

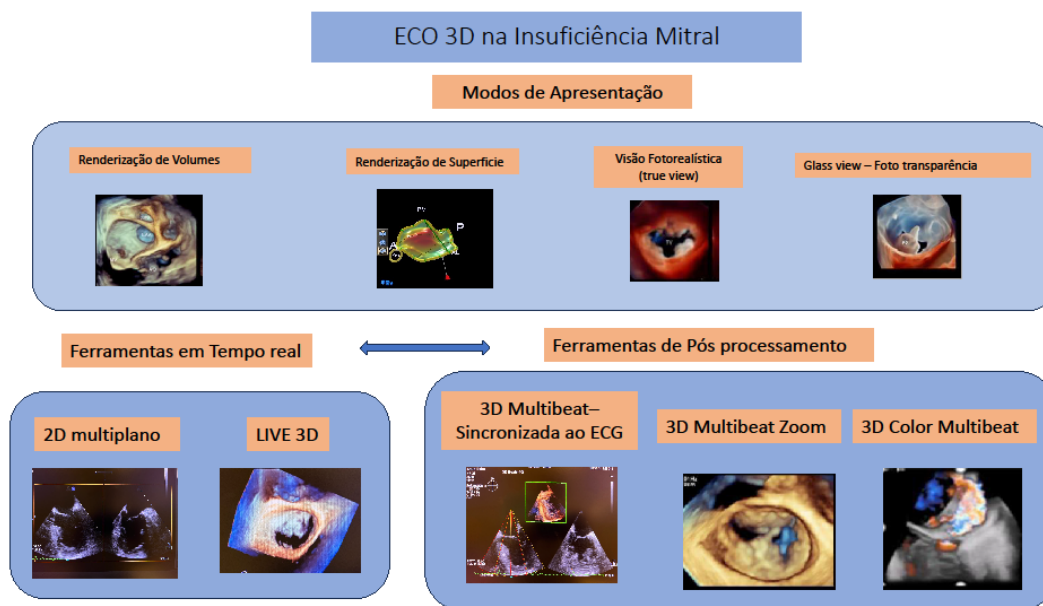
Como Eu Faço Ecocardiograma Tridimensional na Insuficiência Mitral: Como e Quando

My Approach to 3D Echocardiography in Mitral Valve Insufficiency: How and When

Fábio Cañellas¹ 

Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre,¹ Porto Alegre, RS – Brasil

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



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2024;37(1):e20230105

Resumo

O Ecocardiograma Tridimensional (3D) é uma ferramenta indispensável em todas as etapas da valvulopatia mitral, desde o seu diagnóstico até o momento do tratamento, tendo papel fundamental principalmente na decisão por plastia cirúrgica ou correção percutânea. Neste artigo, procuramos apresentar

conceitos básicos muito importantes no uso da técnica, desde a obtenção da imagem bidimensional (2D), passando pelas principais ferramentas de obtenção de imagens 3D, até as novas soluções trazidas pelos fabricantes para apresentação das imagens e *softwares* de pós-processamento. Esse conhecimento é fundamental e contribui para a desmistificação do Eco 3D, muitas vezes rotulado como de difícil execução e ainda pouco incorporado em nossa prática clínica.

Palavras-chave

Ecocardiografia Tridimensional; Insuficiência da Valva Mitral; Diagnóstico

Correspondência: Fábio Cañellas •

Irmandade da Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre, Praça Anes Dias, S/N. CEP: 90020-090. Porto Alegre, RS – Brasil

E-mail: canellasecocardio@gmail.com

Artigo recebido em 16/11/2023; revisado em 01/12/2023; aceito em 01/12/2023

Editor responsável pela revisão: Daniela do Carmo Rassi Frota

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20230105>

Introdução

A regurgitação mitral é a valvulopatia mais comum em países desenvolvidos, representando 2 a 3% da população.¹ Quando se trata de correção da insuficiência mitral, seja ela cirúrgica ou percutânea, o Ecocardiograma Tridimensional (3D) é o método de escolha, seja para confirmar o grau de refluxo, seja para confirmar a possibilidade do tratamento preferencial de plastia ou, em casos em que o procedimento percutâneo é o indicado, para avaliar a

viabilidade do procedimento e auxiliar a equipe durante o transoperatório.

Isso ocorre porque o método 3D transesofágico permite uma angulação perpendicular entre o feixe piramidal emitido e os folhetos da mitral, uma proximidade ideal, permitindo o uso de alta frequência, melhor resolução temporal e espacial, além de permitir a visualização de todo o aparato valvular de vários ângulos e perspectivas.

