

Como eu Faço Avaliação Ecocardiográfica das Próteses Valvares

My Approach to Echocardiographic Evaluation of Valve Prosthesis

Instituto de Cardiologia do Distrito Federal,¹ Brasília, DF; Hospital Sírio Libanês,² Brasília, DF; – Brasil.



Adenalva Lima de Souza Beck^{1,2}

Introdução

Aproximadamente 280 mil substitutos valvares são implantados no mundo a cada ano e, com o envelhecimento da população, estima-se que, em 2050, esse número triplique.¹ Apesar dos avanços nas técnicas cirúrgicas e nos tipos de prótese, o implante de uma prótese valvar não promove a cura total do paciente. A disfunção de prótese é um problema antigo e pode se manifestar por estenose ou regurgitação protética ou paraprotética. Vários são os mecanismos envolvidos: trombose, *pannus*, falha mecânica, deiscência por ruptura de pontos, calcificações, vegetações ou abscessos.² Além disso, em 20% a 70% dos casos, pode ocorrer *mismatch* (quando a Área de Orifício Efetiva – AOE – da prótese é normal, porém se mostra pequena em relação à Superfície Corpórea – SC).^{3,4}

Como avaliar a prótese valvar?

A avaliação da prótese valvar é complexa e requer uma análise integrada de vários parâmetros clínicos e ecocardiográficos (Quadro 1).⁵ Os parâmetros clínicos devem ser pesquisados e anotados no laudo, mesmo que demande mais de uma visita, uma vez que essas informações são muito importantes para a interpretação dos achados de Doppler. Também é fundamental que todos os parâmetros ecocardiográficos sejam comparados com estudos anteriores e, de preferência, com o primeiro ecocardiograma de pós-operatório, no qual a prótese é sabidamente normal. Este exame será considerado a identidade da prótese e deve ser preferencialmente realizado em 2 a 4 semanas após a

Palavras-chave

Próteses Valvares Cardíacas; Ecocardiografia; Malfuncionamento de prótese.

Correspondência: Adenalva Lima de Souza Beck •
SQSW 305, Bloco K, apto 104, Sudoeste, Brasília, DF. CEP 70673462
E-mail: denalima@yahoo.com.br

DOI: 10.5935/2318-8219.20200005

cirurgia, quando o estado hiperdinâmico geralmente já foi controlado, mas, se não for possível, antes da alta hospitalar. Para facilitar comparações futuras, os principais dados deste exame deveriam ser registrados em um cartão, similar a uma identidade, para que o paciente levasse sempre consigo (Figura 1). Da mesma forma, é importante comparar os valores de Doppler e área valvar obtidos com os esperados para marca, tipo e tamanho da prótese implantada porque a hemodinâmica varia de acordo com o perfil da prótese.^{6,7} Entretanto, no mundo real, nem sempre essas informações estão disponíveis. Nesse caso, pode-se comparar os valores encontrados com valores médios de normalidade (Quadro 2)⁵, mas como não são específicos da prótese implantada, devem ser interpretados de forma cautelosa e dentro de um contexto clínico, especialmente se estiverem alterados. Ao ecocardiograma, deve-se suspeitar de disfunção de prótese se houver pelo menos uma das seguintes alterações: estrutura e/ou movimentação anormal da prótese ao bidimensional, gradiente e/ou velocidade máxima transvalvar elevada e/ou AOE reduzida ao Doppler.

Avaliação da prótese – como eu faço com tantos parâmetros?

As Figuras 2, 3 e 4 apresentam uma proposta para integrar e hierarquizar os diversos parâmetros preconizados para avaliação de prótese valvar, começando pela anatomia, gradiente e área valvar.

