



## **APLICAÇÃO DO ULTRASSOM PULMONAR EM ADULTOS NO AMBIENTE DE TERAPIA INTENSIVA**

André Matheus Carvalho Silva Leite, Murilo Calil Alves, Alice Cristine Cortez de Barros Santos, Morgana Cabral Santos Pestana, Maristella Pinto Mendonça Takikawa, Eduardo Fardin, Kevin de Castro Reis, Lucas Vinicius Rotoli, Osvaldo Bonifacio de Oliveira Neto, João Paulo Abdallah Matos, Tainá Gallina Dos Santos, Livian da Silva Teixeira, Lucas Ramos Sodr e Carvalho

### ARTIGO DE REVISÃO

#### **RESUMO**

A avalia o pulmonar na UTI   essencial para definir tratamentos. A radiografia de tórax   limitada, enquanto a tomografia computadorizada, embora eficaz, não   viável para todos os pacientes críticos. A ultrassonografia (USG) pulmonar emergiu como uma ferramenta útil, reduzindo a dependência de radia o, custos e a necessidade de transporte de pacientes. Este estudo revisou 7 artigos de 2023 e 2024 sobre USG pulmonar na UTI, destacando suas aplica es clínicas e benefícios. A USG   beira do leito   vital para diagnóstico, tratamento e guiamento de procedimentos intervencionistas em pacientes graves.

**Palavras-chave:** Ultrassom Pulmonar; Terapia Intensiva; POCUS; COVID-19; Pneumonia.



## APPLICATION OF LUNG ULTRASOUND IN ADULTS IN THE INTENSIVE CARE ENVIRONMENT

### ABSTRACT

Lung assessment in the ICU is essential to define treatments. Chest radiography is limited, while computed tomography, although effective, is not feasible for all critically ill patients. Lung ultrasound (USG) has emerged as a useful tool, reducing radiation dependence, costs, and the need for patient transport. This study reviewed 7 articles from 2023 and 2024 on lung USG in the ICU, highlighting its clinical applications and benefits. Bedside USG is vital for diagnosis, treatment and guidance of interventional procedures in critically ill patients.

**Keywords:** Lung Ultrasound; Intensive therapy; POCUS; COVID-19; Pneumonia.

**Instituição afiliada** – <sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica de Goiás; <sup>2</sup>Universidade Alfredo Nasser; <sup>3</sup>Universidade do Estado do Amazonas; <sup>4</sup>Hospital Municipal Carlos Chagas; <sup>5</sup>Universidade Anhembi Morumbi; <sup>6</sup>Universidade Luterana do Brasil; <sup>7</sup>Universidade Nacional Ecologica; <sup>8</sup>Universidade do Oeste Paulista; <sup>9</sup>Universidad Técnica Privada Cosmos; <sup>10</sup>Universidad Técnica Privada Cosmos; <sup>11</sup>Universidad Técnica Privada Cosmos; <sup>12</sup>Universidad Técnica Privada Cosmos; <sup>13</sup>Universidad Técnica Privada Cosmos.

**Dados da publicação:** Artigo recebido em 23 de Junho e publicado em 13 de Agosto de 2024.

**DOI:** <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n8p-1766-1782>

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).





## INTRODUÇÃO

A avaliação pulmonar de pacientes graves na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) é fundamental e mandatória na determinação da proposta terapêutica. A radiografia de tórax anteroposterior é um exame realizado frequentemente para a complementação da avaliação clínica, sendo um exame de baixo custo e que pode ser realizado à beira do leito do paciente, no entanto possui limitações em termos de desempenho técnico e diagnóstico. A tomografia computadorizada (TC) de tórax é considerada o padrão-ouro diagnóstico, suas limitações são atenuadas pela ampla quantidade de tubos de raio X e técnicas de digitalização, mas ao aplicar a pacientes críticos, que se encontram impossibilitados de se deslocar ao serviço de radiologia diagnóstica para que seja realizada a TC de tórax, é encontrada uma barreira (SERAFINO *et al.*, 2023).

Anteriormente a ultrassonografia (USG) pulmonar foi desconsiderada e considerada inútil, devido a sua incapacidade de penetrar no ar, de modo que a sua única aplicação seria na avaliação do derrame pleural. Mas, mais atualmente a USG mostrou-se útil para a avaliação clínica de diversas condições. O uso da ultrassonografia é capaz de reduzir o uso de técnicas de imagem dependentes de radiação, reduzir os custos com exames de imagem e diminuir a necessidade de transportar o paciente até o serviço de radiologia para a realização de tomografia de tórax. Além disso, a ultrassonografia auxilia na tomada de decisão do médico e acelera mudanças no tratamento como ajustes nos parâmetros ventilatórios, drenagem torácica e dentre outros (ROCCA *et al.*, 2023; VETRUGNO *et al.*, 2024).

