

Como Eu Faço a Ecocardiografia Intracardíaca Durante a Ablação da Fibrilação Atrial

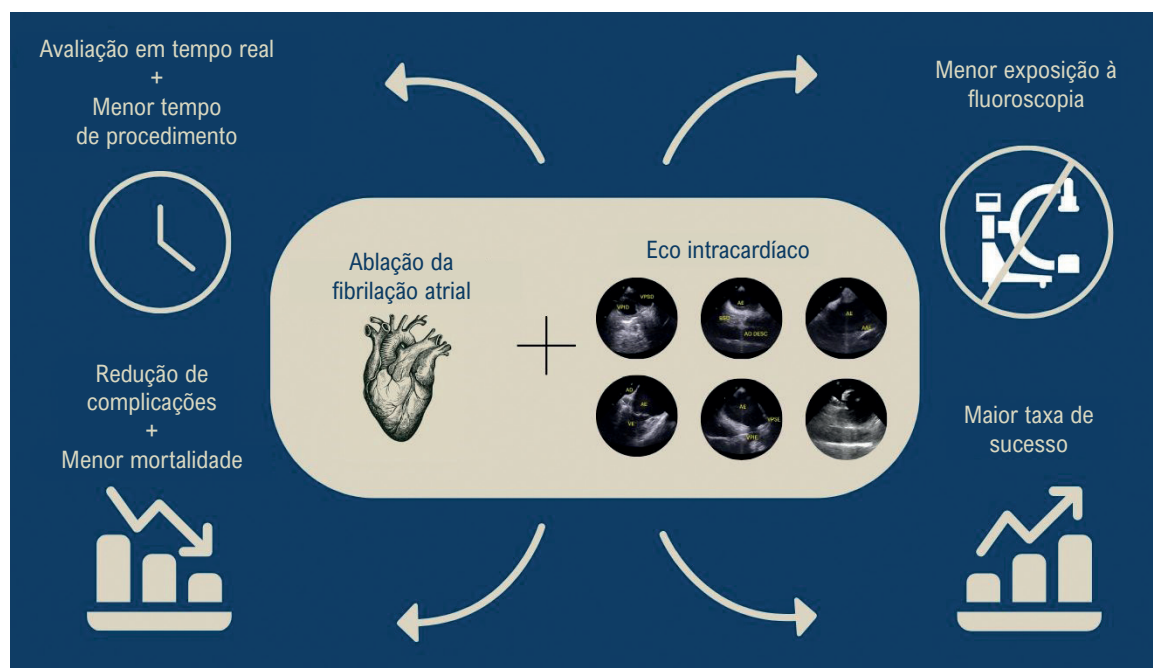
My Approach to Intracardiac Echocardiography During Atrial Fibrillation Ablation

Simone Nascimento dos Santos,¹ Benhur Davi Henz,¹ Maria Eduarda Leite da Silva,² Luiz Roberto Leite da Silva¹

ECCOS Diagnóstico Cardiovascular,¹ Brasília, DF – Brasil

York University,² Toronto, Ontário – Canadá

Figura Central: Como Eu Faço a Ecocardiografia Intracardíaca Durante a Ablação da Fibrilação Atrial



Arq Bras Cardiol: Imagem cardiovasc. 2025;38(2):e20250021

Resumo

A fibrilação atrial (FA) é a arritmia mais comum na prática clínica e está associada a complicações graves, como acidente vascular cerebral e insuficiência cardíaca. A prevalência da FA

Palavras-chave

Ecocardiografia Intracardíaca; Ablação por Cateter; Fibrilação Atrial

Correspondência: Simone Nascimento dos Santos •

ECCOS Diagnóstico Cardiovascular. SMDB Conj 16 Lote 5 Casa A. CEP:

71680-160. Brasília, DF – Brasil

E-mail: simone.eccos@gmail.com

Artigo recebido em 09/04/2025; revisado em 11/04/2025;

aceito em 14/04/2025

Editor responsável pela revisão: Marcelo Tavares

DOI: <https://doi.org/10.36660/abcimg.20250021>

tem aumentado significativamente devido ao envelhecimento populacional e às comorbidades associadas.¹ Além disso, os avanços tecnológicos — em especial a detecção da FA por meio de dispositivos vestíveis, como os relógios inteligentes — têm permitido um diagnóstico mais precoce. A ecocardiografia intracardíaca (EIC) é uma modalidade de imagem valiosa nos laboratórios de eletrofisiologia e hemodinâmica, com amplo respaldo na literatura.²⁻⁵ Desde os primeiros estudos realizados na Mayo Clinic,^{6,7} a EIC tornou-se rapidamente uma ferramenta indispensável para a avaliação da anatomia cardíaca. Essa técnica permite a visualização em tempo real do posicionamento dos cateteres, do contato com o tecido, da relação com substratos arritmogênicos e alvos de ablação, da formação de lesões e de possíveis complicações do procedimento. Diversos estudos recentes demonstraram os benefícios da EIC em ablações complexas, incluindo a redução do tempo de procedimento e da taxa de complicações — como menor risco de tamponamento

cardíaco e mortalidade —, além de maiores taxas de sucesso (Ilustração Central).⁸⁻¹² Procedimentos guiados por EIC são cada vez mais utilizados na prática clínica em diversos contextos. São considerados viáveis, seguros e associados à menor exposição à fluoroscopia — ou até mesmo à completa ausência de radiação, conforme adotado por vários grupos no Brasil e no exterior.^{8,13-15} Este artigo apresenta um guia passo a passo do tipo “Como eu faço” sobre como realizar a EIC durante a ablação da FA.

Passo 1 – Conhecendo o sistema

O cateter utilizado emprega um sistema de matriz faseada (8 e 10 Fr), com um transdutor de ultrassom de alta resolução localizado na extremidade distal (5 a 10 MHz). As imagens são adquiridas no plano longitudinal, com o campo de imagem alinhado ao eixo do cateter. O cateter pode ser manipulado em quatro direções por meio de deflexão bidirecional: anteroposterior e direita-esquerda (Vídeo Suplementar 1).