Em primeiro lugar (Figura 2), por meio de um Ecocardiograma Transtorácico (ETT) (tridimensional sempre que possível), deve ser feita a avaliação minuciosa da anatomia valvar em várias incidências. Se a anatomia for anormal, há disfunção (independente dos dados hemodinâmicos). Nesse caso, deve-se, sem demora, complementar com outro método de imagem, para definir melhor o mecanismo, devido às implicações terapêuticas.^{8,9} Se a anatomia for normal ainda não se pode afastar disfunção, porque o ETT (especialmente o bidimensional) não tem acurácia suficiente para afastar alterações da anatomia da prótese.^{9,10} Deve-se avaliar a hemodinâmica da prótese ao Doppler (Quadro 2). Se todos os parâmetros de Doppler são normais, aliado a uma anatomia normal, a probabilidade de disfunção da prótese é muito baixa. Porém, se houver discrepância entre os parâmetros ou persistir dúvida clínica, trombose subclínica pode ser investigada por outros métodos de imagem. Por outro lado, se os dados de Doppler estiverem alterados, mesmo que a anatomia pareça normal, deve-se considerar a hipótese de disfunção ou *mismatch*. Mas antes, deve-se afastar estados hiperdinâmicos, especialmente se o ETT estiver sendo realizado no pós-operatório precoce. Na ausência de estado hiperdinâmico, os parâmetros obtidos ao Doppler, especialmente gradiente e área valvar, devem ser

Quadro 1 – Parâmetros essenciais para avaliação completa da função da prótese valvar que devem ser registrados no laudo de ecocardiograma.

Dados clínicos	Razão do estudo Sintomas e sinais clínicos relacionados Data da troca valvar Marca, tipo e tamanho da prótese valvar Altura, peso, superfície corpórea e índice de massa corporal Pressão arterial e frequência cardíaca
Anatomia da prótese valvar ao ETT/ETE bidimensional (e tridimensional se disponível), TC ou fluoroscopia)	Formato do envelope espectral Mobilidade e textura das cúspides, folhetos ou oclusores Integridade e estabilidade do anel de sutura Calcificação ou estruturas anormais nos vários componentes da prótese
Hemodinâmica da prótese valvar derivada de parâmetros do Doppler	Gradientes e velocidade máxima VTI DVI PHT nas próteses mitral e tricúspide TA/TE na prótese aórtica Área do orifício efetiva Presença, localização e gravidade da regurgitação
Repercussão hemodinâmica e doenças valvares associadas	Tamanho das câmaras Função sistólica e diastólica PSAP Doenças valvares associadas
Estudos pós-operatórios prévios e perfil hemodinâmico da prótese (publicado em estudos in vivo) quando disponíveis	Comparação de todos os parâmetros acima com estudos prévios, principalmente com o primeiro Eco de pós-operatório Comparação dos parâmetros hemodinâmicos da prótese com o perfil hemodinâmico esperado para o tipo e tamanho da prótese implantada

Fonte: Adaptado de Zoghbi et al.⁷ * O ecocardiograma transtorácico é o primeiro exame; fluoroscopia pode ser útil para próteses mecânicas, especialmente em posição aórtica. ET: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; TC: tomografia computadorizada; VTI: integral de velocidade tempo; DVI: índice de velocidade Doppler; PHT: tempo de decaimento de meia pressão; TA: tempo de aceleração; TE: tempo de ejeção; PSAP: pressão sistólica da artéria pulmonar.

Nome do paciente: _____

DN: ___/___/___ **Data de troca da valva:** ___/___/___

Data do Eco: ___/___/___ **PA (mmHg):** _____ **FC (bpm)** _____

Altura (cm): _____ **Peso (kg):** _____ **SC (m²)** _____

Descrição da cirurgia (marca, tipo e tamanho da prótese):

Foto da
prótese

Dados do ecocardiograma:
Massa VE/SC _____ **ERVE** _____ **FEVE (%)**: _____ **VAEi (ml/m²)**: _____ **VD (mm)**: _____ **AD** ↑ **nl**

Dados da Prótese

Posição	Tipo/ tamanho	AOEi cm ² /m ²	G Médio (mmHg)	Vpico (m/s)	DVI	TA/TE	PHT (ms)

Outros dados: PSAP, regurgitação, outras doenças valvares...

Este cartão não substitui o laudo completo. Apresente-o sempre ao seu médico.

Figura 1 – Cartão da prótese.

comparados com exames prévios, e com o perfil esperado para o tipo e o tamanho da prótese implantada (Figuras 3 e 4).

