 1, observa-se um exemplo de ETT-3D em estenose

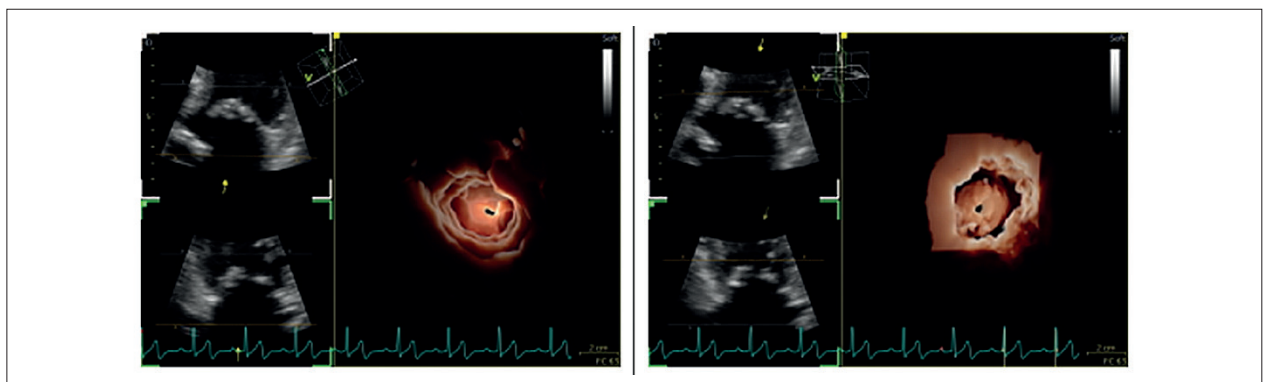


Figura 1 – Ecocardiografia transtorácica tridimensional da valva mitral em estenose mitral reumática grave com tunelização. À esquerda, vista atrial com o orifício valvar tunelizado, típico de anatomias reumáticas graves. À direita, vista ventricular evidenciando o trajeto alongado e estreito do orifício funcional, com fusão comissural e restrição subvalvar associada.

Artigo de Revisão

mitral reumática grave com tunelização, evidenciando nas vistas atrial e ventricular as alterações morfológicas típicas dessa etiologia.

Em estudo prospectivo envolvendo 105 pacientes com estenose mitral grave, demonstrou-se que, apesar da menor resolução de imagem da ETT-3D em relação à ecocardiografia transesofágica 3D, ambas as técnicas exibem excelente concordância (correlação significativa; viés médio $< 0,01 \text{ cm}^2$), confirmando a confiabilidade da ETT-3D para quantificação da área valvar.⁵

Embora o papel da ETT-3D seja relevante e possa fornecer dados confiáveis, especialmente em janelas acústicas favoráveis, a etapa transesofágica permanece indispensável para avaliação detalhada. É nessa fase que se aplicam de forma sistemática os parâmetros de aquisição e otimização discutidos a seguir.

Parâmetros de Avaliação e Otimização da Imagem

Planimetria 3D

A planimetria 3D é atualmente considerada o método mais preciso para determinação da área valvar mitral na estenose mitral, por reduzir erros relacionados ao corte oblíquo e à dependência de janelas acústicas que limitam a planimetria 2D. Utilizando reconstruções multiplanares e visualização *en face* no modo 3D transesofágico, é possível identificar com precisão o menor orifício na diástole, mesmo em anatomias complexas, com calcificação ou fusão comissural assimétrica.^{2,3}

Além de maior acurácia na mensuração da área valvar, a planimetria 3D tem se mostrado relevante na estratificação prognóstica. Em estudo comparativo, o método forneceu áreas valvares consistentemente menores que o PHT e a planimetria 2D, reclassificando a gravidade da estenose mitral em quase 20% dos casos.⁶ Mais importante, apenas as classificações de estenose grave obtidas pelo 3D foram significativamente associadas a desfechos clínicos, como necessidade de valvotomia, cirurgia valvar ou hospitalização por insuficiência cardíaca, além de apresentar melhor correlação com marcadores hemodinâmicos, como pressão sistólica ventricular direita e volume atrial esquerdo.^{7,8} Esses achados reforçam o valor do 3D não apenas na avaliação anatômica, mas também na identificação dos pacientes com maior risco de eventos clínicos.⁶

A Figura 2 ilustra um exemplo de planimetria 3D obtida por ecocardiografia transesofágica 3D, destacando a reconstrução multiplanar e a visualização *en face* para posicionamento preciso do plano no menor orifício funcional durante a diástole. Foi utilizada a ferramenta FlexiSlice® (GE Healthcare) para o alinhamento preciso dos planos e otimização da visualização.

