

CARDIOLOGIA

TEORIA E PRÁTICA

EDIÇÃO XXVII

Capítulo 26

POCUS EM CARDIOLOGIA: APLICAÇÕES CLÍNICAS DA ULTRASSONOGRAFIA À BEIRA-LEITO

RAPHAEL FERNANDES APA DE ANDRADE PEREIRA¹
ANA HELENA FAEL NASCIMENTO¹
ANNY MAYSA PEREIRA NUNES¹
BRUNA DALLAQUA¹
CAYO DOUGLAS SILVA LIRA¹
GABRIELA FRANÇA PASQUALE¹
GUILHERME CARVALHO CAMARGOS VIEIRA¹
JULIA MATOS TEIXEIRA¹
LETICIA SELIGRA DE MORAES CATARINO¹
MARIA CLARA FIUZA NASCIMENTO¹
MYLENA GABRIELLE GADELHA COSTA¹
RAYANE VALÉRIA DE LIMA CARDOSO¹
REBECA DE OLIVEIRA BRUMANO DA CRUZ¹
RÚBIA MARIA EVANGELISTA COSTA¹
VITÓRIA HERRERA RODRIGUES¹

1. Discente – Medicina da Universidade Nove de Julho.

Palavras-chave: POCUS; Cardiologia; Aplicações Clínicas.

DOI

10.59290/9520293022

P EDITORA
PASTEUR

INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares (DCV) permanecem entre as principais causas de morbidade e mortalidade no mundo, representando importante desafio para os sistemas de saúde devido à elevada frequência de internações, incapacidade funcional e custos assistenciais (TSAO *et al.*, 2023). Nos serviços de emergência e nas unidades de terapia intensiva, condições como insuficiência cardíaca aguda, síndrome coronariana aguda e diferentes formas de choque circulatório exigem reconhecimento precoce e intervenções rápidas, uma vez que atrasos no diagnóstico podem comprometer significativamente a evolução clínica dos pacientes. Nesse contexto, a disponibilidade de métodos diagnósticos que forneçam informações imediatas torna-se essencial para otimizar a tomada de decisão médica.

Embora a anamnese e o exame físico permaneçam como etapas fundamentais da avaliação clínica, sua capacidade para identificar alterações hemodinâmicas ou estruturais pode ser limitada, principalmente em pacientes graves. Por outro lado, exames como a ecocardiografia convencional, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética oferecem elevada acurácia diagnóstica, porém nem sempre estão prontamente disponíveis ou podem ser realizados sem retardar o início do tratamento. Essa realidade impulsionou a incorporação da ultrassonografia *point-of-care* (POCUS), caracterizada pela realização de exames ultrassonográficos focados diretamente pelo médico assistente durante o atendimento, permitindo a obtenção de informações relevantes em poucos minutos e integradas ao raciocínio clínico (KIRKPATRICK *et al.*, 2024; JOHRI *et al.*, 2023).

Na cardiologia, o POCUS não tem a finalidade de substituir a ecocardiografia completa, considerada o método de referência para avali-

ação estrutural detalhada do coração. Sua proposta consiste em complementar a avaliação clínica, fornecendo respostas objetivas para perguntas específicas relacionadas ao estado hemodinâmico do paciente. A técnica possibilita identificar alterações como redução da contratilidade ventricular, dilatação das câmaras cardíacas, derrame pericárdico, sinais sugestivos de tamponamento cardíaco e padrões de congestão pulmonar, além de contribuir para a estimativa da volemia por meio da análise da veia cava inferior. Dessa forma, amplia a capacidade diagnóstica do exame físico e favorece intervenções mais precoces e direcionadas (VIA *et al.*, 2014; KOVELL *et al.*, 2018).

A utilização do POCUS tem se expandido em diferentes cenários assistenciais, especialmente na abordagem de pacientes com dispneia aguda, dor torácica, hipotensão, choque e parada cardiorrespiratória. Quando empregado de maneira sistematizada, o método auxilia na rápida identificação de causas potencialmente reversíveis e no monitoramento da resposta às intervenções terapêuticas, contribuindo para decisões clínicas mais seguras. Entretanto, sua confiabilidade depende da adequada capacitação do examinador, da padronização dos protocolos utilizados e da correta interpretação dos achados ultrassonográficos, reforçando que seus resultados devem sempre ser analisados em conjunto com os dados clínicos e laboratoriais disponíveis (ALERHAND *et al.*, 2024; CERIANI *et al.*, 2025).

Nos últimos anos, com os avanços tecnológicos, como a miniaturização dos equipamentos, a melhoria da qualidade das imagens e a incorporação de algoritmos de inteligência artificial para aquisição e interpretação assistida, ampliou-se ainda mais o potencial de utilização do POCUS na prática cardiovascular. Apesar desse crescimento, persistem discussões relacionadas às indicações, limitações e impacto do

método sobre os desfechos clínicos (SEETHARAM *et al.*, 2022; SAADI *et al.*, 2026).

Portanto, este capítulo tem como objetivo analisar as principais aplicações clínicas do POCUS em cardiologia, destacando sua contribuição para a avaliação, monitorização e tomada de decisão em diferentes cenários cardiovasculares, bem como discutir suas vantagens, limitações, impacto na prática clínica e a importância da capacitação profissional para sua utilização segura e eficaz.

MÉTODO

Este capítulo consiste em uma revisão narrativa da literatura, desenvolvida a partir de uma busca estruturada na base de dados PubMed, com o propósito de reunir e analisar as principais evidências científicas relacionadas à utilização do POCUS em cardiologia. A busca bibliográfica foi realizada utilizando os descritores controlados do *Medical Subject Headings* (MeSH): "*Point-of-Care Systems*", "*Echocardiography, Bedside*", "*Cardiology*" e "*Clinical Decision-Making*", combinados por operadores booleanos (AND e OR), a fim de identificar estudos relacionados à aplicação da ecocardiografia POCUS na prática cardiológica. Ressalta-se que nem todos os artigos identificados na busca estavam disponíveis gratuitamente na íntegra, sendo utilizados, para a análise e fundamentação desta revisão, os estudos aos quais foi possível obter acesso ao texto completo. Inicialmente, 32 artigos foram selecionados por meio de uma triagem temática. Após a exclusão de duplicatas e estudos incompatíveis com os objetivos da revisão, foram aplicados os critérios de inclusão: artigos publicados em inglês e português, a partir de 2014, que abordassem a utilização do POCUS em cardiologia. Ao final, 30 estudos foram selecionados para compor esta revisão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Fundamentação e janelas ecocardiográficas

O POCUS é um exame ultrassonográfico realizado à beira-leito do paciente. Na cardiologia, tornou-se importante ferramenta prognóstica complementar à ecocardiografia, por sua acessibilidade e sensibilidade às condições cardíacas que direcionam o manejo clínico, respondendo a perguntas específicas e permitindo decisões imediatas (VIA *et al.*, 2014; KIRKPATRICK *et al.*, 2024).