Ao se comparar gradiente e área valvar da prótese com estudos anteriores, deve-se antes observar se os dados hemodinâmicos, SC e Fração de Ejeção do Ventrículo Esquerdo (FEVE) são similares, senão podem ocorrer erros de interpretação. Deve-se também considerar a presença de fenômeno de recuperação de pressão na aorta (em

próteses aórticas com aorta ascendente ≤ 30 mm), gradiente alto localizado no orifício central (em próteses mecânicas duplo disco) ou aceleração subvalvar. Além de estados hiperdinâmicos, essas situações podem superestimar os gradientes e subestimar a área valvar na ausência de disfunção de prótese. Por outro lado, estados de baixo fluxo ou disfunção sistólica do ventrículo esquerdo podem subestimar os gradientes. Mesmo que a anatomia pareça

Quadro 2 – Dados ecocardiográficos para análise das próteses valvares.

Prótese aórtica	Prótese mitral
Estrutura e movimento da prótese por ETT/ETE, TC ou fluoroscopia (normal vs anormal) Formato da curva do Doppler (triangular vs. simétrico) Velocidade de pico (m/s) (< 3 vs. ≥ 4) GM (mmHg) (<20 vs ≥ 35) DVI (VTIVSVE/VTIprot) (≥ 0,35 vs. < 0,25) TA (milissegundos) (< 80 vs. > 100) TA/TE (< 0,32 vs. > 0,37)* AOE (cm ²) (> 1,1 vs. < 0,8) Diferença (medida AOE-AOE referência) (cm ²) (< 0,25 vs. > 0,35) †GM no estresse (mmHg) (< 10 vs. > 20) Mudança dos parâmetros com o seguimento: - †GM no seguimento (mmHg) (< 5 vs. ≥ 10) - Diminuição AOE (cm ²) ≥ 0,3 ou ≥ 25% - Diminuição DVI ≥ 20% Presença, localização e importância da regurgitação Dimensões, massa e função do VE, dimensões AE, AD e VD, PSAP, dimensões da aorta Outras próteses/valvas: grau de estenose/regurgitação	Estrutura e movimento da prótese (normal vs. anormal) Velocidade de pico (m/s) (< 1,9 vs. ≥ 2,5) GM (mmHg) (≤ 5 vs. ≥ 10) DVI (VTIprot/VTIVSVE) (<2,2 vs. > 2,5) PHT (ms)† (< 130 vs. > 200) AOE (cm ²) (≥ 2 vs. < 1) Diferença (medida AOE-AOE referência) (cm ²) (< 0,35 vs. > 0,35) †GM no seguimento (mmHg) (< 3 vs. > 5) †GM no estresse (mmHg) (< 5 vs. > 12) Presença, localização e importância da regurgitação‡ Dimensões, massa e função do VE, dimensões AE, AD e VD, PSAP Outras próteses/valvas: grau de estenose/regurgitação
Prótese pulmonar	Prótese tricúspide
Estrutura e movimento da prótese (normal vs. anormal) Fluxo colorido (linear vs. estreito e turbulento) Velocidade de pico (m/s) (< 2,5 vs. ≥ 2,5 homoenxerto; < 3,2 vs. ≥ 3,2 bioprótese) GM (mmHg) (< 15 vs. ≥ 15 homoenxerto; < 20 vs. ≥ 20 bioprótese) Presença, localização e importância da regurgitação‡ Dimensões, massa e função do VD, PSAP, dimensões da artéria pulmonar Outras próteses/valvas: grau de estenose/regurgitação	Estrutura e movimento da prótese (normal vs. anormal) Velocidade de pico (m/s) (< 1,9 vs. ≥ 1,9) GM (mmHg) (< 6 vs. ≥ 6) DVI (VTIprot/VTIVSVE) (< 2 vs. ≥ 2 próteses mecânicas duplo disco ou ≥ 3,2 próteses biológicas) PHT (milissegundos) (< 130 vs. ≥ 130 próteses mecânicas e < 200 vs. ≥ 200 próteses biológicas) Presença, localização e importância da regurgitação Dimensões, massa e função do VD, diâmetro da veia cava inferior, fluxo venoso hepático e PSAP Outras próteses/valvas: grau de estenose/regurgitação