Comparação com PHT e Planimetria 2D

Quando comparada aos métodos tradicionais, a planimetria 3D apresenta menor variabilidade interobservador e evita vieses associados à metodologia do PHT e à planimetria 2D.^{2,4} Enquanto o PHT sofre influência direta da complacência atrial

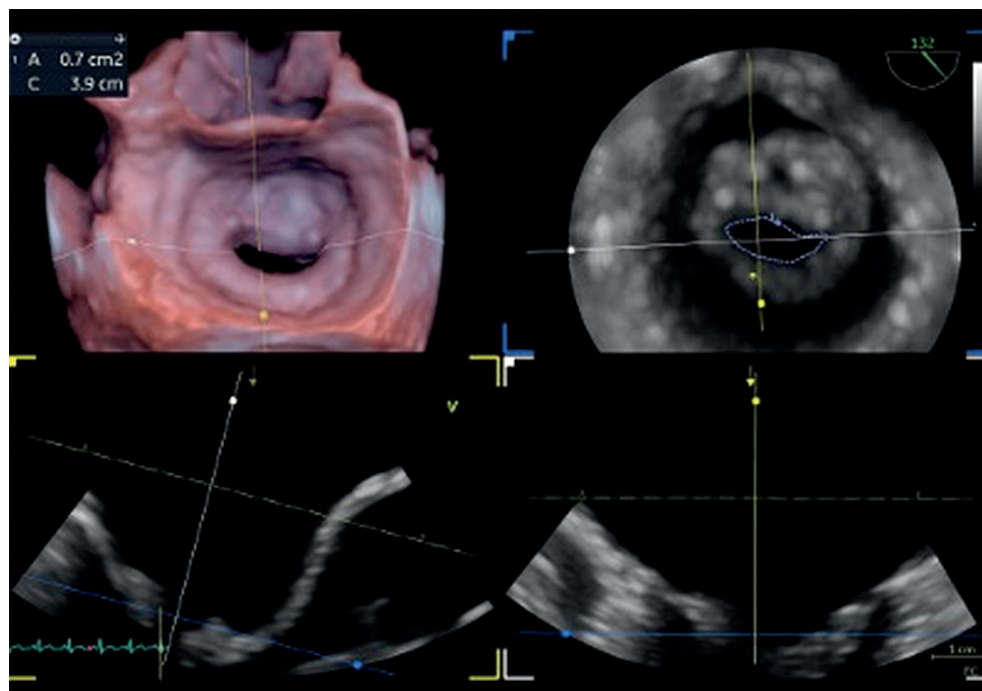


Figura 2 – Reconstrução multiplanar por ecocardiografia transesofágica tridimensional em estenose mitral, permitindo posicionar precisamente o plano na porção mais estreita do orifício valvar durante a diástole, facilitando mensuração anatômica confiável da área funcional.

e ventricular, da presença de regurgitações associadas e de condições hemodinâmicas transitórias, comprometendo a acurácia da estimativa da área valvar, a planimetria 2D pode superestimar ou subestimar a gravidade da estenose quando há cortes não ortogonais ou sombreamento acústico.^{2,3} Assim, a integração da planimetria 3D ao fluxo diagnóstico tem impacto clínico relevante, permitindo estratificação mais acurada da gravidade da doença e auxiliando na seleção e no planejamento de intervenções, como valvotomia percutânea ou cirurgia.²⁻⁴

Alinhamento Multiplanar na Aquisição Volumétrica

Antes da captura do volume 3D, seja no modo zoom ou *full-volume*, a utilização do modo multiplanar 2D é fundamental para alinhar corretamente os eixos ortogonais ao plano valvar mitral. Esse alinhamento durante a fase de aquisição é especialmente importante em casos de estenose mitral, onde a anatomia frequentemente é assimétrica e a mínima área funcional pode não coincidir com o plano anatômico padrão. Ao ajustar os planos lateral-medial e ântero-posterior sobre as extremidades dos folhetos, garante-se o registro do plano de máxima abertura diastólica, reduzindo erros e facilitando o pós-processamento.

