

Rafael Hortêncio Melo<sup>1</sup>, Mauricio Henrique Claro dos Santos<sup>2</sup>, Fernando José da Silva Ramos<sup>3</sup>

1. Unidade de Terapia Intensiva Adulto, Hospital Municipal Vila Santa Catarina - São Paulo (SP), Brasil.

2. Unidade de Terapia Intensiva Adulto, Hospital Sírio-Libanês - São Paulo (SP), Brasil.

3. Departamento de Anestesiologia, Dor e Medicina Intensiva, Universidade Federal de São Paulo - São Paulo (SP), Brasil.

**Conflitos de interesse:** Nenhum.

Submetido em 13 de janeiro de 2023

Aceito em 12 março de 2023

**Autor correspondente:**

Rafael Hortêncio Melo

Unidade de Terapia Intensiva

Hospital Municipal Vila Santa Catarina

Av. Santa Catarina, 2.785 - Vila Santa Catarina

CEP: 04378-500 - São Paulo (SP), Brasil

E-mail: rafael.melo@einstein.br

**Editor responsável:** Felipe Dal-Pizzol

**DOI:** 10.5935/2965-2774.20230012-pt

# Além da fluido-responsividade: o conceito de fluido-tolerância e sua potencial implicação no manejo hemodinâmico

## INTRODUÇÃO

Apesar das diferentes metodologias e definições na literatura, a concepção mais comumente aceita de fluido-responsividade (FR) é o aumento do débito cardíaco maior que 10-15% induzido pelo aumento da pré-carga. Dessa forma, a expansão volêmica é a medida inicial mais frequentemente utilizada na tentativa de otimização de perfusão tecidual num paciente hemodinamicamente instável. No entanto, a prevalência de FR em unidade de terapia intensiva (UTI) gira ao redor de 50%;<sup>(1)</sup> assim, a administração indiscriminada de volume em todo paciente com instabilidade hemodinâmica, além de não auferir os possíveis benefícios induzidos pelo aumento do débito cardíaco, tem o potencial de agravar disfunções orgânicas ocasionadas pela sobrecarga hídrica, já que o excesso de fluidos, representado pelo balanço hídrico acumulado, é fator independente para aumento do tempo de internação em UTI, tempo de ventilação mecânica, probabilidade de lesão renal aguda e mortalidade.<sup>(2-4)</sup>

A definição de fluido-tolerância (FT), por sua vez, é a capacidade do organismo de receber infusão de fluidos sem evoluir com disfunção orgânica<sup>(5)</sup> (Tabela 1). Possíveis mecanismos relacionados à gênese dessas disfunções incluem o dano tecidual na microcirculação por aumento na distância de difusão do oxigênio às células e pela diminuição do número de hemácias oxigenadas devido à hemodiluição; a alteração do glicocálix endotelial<sup>(6)</sup> com alteração da permeabilidade vascular<sup>(7)</sup> e maior edema tecidual; e o aumento da pressão intraparenquimatosa em órgãos encapsulados, como fígado e rim,<sup>(8)</sup> resultando numa menor pressão de perfusão e num menor fluxo sanguíneo tecidual.

Desse modo, a avaliação conjunta de FR e FT é de fundamental importância no manejo de um paciente hemodinamicamente instável, pois a ausência de FT, ainda que num paciente fluido-responsivo, pode mitigar qualquer suposto benefício induzido pela expansão volêmica e até mesmo agravar ou ocasionar novas disfunções orgânicas.

## Perfis hemodinâmicos

Levando-se em consideração a presença ou ausência de FR e FT, podemos ter quatro perfis hemodinâmicos:

- A: FR presente e FT presente.
- B: FR ausente e FT presente.
- C: FR ausente e FT ausente.
- D: FR presente e FT ausente.

De acordo com o perfil hemodinâmico em questão, é possível definir, de maneira individualizada, a conduta de ressuscitação hemodinâmica mais adequada para um determinado paciente instável hemodinamicamente, com o objetivo de prevenir e/ou reverter disfunções orgânicas (Tabela 2).