A realização do POCUS avalia a função do coração, derrame do pericárdio, insuficiência cardíaca, estado volêmico (veia cava inferior), choque, parada cardiorrespiratória e avaliação da função ventricular. Pode ser empregado tanto por cardiologistas quanto por médicos de outras especialidades que atuam na linha de frente da assistência, sendo aplicável em prontossocorros, unidades de terapia intensiva, centros cirúrgicos e locais com acesso limitado a exames de imagem (ALERHAND *et al.*, 2024; HUSSAIN *et al.*, 2025).

O POCUS contribui para reduzir o tempo entre o diagnóstico e o início do tratamento, aumentando a probabilidade de intervenções apropriadas, essenciais para uma maior segurança do paciente e facilidade do trabalho no hospital. Em situações clínicas tempo-dependentes, o POCUS impacta significativamente o manejo desse paciente, até mesmo em situações em que há menor disponibilidade de recursos (HAN *et al.*, 2019; DOS SANTOS *et al.*, 2025).

A modernização desses equipamentos resultou em dispositivos mais compactos, portáteis e dotados de tecnologia sem fio, facilitando o manuseio, a transferência de imagens e sua visualização por meio de aplicativos em dispositivos móveis. Entretanto, é um dispositivo que não substitui o ecocardiograma completo

quando é necessária uma avaliação detalhada da anatomia e da função cardíaca (JOHRI *et al.*, 2023; LEE & DE CARA, 2020).

Ademais, seus achados devem ser interpretados em conjunto com a história clínica, o exame físico e outros exames complementares, ou seja, ele é um exame direcionado, que complementa a avaliação clínica. Dessa maneira, fica claro que o POCUS consiste em uma avaliação ultrassonográfica direcionada, realizada para responder perguntas clínicas específicas em tempo real. Diferentemente da ecocardiografia convencional, seu objetivo não é realizar uma avaliação completa do coração, mas fornecer informações rápidas que auxiliem na tomada de decisão clínica (VIA *et al.*, 2014; KOVELL *et al.*, 2018).

A partir dessa análise, para que o POCUS forneça informações confiáveis, é fundamental obter imagens por meio de janelas ecocardiográficas padronizadas. Cada janela corresponde a um posicionamento específico do transdutor, permitindo a visualização de diferentes estruturas cardíacas e possibilitando uma avaliação sistemática da anatomia e da função do coração (**Figura 26.1**) (VIA *et al.*, 2014).

O ecocardiograma transtorácico (ECO) fundamenta-se na avaliação sequencial e integrada do coração a partir de diferentes janelas acústicas, cuja combinação é indispensável para a caracterização tridimensional e abrangente das estruturas cardíacas. Em exames focados ou de rápida execução, o protocolo baseia-se em quatro projeções fundamentais: paraesternal de eixo longo, paraesternal de eixo curto, apical de quatro câmaras e subcostal. Contudo, para uma investigação diagnóstica ampla, a incorporação sistemática de projeções adicionais — como as vistas apicais de duas, três e cinco câmaras — permite aprofundar a avaliação morfofuncional, hemodinâmica e valvar (WAWERU-SIIKA *et al.*, 2022; LONG *et al.*, 2018; DOS SANTOS *et al.*, 2025).

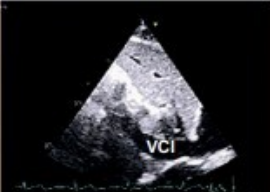
A janela paraesternal propicia a obtenção dos cortes longitudinal e transversal do coração. Na vista paraesternal de eixo longo (PLAX) — adquirida com o transdutor no terceiro ou quarto espaço intercostal esquerdo e o marcador direcionado ao ombro direito —, avaliam-se o ventrículo esquerdo, a raiz da aorta, a via de saída do ventrículo esquerdo (LVOT) e o espaço pericárdico. Essa projeção é crucial para determinar as dimensões cavitárias, mensurar o diâmetro da LVOT na mesossístole e identificar derrames pericárdicos com colapso diastólico do ventrículo direito. Ao aplicar uma rotação ao transdutor direcionando o marcador para o ombro esquerdo, obtém-se o eixo curto (PSAX), que permite analisar a motilidade e a geometria do ventrículo esquerdo em corte transversal, além de evidenciar a sobrecarga do ventrículo direito por meio do achatamento septal (sinal do "D") (LONG *et al.*, 2018; DOS SANTOS *et al.*, 2025).

A janela apical oferece uma abordagem longitudinal detalhada das câmaras cardíacas e do aparelho valvar. A vista de quatro câmaras (A4C), obtida no *ictus cordis* com o marcador voltado para a esquerda, possibilita a comparação simultânea dos volumes cavitários, a estimativa da velocidade de regurgitação tricúspide por Doppler contínuo e a quantificação do TAPSE (excursão sistólica do anel tricúspide) em modo M para avaliação da função sistólica longitudinal do ventrículo direito. As vistas apicais de duas (A2C) e três câmaras (A3C) complementam o estudo da contratilidade segmentar do ventrículo esquerdo, enquanto a vista de cinco câmaras (A5C) — obtida por discreta angulação da A4C — possibilita o alinhamento do Doppler pulsado com a LVOT para o cálculo da integral velocidade-tempo (VTI). Durante a aquisição apical, a atenção ao posicionamento do transdutor é fundamental para evitar o *foreshortening* (encurtamento artificial do ápice),

que pode comprometer gravemente as mensurações volumétricas e funcionais (NOOR *et al.*,

2025; KOVELL *et al.*, 2018; DOS SANTOS *et al.*, 2025; LONG *et al.*, 2018).

Figura 26.1 Imagem de Janelas Ultrassonográficas no POCUS cardíaco

Janelas Ultrassonográficas no POCUS Cardíaco			
Janela	Imagem	Posição do transdutor	Melhor janela para:
Paraesternal longitudinal 3º espaço intercostal Linha paraesternal esquerda Índice para o ombro direito			• Contratilidade global • Derrame pericárdico • Dimensões cavitárias • Contratilidade segmentar
Paraesternal transverso 3º espaço intercostal Linha paraesternal esquerda Índice para o ombro esquerdo			• Contratilidade global • Derrame pericárdico • Contratilidade segmentar • Dimensões cavitárias
Apical 4 câmaras Linha médio-clavicular esq. Ictus cordis Índice para a esquerda			• Contratilidade global • Dimensões cavitárias • Contratilidade segmentar • Derrame pericárdico
Subcostal Linha média Abaixo do processo xifoide Índice para a esquerda			• Derrame pericárdico • Dimensões cavitárias • Contratilidade global
Subcostal com foco na VCI Linha média Abaixo do processo xifoide Índice para a esquerda			• Distensibilidade da VCI • Distensibilidade das veias supra-hepáticas

Fonte: ALCANTARA *et al.*, 2026.