Para valvas reumáticas, recomenda-se alinhar o plano coronal entre as comissuras (ântero-lateral e pósterio-medial), respeitando eventuais assimetrias. A verificação do plano axial (transversal) deve ser feita para assegurar centralização do orifício funcional e evitar cortes tangenciais. Quando há calcificação assimétrica ou distorção anatômica, pequenos ajustes na inclinação da sonda podem reposicionar o feixe de forma mais favorável. A presença de ritmo irregular, como na fibrilação atrial, justifica a preferência pelo modo 3D zoom com aquisição em batimento único, evitando artefatos de costura (*stitch artifacts*) comuns em volumes compostos (*full-volume*).

Durante a aquisição com 3D zoom, é importante manter um *frame rate* razoável, idealmente acima de 20 volumes por segundo (VPS) para preservar a nitidez temporal. Modos de captura em batimento único podem atingir até 25 VPS, melhorando a definição em pacientes com ritmo irregular, enquanto múltiplos batimentos podem elevar o *frame rate* para valores ainda mais altos (como 80 VPS), mas exigem ritmo regular e trazem risco de artefatos. Taxas muito baixas podem dificultar a identificação do menor diâmetro funcional, especialmente em anatomias complexas.

A adoção sistemática dessas estratégias durante a aquisição proporciona volumes mais representativos da anatomia funcional, reduz a necessidade de correções extensas no pós-processamento e aumenta a acurácia da mensuração da área valvar por planimetria 3D.

Pós-processamento e Otimização de Imagens 3D

A obtenção de imagens 3D de alta qualidade para avaliação da estenose mitral depende diretamente de ajustes adequados de ganho, brilho e compressão durante a aquisição e no pós-processamento. O ganho deve ser ajustado de forma a realçar a ecogenicidade dos folhetos e comissuras sem saturar a

imagem ou introduzir artefatos. Um ganho excessivo amplifica ecos de baixa intensidade e pode gerar sombras artificiais, enquanto um ganho insuficiente compromete a visualização das bordas valvares e do orifício valvar. O equilíbrio adequado garante que os limites anatômicos sejam nítidos, facilitando a reconstrução multiplanar e a planimetria 3D.⁴

O brilho e a compressão (ajuste de contraste) também exercem papel fundamental. Na análise da estenose mitral, recomenda-se compressão de baixa a média intensidade, preservando o contraste necessário para diferenciar com clareza as bordas do orifício funcional e das comissuras, sem saturar áreas ecogênicas. Compressões muito altas reduzem o intervalo de tons de cinza e podem mascarar calcificações finas ou fusões parciais; compressões muito baixas aumentam excessivamente o intervalo dinâmico, resultando em menor definição das margens. O ajuste deve ser realizado de forma progressiva durante o pós-processamento, verificando, em reconstruções multiplanares, a nitidez e a continuidade anatômica antes da planimetria, de modo a realçar o aparato valvar sem distorcer a morfologia.⁴

Outro recurso disponível é a suavização (*smoothing*), que atua reduzindo a granulação da superfície reconstruída. Embora útil para gerar uma aparência mais homogênea da valva e facilitar a análise visual, o uso excessivo dessa ferramenta pode distorcer superfícies irregulares e atenuar a percepção de estruturas críticas, como calcificações pontuais ou áreas de fusão. Em estenose mitral, o *smoothing* deve ser aplicado de forma criteriosa, apenas para melhorar a uniformidade da imagem sem comprometer a acurácia anatômica. Da mesma forma, uma imagem 2D bem otimizada antes da captura do volume é indispensável, pois eventuais artefatos originados na aquisição se propagam para o conjunto de dados 3D, comprometendo a análise multiplanar e a mensuração da área valvar posteriormente.^{7,8}

O ajuste de Gamma também pode ser utilizado para equilibrar a distribuição dos tons de cinza na imagem 3D. Valores mais baixos aumentam o contraste nas áreas mais escuras, realçando bordas e calcificações finas, enquanto valores mais altos facilitam a visualização de estruturas pouco ecogênicas. O ajuste deve ser feito de forma moderada para evitar perda de detalhes ou distorção da percepção anatômica.