Atualmente, há dois modelos disponíveis no Brasil: i) SoundStar® eco (Biosense Webster), compatível com os sistemas de ultrassom Vivid™ i e Vivid™ q da GE; e ii) ViewFlex™ Xtra (Abbott), compatível com o sistema de ultrassom Zonare Z.One (Figura 1A e 1B).

Passo 2 – Inserção do cateter

Após a punção venosa guiada por ultrassonografia, o cateter é introduzido pela veia femoral esquerda, passando pela veia ilíaca ipsilateral e pela veia cava inferior até alcançar o átrio direito (AD). Durante essa progressão, é necessária atenção às possíveis curvaturas dos vasos e às veias de drenagem. Nessa fase, deve-se utilizar a deflexão anterior e/ou posterior do cateter para contornar as curvas. O cateter deve ser sempre avançado dentro do vaso com visualização contínua do “espaço livre de ecos” na ultrassonografia, o que reduz o risco de perfuração vascular e elimina a necessidade de fluoroscopia (Vídeo Suplementar 2).

Passo 3 – Identificação da anatomia intracardiaca e estruturas adjacentes

Com o cateter posicionado no AD, é possível identificar a válvula de Eustáquio e sua morfologia — se rígida, proeminente ou filamentososa. Uma válvula de Eustáquio filamentososa, com movimento errático no interior do AD, caso não seja previamente reconhecida, pode ser confundida com trombos filamentosos aderidos a bainhas ou cateteres.

A partir da porção média do AD, com o transdutor direcionado para a valva tricúspide (VT), obtém-se a imagem conhecida como “Home View”. Essa visualização mostra o AD, a VT e o trajeto de entrada do ventrículo direito (VD). Para operadores em fase inicial da curva de aprendizado, essa imagem funciona como ponto de referência para o qual retornar caso as estruturas anatômicas não estejam claramente identificadas. Ao rotacionar o cateter no sentido horário, aproximadamente de 10 a 20 graus a partir da Home View, as seguintes estruturas são visualizadas sequencialmente: i) aorta e via de saída do VD (VSVD); ii) aorta e via de saída do ventrículo esquerdo (VE) (VSVE); iii) átrio esquerdo (AE) e septo interatrial (SIA); iv) AE, valva mitral (VM) e VE; v) AE e apêndice atrial esquerdo (AAE); vi) AE e veias pulmonares (VPs) esquerdas em visão longitudinal; vii) parede posterior (PP) do AE, esôfago e aorta descendente; viii) VPs direitas em visão transversal.

Não existem planos de imagem obrigatórios ou predefinidos. O avanço cranial ou a retração do cateter, bem como sua flexão anteroposterior e direita-esquerda, são frequentemente necessários para obtenção de imagens ideais. A Figura 2 (A-H) ilustra esses planos de imagem e as respectivas visões obtidas com o cateter posicionado no AD.

Na ablação da fibrilação atrial (FA), é frequentemente necessário avaliar certas estruturas com o cateter posicionado no VD, o que pode ser feito sem o uso de fluoroscopia. Com a VT em foco, o cateter é suavemente defletido anteriormente e avançado para dentro do VD. Após cruzar a VT, a deflexão é liberada, permitindo a visualização da porção inferior do

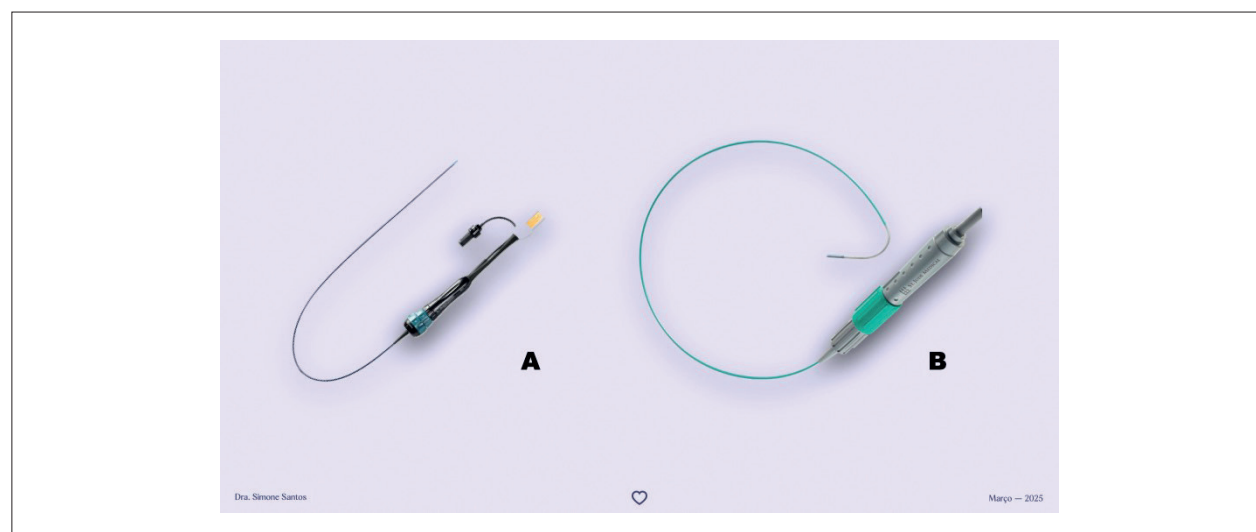


Figura 1 – Cateteres com matriz faseada disponíveis no Brasil. A: SoundStar® (Biosense Webster); B: ViewFlex Xtra® (Abbott).