A aplicação bem-feita da ultrassonografia pulmonar à beira leito realizada pela própria equipe é um ponto crucial para o diagnóstico e tratamento do paciente gravemente enfermo. Além disso a USG pulmonar a beira leito pode determinar e guiar procedimentos intervencionistas realizados à beira do leito do paciente, como a drenagem pleural e monitoramento de dispositivos. Dessa forma, a ultrassonografia permite uma abordagem funcional do paciente, tornando-se o quinto pilar do exame clínico para os intensivistas após a inspeção, palpação, percussão e ausculta (SERAFINO *et al.*, 2023; VETRUGNO *et al.*, 2024).

Baseado na ampla utilidade da ultrassonografia pulmonar no ambiente de



terapia intensiva, sendo um exame de imagem capaz de beneficiar tanto pacientes quanto intensivistas, determinar condutas e guiar procedimentos invasivos, este trabalho busca conhecer as aplicações da USG pulmonar no ambiente de terapia intensiva, sendo capaz de promover o aumento do conhecimento científico e auxiliar na melhoria do atendimento prestado aos usuários dos serviços de saúde.

## **METODOLOGIA**

Este estudo consiste em uma revisão integrativa cujo objetivo é conhecer as principais aplicações clínicas da ultrassonografia pulmonar no ambiente de terapia intensiva e aumentar o conhecimento científico sobre este tema.

Para isso, foi realizada uma busca na base de dados PubMed utilizando os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS): bedside ultrasound lung; intensive care. Foram incluídos apenas artigos publicados entre os anos de 2023 e 2024, disponíveis em português e inglês, e com acesso gratuito ao texto completo. Após a seleção inicial, 18 artigos foram identificados e seus títulos, resumos e resultados foram analisados. Desses, 7 artigos que atendiam aos critérios de inclusão: utilidade da ultrassonografia e aplicação na unidade de terapia intensiva, foram incluídos na revisão.

A seleção dos artigos foi realizada pelo autor principal, e em caso de discordância, um segundo autor foi envolvido para reanalisar os trabalhos. A decisão final sobre os artigos incluídos foi tomada em conjunto por todos os autores.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **1. ESCOLHA DO TRANSDUTOR**

Para o exame ultrassonográfico do tórax são usados dois tipos principais de transdutores sendo os lineares e os convexos. Os transdutores lineares possuem uma frequência maior que os convexos e possuem uma melhor definição dos tecidos superficiais, sendo bons para a avaliação da linha pleural, movimentos pleurais e artefatos derivados da linha pleural. Os transdutores convexos, de baixa frequência, geram uma melhor visualização de achados mais profundos, como consolidação e derrames, podendo ser mais úteis para a avaliação das bases pulmonares. Um exame completo é iniciado com o transdutor linear nos campos anteriores e posteriormente muda-se para o transdutor convexo para o exame das regiões posteriores (ROCCA et al.,

2023).

## **2. PRINCIPAIS ACHADOS NA ULTRASSONOGRAFIA PULMONAR**

### **2.1. OS PRINCIPAIS SINAIS DA USG PULMONAR:**

2.1.1. Sinal do Morcego: a linha hiperecoica horizontal, linha pleural (corpo do morcego), visualizada abaixo das costelas (asas do morcego) em uma abordagem longitudinal, é um marco útil para a identificação adequada do espaço intercostal e da pleura, sendo importante no enfisema subcutâneo (ROCCA et al., 2023).

2.1.2. Linhas A: achado caracterizado como linhas hiperecoicas abaixo da linha pleural, repetidas em distância constante igual à distância entre a linha pleural e a sonda, elas ocorrem pela reverberação do feixe de ultrassom entre a pleura e a sonda. Este achado revela que existe ar abaixo da linha pleural, quando associado ao deslizamento pulmonar corresponde a pulmões normais, do contrário, associam-se a hiperinsuflação e pneumotórax (ROCCA et al., 2023).

2.1.3. Linhas B: são linhas verticais que se originam da linha pleural, movem-se de maneira sincronizada com ela, apagam as linhas A e alcançam a parte inferior da tela. Essas linhas são geradas pelo aumento da densidade abaixo da pleura visceral, a relação ar/tecido está alterada (ROCCA et al., 2023).