Na análise 3D da estenose mitral, recursos como o Clarity podem ser empregados para realçar bordas e reduzir ruídos, melhorando a definição do contorno valvar e facilitando a planimetria, sobretudo em anatomias complexas ou com calcificação. O ajuste deve ser moderado para evitar artefatos ou realces artificiais. De forma complementar e opcional, o HD Live pode ser utilizado para renderização volumétrica com simulação de iluminação, alterando a percepção de profundidade e o realismo 3D. Embora esse recurso não influencie diretamente a acurácia da mensuração, pode auxiliar na compreensão espacial e na comunicação visual de achados anatômicos.

Correção de Artefatos e Ruídos

A obtenção de imagens 3D de alta qualidade para avaliação da estenose mitral depende de ajustes adequados não apenas de ganho, brilho e compressão como citado anteriormente,

Artigo de Revisão

mas também de estratégias para reduzir artefatos e ruídos que podem comprometer a mensuração da área valvar. Um desafio frequente é a sombra acústica provocada por calcificações extensas, que gera perda de definição nos folhetos e na região subvalvar. Para atenuá-la, recomenda-se:

- Reduzir levemente o ganho e ajustar a compressão para realçar bordas valvares sem saturar áreas calcificadas.
- Experimentar pequenas mudanças de ângulo da sonda, buscando janelas com menor interferência acústica.
- Em casos persistentes, usar o modo 3D zoom com foco restrito na valva, minimizando a necessidade de reconstruções extensas e áreas afetadas pela sombra.

Outro ponto é o ruído granular do volume (*speckle noise*), que pode dificultar a identificação precisa do contorno da valva. Filtros de supressão de ruído ou suavização (*smoothing*) podem ser aplicados, desde que com moderação, pois o uso excessivo tende a distorcer a geometria real, principalmente em áreas com calcificação ou fusão comissural.

Artefatos de movimento, como os *stitch artifacts*, em aquisições *full-volume*, são comuns em pacientes com fibrilação atrial ou taquicardia. Nestes casos, o uso de volumes menores ou aquisição em *single beat* é preferível para evitar a perda de continuidade anatômica, ainda que com menor resolução espacial.

A aplicação criteriosa dessas técnicas, associada ao alinhamento adequado dos planos ortogonais e ao uso racional das ferramentas de rotação e corte, é fundamental para garantir que o conjunto de dados final represente fielmente a anatomia, permitindo planimetrias confiáveis e reproduzíveis.

Por fim, é importante lembrar que toda análise 3D depende da qualidade da imagem 2D original. Artefatos adquiridos na base 2D se propagam para o volume reconstruído, impactando a acurácia da planimetria. Uma aquisição estável, bem centralizada e livre de distorções é o primeiro passo para um pós-processamento eficaz.

Funções de Rotação e Corte (*crop*) no Pós-processamento

Durante a análise 3D na estenose mitral, a manipulação do volume com as funções de rotação e corte (*crop*) é utilizada para otimizar a visualização do orifício valvar e do aparato mitral. A rotação do bloco volumétrico em eixos ortogonais permite alinhar precisamente o plano de visão com as pontas dos folhetos, facilitando a obtenção de uma visão *en face* da abertura valvar na diástole. Essa etapa é particularmente importante em anatomias complexas, onde fusões comissurais assimétricas ou calcificações podem distorcer a orientação padrão, dificultando a mensuração da área funcional.^{6,8}

O recurso de corte (*crop*) possibilita remover porções do volume 3D que não contribuem para a análise, como cavidades adjacentes ou porções redundantes do átrio esquerdo, permitindo focar exclusivamente na valva mitral e no seu orifício. Esse processo de limpeza melhora a clareza da imagem e a definição das estruturas, além de facilitar a reconstrução multiplanar e a planimetria.⁴ A utilização criteriosa da função *crop* também reduz artefatos e evita sobreposição de estruturas, especialmente em casos com

dilatação atrial importante ou múltiplos planos de fluxo que podem interferir na interpretação.⁸

A combinação dessas técnicas, aliada aos ajustes de ganho, brilho, compressão e suavização previamente aplicados, resulta em uma reconstrução mais estável e fiel à anatomia real. Dessa forma, o uso sistemático das ferramentas de rotação e corte não apenas melhora a qualidade visual, mas também aumenta a acurácia da mensuração da área valvar e da caracterização anatômica, contribuindo para uma análise diagnóstica mais confiável em estenose valvar mitral.