Artigo de Revisão

VD e de seus marcos anatômicos, como a banda moderadora e os músculos papilares, além do espaço pericárdico. Essa visualização é especialmente importante para detectar qualquer derrame pericárdico (DP) preexistente no início do procedimento. A partir do VD, a rotação horária do cateter permite a visualização sequencial do septo interventricular (SIV) e do ápice do VE, seguida pelos músculos papilares pósteromedial e ântero-lateral, pela VM, pela valva aórtica em corte transversal, pelo AAE e pela origem das artérias coronárias esquerda e direita. Em alguns casos, é necessário avançar o cateter através do VSVD até o tronco da artéria pulmonar (AP) para melhorar a visualização da ponta do AAE e excluir a presença de trombos (Figura 3A-F).

Passo 4 – Exclusão de trombos intracavitários antes da punção transeptal

A detecção de trombos no AE ou no AAE é essencial antes da ablação da FA, a fim de prevenir eventos tromboembólicos relacionados ao procedimento. Embora a ecocardiografia transesofágica (ETE) seja o padrão-ouro para essa finalidade, limitações anatômicas podem levar a resultados falso-negativos. Em nossa prática, a ETE é realizada previamente apenas em pacientes de alto risco — aqueles com FA persistente e doença da VM, histórico de acidente vascular cerebral ou escores CHA₂DS₂-VASc elevados associados a baixa adesão à anticoagulação. Utilizamos rotineiramente a ecocardiografia intracardiaca (EIC) para excluir trombos antes

da punção transeptal, visualizando o AAE a partir do AD, do VD (Figuras 2 e 3) e da AP. O posicionamento do cateter de EIC na VSVD, próximo à valva pulmonar, ou no tronco principal da AP proporciona as imagens mais nítidas para a detecção de trombos (Vídeo Suplementar 3).¹⁶⁻¹⁸

Passo 5 – Guia para a punção transeptal

Para realizar a punção transeptal, o cateter é posicionado na porção média do AD, permitindo a visualização direta do SIA e do AE. Como o objetivo do procedimento é a isolamento elétrica das VPs — que drenam para a PP do AE —, o local ideal de punção no SIA é ao nível das VPs esquerdas ou ligeiramente mais posterior. Isso facilita a manobrabilidade do cateter de ablação e aumenta a segurança, ao evitar trajetos de punção anteriores que possam ser direcionados ao AAE, à raiz da aorta ou à aorta ascendente (Figura 4). A partir da Home View, realiza-se uma rotação horária até que a entrada das VPs esquerdas no AE se torne visível. Em alguns casos, também é necessário realizar deflexão posterior, afastando ligeiramente o cateter do SIA para otimizar a visualização do AD, do SIA e do AE, facilitando assim uma orientação mais precisa da punção transeptal.

Com a EIC, é possível identificar rapidamente a anatomia do SIA e suas variações anatômicas relativamente comuns, que podem dificultar a punção transeptal, como hipertrofia lipomatosa, aneurismas, dupla fossa oval e presença de próteses cirúrgicas ou dispositivos oclusores.¹⁹⁻²²

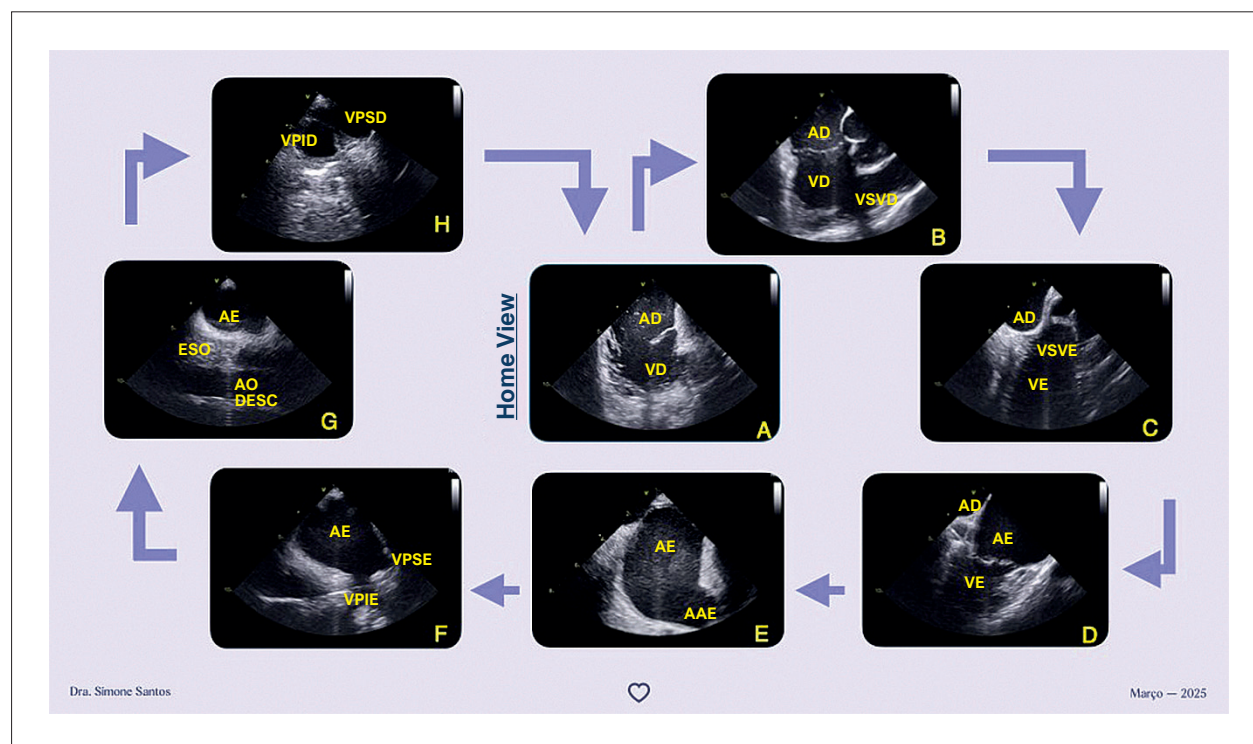


Figura 2 (A-H) – Sequência de imagens obtidas com o cateter no AD. A: Home View; as imagens de B a H mostram a progressão das visualizações obtidas com rotação horária do cateter a partir da Home View. AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; VSVD: via de saída do ventrículo direito; VSVE: via de saída do ventrículo esquerdo; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; ESO: esôfago; AO: Aorta; AAE: apêndice atrial esquerdo; VPID:veia pulmonar inferior direita; VPSE:veia pulmonar inferior esquerda; VPSD:veia pulmonar superior direita.