Fonte: adaptado de Zoghbi et al.⁷ Os valores em parênteses expressam o que é normal e o que sugere disfunção significativa (estenose/insuficiência) para próteses cirúrgicas (válidos para volume ejetado normal – 50 a 90 mL, fluxo – 200 a 300mL/s e frequência cardíaca – 50 a 80 bpm), porém podem variar, a depender da marca, do tamanho e do tipo da prótese e na presença de mismatch. Ver Lancellotti et al.⁵ e Hahn et al.,⁶ para obter valores normais de AOE para próteses cirúrgicas e transcater, e Zoghbi et al., para regurgitação valvar após implante transcater.¹² * Não pode ser utilizado se houver prótese mitral. TA/TE > 0,58 é 100% específico para obstrução significativa na ausência de alto fluxo;¹³ † PHT > 200ms é muito sugestivo de estenose e PHT < 130ms pode ser visto em próteses normais ou com insuficiência protética; ETT: ecocardiograma transtorácico; ETE: ecocardiograma transesofágico; TC: tomografia computadorizada; GM: gradiente médio; DVI: índice de velocidade Doppler; VTIVSVE: integral de velocidade tempo na via de saída do ventrículo esquerdo; VTIprot: integral de velocidade tempo na prótese; TA: tempo de aceleração; TE: tempo de ejeção; AOE: área de orifício efetiva; GM: gradiente médio; VE: ventrículo esquerdo; AE: átrio esquerdo; AD: átrio direito; VD: ventrículo direito; PSAP: pressão sistólica da artéria pulmonar; PHT: tempo de decaimento de meia pressão.

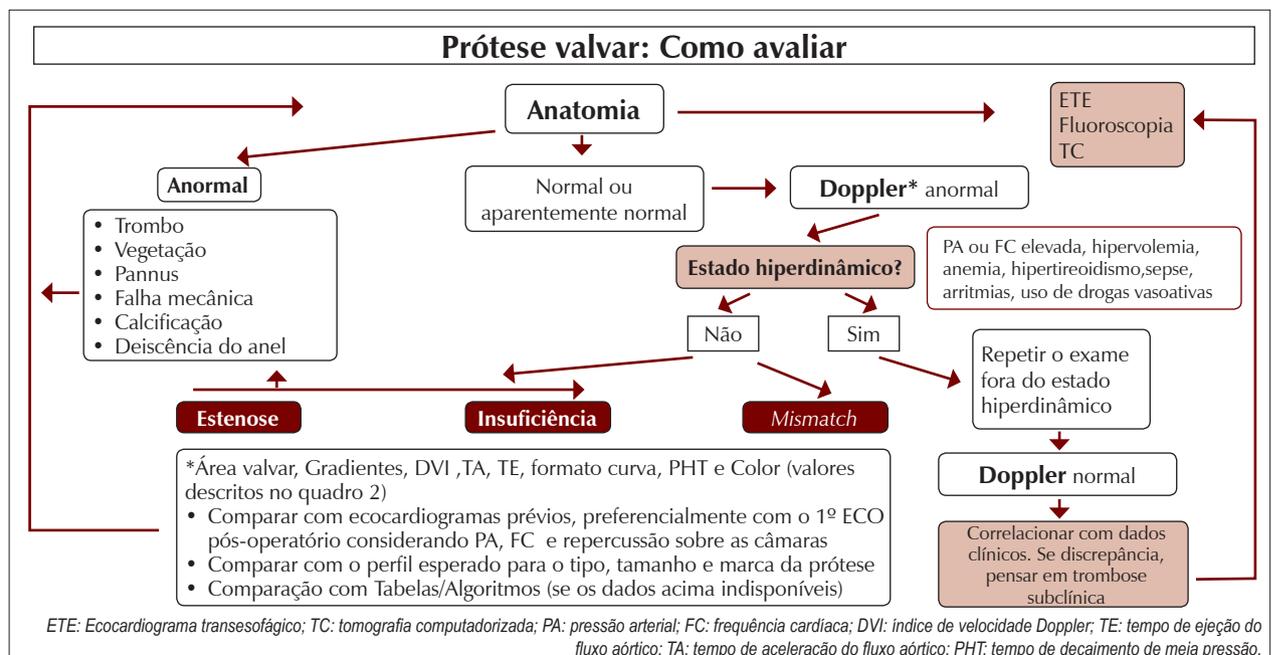


Figura 2 – Avaliação hierarquizada da prótese valvar.