Entretanto, o ecocardiograma 3D não é um ato mágico. Não basta somente apertar o botão 3D e capturar a imagem. O segredo da imagem 3D está sempre numa excelente captura da imagem bidimensional (2D). Não existe exame 3D de qualidade sem uma boa janela ecocardiográfica 2D. Além disso, os ajustes feitos caso a caso são muito importantes para a obtenção de excelentes imagens e blocos de dados tridimensionais que possam ser devidamente manipulados *off-line*, como imagens de tomografia computadorizada e ressonância magnética.

Como eu faço

Conhecer os princípios básicos do 3D que influenciam a obtenção de imagens é fundamental, principalmente em valvulopatias onde as velocidades do fluxo regurgitante são bastante elevadas.

Felizmente, os avanços e a miniaturização eletrônica permitiram que as sondas transesofágicas modernas possuam cerca de 2,500 cristais piezoelétricos que podem ser ativados simultaneamente para a obtenção de imagens. Essa quantidade expressiva de cristais permite que o transdutor emita um feixe largo e receba múltiplos feixes menores que formarão os volumes recebidos.² Obviamente, quanto maior o número de feixes recebidos, maior a chance de deterioração na qualidade da imagem (*signal to noise*), ou de queda de resolução temporal com surgimento de *stitches*.

Portanto, a imagem 2D deve sempre ser otimizada primariamente. Uma imagem 2D ruim gera uma péssima

respectiva 3D. Normalmente estabelecemos um ganho intermediário, em até 60, com uma compressão intermediária.

Via de regra, tentamos otimizar a imagem 2D e em seguida ativamos o modo multiplano 2D, onde o sistema recebe o comando para ativar duas ou três linhas de cristais ortogonais, que apesar de não apresentarem imagem 3D, geram a visualização simultânea de dois planos ortogonais. Inicialmente utilizamos a imagem em 0°, posicionando a linha de rotação, sob a qual faremos os demais cortes ortogonais ao nível do folheto mitral anterior (Figura 1) (Vídeo 1). Podemos, a seguir, ativar o Doppler colorido, que pode nos dar uma perspectiva de extensão de um eventual jato regurgitante.

A ampla e rápida mobilidade dos folhetos da válvula mitral, muitas vezes associada à presença de estruturas de mobilidade ainda maior, como vegetações, requerem o uso de uma técnica de 3D que tenha alta resolução espacial e temporal.

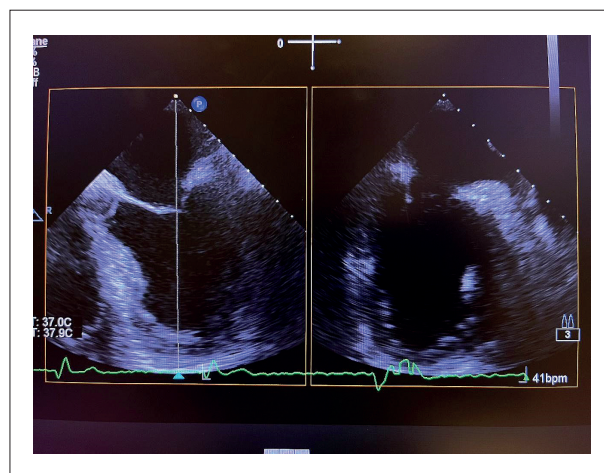
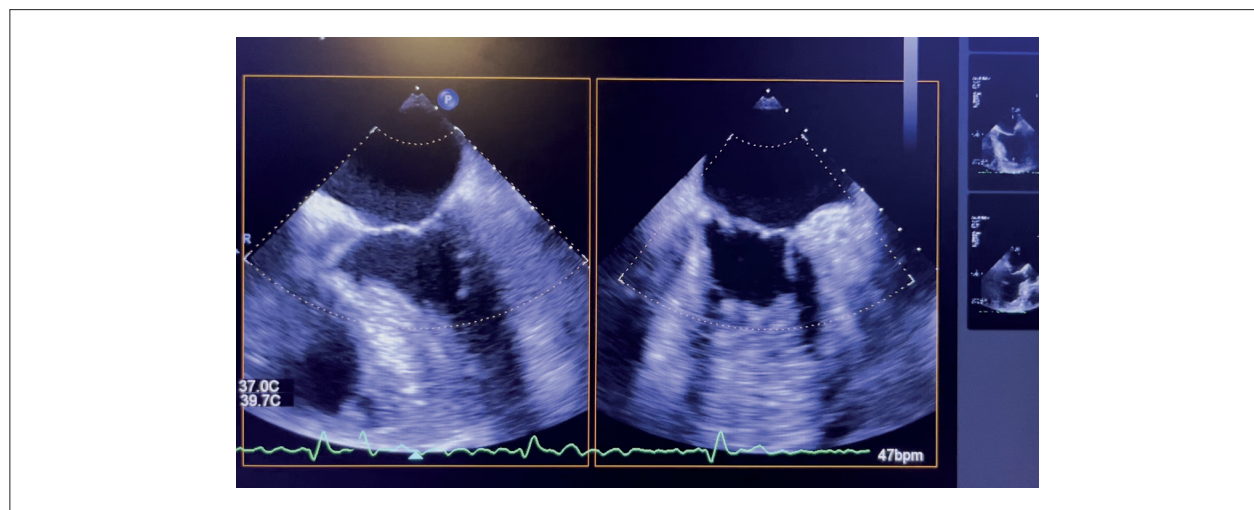