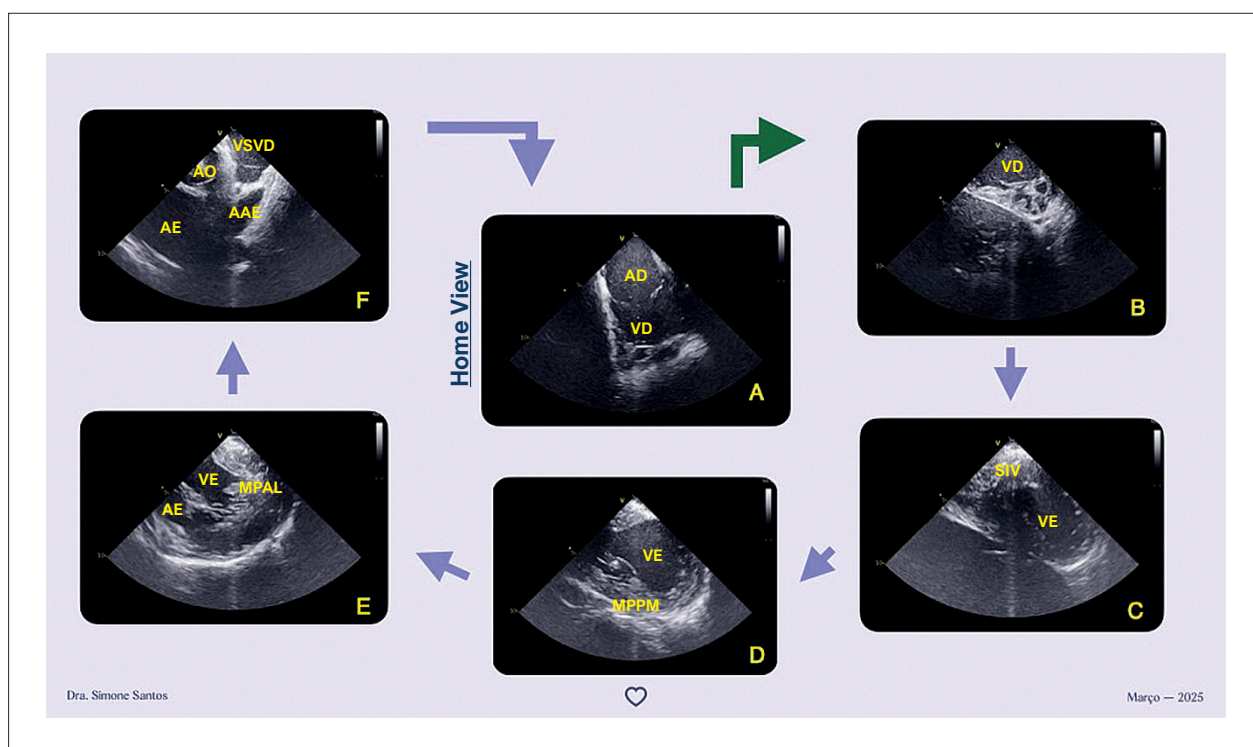


Figura 3 (A-F) – Sequência de imagens obtidas a partir do VD. A: Home View; B: A seta verde indica a deflexão anterior com o cateter posicionado no VD; C-F: Visualizações sequenciais adquiridas com rotação horária do cateter no VD (setas azuis). MPPM: músculo papilar posteromedial; MPAL: músculo papilar anterolateral; AO: aorta; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; VSVD: via de saída do ventrículo direito; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; AAE: apêndice atrial esquerdo.