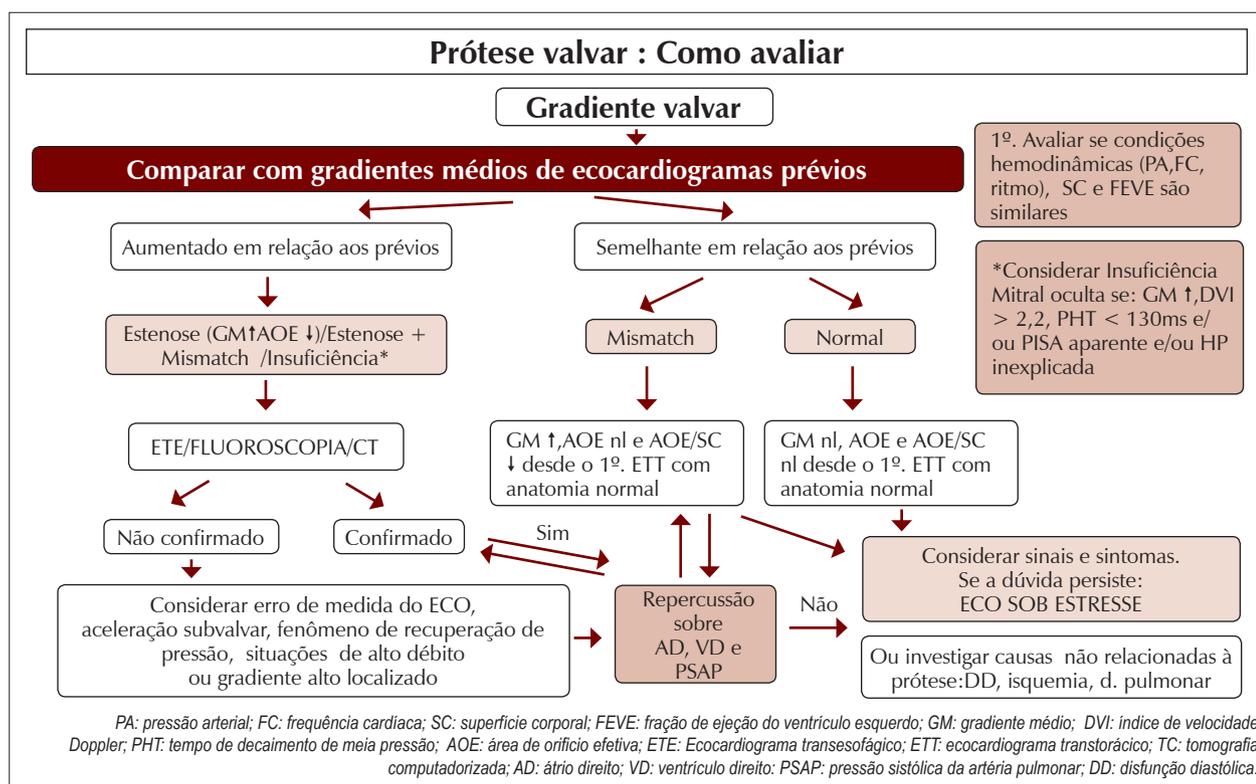


Figura 3 – Avaliação comparativa e seriada dos gradientes da prótese valvar.