A abordagem subcostal ou subxifoide, posicionando o transdutor na linha média logo abaixo do processo xifoide com feixe direcionado cranialmente e à esquerda, assume relevância estratégica quando as janelas intercostais são limitadas por enfisema ou biotipo do

paciente. Essa vista oferece uma perspectiva inferior do coração — na qual o ventrículo esquerdo é visualizado habitualmente à direita da tela — e constitui a via de escolha para confirmar derrame pericárdico e sinais de tamponamento, como o colapso sistólico do átrio direito. Ademais, ao angular o transdutor para a veia

cava inferior (VCI), avaliam-se seu diâmetro e variação respiratória para estimativa do estado volêmico, embora esses achados devam ser interpretados com cautela e integrados ao contexto clínico devido às influências da ventilação mecânica e das pressões intratorácicas (WAWERU-SIIKA *et al.*, 2022; LONG *et al.*, 2018; NOOR *et al.*, 2025; KOVELL *et al.*, 2018).

Em síntese, a acurácia diagnóstica do ecocardiograma depende da integração harmoniosa de todas as janelas acústicas. Como nenhuma projeção isolada é capaz de fornecer uma análise completa, a correta orientação espacial, o manuseio adequado do transdutor e a interpretação conjunta das superfícies paraesternal, apical e subcostal são os pilares que garantem a confirmação dos achados e evitam erros decorrentes de artefatos ou distorções geométricas (JOHRI *et al.*, 2023; DOS SANTOS *et al.*, 2025; NOOR *et al.*, 2025; LONG *et al.*, 2018; WAWERU-SIIKA *et al.*, 2022).

Aplicações clínicas

Insuficiência cardíaca aguda

A insuficiência cardíaca (IC) é uma síndrome clínica caracterizada por congestão pulmonar e/ou sistêmica, associada ou não à redução do débito cardíaco. A insuficiência cardíaca aguda (ICA) corresponde à descompensação súbita de um paciente com IC prévia ou à primeira apresentação da síndrome, ambas exigindo avaliação e tratamento imediatos (MCDONAGH *et al.*, 2021; WALSH *et al.*, 2026).

Os métodos diagnósticos tradicionais baseiam-se em exame clínico, radiografia de tórax e peptídeos natriuréticos (BNP ou NT-proBNP). O exame físico, apesar de indispensável, apresenta baixa acurácia para detectar congestão e hipoperfusão, a radiografia de tórax possui sensibilidade limitada e os peptídeos natriuréticos,

embora tenham alto valor preditivo negativo, podem ser influenciados por diversos fatores clínicos. À luz dessas limitações, o POCUS configura-se como ferramenta auxiliar, permitindo avaliar simultaneamente congestão e estado hemodinâmico. Do ponto vista prático, essa abordagem é organizada em três eixos: avaliação da congestão pulmonar, da congestão sistêmica e análise estrutural e hemodinâmica do coração (MARTINDALE *et al.*, 2016; MCDONAGH *et al.*, 2021).

Na avaliação da insuficiência cardíaca aguda, a ultrassonografia pulmonar é utilizada para detectar congestão pulmonar. O exame pode identificar linhas A, compatíveis com pulmão normalmente aerado, e linhas B, relacionadas ao aumento do líquido intersticial pulmonar. Na ICA, a presença de múltiplas linhas B bilaterais sugere congestão pulmonar. Estudos demonstram que a ultrassonografia pulmonar apresenta maior sensibilidade e especificidade do que a radiografia de tórax para o diagnóstico de ICA descompensada, além de maior poder confirmatório em relação ao exame físico e aos peptídeos natriuréticos (CHIU *et al.*, 2022; MIGLIORANZA *et al.*, 2017).

A congestão sistêmica pode ser avaliada pelo ultrassom de excesso venoso (VExUS), que integra a análise da veia cava inferior aos padrões de fluxo Doppler das veias hepáticas, porta e intrarrenais. O método permite graduar a congestão venosa sistêmica e apresenta correlação mais robusta com parâmetros hemodinâmicos invasivos, especialmente a pressão atrial direita, em comparação à avaliação isolada da veia cava inferior (THAYAPRAN *et al.*, 2025; RUIZ-FUENTES *et al.*, 2026).

A ultrassonografia cardíaca focada (FOCUS) complementa a investigação com uma análise estrutural e hemodinâmica direcionada, viabilizando a identificação rápida de alterações estruturais e funcionais cardíacas relevan-

tes, além de estimar a função sistólica ventricular esquerda, identificar sobrecarga do ventrículo direito e, em sua forma avançada, estimar o volume sistólico, débito cardíaco e as pressões de enchimento (VIA *et al.*, 2014; HUSAIN *et al.*, 2025).

Em conjunto, as evidências sugerem que o POCUS contribui não apenas para o diagnóstico, mas para uma abordagem mais direcionada da ICA, permitindo monitorar a congestão, orientar a terapia descongestiva e otimizar o fluxo assistencial, reduzindo o tempo para a decisão de alta e a duração da internação (DOS SANTOS *et al.*, 2025; MCDONAGH *et al.*, 2021).

Choque e instabilidade hemodinâmica

Na instabilidade hemodinâmica e no choque, a incapacidade do sistema cardiovascular de manter perfusão tecidual adequada compromete o aporte de oxigênio e nutrientes aos órgãos e tecidos, favorecendo hipóxia celular e disfunção orgânica progressiva. Essa condição pode decorrer de diferentes mecanismos fisiopatológicos, como redução da contratilidade miocárdica, alterações do estado volêmico, obstrução ao fluxo sanguíneo ou vasodilatação sistêmica. A instabilidade hemodinâmica pode anteceder ou acompanhar o choque, que representa a forma mais grave desse desequilíbrio circulatório. Como esses mecanismos podem apresentar manifestações clínicas semelhantes, mas exigem abordagens terapêuticas distintas, a rápida identificação da etiologia é essencial para direcionar a conduta inicial. Nesse contexto, o POCUS permite integrar a avaliação cardíaca, pulmonar e vascular à beira-leito, auxiliando na identificação do mecanismo fisiopatológico predominante e direcionando precocemente a tomada de decisão clínica (NOOR *et al.*, 2025; CERIANI *et al.*, 2025).