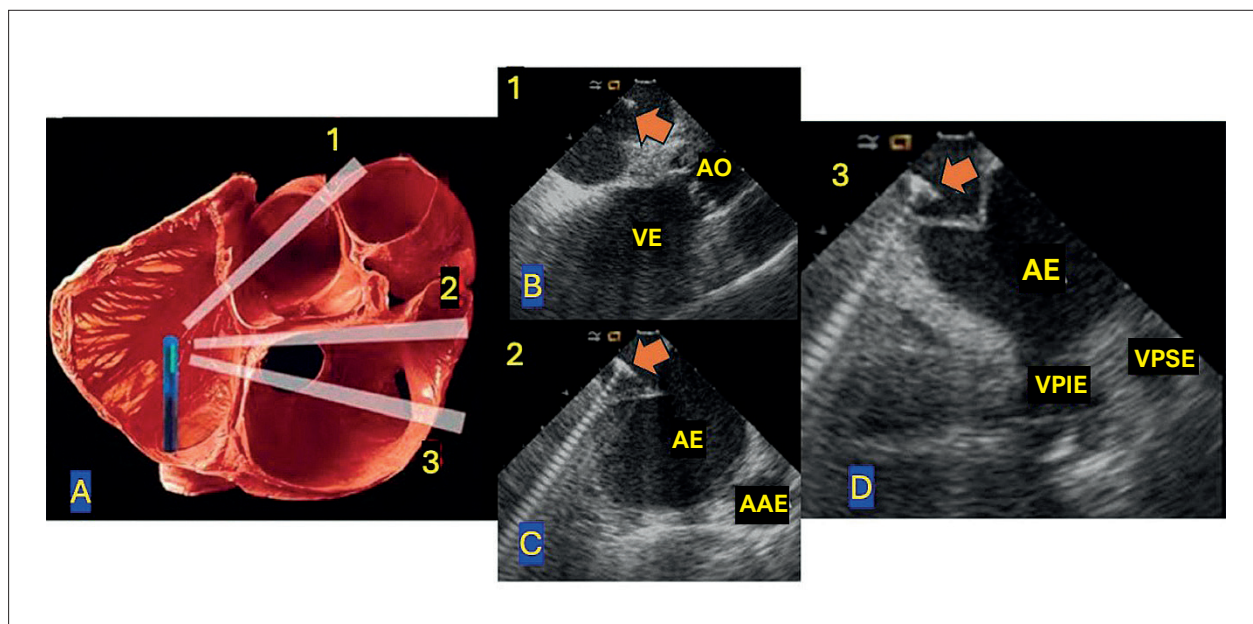


Figura 4 (A-D) – Planos de imagem para punção transeptal. A: Visão esquemática do coração e respectivos planos de imagem por EIC (1-3); B: Plano 1 – mais anterior, com risco de perfuração aórtica; C: Plano 2 – visão anterior do AAE, que pode dificultar a manipulação do cateter; D: Plano 3 – ideal para punção transeptal em procedimentos de ablação da FA, com visualização da entrada das VPs esquerdas. A seta laranja indica a agulha transeptal. Figura adaptada de Enriquez et al.³² VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; ESO: esôfago; AO: Aorta; AAE: apêndice atrial esquerdo; VPSE: veia pulmonar superior esquerda; VPPIE:veia pulmonar inferior esquerda.

Artigo de Revisão

Sempre que possível, buscamos a região mais delgada do SIA. Em casos de septos redundantes ou aneurismáticos, selecionamos o ponto de punção mais inferior possível — tomando o devido cuidado para evitar o risco de perfuração de um recesso pericárdico. Essa estratégia permite melhor ancoragem da agulha e facilita o acesso transeptal em cenários mais desafiadores.

Passo 6 – Guia para o contato do cateter circular durante o mapeamento eletroanatômico

Realizamos duas punções transeptais guiadas por EIC e inserimos duas bainhas longas: uma para o cateter de mapeamento eletroanatômico e outra para o cateter de ablação. Após a definição da anatomia do AE e das VPs — seja na presença de tronco comum, óstios separados ou em relação ao AAE — a EIC é utilizada para guiar o contato do cateter de mapeamento com o tecido atrial, evitar a proximidade com a VM e identificar a crista que separa as VPs esquerdas do AAE. Isso facilita a construção rápida do mapa eletroanatômico do AE e das VPs. Em alguns centros, utiliza-se o sistema CARTOSOUND™ (Biosense Webster) para gerar a geometria da câmara com base em múltiplos cortes de imagem por EIC.

Passo 7 – Monitoramento do contato do cateter de ablação e formação de lesões

Após a conclusão do mapeamento eletroanatômico, o passo seguinte é o monitoramento em tempo real e com precisão do contato do cateter de ablação com o tecido atrial. Isso melhora a eficácia da entrega de energia e reduz o risco de complicações. O contato inadequado com o tecido pode resultar em formação ineficaz de lesões, levando à isolamento elétrica incompleta e ao aquecimento excessivo do sangue, o que aumenta o risco de formação de trombos. A entrega de energia também pode ser ajustada com base no aumento gradual da ecogenicidade do tecido observado na EIC. Um aumento súbito ou excessivo da ecogenicidade pode anteceder a ocorrência de steam pop, fenômeno associado à perfuração tecidual e aumento do risco de tamponamento cardíaco (Vídeo Suplementar 4). Tais eventos geralmente são acompanhados pela formação de microbolhas, refletindo o aquecimento tecidual e a extravasação celular, podendo representar risco de microembolização cerebral.⁵ Embora as tecnologias atuais forneçam monitoramento da força de contato e recomendem parâmetros específicos de energia para a aplicação por radiofrequência, variações individuais devem ser consideradas. Pacientes frágeis, presença de fibrose atrial ou calcificações podem resultar em lesões excessivas ou ineficazes.²³

Passo 8 – Monitoramento da proximidade esofágica aos sítios de ablação

A ablação da PP envolve risco potencial de lesão esofágica, devido à estreita relação anatômica entre o esôfago e o AE. Essa condição pode resultar em fístula átrio-esofágica.^{24,25} Para prevenir lesão esofágica, a entrega de energia próxima ao esôfago é geralmente reduzida em força e duração, e o monitoramento da temperatura

esofágica é realizado de forma rotineira. No entanto, apesar dessas precauções, já foram relatados casos de lesão esofágica detectada por endoscopia digestiva alta após a ablação.^{26,27} Em nosso protocolo de monitoramento da temperatura esofágica, utilizamos inicialmente a EIC para visualizar a posição do esôfago e sua relação com as VPs. Em seguida, inserimos um cateter defletível por via oral para o monitoramento da temperatura, com excelentes resultados²⁸ (Figura 5).

Deteção de complicações

A EIC é utilizada ao longo de todo o procedimento de ablação da FA. Por isso, a detecção precoce de possíveis complicações não deve ser considerada uma etapa isolada do processo. Desde a punção venosa femoral inicial, a EIC pode auxiliar na identificação de trombos, oclusões, dissecções e compressões venosas extrínsecas ao longo do trajeto até o AD. A seguir, destacamos as complicações mais comuns que podem ocorrer durante o procedimento.

Derrame pericárdico

Uma das possíveis complicações da ablação por radiofrequência (ARF) para FA é o tamponamento cardíaco. A EIC permite a detecção rápida do DP, frequentemente antes do surgimento de instabilidade hemodinâmica ou do próprio tamponamento.²⁹ Isso possibilita uma intervenção precoce, a reversão da anticoagulação e, se necessário, a realização de pericardiocentese. Inicialmente, o DP é geralmente visualizado na região inferior do VD e na face posterior do AD, podendo se estender progressivamente para as regiões apical e anterior do VD, até envolver todo o coração.