Figura 1 – Ativação do modo 2D Multiplano, com o display mostrando, simultaneamente, 2 planos ortogonais de quatro e duas câmaras. A imagem pode ser girada sobre o eixo da linha do cursor.



Vídeo 1 – Modo multiplano 2D ativado, mostrando simultaneamente dois planos ortogonais. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video1_1.mp4

Artigo de Revisão

Inicialmente ativamos, através de um botão dedicado (normalmente identificado no *display* como tecla 3D), a modalidade de análise em tempo real, batimento a batimento — *Real Time Single Beat* ou *Live 3D* —, capturando um volume que englobe todo o aparato mitral, o apêndice atrial e a válvula aórtica, normalmente a partir de um corte 2D de 120°. Uma vez ativado o 3D, obteremos uma visualização que denominamos *In face*, similar à visão do cirurgião, com a válvula aórtica em 12 horas no *display*, o apêndice em 9h e o septo interatrial em 15h (Vídeo 2A). Com esse módulo ativado, é possível mover o bloco piramidal 3D contendo a válvula mitral em várias direções, permitindo uma acurada visualização anatômica. Pode-se também mudar as dimensões da pirâmide volumétrica obtida, melhorando a resolução espacial e temporal. Normalmente o volume adquirido aparece como um bloco piramidal de 30 x 60°, podendo ser ajustado até 90 x 90° (Figura 2). Neste momento, os cortes tangenciais e angulados nos permitem identificar com acurácia prolapsos e *flails*, principalmente.

Essa modalidade nos permite uma excelente resolução espacial, sendo o método preferencial de análise em pacientes com distúrbio de ritmo, principalmente fibrilação atrial, muito comum na insuficiência mitral. É o método usado também no acompanhamento dos procedimentos estruturais, pois não apresenta o artefato de *Stitching* (fragmentação da imagem).

Utilizamos então a aquisição sincronizada ao eletrocardiograma (*ECG-gated*), com aquisição múltipla de batimentos (*multi-beat acquisition*), fundamental para as análises e medidas *offline*.^{4,5}

Esse modo de aquisição requer ritmo regular e colaboração do paciente, com realização de apneia. Se a frequência cardíaca estiver muito alta, um B-bloqueador EV pode ser usado para mantê-la em aproximadamente 80 bpm, otimizando a taxa de volume obtida (*volume rate*).

A pirâmide adquirida é construída a partir da fusão de até seis subvolumes obtidos, o que permite que a imagem final tenha o mesmo *volume rate* e densidade de linhas menores, com a mesma alta resolução temporal e espacial,

permitindo uma excelente imagem para análise posterior (pós-processamento). Entretanto, a desvantagem desse método é que ele não acontece em tempo real, o que dificulta seu uso durante os procedimentos estruturais (Figura 3).

Alternativamente, pode-se optar por usar diretamente a modalidade *ECG-gated 3D Zoom multi-beat*, modalidade que apresenta a maior resolução temporal, com mais de 100 volumes/s e ótima resolução espacial, uma vez que usaremos o zoom para capturar um bloco menor focado apenas na válvula mitral (Vídeo 2B).

Após o uso das modalidades acima para análise morfológica da válvula, normalmente iniciamos a avaliação do jato regurgitante mitral e sua relação com os folhetos. Para isso utilizamos a modalidade *3D color Doppler*, tanto *multi-beat* quanto *single-beat*. Obviamente, se o jato de regurgitação tem base larga, ao logo das comissuras, preferimos o *multi-beat*, que nos proporcionará melhor resolução temporal. Já em jatos de base estreita, na maioria das vezes o *single-beat* é suficiente para avaliação do refluxo e medidas quantitativas (PISA), mesmo com *volume rate* mais baixo (Figura 4) (Vídeo 2C).

Pós-processamento dos volumes obtidos

Todo ecocardiografista que inicia no mundo 3D busca literatura e diretrizes sobre ajustes ideais de ganho, suavização (*smoothing*) e compressão para otimizar imagens 3D, mas esses dados são escassos.⁶

Via de regra, devemos lembrar que quando reduzimos a compressão, estamos na realidade produzindo imagens mais contrastadas, que facilitam a avaliação de estruturas finas ou delicadas.