Para identificar o mecanismo responsável pela instabilidade hemodinâmica e orientar a

conduta inicial, o POCUS permite uma avaliação sistemática dos principais determinantes da circulação em poucos minutos à beira leito. A análise da função ventricular esquerda auxilia na identificação de alterações da contratilidade, enquanto a avaliação do ventrículo direito pode sugerir sobrecarga pressórica ou volumétrica compatível com condições obstrutivas. A pesquisa de derrame pericárdico, a avaliação da veia cava inferior e a ultrassonografia pulmonar complementam esse raciocínio ao fornecer informações sobre o estado volêmico, a presença de congestão e possíveis causas de comprometimento hemodinâmico. Interpretados de forma integrada e sempre associados aos dados clínicos, esses achados permitem reduzir a incerteza diagnóstica e direcionar a investigação do mecanismo fisiopatológico predominante (NOOR *et al.*, 2025; ALERHAND *et al.*, 2024).

A interpretação integrada desses achados permite diferenciar os principais mecanismos de choque e instabilidade hemodinâmica, reduzindo a incerteza diagnóstica logo na avaliação inicial. A presença de disfunção sistólica do ventrículo esquerdo e sinais de congestão pulmonar favorece a hipótese de choque cardiogênico, enquanto a dilatação do ventrículo direito associada à sobrecarga pressórica pode sugerir causas obstrutivas, como o tromboembolismo pulmonar. Por outro lado, uma veia cava inferior colabável, na ausência de sinais de congestão, pode indicar redução do volume intravascular, ao passo que a identificação de derrame pericárdico com repercussão hemodinâmica levanta a suspeita de tamponamento cardíaco. Nos quadros de choque distributivo, embora os achados ultrassonográficos sejam frequentemente inespecíficos, o POCUS permanece útil ao excluir causas cardiogênicas ou obstrutivas e complementar a avaliação clínica. Dessa forma, a correlação entre os achados ultrassonográficos e o contexto clínico permite estabe-

lecer hipóteses diagnósticas mais precisas e iniciar precocemente a estratégia terapêutica mais adequada (NOOR *et al.*, 2025; CALDERON MARTINEZ *et al.*, 2023).

Ao orientar a conduta terapêutica nos primeiros minutos da avaliação, o POCUS permite que intervenções terapêuticas sejam iniciadas de forma mais direcionada e segura. A identificação precoce de disfunção ventricular pode antecipar o início do suporte inotrópico ou evitar a administração indiscriminada de fluidos em pacientes com choque cardiogênico, enquanto sinais sugestivos de hipovolemia favorecem uma estratégia de ressuscitação volêmica mais apropriada. Da mesma forma, a suspeita de tamponamento cardíaco ou tromboembolismo pulmonar maciço pode acelerar a realização de intervenções específicas e exames complementares, contribuindo para uma abordagem mais rápida e assertiva. Assim, ao integrar os achados ultrassonográficos ao contexto clínico, o POCUS fortalece o raciocínio diagnóstico e auxilia na escolha da estratégia terapêutica mais adequada para cada paciente (NOOR *et al.*, 2025).

Mais do que identificar alterações estruturais ou funcionais, a principal contribuição do POCUS nesse contexto está na possibilidade de incorporar essas informações imediatamente ao raciocínio clínico durante a avaliação do paciente. Por ser realizado à beira do leito e integrado ao exame físico, o método favorece decisões mais ágeis em cenários nos quais o tempo é determinante para o prognóstico. Além disso, sua aplicação sistemática pode reduzir a necessidade de exames adicionais na fase inicial da investigação, direcionando de forma mais racional a utilização de métodos complementares quando necessários. Dessa forma, o POCUS amplia a capacidade diagnóstica durante a avaliação inicial, tornando o raciocínio clínico mais objetivo e fundamentado (CERIANI *et al.*, 2025).

Dessa forma, o POCUS consolida-se como ferramenta de grande valor na abordagem do choque e da instabilidade hemodinâmica, ao integrar, de forma rápida e sistemática, informações anatômicas e funcionais à avaliação clínica, favorecendo a identificação precoce do mecanismo fisiopatológico predominante e a instituição da estratégia terapêutica mais adequada (NOOR *et al.*, 2025).

Emergências, tamponamento e PCR

O POCUS é atualmente utilizado em unidades de emergência e durante a parada cardiorrespiratória (PCR). Considerado uma evolução do exame físico, ele permite a identificação em tempo real da presença ou ausência de movimento cardíaco e possui alta sensibilidade e especificidade para prever o retorno da circulação espontânea (RCE) e a sobrevivência até a admissão hospitalar. Basicamente, o POCUS avalia a "presença de insuficiência cardíaca e retenção de líquidos", definindo estratégias de tratamento ao identificar anormalidades hemodinâmicas em tempo real. Entretanto, o POCUS cardíaco, também chamado de ultrassom cardíaco focado (FoCUS), não substitui o exame ecocardiográfico completo quando este for indicado. A portabilidade e o baixo custo do POCUS facilitam sua aplicação por médicos intensivistas, emergencistas e cardiologistas, permitindo a triagem rápida de condições tempo-dependentes que poderiam levar a desfechos fatais (LONG *et al.*, 2018; LATSIOS *et al.*, 2025).

Em relação à PCR, o POCUS é uma ferramenta fundamental para diferenciar a atividade elétrica sem pulso (AESP) verdadeira, classificada pela ausência total de movimento cardíaco, da pseudo-AESP. Na pseudo-AESP, existe atividade cardíaca organizada visível na ecocardiografia, mas o pulso não é palpável, funcionando como um estado de choque profundo. Identificar essa atividade guia melhor os esfor-

ços de ressuscitação, pois esses pacientes geralmente apresentam causa reversível e têm melhor prognóstico se a causa for corrigida. Já a AESP verdadeira, por se caracterizar pela dissociação eletromecânica completa, não produz qualquer contração miocárdica visível no ultrassom. Nesse sentido, além de diferenciar a AESP verdadeira da pseudo-AESP, o POCUS permite a verificação do pulso (carotídeo ou femoral) de forma mais rápida e confiável, realizada em menos de 10 segundos, podendo ser executada inclusive por operadores menos experientes. Em contrapartida, o diagnóstico tradicional de parada baseia-se na palpação manual de pulsos, um método de baixa sensibilidade, baixa especificidade e alta variabilidade entre observadores (LONG *et al.*, 2018; LATSIOS *et al.*, 2025).