Como princípios básicos, temos:

- A administração de volume não deve ser realizada na ausência de FR (perfis B e C). Na ausência de FR e FT (perfil C), deve-se avaliar a necessidade de derressuscitação.

**Tabela 1** - Disfunções orgânicas induzidas pela sobrecarga volêmica

Órgão	Disfunção
Pulmão	Alteração da troca gasosa Redução da complacência Aumento do trabalho respiratório
Coração	Distúrbios de condução Alteração da contratilidade Disfunção diastólica
Cérebro	Disfunção cognitiva <i>Delirium</i>
Rim	Aumento da pressão intersticial Redução do fluxo sanguíneo renal Redução da taxa de filtração glomerular Uremia Retenção de sal e água
Fígado	Colestase Disfunção de síntese hepática
Intestino	Íleo Má absorção
Pele	Redução do processo de cicatrização Úlcera por pressão Infecção de feridas

**Tabela 2** - Manejo baseado em perfis hemodinâmicos de fluido-tolerância e fluido-responsividade

Fluido-responsividade	Fluido-tolerância	Manejo hemodinâmico
Presente	Presente	Expansão volêmica
Ausente	Presente	Manejo hídrico conservador
Ausente	Ausente	Derressuscitação: diuréticos, ultrafiltração
Presente	Ausente	Uso precoce de vasopressores

Por outro lado, a administração de volume num paciente fluido-tolerante, mas sem critérios de FR (perfil B), pode levar à perda da condição de FT, com risco de novas disfunções orgânicas induzidas por hipervolemia; demandando um manejo conservador em relação à administração de fluidos.

- Na presença de FR, a administração de volume, com maior potencial benefício e menor risco de indução ou agravamento de disfunções orgânicas, será na presença concomitante de FT (perfil A).

- Na presença de FR e ausência de FT (perfil D), a administração de volume deve levar em consideração o potencial de indução e/ou agravamento de disfunções orgânicas, devendo-se considerar o início precoce de drogas vasoativas.

### Mecanismos de avaliação de fluido-tolerância

A avaliação de FT deve ser avaliada em dois diferentes compartimentos; esquerdo, levando-se em consideração as

pressões de enchimento em câmaras cardíacas esquerdas e o grau de congestão na circulação pulmonar; e direito, avaliando as pressões de enchimento nas câmaras cardíacas direitas e o grau de sobrecarga hídrica no território venoso sistêmico.

Medidas estáticas de pressão de enchimento em câmaras cardíacas direita e esquerda, como a pressão venosa central (PVC) e pressão de oclusão de artéria pulmonar (POAP), dependem da interação entre função de retorno venoso e função ventricular, sendo também influenciadas por aumentos da pressão intratorácica em situações como pneumotórax, tamponamento cardíaco e uso de pressão positiva expiratória final (PEEP - *positive end-expiratory pressure*). Portanto, apresentam papel limitado na identificação de FR e volemia, ainda que valores extremamente baixos (< 6mmHg) aumentem a probabilidade de FR. Por outro lado, valores reconhecidamente elevados (PVC > 12mmHg e POAP > 18mmHg) podem indicar baixa capacidade de FT em determinadas circunstâncias clínicas, estando associados a risco aumentado de edema periférico, ascite, edema pulmonar, disfunção renal e hepática. Além disso, a mensuração dessas variáveis requer o uso de dispositivos invasivos, como o cateter venoso central, no caso da PVC, ou cateter de artéria pulmonar, na POAP.

A monitorização hemodinâmica pela termodiluição transpulmonar pode auxiliar na avaliação de FT, sobretudo esquerda, por meio de variáveis como volume diastólico global final (VDGF), índice de água extravascular pulmonar (EVLW - *extravascular lung water*) e índice de permeabilidade vascular pulmonar (PVPI), sendo útil no diagnóstico diferencial entre síndrome alvéolo-intersticial inflamatória e hidrostática. Apesar de ser uma ferramenta menos invasiva em relação ao cateter de artéria pulmonar, requer a inserção de cateteres venoso e arterial centrais e apresenta alto custo, limitando sua disponibilidade na maioria das unidades de terapia intensiva.