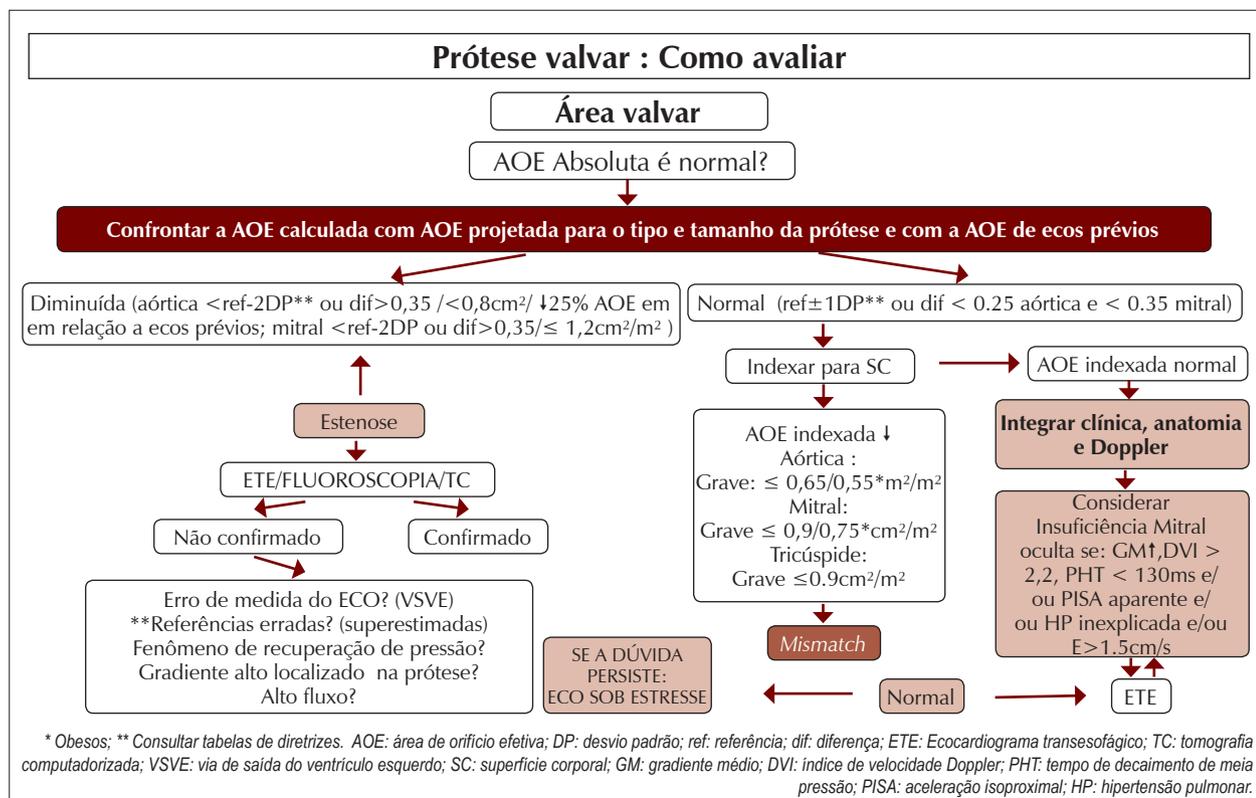


Figura 4 – Avaliação comparativa e seriada da área valvar da prótese.

normal, uma deterioração da hemodinâmica valvar (aumento dos gradientes/velocidades em relação aos exames seriados a partir do basal) sugere estenose de prótese (se houver redução concomitante da AOE) ou regurgitação oculta (se a AOE permanecer normal). Nesse caso, deve-se reavaliar a prótese por outro método de imagem. O surgimento de repercussão nas câmaras relacionadas à prótese, na avaliação seriada, ajuda a corroborar a presença de estenose de prótese (se anatomia alterada), *mismatch* ou regurgitação oculta (se anatomia normal). Se a hemodinâmica valvar permanece semelhante à basal, com gradientes elevados desde o início, anatomia normal e AOE normais, trata-se de provável *mismatch*; nesse caso a AOE/SC está reduzida (Quadro 3).^{5,11}

Disfunção de prótese e *mismatch* podem coexistir se for observada deterioração da hemodinâmica valvar, em prótese com gradiente alto e AOE normal em exames anteriores. Entretanto, gradiente e área valvar nem sempre alteram de forma simultânea porque a relação entre eles não é linear. Em uma prótese valvar com obstrução, o gradiente se mantém similar, até que a área valvar reduza a mais de 50%.⁴ Por isso, a AOE da prótese deve ser analisada mesmo que o gradiente esteja normal (Figura 4). Outros parâmetros de Doppler, específicos para cada tipo de prótese devem ser analisados em conjunto (Quadro 2). Aspectos técnicos e limitações de alguns parâmetros também devem ser lembrados (Quadro 4). Por fim, devem-se sempre

Quadro 3 – Mismatch prótese-paciente.