Ademais, o diagnóstico imediato de causas reversíveis e tratáveis (os "Hs e Ts") é uma das principais aplicações do POCUS durante a ressuscitação. O uso da ferramenta permite a identificação imediata de etiologias que podem levar ou sustentar uma PCR. Como exemplo, na hipovolemia, o ultrassom pode revelar ventrículos com paredes que se tocam ao final da sístole e uma veia cava inferior (VCI) colabada. Outro exemplo é o tamponamento cardíaco, o qual é identificado pela presença de derrame pericárdico, colapso diastólico do ventrículo direito (VD), colapso sistólico do átrio direito e VCI dilatada (pletórica). A partir dessa identificação, torna-se possível realizar uma pericardiocentese de forma segura e eficaz. Além disso, destaca-se o tromboembolismo pulmonar (TEP) maciço, cujos sinais incluem a dilatação do VD, o sinal de McConnell (acinesia da parede livre média do VD com preservação da mobilidade apical), o "sinal do D" (achatamento do septo interventricular por sobrecarga de pressão no VD) e, ocasionalmente, a visualização direta de um trombo no átrio ou ventrí-

culo direito. O POCUS pulmonar também é essencial para diagnosticar o pneumotórax hipertensivo por meio da ausência de deslizamento pleural e da presença do sinal do "código de barras" (LONG *et al.*, 2018; LATSIOS *et al.*, 2025).

Para assegurar a eficácia do POCUS durante a ressuscitação cardiopulmonar (RCP), recomenda-se o uso de protocolos consolidados, como o FEEL e o CASA, para otimizar as pausas de 10 segundos. O protocolo CASA (*Cardiac Arrest Sonographic Assessment*) foca na avaliação sistemática durante a checagem de ritmo para identificar tamponamento, TEP e atividade cardíaca, sendo o único com comprovação de redução no tempo de interrupção das compressões torácicas. Outro protocolo de destaque é o FEEL (*Focused Echocardiography in Emergency Life Support*), amplamente consolidado para guiar a avaliação cardíaca focada na parada cardíaca. Uma alternativa vantajosa é o uso da ecocardiografia transesofágica (ETE), que permite a visualização contínua do coração sem interromper as manobras e ajuda a verificar a eficácia e o local correto das compressões. Já a ecocardiografia transtorácica (ETT), embora seja a modalidade padrão, pode ter a qualidade de imagem prejudicada pelo biotipo do paciente ou por artefatos de ar gástrico (LONG *et al.*, 2018; LATSIOS *et al.*, 2025).

Estudos apontam que a ausência de atividade cardíaca no ultrassom inicial e final está fortemente associada à falha no retorno da circulação espontânea (RCE) e à não sobrevivência até a alta hospitalar, enquanto a presença de contratilidade organizada aumenta significativamente as chances de sobrevida. Contudo, o POCUS não deve ser o único critério para interromper os esforços de ressuscitação; a decisão deve integrar o julgamento clínico, a duração da PCR e a presença de outras causas reversíveis (LONG *et al.*, 2018; LATSIOS *et al.*, 2025).

Dor torácica e dispneia

A implementação do POCUS na cardiologia clínica representa uma verdadeira mudança de paradigma, estendendo as capacidades do exame físico tradicional ao permitir a visualização direta de estruturas anatômicas e a análise funcional hemodinâmica em tempo real à beira do leito. Esta ferramenta mostra-se particularmente decisiva na triagem e no manejo de duas das queixas mais prevalentes em prontos-socorros e unidades de terapia intensiva: a dispneia e a dor torácica (JOHRI *et al.*, 2023; PICCIONI *et al.*, 2022).

No contexto das aplicações clínicas na dispneia, o POCUS consolidou-se como um componente essencial na avaliação de pacientes com quadro indiferenciado, permitindo a diferenciação rápida entre causas cardiogênicas e não cardiogênicas. Estudos de acurácia demonstram, inclusive, uma elevada concordância diagnóstica de 0,98 entre o POCUS e o diagnóstico clínico final em casos de suspeita de insuficiência cardíaca agudamente descompensada (NÚÑEZ-RAMOS *et al.*, 2024).

Para essa investigação, a ultrassonografia pulmonar (USP) baseia-se na análise detalhada de artefatos pleurais, utilizando amplamente o Protocolo BLUE (*bedside lung ultrasound in emergency*) para identificar perfis de aeração. Entre esses achados, as Linhas A consistem em artefatos horizontais indicativos de um pulmão aerado e normal, embora também possam estar presentes em quadros de DPOC, asma ou pneumotórax. Por sua vez, as Linhas B (ou Perfil B) são artefatos verticais que sinalizam a presença de líquido no interstício pulmonar; a identificação de três ou mais dessas linhas por quadrante em regiões anteriores sugere congestão pulmonar cardiogênica com sensibilidade de 97% e especificidade de 95%. Na avaliação da pleura, o "sinal da beira-mar" (*seashore sign*) indica o deslizamento pleural normal, descartando

pneumotórax no ponto examinado. Em contrapartida, o "sinal do código de barras" (*barcode sign*) no Modo-M aponta a ausência desse deslizamento, atuando como um marcador de pneumotórax (PICCIONI *et al.*, 2022; CHIU *et al.*, 2022).

Complementando o quadro da dispneia, a avaliação da pressão atrial direita (PAD) e da congestão venosa por meio do diâmetro e da colapsibilidade da veia cava inferior (VCI) revela-se fundamental. Uma VCI pletórica ($>2,1$ cm) acompanhada de colapso inspiratório inferior a 50% sugere PAD elevada (10–20 mmHg), corroborando o diagnóstico de sobrecarga volêmica. Adicionalmente, o emprego do escore VExUS (*venous excess ultrasound*) possibilita graduar a congestão venosa sistêmica através do Doppler das veias supra-hepática, porta e renal, configurando um preditor valioso de lesão renal aguda congestiva (PICCIONI *et al.*, 2022; THAYAPRAN *et al.*, 2025).

Já nas aplicações clínicas direcionadas à dor torácica, o POCUS atua como um método ágil de triagem para etiologias potencialmente fatais, englobando síndromes coronarianas agudas (SCA), tromboembolismo pulmonar (TEP), tamponamento cardíaco e dissecação de aorta. Nas síndromes coronarianas agudas, a ecocardiografia transtorácica permite detectar precocemente alterações da contratilidade segmentar — como hipocinesia, acinesia ou discinesia —, que frequentemente antecedem as manifestações eletrocardiográficas ou a elevação de marcadores de necrose. Nesses cenários, a concordância diagnóstica do POCUS em casos de suspeita de SCA sem supradesnívelamento do segmento ST alcança 0,96 (PICCIONI *et al.*, 2022; NÚÑEZ-RAMOS *et al.*, 2024).