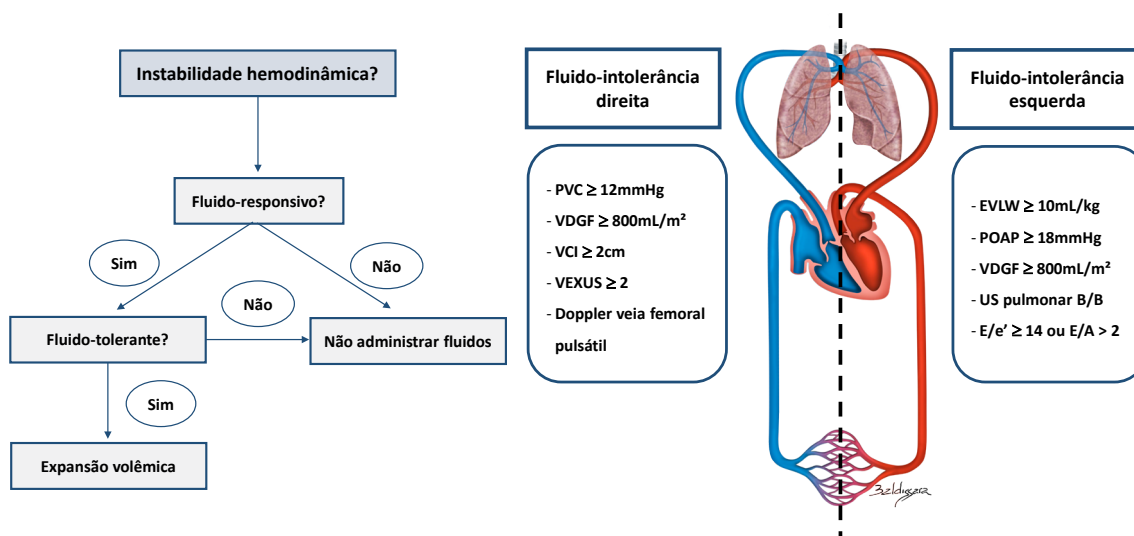
A ultrassonografia *point-of-care* apresenta disponibilidade crescente nas UTIs, com potencial de grande aplicabilidade na avaliação de FT tanto esquerda, quanto direita. A estimativa de EVLW por meio do ultrassom pulmonar<sup>(9)</sup> e a avaliação das pressões de enchimento ventricular esquerda pela relação da onda E sobre a onda A, do fluxo transmitral ao Doppler pulsado, e onda E, sobre a onda E', do Doppler tecidual, auxiliariam na avaliação de FT esquerda. O escore de avaliação por ultrassom do excesso de congestão venosa (VExUS - *venous excess ultrasound*), que leva em consideração o diâmetro da veia cava inferior e o padrão de fluxo venoso ao Doppler nas veias porta, supra-hepáticas e intrarrenais (Figura 1), mostra boa correlação com disfunção renal em pacientes pós-cirurgia cardíaca,<sup>(10)</sup> podendo ser útil em estratégias de derressuscitação e manejo de ultrafiltração em pacientes em hemodiálise,<sup>(11,12)</sup> sendo uma ferramenta interessante de avaliação de FT direita (Figura 2).

	Normal	Alteração leve	Alteração grave
Doppler hepático			
Doppler portal			
Doppler renal			

Gradação	Alterações no Doppler e US	Grau de congestão venosa
0	VCI < 2cm	Nenhuma
1	VCI ≥ 2cm + alterações leves	Leve
2	VCI ≥ 2cm + apenas 1 alteração grave	Moderada
3	VCI ≥ 2cm ou mais alterações graves	Grave

**Figura 1** - Padrão ultrassonográfico do Doppler pulsado das veias hepática, portal e renal interlobar do protocolo de avaliação ultrassonográfica do excesso de congestão venosa. VCI - veia cava inferior; US - ultrassom.