Ao aumentar a Suavização (*smoothing*), pode-se falsamente tornar uma superfície menos irregular, como na avaliação do Apêndice Atrial Esquerdo (AAE).

Quando aumentamos o Ganho, estamos na verdade aumentando ou amplificando os ecos que retornam ao transdutor, o que pode criar artefatos e ecos estáticos dentro

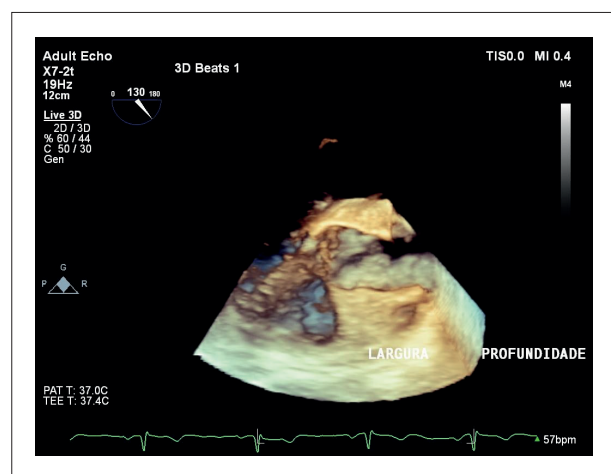
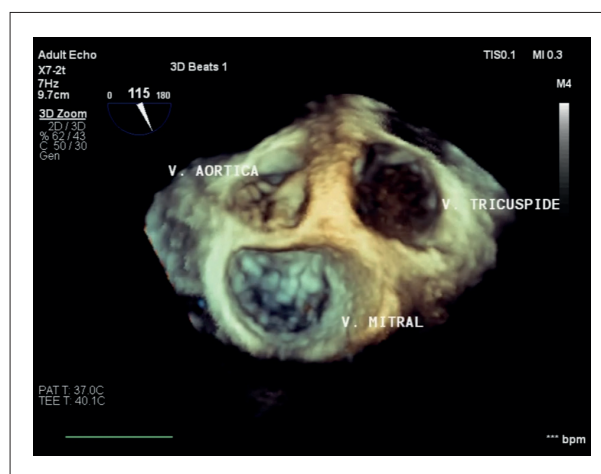


Figura 2 – Modo live 3D zoom, obtido preferencialmente a partir do corte 2D em 120 graus, englobando a válvula aórtica, a via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE) e a válvula mitral. Pode-se ajustar tanto a largura (A), quanto a altura do volume piramidal.



Vídeo 2A – Visão in face da válvula mitral obtida a partir de um corte 2D em 120°. Na obtenção desse volume, deve-se sempre englobar o AAE junto ao volume, além da VSVE e da válvula aórtica. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video2A_1.mp4

da cavidade que são confundidos com contraste espontâneo (Figuras 5A e 5B).

Ao reduzir demais o ganho, corre-se o risco de produzir artefatos tipo *Dropout*, que são a ausência de ecos principalmente nos folhetos da mitral, que podem ser confundidos com *leaks* ou perfurações.

Portanto, o ganho ótimo deve ser buscado caso a caso, dependendo da profundidade, espessura, localização e orientação da estrutura de interesse em relação ao feixe de ultrassom. Na maioria dos casos, consegue-se um ganho ótimo ao reduzir os ecos (ecos estáticos) do interior da cavidade atrial (Figuras 5A e B).

Utilizando as ferramentas de corte dos volumes obtidos (cropping)

Finalizada a captura dos volumes adequados, partimos para a utilização das ferramentas que nos permitirão avaliar a válvula em três dimensões.⁷⁻⁹

Podemos lançar mão da ferramenta de corte, ou *cropping*, inicialmente nos eixos fixos (x,y,z).

Obviamente, os cortes fixos nem sempre nos oferecem imagens ideais e em algumas situações, como *flails* e prolapsos, precisamos usar a ferramenta de corte livre, *free cropping plane*, que nos permite cortes ajustáveis e angulados, revelando imagens não possíveis nos cortes fixos e em 2D (Figuras 6A e B) (Vídeos 3A e 3B).

Outra ferramenta importante é o corte focado, que permite avaliar menores volumes em tempo real, resultando em melhor definição de imagem, muitas vezes eliminando estruturas que não são de interesse (Vídeo 4).