Nos casos de tromboembolismo pulmonar, a suspeita de TEP maciço ou submaciço é levantada por sinais de sobrecarga aguda do ventrículo direito (VD). Entre os principais achados, destacam-se a relação VD/VE superior a

1,0 na janela apical de 4 câmaras, o sinal de McConnell — caracterizado pela hipocinesia da parede livre do VD com preservação da contratilidade apical — e o sinal do "D", que se traduz pelo aplanamento do septo interventricular devido ao aumento de pressão no VD, visível no eixo curto. A associação do "Triplo POCUS" (envolvendo coração, pulmão e doppler de membros inferiores) eleva a acurácia diagnóstica do TEP, atingindo 90% de sensibilidade e 86% de especificidade (PICCIONI *et al.*, 2022).

A ferramenta exhibe também acurácia superior a 95% na identificação de derrames pericárdicos, sendo o tamponamento cardíaco caracterizado fisiologicamente pelo colapso diastólico das câmaras direitas associado a uma VCI ple-tórica. Por fim, no tocante às síndromes aórticas agudas, embora a angiotomografia computadorizada permaneça como o padrão-ouro, o POCUS é capaz de visualizar o flap intimal na aorta ascendente ou no arco aórtico, viabilizando um diagnóstico imediato em situações críticas de choque (CALDERON MARTINEZ *et al.*, 2023).

Em suma, a integração da ultrassonografia à beira do leito na prática cardiológica não apenas acelera o diagnóstico de condições críticas de dispneia e dor torácica, como também otimiza a alocação de recursos e eleva a segurança do paciente ao guiar intervenções terapêuticas imediatas. Contudo, cabe ressaltar que a eficácia do método permanece estritamente dependente de um treinamento estruturado e da interpretação conjunta com o contexto clínico do paciente (PICCIONI *et al.*, 2022).

Limitações, protocolos de treinamento e regulamentação

Nas últimas décadas, o POCUS consolidou-se como uma importante ferramenta de apoio à avaliação cardiovascular à beira do leito, especialmente em pacientes críticos. Sua principal

característica é fornecer respostas rápidas para questões clínicas específicas, contribuindo para a tomada de decisão em tempo real. A utilização do método baseia-se em protocolos padronizados, desenvolvidos para diferentes cenários clínicos. Inicialmente empregado no atendimento ao trauma por meio do protocolo FAST e, posteriormente, do eFAST, o POCUS expandiu-se para aplicações cardiovasculares e hemodinâmicas (ALERHAND *et al.*, 2024).

Nesse contexto, destacam-se o *focused assessed transthoracic echocardiography* (FATE), direcionado à avaliação cardíaca focalizada, o *rapid ultrasound in shock* (RUSH), amplamente utilizado na investigação da etiologia do choque, e o *venous excess ultrasound score* (VExUS), protocolo mais recente voltado à avaliação da congestão venosa sistêmica, com aplicações relevantes em pacientes com insuficiência cardíaca, sobrecarga volêmica e lesão renal aguda. Embora esses protocolos padronizem a aquisição das imagens e reduzam a variabilidade entre examinadores, sua escolha depende da condição clínica e da pergunta diagnóstica a ser respondida, não existindo um modelo universalmente aceito (THAYAPRAN *et al.*, 2025; NOOR *et al.*, 2025).

Apesar de suas inúmeras aplicações, o POCUS possui limitações que precisam ser reconhecidas para que seja utilizado de forma segura. Diferentemente da ecocardiografia convencional, trata-se de um exame focalizado, destinado a responder perguntas clínicas específicas, e não a realizar uma avaliação anatômica e funcional completa do coração. Alterações estruturais complexas, valvopatias discretas, cardiopatias congênitas, mensurações quantitativas detalhadas da função ventricular e avaliações hemodinâmicas avançadas continuam dependentes da ecocardiografia realizada por especialistas. Por esse motivo, sociedades como a *American Society of Echocardiography* recomendam que o exame focalizado seja complementado por um ecocardiograma completo

sempre que houver necessidade de caracterização anatômica mais detalhada ou persistirem dúvidas diagnósticas. Assim, os achados do POCUS devem sempre ser interpretados em conjunto com a anamnese, o exame físico, os exames laboratoriais e os demais métodos de imagem disponíveis (VIA *et al.*, 2014; KOVELL *et al.*, 2018).

Entre as limitações do método, a dependência do operador representa um dos principais desafios. A obtenção de imagens adequadas exige conhecimento técnico, treinamento e experiência, de modo que profissionais em formação apresentam maior variabilidade tanto na aquisição quanto na interpretação dos achados. Essa dependência constitui, ao mesmo tempo, uma das maiores fortalezas e limitações do POCUS: quando realizado por profissionais capacitados, apresenta elevada acurácia para responder perguntas clínicas específicas; em mãos pouco experientes, pode resultar em interpretações equivocadas e condutas inadequadas (ABBAWY *et al.*, 2026; WAWERU-SIIKA *et al.*, 2022).

As limitações não se restringem ao examinador. Características do próprio paciente, como obesidade, doença pulmonar obstrutiva crônica, ventilação mecânica, deformidades torácicas, enfisema subcutâneo, curativos extensos e janelas acústicas desfavoráveis podem dificultar significativamente a obtenção de imagens de boa qualidade. Além disso, o uso indiscriminado do método pode gerar uma falsa sensação de segurança, sobretudo quando seus resultados são interpretados de forma isolada. O POCUS deve ser compreendido como uma extensão do exame físico, e não como seu substituto, sendo empregado apenas em indicações respaldadas por evidências científicas e integrado ao raciocínio clínico. Também devem ser observados princípios relacionados à segurança do paciente, como a utilização da menor exposição ultrassonográfica possível e a adequada

desinfecção dos transdutores para prevenção de infecções relacionadas à assistência (SARIC *et al.*, 2026; CERIANI *et al.*, 2025).

A expansão do POCUS evidenciou que a disponibilidade de equipamentos portáteis, por si só, não garante a qualidade da assistência. A formação do examinador tornou-se um dos pilares para a utilização segura do método. Em 2018, a Associação Europeia de Imagem Cardiovascular (EACVI) publicou um documento de posicionamento propondo a harmonização do treinamento em FoCUS entre diferentes especialidades, estabelecendo competências mínimas comuns independentemente da área de atuação. Atualmente, recomenda-se que o treinamento seja progressivo, contemplando inicialmente os fundamentos físicos da ultrassonografia, a anatomia ecográfica, a seleção dos transdutores e a aquisição sistematizada das principais janelas cardíacas. Em etapas posteriores, o profissional deve desenvolver habilidades para reconhecer alterações cardiovasculares frequentes, integrar os achados ao contexto clínico e documentar adequadamente os exames realizados (ABBAWY *et al.*, 2026; WAWERU-SIIKA *et al.*, 2022).