Ao alcançar o AD, o cateter é avançado para o VD, e a rotação horária permite a visualização do espaço pericárdico adjacente tanto ao VD quanto ao VE (Figura 3). Essa abordagem possibilita a identificação precoce de qualquer DP preexistente antes do início da manipulação dos cateteres. Com essa imagem de referência inicial, caso haja suspeita de perfuração ou episódio de hipotensão arterial, o espaço pericárdico é prontamente reavaliado e comparado às imagens anteriores. Como parte de nosso protocolo padrão, realizamos avaliações repetidas do espaço pericárdico por meio da EIC a partir do VD em momentos específicos do procedimento: após a isolamento das VPs esquerdas, após a isolamento das VPs direitas, após qualquer aplicação adicional de radiofrequência e novamente após a retirada dos cateteres ao final do procedimento.

Trombos intracavitários

A formação de trombos em bainhas e cateteres pode ser prontamente detectada em tempo real por meio da EIC, permitindo intervenção imediata e prevenção de eventos embólicos potencialmente iminentes.^{30,31} Embora menos frequentes devido ao uso de cateteres com ponta irrigada e anticoagulantes orais diretos, ainda é possível observar trombos aderidos a bainhas ou cateteres enquanto estão posicionados no AD, o que possibilita o manejo precoce antes da punção transeptal. Caso trombos sejam identificados em cateteres posicionados no AE durante o procedimento,

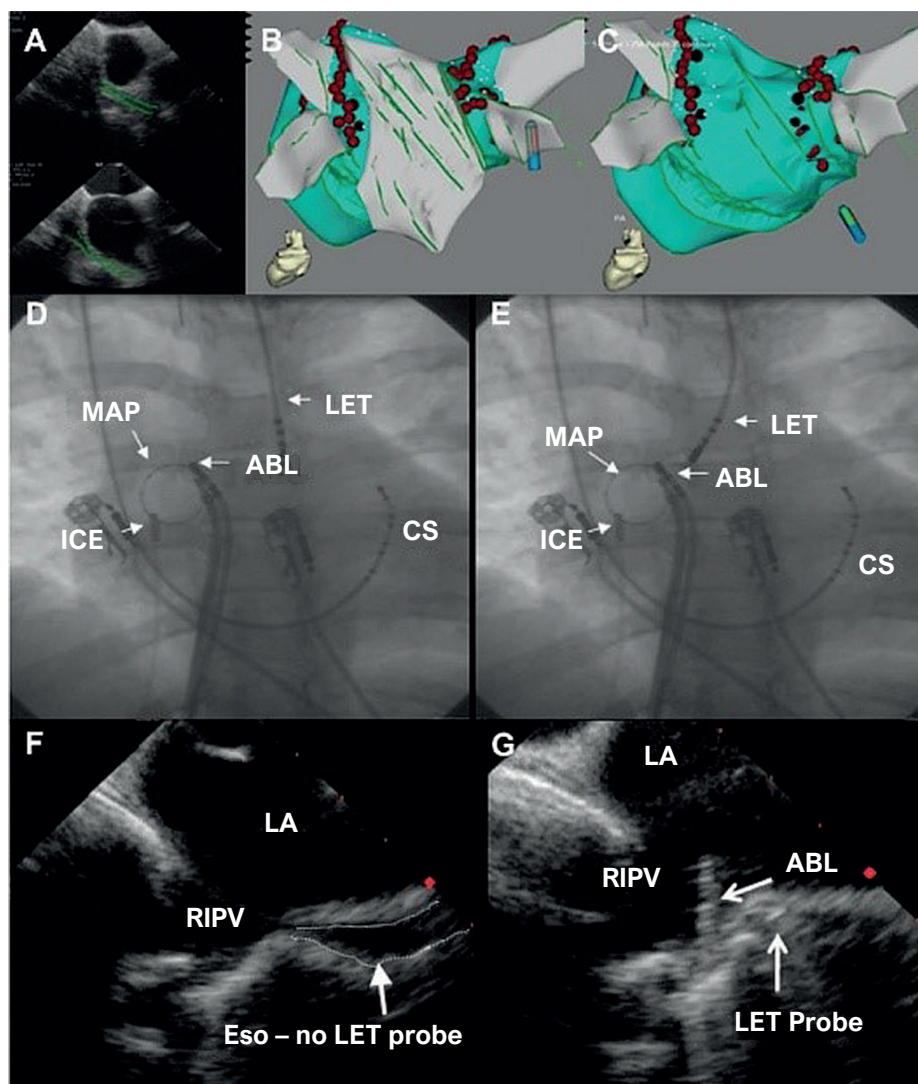


Figura 5 – Deflexão do cateter de monitoramento de temperatura esofágica guiada por EIC. A: EIC mostrando o esôfago em relação às VPs esquerda e direita (contornos verdes); B: Esôfago (em cinza) visualizado no mapa eletroanatômico, amplo e em contato com as VPs esquerda e direita; C: Mapa eletroanatômico com marcadores pretos indicando aumento da temperatura esofágica >2 °C; D: Fluoroscopia mostrando a sonda de temperatura esofágica luminal (LET) em posição neutra, aparentemente distante das VPs direitas; E: Fluoroscopia com deflexão da LET para a direita, aproximando-se do cateter de ablação; F: Imagem de EIC das VPs direitas e do esôfago sem posicionamento da LET, correspondente à imagem fluoroscópica D; G: Imagem de EIC com a sonda LET posicionada e em estreita proximidade com o cateter de ablação, correspondente à imagem fluoroscópica E. Figura reproduzida com permissão de Leite et al.²⁸ Eso: esôfago; MAP: cateter de mapeamento circular; CS: cateter do seio coronariano.

as estratégias de manejo podem incluir o aumento da heparinização sistêmica, aspiração do trombo para dentro da bainha ou, em casos extremos, o uso de filtros bilaterais nas artérias carótidas para prevenção de embolização cerebral.

Conclusão

A EIC é a única ferramenta que oferece visualização direta e em tempo real em todas as fases da ablação da FA. O domínio

e o uso sistemático da EIC aumentam tanto a eficácia quanto a segurança do procedimento.