Por fim, em casos de dúvidas quanto à gravidade do refluxo, podemos utilizar o Doppler color associado ao 3D para calcular a área da *vena contracta* e o volume regurgitante. O método foi validado contra os métodos 2D e ressonância magnética, com valor superior a 0,41 cm² apresentando sensibilidade de 97% e especificidade de 82% para diferenciar Insuficiência mitral (IM)

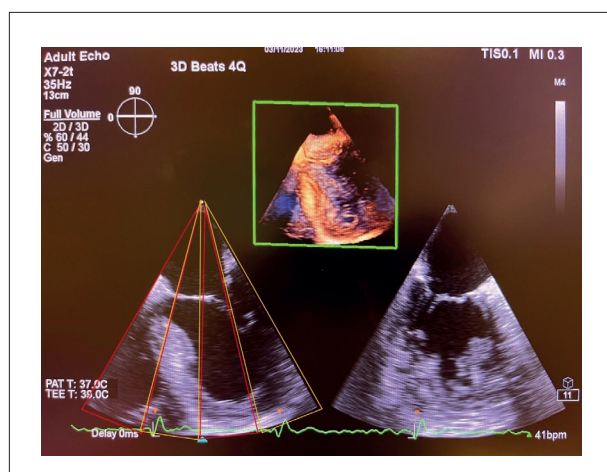
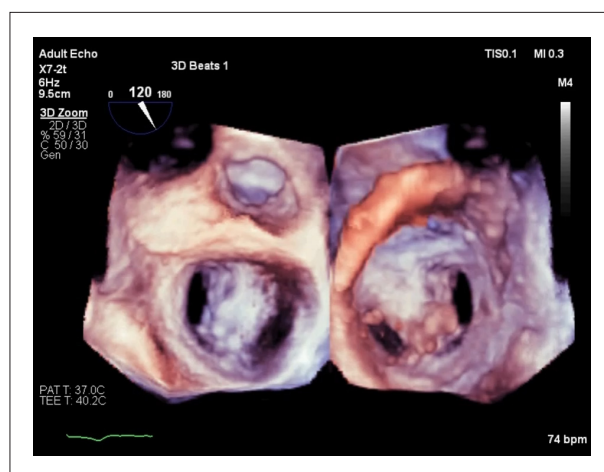


Figura 3 – Full volume de corte em 0°, médio esofágico, com formação da imagem 3D a partir de subvolumes obtidos por captura sincronizada ao eletro, obtendo-se a mesma resolução espacial e temporal dos subvolumes.



Vídeo 2B – Observa-se o resultado de um mitra-clip, procedimento em que a modalidade 3D é fundamental. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video2B_1.mp4

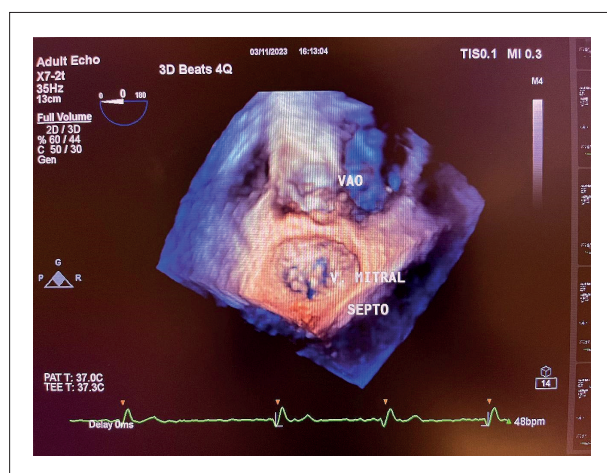


Figura 4 – 3D zoom color multi-beat, modalidade que apresenta excelente resolução temporal do jato de regurgitação mitral ao longo de toda a borda dos folhetos. VAO: válvula aórtica.



Vídeo 2C – O uso de 3D color é fundamental para estudar a relação e extensão do jato de refluxo ao longo dos bordos dos folhetos. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video2C_1.mp4