A prática supervisionada permanece como elemento central desse processo. O uso de simulação clínica, feedback estruturado, auditoria das imagens armazenadas e comparação dos achados com a ecocardiografia convencional contribuem para reduzir a variabilidade entre examinadores e acelerar a curva de aprendizado. Embora algumas sociedades científicas estabeleçam números mínimos de exames para certificação, observa-se uma tendência crescente à adoção de modelos baseados em competências, nos quais a proficiência é definida pela capacidade de adquirir imagens tecnicamente adequadas, interpretar corretamente os achados e incorporá-los de forma segura à tomada de decisão clínica. A manutenção dessas

competências exige educação continuada, revisão periódica das imagens e atualização constante diante da evolução tecnológica e do surgimento de novos protocolos, como o VExUS (THAYAPRAN *et al.*, 2025).

No Brasil, o POCUS cardiovascular deve ser compreendido como um ato médico realizado à beira do leito para responder perguntas clínicas específicas, sem substituir a ecocardiografia diagnóstica quando esta estiver indicada. O profissional assume responsabilidade ética e legal pela indicação do exame, sua execução, interpretação e documentação em prontuário, além do armazenamento das imagens sempre que possível. Apesar da expansão do método, sua inserção na graduação e na residência médica ainda ocorre de maneira heterogênea, fazendo com que grande parte da capacitação dependa de cursos extracurriculares. Soma-se a isso a ausência de regulamentação específica sobre critérios mínimos de treinamento, certificação e escopo de atuação, o que reforça a necessidade de diretrizes nacionais alinhadas às recomendações internacionais. Nesse cenário, estratégias como o Tele-POCUS podem ampliar o acesso à avaliação cardiovascular especializada, sobretudo em regiões com escassez de especialistas, favorecendo uma incorporação mais segura, padronizada e sustentável dessa tecnologia ao sistema de saúde brasileiro (ALCANTARA *et al.*, 2026).

Perspectivas futuras e inovação tecnológica

A incorporação da ultrassonografia à beira do leito (POCUS) na medicina cardiovascular contemporânea redefiniu a abordagem diagnóstica e a estratificação de risco hemodinâmico. Ao atuar como uma extensão dinâmica do exame físico, a ferramenta proporciona inferências fisiológicas imediatas que aceleram a tomada de decisão em cenários críticos. Todavia,

a consolidação da sua prática exige superar desafios inerentes à natureza operador-dependente do método, o que impõe a necessidade de programas de capacitação estruturados, padronização de competências e estratégias de regulamentação técnica (JOHRI *et al.*, 2023; ABBAWY *et al.*, 2026).

A curva de aprendizagem no POCUS cardiovascular apresenta variabilidade substancial a depender da janela acústica e do parâmetro avaliado — desde a estimativa qualitativa visual (*eyeballing*) da função sistólica global do ventrículo esquerdo até quantificações hemodinâmicas mais complexas. Em contextos de escassez de recursos ou zonas geograficamente isoladas, a difusão da ecocardiografia focada enfrenta limitações estruturais que vão além da escassez de equipamento, abrangendo a carência de preceptoria qualificada e a ausência de infraestrutura para o arquivamento e auditoria de imagens. No cenário brasileiro, a expansão do POCUS no Sistema Único de Saúde (SUS), impulsionada por programas de telessaúde e ecossistemas digitais, surge como estratégia para descentralizar o acesso ao diagnóstico precoce, dependendo, contudo, da criação de fluxos assistenciais padronizados e da acreditação dos profissionais (WAWERU-SIIKA *et al.*, 2022; ALCANTARA *et al.*, 2026).

Paralelamente, os avanços tecnológicos direcionam o POCUS para a integração com algoritmos de Inteligência Artificial (IA) e *Machine Learning*. Tais ferramentas atuam na orientação em tempo real para aquisição adequada de janelas ecocardiográficas e na automação do traçado de parâmetros quantitativos — como o cálculo automatizado da fração de ejeção do ventrículo esquerdo e da variação do diâmetro da veia cava inferior. Embora a IA reduza a variabilidade interobservador e acelere a identificação de miocardiopatias subclínicas, o seu desempenho permanece condicionado à qualidade

do parênquima e à janela acústica do paciente, frequentemente comprometida em indivíduos sob ventilação mecânica ou com enfisema subcutâneo. Assim, a validação clínica rigorosa, aliada à expansão de protocolos multissistêmicos como o VExUS para quantificação de congestão venosa sistêmica, posiciona o POCUS como pilar indispensável, porém complementar, na medicina cardiovascular de precisão (SEETHARAM *et al.*, 2022; SAADI *et al.*, 2026).

CONCLUSÃO

O POCUS consolidou-se como ferramenta complementar na prática cardiovascular contemporânea, ampliando a capacidade diagnós-

tica do exame físico e contribuindo para a monitorização hemodinâmica e a tomada de decisão em tempo real. Suas aplicações em insuficiência cardíaca aguda, choque, parada cardiorrespiratória, tamponamento, dor torácica e dispneia reduzem a incerteza diagnóstica, orientam a escolha de exames complementares e favorecem intervenções precoces.