A aplicação sistemática de estratégias adequadas de aquisição, associada a técnicas de otimização de imagem no pós-processamento e à manipulação criteriosa do volume com ferramentas como rotação e *crop*, eleva a qualidade da reconstrução 3D e a confiabilidade diagnóstica na estenose mitral. A Tabela 1 resume as principais recomendações para redução de artefatos e obtenção de mensurações precisas. Com a etapa técnica otimizada, é possível avançar para a avaliação individualizada da estenose mitral segundo sua etiologia.

Avaliação Individualizada Conforme a Etiologia

Estenose Mitrал – Etiologia Reumática

A estenose mitral de etiologia reumática caracteriza-se por fusão comissural, espessamento dos folhetos que se inicia nas extremidades e se estende em direção à base, e fusão do aparato subvalvar, resultando em orifício em formato de “boca de peixe” e domo diastólico do folheto anterior^{2,8} (Figura 3). A avaliação ecocardiográfica deve documentar não apenas a extensão da fusão comissural, mas também a presença e a distribuição do cálcio nas comissuras, parâmetros fundamentais para determinar a viabilidade e a segurança da valvotomia percutânea com balão (VPB).^{8,9} O comprometimento comissural assimétrico ou a presença de calcificação extensa nas comissuras estão associados a menor

Tabela 1 – Estratégias práticas para minimizar artefatos na aquisição e pós-processamento de volumes 3D na avaliação da estenose mitral

Reduza o ganho e ajuste o contraste em regiões com calcificação para evitar saturação e sombra acústica.

Ajuste o ângulo da sonda discretamente, se houver perda de definição por sombra acústica.

Prefira o modo 3D zoom quando o *full-volume* gerar artefatos, principalmente em ritmo irregular.

Utilize a suavização (*smoothing*) com moderação, apenas para homogeneizar a imagem sem perder definição anatômica.

Em fibrilação atrial, evite a aquisição em *multi-beat*; utilize preferencialmente o modo *single-beat* com volumes reduzidos.

Garanta uma boa imagem 2D antes de capturar o volume, pois artefatos iniciais comprometem toda a reconstrução.

2D: bidimensional; 3D: tridimensional.

sucesso hemodinâmico da VPB e maior risco de regurgitação mitral significativa pós-procedimento^{6,8} (Figura 4).

Estudos recentes mostram que escores 3D, como o de Anwar, capturam melhor a severidade da calcificação comissural e do comprometimento subvalvar, elementos diretamente relacionados à ocorrência de resultados subótimos, como área valvar final < 1,5 cm² ou regurgitação mitral significativa pós-procedimento.¹⁰ No estudo de Farrag et al., o 3D-Anwar score apresentou superioridade ao Wilkins tradicional (2D) na predição de desfechos adversos, com correlação negativa mais robusta entre o escore e a área valvar obtida.⁹ A avaliação 3D das comissuras, portanto, não apenas aprimora a acurácia da planimetria e a caracterização anatômica, mas também fornece parâmetros prognósticos fundamentais para a seleção de candidatos e o planejamento de intervenções percutâneas, reduzindo o risco de complicações como regurgitação mitral residual (Figura 5).

Estenose Mitral – Etiologia Degenerativa

A estenose mitral de etiologia degenerativa ocorre predominantemente em idosos e resulta da calcificação progressiva do anel mitral, com extensão frequente para a base dos folhetos. Essa configuração leva à formação de um orifício tubular ou em túnel, geralmente sem fusão comissural significativa, e costuma gerar gradientes transmitrais mais baixos para uma mesma área valvar, quando comparada à forma reumática.^{11,12} Essas particularidades anatômicas tornam a avaliação convencional por ecocardiografia 2D desafiadora, uma vez que a presença de cálcio extenso frequentemente produz sombreamento acústico, dificultando ou inviabilizando a planimetria 2D precisa.¹¹

Nesse cenário, a ecocardiografia 3D desempenha papel importante também na etiologia degenerativa calcífica, pois