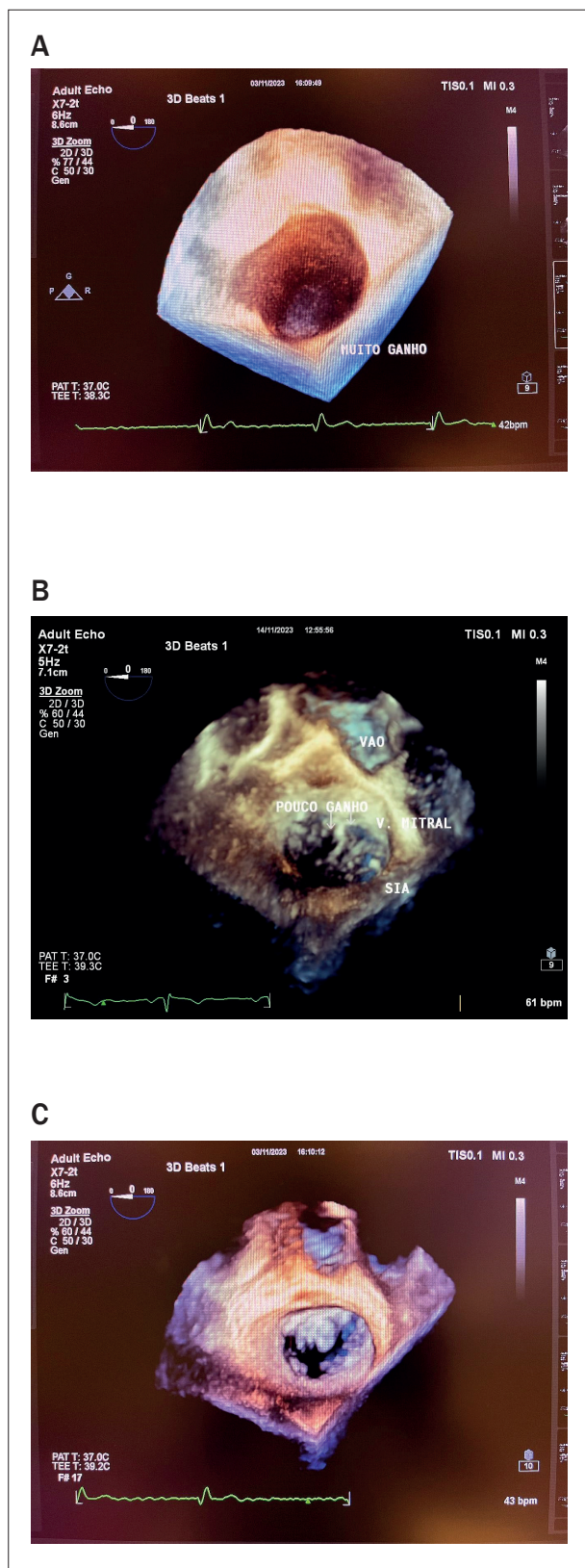


Figura 5 – (A) excesso de ganho na imagem 2D impedindo a visualização da V. mitral no corte in face; (B) pouco ganho com o surgimento de artefatos que simulam perfurações ou leaks nos folhetos e base do AE; (C) ganho ideal.