Portanto, mesmo com suas limitações com operadores treinados no uso de POCUS e a necessidade de ser um exame complementar, este surge como um diferencial no manejo de pacientes com possíveis diagnósticos cardíacos. Permitindo, assim, que pacientes em estados graves consigam ser tratados de maneira mais rápida e eficiente, com mais certeza da hipótese diagnóstica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABBAWY, M. *et al.* Point-of-care echocardiography training pathways: a global perspective and the need for standardisation. *Open Heart*, v. 13, n. 1, p. e004057, 2026. DOI: 10.1136/openhrt-2026-004057.
- ALCANTARA, M.L. *et al.* Positioning statement on the use of point-of-care ultrasound in cardiovascular medicine - 2026. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 123, n. 4, p. e20260222, 2026. DOI: 10.36660/abc.20260222.
- ALERHAND, S. *et al.* Cardiac point-of-care ultrasound: An emergency medicine review. *Emergency Medicine Clinics of North America*, v. 42, n. 4, p. 731-754, 2024. DOI: 10.1016/j.emc.2024.05.004.
- CALDERON MARTINEZ, E. *et al.* Point-of-care ultrasound for the diagnosis of frequent cardiovascular diseases: A review. *Cureus*, v. 15, n. 12, p. e51032, 2023. DOI: 10.7759/cureus.51032.
- CERIANI, E. *et al.* Point of care ultrasound: focus on evidence for a critical appraisal. *European Journal of Internal Medicine*, v. 141, p. 106376, 2025. DOI: 10.1016/j.ejim.2025.06.005.
- CHIU, L. *et al.* Meta-analysis of point-of-care lung ultrasonography versus chest radiography in adults with symptoms of acute decompensated heart failure. *The American Journal of Cardiology*, v. 174, p. 89-95, 2022. DOI: 10.1016/j.amjcard.2022.03.022.
- DOS SANTOS, J. *et al.* Point-of-care ultrasound can make the difference in patients with heart failure at primary care. *Family Practice*, v. 42, n. 5, p. cmaf068, 2025. DOI: 10.1093/fampra/cmef068.
- HAN, P.J. *et al.* Evidence basis for a point-of-care ultrasound examination to refine referral for outpatient echocardiography. *The American Journal of Medicine*, v. 132, n. 2, p. 227-233, 2019. DOI: 10.1016/j.amjmed.2018.10.012.
- HUSSAIN, A. *et al.* Advanced cardiac point-of-care ultrasound: A systematic review of select cardiac diseases. *The Medical Clinics of North America*, v. 109, n. 1, p. 81-103, 2025. DOI: 10.1016/j.mcna.2024.08.009.
- JOHRI, A.M. *et al.* The evolution of cardiovascular ultrasound: A review of cardiac point-of-care ultrasound (POCUS) across specialties. *The American Journal of Medicine*, v. 136, n. 7, p. 621-628, 2023. DOI: 10.1016/j.amjmed.2023.02.020.
- KIRKPATRICK, J.N. *et al.* Recommendations for Cardiac Point-of-Care Ultrasound Nomenclature. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 37, n. 8, p. 750-760, 2024. DOI: 10.1016/j.echo.2024.05.001.
- KOVELL, L.C. *et al.* Defining the role of point-of-care ultrasound in cardiovascular disease. *The American Journal of Cardiology*, v. 122, n. 8, p. 1443-1450, 2018. DOI: 10.1016/j.amjcard.2018.06.054.
- LATSIOS, G. *et al.* The role of point-of-care ultrasound in cardiac arrest: A narrative review. *Archives of Academic Emergency Medicine*, v. 13, n. 1, p. e68, 2025. DOI: 10.22037/aaemj.v13i1.2748.
- LEE, L. & DE CARA, J.M. Point-of-Care Ultrasound. *Current Cardiology Reports*, v. 22, n. 11, p. 149, 2020. DOI: 10.1007/s11886-020-01394-y.
- LONG, B. *et al.* Echocardiography in cardiac arrest: An emergency medicine review. *The American Journal of Emergency Medicine*, v. 36, n. 3, p. 488-493, 2018. DOI: 10.1016/j.ajem.2017.12.031.
- MARTINDALE, J.L. *et al.* Diagnosing acute heart failure in the emergency department: A systematic review and meta-analysis. *Academic Emergency Medicine*, v. 23, n. 3, p. 223-242, 2016. DOI: 10.1111/acem.12878.
- MCDONAGH, T.A. *et al.* 2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure. *European Heart Journal*, v. 42, n. 48, p. 4901-4970, 2021. DOI: 10.1093/eurheartj/ehab368.
- MIGLIORANZA, M.H. *et al.* Lung ultrasound for the evaluation of pulmonary congestion in outpatients: a comparison with clinical assessment, natriuretic peptides, and echocardiography. *JACC: Cardiovascular Imaging*, v. 10, n. 9, p. 982-991, 2017. DOI: 10.1016/j.jcmg.2013.08.004.

NOOR, A. *et al.* Point-of-care ultrasound use in hemodynamic assessment. *Biomedicines*, v. 13, n. 6, p. 1426, 2025. DOI: 10.3390/biomedicines13061426.

NÚÑEZ-RAMOS, J.A. *et al.* Agreement of point of care ultrasound and final clinical diagnosis in patients with acute heart failure, acute coronary syndrome, and shock: POCUS not missing the target. *Internal and Emergency Medicine*, v. 19, n. 6, p. 1585-1592, 2024. DOI: 10.1007/s11739-024-03639-y.

PICCIONI, A. *et al.* Use of POCUS in Chest Pain and Dyspnea in Emergency Department: What Role Could It Have? *Diagnostics*, v. 12, n. 7, p. 1620, 2022. DOI: 10.3390/diagnostics12071620.

RUIZ-FUENTES, O.I. *et al.* Integrated ultrasound haemodynamic profiling (VTI-VEXUS) for risk stratification in acute heart failure. *European Heart Journal - Imaging Methods and Practice*, v. 4, n. 1, p. qyag012, 2026. DOI: 10.1093/ehjimp/qyag012.

SAADI, M.P. *et al.* The rise of point-of-care ultrasound in cardiopulmonary diagnostics. *European Heart Journal - Imaging Methods and Practice*, v. 4, n. 1, p. qyaf147, 2026. DOI: 10.1093/ehjimp/qyaf147.

SARIC, M. *et al.* Recommendations for the identification and mitigation of cardiac ultrasound artifacts: A guideline from the American Society of Echocardiography. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 39, n. 5, p. 435-475, 2026. DOI: 10.1016/j.echo.2026.01.007.

SEETHARAM, K. *et al.* Applications of machine learning in cardiology. *Cardiology and Therapy*, v. 11, n. 3, p. 355-368, 2022. DOI: 10.1007/s40119-022-00273-7.

THAYAPRAN, K.G. *et al.* Current appraisal of venous excess ultrasound (VExUS) and its applications in the treatment of cardiovascular disease. *Future Cardiology*, v. 21, n. 10, p. 829-839, 2025. DOI: 10.1080/14796678.2025.2530339.

TSAO, C.W. *et al.* Heart Disease and Stroke Statistics—2023 Update: A Report From the American Heart Association. *Circulation*, v. 147, n. 8, p. e93-e621, 2023. DOI: 10.1161/CIR.0000000000001123.

VIA, G. *et al.* International Evidence-Based Recommendations for Focused Cardiac Ultrasound. *Journal of the American Society of Echocardiography*, v. 27, n. 7, p. 683.e1-683.e33, 2014. DOI: 10.1016/j.echo.2014.05.001.

WALSH, M.N. *et al.* AHA/ACC/ESC/WHF Expert Consensus Document: Second Universal Definition of Heart Failure (2026). *European Heart Journal*, 2026. DOI: 10.1093/eurheartj/ehag500.

WAWERU-SIIKA, W. *et al.* Focused cardiac ultrasound training for non-cardiologists: An overview and recommendations for a lower middle-income country. *Critical Care Clinics*, v. 38, n. 4, p. 827-837, 2022. DOI: 10.1016/j.ccc.2022.06.015.