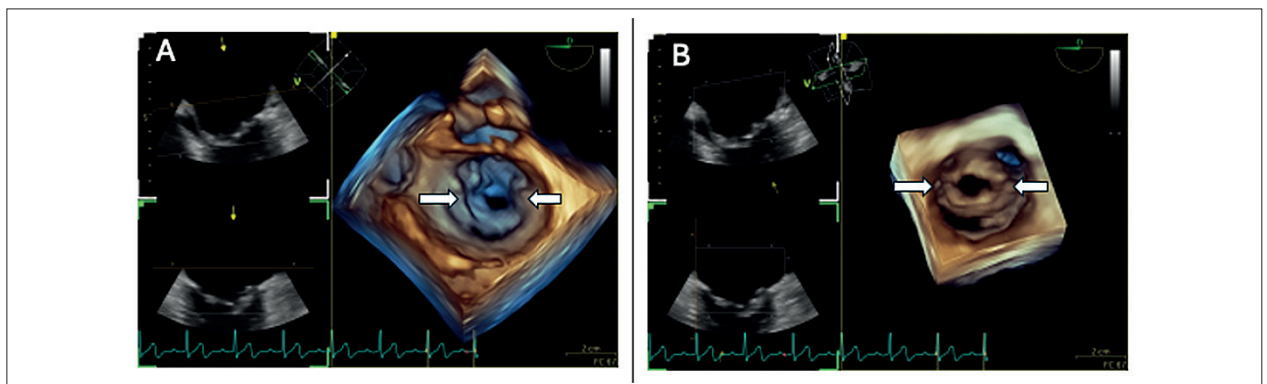


Figura 3 – Imagens tridimensionais obtidas por ecocardiografia transesofágica demonstrando fusão comissural, característica da estenose mitral reumática. Vista atrial (A) e vista ventricular (B).

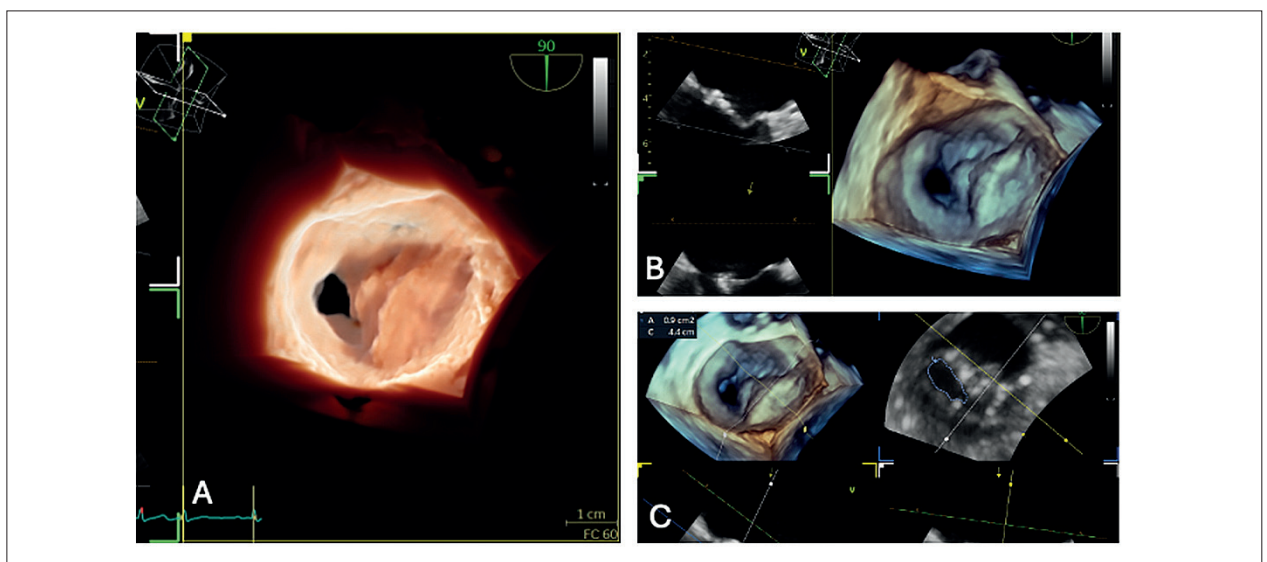


Figura 4 – Imagens obtidas por ecocardiografia transesofágica tridimensional evidenciando fusões comissurais parciais e calcificação assimétrica em estenose mitral reumática. (A) Recurso de transluminescência, ressaltando a calcificação extensa e a fusão assimétrica da comissura pósteromedial. (B) Visão em face tridimensional da valva mitral, destacando a fusão e a distribuição assimétrica do cálcio entre as comissuras. (C) Planimetria tridimensional transesofágica com estenose grave.