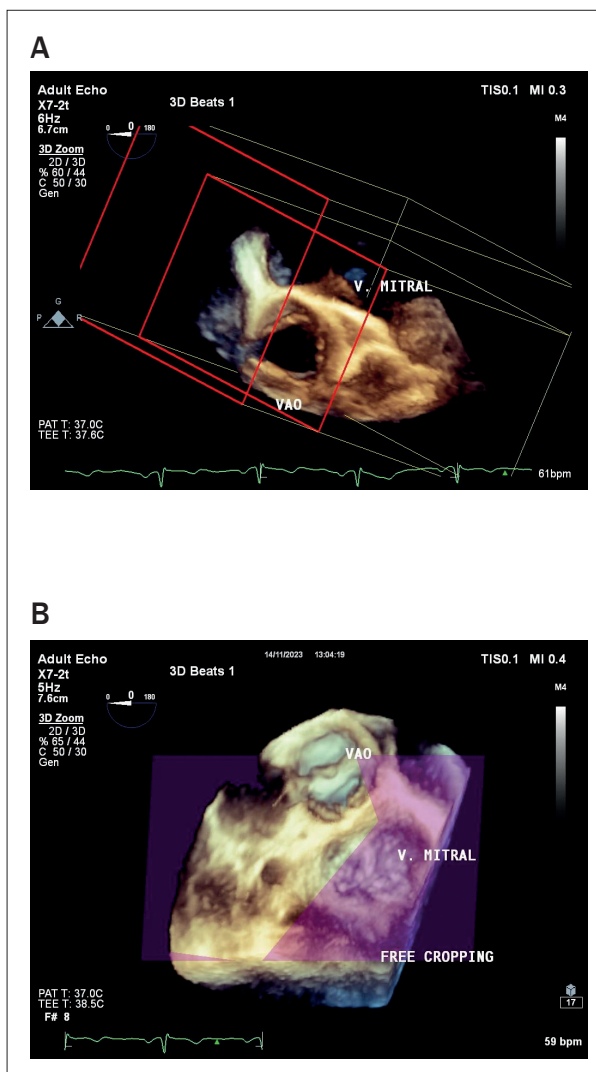


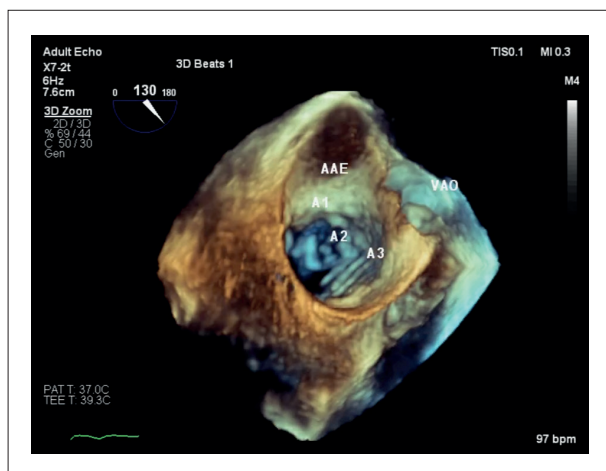
Figura 6 – (A) ativação da ferramenta de corte (cropping) em profundidade para melhor visualização da válvula aórtica; (B) ferramenta de corte livre (free cropping), muito útil para avaliar prolapsos e flails valvulares.

moderada e severa. O box de cor deve ser de menor tamanho possível para permitir o maior *frame rate* possível, devido à alta velocidade do jato regurgitante. O *cropping* deve ser feito ortogonalmente ao plano do jato e a planimetria deve ser feita no local de sua maior velocidade (Vídeo 4) (Figura 7).

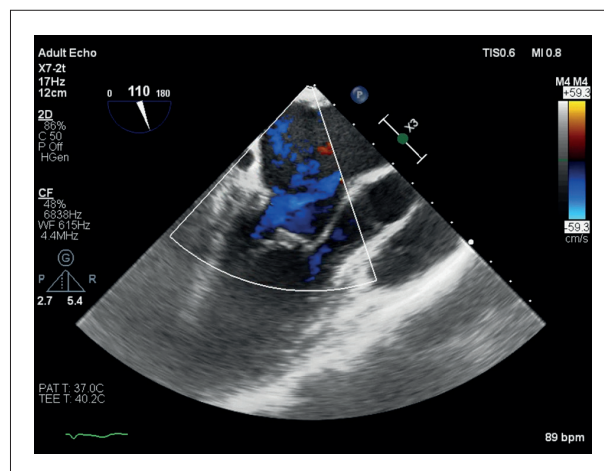
O processo de apresentação/display da imagem 3D

Nos últimos anos, o processo de demonstração e apresentação de imagens na tela do ecógrafo em 3D sofreu profundas transformações.

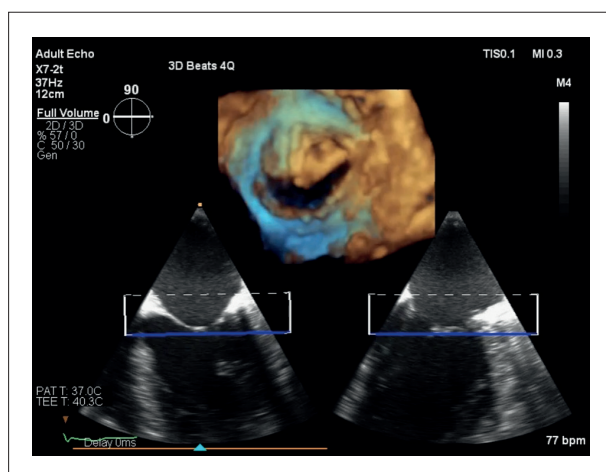
Hoje, dependendo do fabricante, dispomos de diversas formas de apresentação da imagem 3D no *display*/tela do equipamento. Cada uma delas possui características próprias que podem contribuir para melhor definição da imagem e acurácia diagnóstica. Isto é feito através da texturização ou sombreamento computadorizados da imagem, criando a percepção visual de uma imagem 3D.



Video 3A – Prolapso isolado de A3 identificado principalmente em corte angulado, recortando-se o septo interatrial com uso da ferramenta de cropping. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video3A_1.mp4



Video 3B – Imagem 2D onde a identificação da boceleração responsável pelo prolapso é bastante imprecisa. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video3B_1.mp4



Video 4 – Ferramenta de cropping focado permitindo uma melhor impressionante na resolução temporal. Em: http://abcimaging.org/supplementary-material/2024/3701/2023-0105_AR_video4_1.mp4

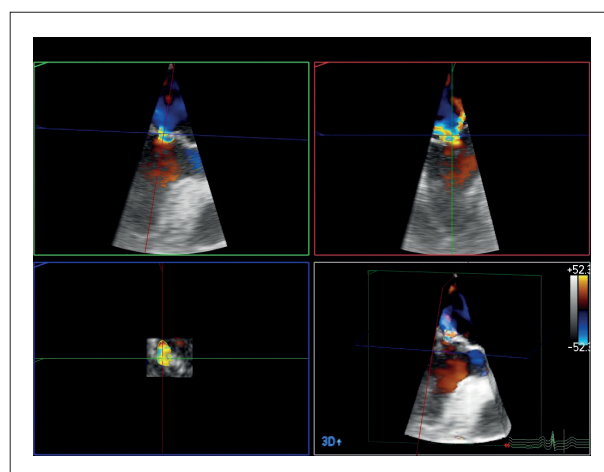


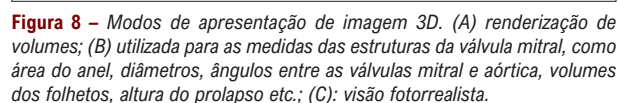
Figura 7 – Movendo os planos perpendicularmente até os bordos da Válvula mitral, identifica-se a área do orifício regurgitante.