Contribuição dos Autores

Concepção e desenho da pesquisa e redação do manuscrito: Santos SN; revisão crítica do manuscrito quanto ao conteúdo intelectual importante: Santos SN, Henz BD, Silva LRL, Silva MEL.

Artigo de Revisão

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. van Gelder IC, Rienstra M, Bunting KV, Casado-Arroyo R, Caso V, Crijns HJGM, et al. 2024 ESC Guidelines for the Management of Atrial Fibrillation Developed in Collaboration with the European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS). *Eur Heart J*. 2024;45(36):3314-414. doi: 10.1093/eurheartj/ehae176.
2. Earing MG, Cabalka AK, Seward JB, Bruce CJ, Reeder GS, Hagler DJ. Intracardiac Echocardiographic Guidance during Transcatheter Device Closure of Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale. *Mayo Clin Proc*. 2004;79(1):24-34. doi: 10.4065/79.1.24.
3. Medford BA, Taggart NW, Cabalka AK, Cetta F, Reeder GS, Hagler DJ, et al. Intracardiac Echocardiography during Atrial Septal Defect and Patent Foramen Ovale Device Closure in Pediatric and Adolescent Patients. *J Am Soc Echocardiogr*. 2014;27(9):984-90. doi: 10.1016/j.echo.2014.05.017.
4. Jongbloed MR, Bax JJ, van der Burg AE, van der Wall EE, Schalij MJ. Radiofrequency Catheter Ablation of Ventricular Tachycardia Guided by Intracardiac Echocardiography. *Eur J Echocardiogr*. 2004;5(1):34-40. doi: 10.1016/s1525-2167(03)00051-9.
5. Marrouche NF, Martin DO, Wazni O, Gillinov AM, Klein A, Bhargava M, et al. Phased-Array Intracardiac Echocardiography Monitoring during Pulmonary Vein Isolation in Patients with Atrial Fibrillation: Impact on Outcome and Complications. *Circulation*. 2003;107(21):2710-6. doi: 10.1161/01.CIR.0000070541.83326.15.
6. Bruce CJ, Packer DL, Seward JB. Transvascular Imaging: Feasibility Study Using a Vector Phased Array Ultrasound Catheter. *Echocardiography*. 1999;16(5):425-30. doi: 10.1111/j.1540-8175.1999.tb00086.x.
7. Bruce CJ, Packer DL, Seward JB. Intracardiac Doppler Hemodynamics and Flow: New Vector, Phased-Array Ultrasound-Tipped Catheter. *Am J Cardiol*. 1999;83(10):1509-12. doi: 10.1016/s0002-9149(99)00136-8.
8. Goya M, Frame D, Gache L, Ichishima Y, Tayar DO, Goldstein L, et al. The Use of Intracardiac Echocardiography Catheters in Endocardial Ablation of Cardiac Arrhythmia: Meta-Analysis of Efficiency, Effectiveness, and Safety Outcomes. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(3):664-73. doi: 10.1111/jce.14367.
9. Friedman DJ, Pokorney SD, Ghanem A, Marcello S, Kalsekar I, Yadalam S, et al. Predictors of Cardiac Perforation with Catheter Ablation of Atrial Fibrillation. *JACC Clin Electrophysiol*. 2020;6(6):636-45. doi: 10.1016/j.jacep.2020.01.011.
10. Field ME, Gold MR, Reynolds MR, Goldstein L, Lee SHY, Kalsekar I, et al. Real-World Outcomes of Ventricular Tachycardia Catheter Ablation with versus without Intracardiac Echocardiography. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2020;31(2):417-22. doi: 10.1111/jce.14324.
11. Isath A, Padmanabhan D, Haider SW, Siroky G, Perimbeti S, Correa A, et al. Does the use of Intracardiac Echocardiography during Atrial Fibrillation Catheter Ablation Improve Outcomes and Cost? A Nationwide 14-Year Analysis from 2001 to 2014. *J Interv Card Electrophysiol*. 2021;61(3):461-8. doi: 10.1007/s10840-020-00844-5.
12. Pimentel RC, Rahai N, Maccioni S, Khanna R. Differences in Outcomes Among Patients with Atrial Fibrillation Undergoing Catheter Ablation with versus without Intracardiac Echocardiography. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2022 Sep;33(9):2015-47. doi: 10.1111/jce.15599.
13. Saad EB, Slater C, Inácio LAO Jr, Santos GVD, Dias LC, Camanho LEM. Catheter Ablation for Treatment of Atrial Fibrillation and Supraventricular Arrhythmias without Fluoroscopy Use: Acute Efficacy and Safety. *Arq Bras Cardiol*. 2020;114(6):1015-26. doi: 10.36660/abc.20200096.
14. Bulava A, Hanis J, Eisenberger M. Catheter Ablation of Atrial Fibrillation Using Zero-Fluoroscopy Technique: A Randomized Trial. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2015;38(7):797-806. doi: 10.1111/pace.12634.
15. Razminia M, Willoughby MC, Demo H, Keshmiri H, Wang T, D'Silva OJ, et al. Fluorless Catheter Ablation of Cardiac Arrhythmias: A 5-Year Experience. *Pacing Clin Electrophysiol*. 2017;40(4):425-33. doi: 10.1111/pace.13038.
16. Ikegami Y, Tanimoto K, Inagawa K, Shiraishi Y, Fuse J, Sakamoto M, et al. Identification of Left Atrial Appendage Thrombi in Patients with Persistent and Long-Standing Persistent Atrial Fibrillation Using Intracardiac Echocardiography and Cardiac Computed Tomography. *Circ J*. 2017;82(1):46-52. doi: 10.1253/circj.CJ-17-0077.
17. Minga I, Lee K, Golemi L, Varley A, Thorne C, Osorio J, et al. Comparative Analysis of Transesophageal Echocardiography (TEE) and Intracardiac Echocardiography (ICE) in Atrial Fibrillation Ablation: Insights from the Real-World Experience Registry. *J Interv Card Electrophysiol*. 2025. doi: 10.1007/s10840-025-02013-y.
18. Sriram CS, Banchs JE, Moukabary T, Moradkhan R, Gonzalez MD. Detection of Left Atrial Thrombus by Intracardiac Echocardiography in Patients Undergoing Ablation of Atrial Fibrillation. *J Interv Card Electrophysiol*. 2015;43(3):227-36. doi: 10.1007/s10840-015-0008-2.
19. Lakkireddy D, Rangisetty U, Prasad S, Verma A, Biria M, Berenbom L, et al. Intracardiac Echo-Guided Radiofrequency Catheter Ablation of Atrial Fibrillation in Patients with Atrial Septal Defect or Patent Foramen Ovale Repair: A Feasibility, Safety, and Efficacy Study. *J Cardiovasc Electrophysiol*. 2008;19(11):1137-42. doi: 10.1111/j.1540-8167.2008.01249.x.
20. Santangeli P, Di Biase L, Burkhardt JD, Horton R, Sanchez J, Bailey S, et al. Transseptal Access and Atrial Fibrillation Ablation Guided by Intracardiac Echocardiography in Patients with Atrial Septal Closure Devices. *Heart Rhythm*. 2011;8(11):1669-75. doi: 10.1016/j.hrthm.2011.06.023.
21. Hsu JC, Badhwar N, Gerstenfeld EP, Lee RJ, Mandyam MC, Dewland TA, et al. Randomized Trial of Conventional Transseptal Needle versus Radiofrequency Energy Needle Puncture for Left Atrial Access (the TRAVERSE-LA Study). *J Am Heart Assoc*. 2013;2(5):e000428. doi: 10.1161/JAHA.113.000428.
22. JFM R. Monitoring and Early Diagnosis of Procedural Complications. In: Ren J-F, Marchlinski FE, Callans DJ, Schwartzman D, editors. *Practical*