**Figura 2** - Avaliação hemodinâmica com avaliação da fluido-responsividade e fluido-tolerância para decisão de expansão volêmica.

PVC - pressão venosa central; VDGF - volume diastólico global final; VCI - veia cava inferior; VExUS - ultrassom do excesso de congestão venosa; EVLW - água extravascular pulmonar; POAP - pressão de oclusão de artéria pulmonar; US - ultrassom.

## CONCLUSÃO

As evidências crescentes, no paciente crítico, de agravamento de disfunções orgânicas relacionadas à sobrecarga de fluidos, implicam que a avaliação hemodinâmica avance além da fluido-responsividade e passe a englobar a fluido-tolerância. A avaliação coordenada dessas duas variáveis tem o potencial de prevenir e reverter disfunções orgânicas agudas e atribui nova obrigação ao intensivista: a de fluido-responsabilidade.

## REFERÊNCIAS

- Bentzer P, Griesdale DE, Boyd J, MacLean K, Sirounis D, Ayas NT. Will This hemodynamically unstable patient respond to a bolus of intravenous fluids? JAMA. 2016;316(12):1298-309.
- Malbrain ML, Marik PE, Witters I, Cordemans C, Kirkpatrick AW, Roberts DJ, et al. Fluid overload, de-resuscitation, and outcomes in critically ill or injured patients: a systematic review with suggestions for clinical practice. Anaesthesia Intensive Ther. 2014;46(5):361-80.
- Sakr Y, Rubatto Birri PN, Kofcs K, Nanchal R, Shah B, Kluge S, Schroeder ME, Marshall JC, Vincent JL; Intensive Care Over Nations Investigators. Higher fluid balance increases the risk of death from sepsis: results from a large inter-national audit. Crit Care Med. 2017;45(3):386-94.

4. Jozwiak M, Silva S, Persichini R, Anguel N, Osman D, Richard C, et al. Extravascular lung water is an independent prognostic factor in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med.* 2013;41(2): 472-80.
5. Kattan E, Castro R, Miralles-Aguiar F, Hernández G, Rola P. The emerging concept of fluid tolerance: a position paper. *J Crit Care.* 202;71:154070.
6. Uchimido R, Schmidt EP, Shapiro NI. The glycocalyx: a novel diagnostic and therapeutic target in sepsis. *Crit Care.* 2019;23(1):16.
7. Wollborn J, Hassenzahl LO, Reker D, Staehle HF, Omlor AM, Baar W, et al. Diagnosing capillary leak in critically ill patients: development of an innovative scoring instrument for non-invasive detection. *Ann Intensive Care.* 2021;11(1):175.
8. Rajendram R, Prowle JR. Venous congestion: are we adding insult to kidney injury in sepsis? *Crit Care.* 2014;18(1):104.
9. Lichtenstein DA, Mezière GA, Lagoueyte JF, Biderman P, Goldstein I, Gepner A. A-lines and B-lines: lung ultrasound as a bedside tool for predicting pulmonary artery occlusion pressure in the critically ill. *Chest.* 2009;136(4):1014-20.
10. Beaubien-Souligny W, Rola P, Haycock K, Bouchard J, Lamarche Y, Spiegel R, et al. Quantifying systemic congestion with Point-Of-Care ultrasound: development of the venous excess ultrasound grading system. *Ultrasound J.* 2020;12(1):16.
11. Koratala A, Reisinger N. Venous excess Doppler ultrasound for the nephrologist: pearls and pitfalls. *Kidney Med.* 2022;4(7):100482.
12. Rola P, Miralles-Aguiar F, Argaz E, Beaubien-Souligny W, Haycock K, Karimov T, et al. Clinical applications of the venous excess ultrasound (VExUS) score: conceptual review and case series. *Ultrasound J.* 2021;13(1):32.