Na valvulopatia mitral, a primeira modalidade de apresentação da imagem 3D foi a renderização de volumes, sendo até hoje a mais usada na maioria das máquinas, onde o software usa diferentes modalidades de azul e bronze em combinação, para nos dar a percepção de terceira dimensão. Normalmente os softwares usam cores mais claras como amarelo e bronze para definir estruturas superficiais e cores mais escuras como azul e marrom para definir estruturas profundas (Figura 8A).

Alguns aparelhos também possuem renderização de superfície para a válvula mitral, onde a máquina usa algoritmos automáticos ou inteligência artificial (IA) para identificar pontos anatômicos pré-definidos ou não (no caso da IA), permitindo a criação de modelos anatômicos da válvula e seu aparato, muito útil para a realização de medidas no anel e nos folhetos (Figura 8B).

Mais recentemente, novas e criativas formas de apresentação e texturização da imagem têm surgido. No caso do software de visão fotorrealista, é possível utilizar um foco de luz virtual, como se fosse uma lanterna, que causa um sombreamento da estrutura e a sensação de profundidade. O operador manipula o foco em qualquer direção, gerando um efeito de transluminação que, no caso da válvula mitral, delimita o orifício valvar. Além disso, essa técnica pode definir áreas de maior espessamento e calcificação valvar, já que a luz não cruza essas estruturas (Figura 8C).

Outro software disponível é o Glass View, que permite ajustar graus de transparência da válvula e estruturas vizinhas, mas sinceramente não vejo vantagens adicionais em termos diagnósticos e de acurácia em relação ao seu uso. Porém, associado ao Doppler colorido, muitas vezes favorece a exata localização do jato regurgitante.



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

Referências

1. Iung B, Vahanian A. Epidemiology of Valvular Heart Disease in the Adult. *Nat Rev Cardiol*. 2011;8(3):162-72. doi: 10.1038/nrcardio.2010.202.
2. Yang HS, Bansal RC, Mookadam F, Khandheria BK, Tajik AJ, Chandrasekaran K. Practical Guide for Three-Dimensional Transthoracic Echocardiography using a Fully Sampled Matrix Array Transducer. *J Am Soc Echocardiogr*. 2008;21(9):979-89. doi: 10.1016/j.echo.2008.06.011.
3. Scali MC, Basso M, Gandolfo A, Bombardini T, Bellotti P, Sicari R. Real Time 3D Echocardiography (RT3D) for Assessment of Ventricular and Vascular Function in Hypertensive and Heart Failure Patients. *Cardiovasc Ultrasound*. 2012;10:27. doi: 10.1186/1476-7120-10-27.
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. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2012;13(1):1-46. doi: 10.1093/ehjci/jer316.
5. 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.
6. Pino PG, Madeo A, Lucà F, Ceravolo R, di Fusco SA, Benedetto FA, et al. Clinical Utility of Three-Dimensional Echocardiography in the Evaluation of Mitral Valve Disease: Tips and Tricks. *J Clin Med*. 2023;12(7):2522. doi: 10.3390/jcm12072522.
7. Mantegazza V, Gripari P, Tamborini G, Muratori M, Fusini L, Ali SG, et al. 3D Echocardiography in Mitral Valve Prolapse. *Front Cardiovasc Med*. 2023;9:1050476. doi: 10.3389/fcvm.2022.1050476.
8. Yosefy C, Hung J, Chua S, Vaturi M, Ton-Nu TT, Handschumacher MD, et al. Direct Measurement of Vena Contracta Area by Real-Time 3-Dimensional Echocardiography for Assessing Severity of Mitral Regurgitation. *Am J Cardiol*. 2009;104(7):978-83. doi: 10.1016/j.amjcard.2009.05.043.
9. Pastore MC, Mandoli GE, Sannino A, Dokollari A, Bisleri G, D'Ascenzi F, et al. Two and Three-Dimensional Echocardiography in Primary Mitral Regurgitation: Practical Hints to Optimize the Surgical Planning. *Front Cardiovasc Med*. 2021;8:706165. doi: 10.3389/fcvm.2021.706165.



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