Prótese aórtica			
	Discreto AOEi (cm ² /m ²)	Moderado AOEi (cm ² /m ²)	Acentuado AOEi (cm ² /m ²)
IMC < 30 kg/m ²	> 0,85	0,85-0,66	≤ 0,65
IMC ≥ 30 kg/m ²	> 0,70	0,70-0,56	≤ 0,55
Prótese mitral			
	Discreto AOEi (cm ² /m ²)	Moderado AOEi (cm ² /m ²)	Acentuado AOEi (cm ² /m ²)
IMC < 30kg/m ²	> 1,2	1,2-0,91	≤ 0,90
IMC ≥30kg/m ²	> 1,0	1,0-0,76	≤ 0,75

Área de orifício efetiva valvar absoluta medida – referência (cm²) < 0,25 (aórtica) ou < 0,35 (mitral) (referência ± 1 desvio padrão) e anatomia normal. Ver Lancellotti et al.⁵ e Hahn et al.⁶ para obter os valores de referência normais da área de orifício efetiva valvar para os diferentes modelos e tamanhos de prótese cirúrgicas e transcatereter. Os gradientes/velocidades estão frequentemente aumentados, desde o primeiro estudo de pós-operatório, porém se mantêm constantes (exceto se ocorrer estenose associada ou estados de alto fluxo). Os demais parâmetros de Doppler estão habitualmente normais.

AOEi: área de orifício efetiva valvar indexada para a superfície corpórea; IMC: índice de massa corporal.

Quadro 4 – Aspectos técnicos, limitações e armadilhas.

Aspectos técnicos
Parâmetros Doppler obtidos pela média de 3-5 batimentos, se ritmo sinusal, e 5-10 batimentos, se ritmo irregular Documentar a incidência na qual as velocidades foram obtidas Atenção a local, tamanho, volume da amostra e alinhamento do Doppler Obter todos os parâmetros Doppler em apneia expiratória não forçada Registrar diâmetro e velocidade da via de saída do VE no mesmo local anatômico. Usar o mesmo diâmetro em todos os exames. Se a medida não for factível, usar apenas o DVI Se a velocidade na via de saída do VE for > 1,5 cm/s (aceleração subvalvar), usar a equação de Bernoulli completa ($4 \times (V2^2 - V1^2)$) para o gradiente máximo (nessa situação, o gradiente médio não pode ser estimado)
Armadilhas e limitações
Em prótese aórtica, não utilizar TA ou TA/TE se houver também prótese mitral Em prótese mitral, não calcular AOE pela equação de continuidade ou DVI, se houver insuficiência mitral ou insuficiência aórtica maior que discreta (nesse caso, pode-se usar a via de saída do VD) Se <i>mismatch</i> , somente concluir após 3-6 meses de pós-operatório (no laudo, pode-se concluir como prótese com gradientes elevados e anatomia normal) AOE da prótese pode ser subestimada se houver aumento de gradiente devido a fenômeno de recuperação de pressão na aorta, gradiente aumentado obtido no orifício central da prótese ou aceleração subvalvar

VE: ventrículo esquerdo; DVI: índice de velocidade Doppler; TA: tempo de aceleração; TE: tempo de ejeção; AOE: área de orifício efetiva; VD: ventrículo direito.

correlacionar os achados com dados clínicos e, se persistirem dúvidas, afastar erros de medida e/ou reavaliar a anatomia da prótese por outros métodos de imagem: ecocardiograma transesofágico, preferencialmente tridimensional, tomografia computadorizada e/ou fluoroscopia (no caso de próteses mecânicas). Ecocardiograma sob estresse pode ser utilizado se houver discrepância entre hemodinâmica da prótese e sintomas do paciente.