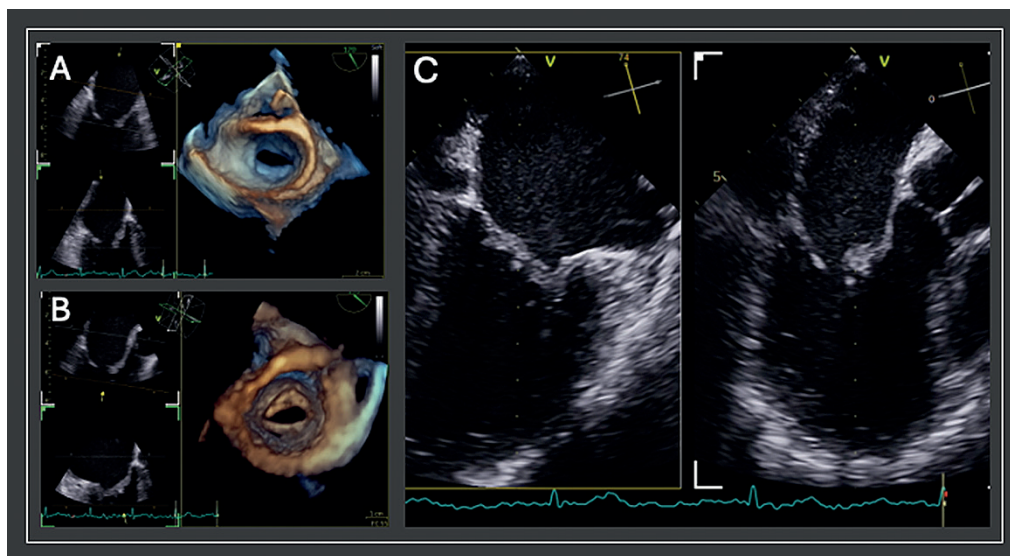


Figura 5 – Imagem obtida através de ecocardiografia transesofágica tridimensional, representando uma valva mitral com anatomia reumática favorável para valvotomia percutânea com balão. (A) Vista em face tridimensional atrial evidenciando fusão comissural simétrica, com área valvar reduzida. (B) Vista em face tridimensional ventricular, com típica restrição de mobilidade posterior e ausência de calcificação subvalvar significativa. (C) Reconstrução multiplanar (Multi-D) integrando cortes ortogonais para avaliação complementar da valva mitral.

permite reconstruções multiplanares e visualização *en face* do orifício valvar, superando limitações impostas pelas sombras acústicas e fornecendo mensurações mais reprodutíveis e precisas da área valvar mitral.^{1,2}

Além da mensuração precisa da área valvar, a ecocardiografia 3D permite caracterizar a distribuição e a extensão da calcificação, detalhando o envolvimento anular e a penetração do cálcio na base dos folhetos.^{11,12} Essa análise é particularmente relevante porque a geometria tubular, típica dessa etiologia, tende a gerar gradientes menores para uma mesma área valvar, podendo mascarar a gravidade da obstrução quando apenas parâmetros hemodinâmicos são considerados.¹¹ O uso do 3D ajuda a diferenciar entre gradientes baixos por fluxo reduzido e aqueles relacionados à anatomia valvar, evitando subdiagnóstico da estenose significativa.¹⁰ Nos casos com calcificação extensa ou deformidade anatômica complexa, a integração da avaliação 3D com tomografia computadorizada tem sido recomendada para complementar a definição anatômica e guiar o planejamento terapêutico.¹²

Um resumo comparativo das principais características anatômicas com implicações terapêuticas das formas reumática e degenerativa de estenose mitral encontra-se esquematizado na Figura Central.

Conclusão

A planimetria 3D é atualmente o método mais confiável para estimar a área da valva mitral, sobretudo em cenários com anatomia complexa, fusão comissural assimétrica ou calcificação extensa. Embora a ecocardiografia 2D siga

desempenhando papel central na avaliação inicial, a utilização sistemática do 3D deve ser recomendada tanto na fase pré-procedimento quanto no seguimento de pacientes com estenose mitral significativa, contribuindo para maior precisão diagnóstica e melhor orientação terapêutica.

Contribuição dos autores

Concepção e desenho da pesquisa: Costa A; Obtenção de dados: Costa A, Sales MAM. Análise e interpretação dos dados: Carvalho MVSF; Redação do manuscrito: Costa A, Sales MAM, Carvalho MVSF; Revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Costa A.