- Intracardiac Echocardiography in Electrophysiology. Oxford: Blackwell Science; 2006. p. 180-207.
23. Santos SN, Silva LRL, Medeiros F, Zanatta AR, Botelho FMN, Henz BD. Left Atrial Intramural Hematoma during Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: The Important Role of Intracardiac Echocardiography. *Heart Rhythm Case Reports*. 2025;11(4):311-7. doi: 10.1016/j.hrcr.2024.12.017.
 24. Sánchez-Quintana D, Cabrera JA, Climent V, Farré J, Mendonça MC, Ho SY. Anatomic Relations between the Esophagus and Left Atrium and Relevance for Ablation of Atrial Fibrillation. *Circulation*. 2005;112(10):1400-5. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.105.551291.
 25. Di Biase L, Saenz LC, Burkhardt DJ, Vacca M, Elayi CS, Barrett CD, et al. Esophageal Capsule Endoscopy after Radiofrequency Catheter Ablation for Atrial Fibrillation: Documented Higher Risk of Luminal Esophageal Damage with General Anesthesia as Compared with Conscious Sedation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2009;2(2):108-12. doi: 10.1161/CIRCEP.108.815266.
 26. Singh SM, d'Ávila A, Doshi SK, Brugge WR, Bedford RA, Mela T, et al. Esophageal Injury and Temperature Monitoring during Atrial Fibrillation Ablation. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2008;1(3):162-8. doi: 10.1161/CIRCEP.107.789552.
 27. Rillig A, Meyerfeldt U, Birkemeyer R, Wiest S, Sauer BM, Staritz M, et al. Oesophageal Temperature Monitoring and Incidence of Oesophageal Lesions after Pulmonary Vein Isolation Using a Remote Robotic Navigation System. *Europace*. 2010;12(5):655-61. doi: 10.1093/europace/euq061.
 28. Leite LR, Santos SN, Maia H, Henz BD, Giuseppin F, Oliverira A, et al. Luminal Esophageal Temperature Monitoring with a Deflectable Esophageal Temperature Probe and Intracardiac Echocardiography May Reduce Esophageal Injury during Atrial Fibrillation Ablation Procedures: Results of a Pilot Study. *Circ Arrhythm Electrophysiol*. 2011;4(2):149-56. doi: 10.1161/CIRCEP.110.960328.
 29. Doldi F, Geßler N, Anwar O, Kahle AK, Scherschel K, Rath B, et al. In-Hospital Mortality and Major Complications Related to Radiofrequency Catheter Ablations of Over 10 000 Supraventricular Arrhythmias from 2005 to 2020: Individualized Case Analysis of Multicentric Administrative Data. *Europace*. 2023;25(1):130-6. doi: 10.1093/europace/euac146.
 30. Ren JF, Marchlinski FE, Callans DJ. Left Atrial Thrombus Associated with Ablation for Atrial Fibrillation: Identification with Intracardiac Echocardiography. *J Am Coll Cardiol*. 2004;43(10):1861-7. doi: 10.1016/j.jacc.2004.01.031.
 31. Macedo PG, Oliveira EM, Henz BD, Santos S, Barreto JR, Zanatta A, et al. Thrombus Detection by Intracardiac Echocardiography During Atrial Fibrillation Ablation: Implications in Stroke and Peripheral Embolism Prevention. *Heart Rhythm*. 2016;13(5):166-232. doi: 10.1016/j.hrthm.2016.03.028.
 32. Enriquez A, Saenz LC, Rosso R, Silvestry FE, Callans D, Marchlinski FE, et al. Use of Intracardiac Echocardiography in Interventional Cardiology: Working with the Anatomy Rather Than Fighting It. *Circulation*. 2018;137(21):2278-94. doi: 10.1161/CIRCULATIONAHA.117.031343.

*Material suplementar

Para assistir ao vídeo suplementar 1, por favor, clique aqui.
 Para assistir ao vídeo suplementar 2, por favor, clique aqui.
 Para assistir ao vídeo suplementar 3, por favor, clique aqui.
 Para assistir ao vídeo suplementar 4, por favor, clique aqui.



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