Referências

1. Yacoub MH, Takkenberg JJ. Will heart valve tissue engineering change the world? *Nat Clin Pract Cardiovasc Med*. 2005;2(2):60-1.
2. Akins CW, Miller DC, Turina MI, Kouchoukos NT, Blackstone EH, Grunkemeier GL, Takkenberg JJ, David TE, Butchart EG, Adams DH, Shahian DM, Hagl S, Mayer JE, Lytle BW; STS; AATS; EACTS. Guidelines for reporting mortality and morbidity after cardiac valve interventions. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2008;135(4):732-8.
3. Mohty D, Malouf JF, Girard SE, Schaff HV, Grill DE, Enriquez-Sarano ME, et al. Impact of prosthesis-patient mismatch on long-term survival in patients with small St Jude Medical mechanical prostheses in the aortic position. *Circulation*. 2006;113(3):420-6.
4. Daneshvar SA, Rahimtoola SH. Valve prosthesis-patient mismatch (VP-PM): a long-term perspective. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(13):1123-35.
5. Lancellotti P, Pibarot P, Chambers J, Edvardsen T, Delgado V, Dulgheru R, et al. Recommendations for the imaging assessment of prosthetic heart valves: a report from the European Association of Cardiovascular Imaging endorsed by the Chinese Society of Echocardiography, the Inter-American Society of Echocardiography, and the Brazilian Department of Cardiovascular Imaging. *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*. 2016;17(6):589-90.
6. Hahn RT, Leipsic J, Douglas PS, Jaber WA, Weissman NJ, Pibarot P, et al. Comprehensive Echocardiographic Assessment of Normal Transcatheter Valve Function. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1):25-34.
7. Zoghbi WA, Chambers JB, Dumesnil JG, Foster E, Gottdiener JS, Grayburn PA, et al.; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; Task Force on Prosthetic Valves; American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee; Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association; European Association of Echocardiography; European Society of Cardiology; Japanese Society of Echocardiography; Canadian Society of Echocardiography; American College of Cardiology Foundation; American Heart Association; European Association of Echocardiography; European Society of Cardiology; Japanese Society of Echocardiography; Canadian Society of Echocardiography. Recommendations for evaluation of prosthetic valves with echocardiography and doppler ultrasound: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Task Force on Prosthetic Valves, developed in conjunction with the American College of Cardiology Cardiovascular Imaging Committee, Cardiac Imaging Committee of the American Heart Association, the European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography and the Canadian Society of Echocardiography, endorsed by the American College of Cardiology Foundation, American Heart Association, European Association of Echocardiography, a registered branch of the European Society of Cardiology, the Japanese Society of Echocardiography, and Canadian Society of Echocardiography. *J Am Soc Echocardiogr*. 2009;22(9):975-1014; quiz 82-4.
8. Nishimura RA, Otto CM, Bonow RO, Carabello BA, Erwin JP 3rd, Fleisher LA, et al. 2017 AHA/ACC Focused Update of the 2014 AHA/ACC Guideline for the Management of Patients With Valvular Heart Disease: A Report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Clinical Practice Guidelines. *J Am Coll Cardiol*. 2017;70(2):252-89.
9. Kim JY, Suh YJ, Han K, Kim YJ, Choi BW. Diagnostic Value of Advanced Imaging Modalities for the Detection and Differentiation of Prosthetic Valve Obstruction: A Systematic Review and Meta-Analysis. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1 Pt 1):2182-92.
10. Makkar RR, Fontana G, Jilaihawi H, Chakravarty T, Kofoed KF, De Backer O, et al. Possible Subclinical Leaflet Thrombosis in Bioprosthetic Aortic Valves. *N Engl J Med*. 2015;373(21):2015-24.
11. Pibarot P, Magne J, Leipsic J, Côté N, Blanke P, Thourani VH, et al. Imaging for Predicting and Assessing Prosthesis-Patient Mismatch After Aortic Valve Replacement. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2019;12(1):149-62.
12. Zoghbi WA, Asch FM, Bruce C, Gillam LD, Grayburn PA, Hahn RT, et al. Guidelines for the Evaluation of Valvular Regurgitation After Percutaneous Valve Repair or Replacement: A Report from the American Society of Echocardiography Developed in Collaboration with the Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Japanese Society of Echocardiography, and Society for Cardiovascular Magnetic Resonance. *J Am Soc Echocardiogr*. 2019;32(4):431-75.
13. Ben Zekry S, Saad RM, Ozkan M, Al Shahid MS, Pepi M, Muratori M, et al. Flow acceleration time and ratio of acceleration time to ejection time for prosthetic aortic valve function. *JACC Cardiovasc Imaging*. 2011;4(11):1161-70.

Conclusão

A comparação seriada de parâmetros hemodinâmicos, aliada à visualização adequada da anatomia valvar (por mais de um método de imagem, se necessário), permanece a melhor estratégia para avaliar a função da prótese. Esses dados devem ser interpretados dentro de um contexto clínico.