Potencial conflito de interesse

Declaro não haver conflito de interesses pertinentes.

Fontes de financiamento

O presente estudo não teve fontes de financiamento externas.

Vinculação acadêmica

Não há vinculação deste estudo a programas de pós-graduação.

Aprovação ética e consentimento informado

Este artigo não contém estudos com humanos ou animais realizados por nenhum dos autores.

Uso de Inteligência Artificial

Os autores não utilizaram ferramentas de inteligência artificial no desenvolvimento deste trabalho.

Disponibilidade de Dados

Os conteúdos subjacentes ao texto da pesquisa estão contidos no manuscrito.

Referências

1. Coisne A, Lancellotti P, Habib G, Garbi M, Dahl JS, Barbanti M, et al. ACC/AHA and ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Diseases: JACC Guideline Comparison. *J Am Coll Cardiol*. 2023;82(8):721-34. doi: 10.1016/j.jacc.2023.05.061.
2. Silbiger JJ. Advances in Rheumatic Mitral Stenosis: Echocardiographic, Pathophysiologic, and Hemodynamic Considerations. *J Am Soc Echocardiogr*. 2021;34(7):709-22.e1. doi: 10.1016/j.echo.2021.02.015.
3. Vahanian A, Beyersdorf F, Praz F, Milojevic M, Baldus S, Bauersachs J, et al. 2021 ESC/EACTS Guidelines for the Management of Valvular Heart Disease. *Eur Heart J*. 2022;43(7):561-632. doi: 10.1093/eurheartj/ehab395.
4. Lang RM, Badano LP, Tsang W, Adams DH, Agricola E, Buck T, et al. EAE/ASE Recommendations for Image Acquisition and Display Using Three-Dimensional Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2012;25(1):3-46. doi: 10.1016/j.echo.2011.11.010.
5. Fard MS, Rezaeian N, Pourafkari L, Erami S, Nader ND. Level of Agreement in Three-Dimensional Planimetric Measurement of Mitral Valve Area between Transthoracic and Transesophageal Echocardiography. *Echocardiography*. 2019;36(8):1501-8. doi: 10.1111/echo.14431.
6. Bleakley C, Eskandari M, Aldalati O, Moschonas K, Huang M, Whittaker A, et al. Impact of 3D Echocardiography on Grading of Mitral Stenosis and Prediction of Clinical Events. *Echo Res Pract*. 2018;5(4):105-11. doi: 10.1530/ERP-18-0031.
7. Vegas A. Three-Dimensional Transesophageal Echocardiography: Principles and Clinical Applications. *Ann Card Anaesth*. 2016;19(Suppl 1):S35-S43. doi: 10.4103/0971-9784.192622.
8. Faletra FF, Agricola E, Flachskampf FA, Hahn R, Pepi M, Marsan NA, et al. Three-Dimensional Transoesophageal Echocardiography: How to Use and When to Use-a Clinical Consensus Statement from the European Association of Cardiovascular Imaging of the European Society of Cardiology. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2023;24(8):e119-97. doi: 10.1093/ehjci/jead090.
9. Wunderlich NC, Beigel R, Siegel RJ. Management of Mitral Stenosis Using 2D and 3D Echo-Doppler Imaging. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2013;6(11):1191-205. doi: 10.1016/j.jcmg.2013.07.008.
10. Farrag HMA, Setouhi AM, El-Mokadem MO, El-Swasany MA, Mahmoud KS, Mahmoud HB, et al. Additive Value of 3D-Echo in Prediction of Immediate Outcome after Percutaneous Balloon Mitral Valvuloplasty. *Egypt Heart J*. 2019;71(1):19. doi: 10.1186/s43044-019-0019-x.
11. Ruiz JMM, Gómez JLZ. The Role of 2D and 3D Echo in Mitral Stenosis. *J Cardiovasc Dev Dis*. 2021;8(12):171. doi: 10.3390/jcdd8120171.
12. Kato N, Watanabe H, Pellikka PA, Guerrero M. Clinical Challenges in Calcific Mitral Stenosis from Diagnosis to Management. *J Cardiol*. 2025;S0914-5087(25)00167-4. doi: 10.1016/j.jjcc.2025.06.014.



Este é um artigo de acesso aberto distribuído sob os termos da licença de atribuição pelo Creative Commons