2.1.4. Deslizamento Pulmonar: é o movimento da linha pleural em sincronia com a ventilação corrente, este sinal indica que as pleuras estão em contato e a ventilação na região está presente (ROCCA et al., 2023).

2.1.5. Sinal de Seashore (Sinal da Areia da Praia): são linhas retas acima da linha pleural e de padrão arenoso abaixo da linha pleural, confirma o deslizamento pulmonar (ROCCA et al., 2023).

2.1.6. Sinal da Estratosfera: é caracterizado por linhas horizontais acima e abaixo da linha pleural e corresponde à ausência de movimento da linha pleural, o que sugere que as pleuras podem não estar em contato, sendo sugestivo de pneumotórax, bolhas enfisematosas, aderências pleurais e hiperinsuflação grave (ROCCA et al., 2023).

2.1.7. Pulso Pulmonar: caracteriza-se pelo movimento da linha pleural em sincronia ao ritmo cardíaco, é gerado pela transmissão dos batimentos cardíacos; este sinal é definido somente na ausência do deslizamento pulmonar. Este sinal indica que



as pleuras estão em contato, mas a ventilação no local está prejudicada como em casos de hiperinsuflação, contusão pulmonar e intubação seletiva (ROCCA et al., 2023).

2.1.8. Ponto Pulmonar: é o ponto de contato entre o pulmão colabado e o ar do pneumotórax, um padrão de USG pulmonar normal é encontrado próximo a pleura imóvel. Pode ser visualizado como uma alternância entre o sinal da praia e da estratosfera no modo de movimento unidimensional (modo M) (ROCCA et al., 2023).

## **2.2. SINAIS PRESENTES EM CONSOLIDAÇÕES E DERRAMES:**

2.2.1. Sinal de Fragmento: há a formação de imagens de pobre ecogenicidade, subpleurais e delimitadas por bordas irregulares, indica pequena consolidação justapleural (ROCCA et al., 2023).

2.2.2. Padrão Tecidual: ocorre uma textura homogênea de um lobo, tornando-se semelhante ao parênquima abdominal e corresponde a uma perda completa da aeração pulmonar (ROCCA et al., 2023).

2.2.3. Broncograma Aéreo: são formadas imagens intraparenquimatosas que são vistas dentro de um padrão parecido com tecido, são hiperecoicas, e corresponde ao ar preso dentro da consolidação e pode ser classificado em ausente, estático (vias aéreas obstruídas) e dinâmico (vias aéreas livres); sendo o último subclassificado em linear, mais específico para pneumonia associada a ventilação mecânica (PAV), ou puntiforme, que possui baixa especificidade (ROCCA et al., 2023).

2.2.4. Derrames Pleurais: ocorre com a formação de um espaço hipo ou anecoico entre as pleuras. A posição pode variar de acordo com a posição do paciente, sendo que o pulmão pode estar flutuando no derrame ou comprimido por ele. A ecogenicidade do derrame pode ajudar a classificar em transudativo, homoganeamente anecoico, ou exsudativo, anecoico ou ecogênico de forma homogêneo com ecos internos, filamentos de fibrina ou septação (ROCCA et al., 2023).

## **3. PONTUAÇÃO DA QUANTIFICAÇÃO DA AERAÇÃO PULMONAR**

O exame de ultrassonografia pulmonar, realizado em doze zonas, seis de cada lado do paciente, pode ser utilizado para avaliar e monitorar a aeração pulmonar. A pontuação atribuída é de 0 a 3 para cada exame, sendo que a pontuação 0 é compatível com aeração normal com linhas A ou não mais que duas linhas B, a pontuação 1 é compatível com perda moderada da aeração com três ou mais linhas B espaçadas ou

linhas B coalescentes/consolidação subpleural que ocupa <50% da linha pleural, a pontuação 2 é compatível com perda grave da aeração com linhas B, coalescentes ou não, ou uma consolidação subpleural ocupando >50% da linha pleural, a pontuação 3 é compatível com perda completa da aeração com consolidação. A pontuação geral representa a soma da pontuação de todas as regiões e varia de 0 a 36 pontos. Esta pontuação possui boa viabilidade e é facilmente obtida à beira do leito, podendo ser utilizada para entender o efeito da modificação dos parâmetros de ventilação, do posicionamento do paciente e do resultado do desmame, além disso as alterações na pontuação durante um teste de respiração espontânea prevê com precisão o sofrimento pós-extubação (ROCCA et al., 2023; VETRUGNO et al., 2024).

#### **4.AVALIAÇÃO DAS PRINCIPAIS AFECÇÕES PULMONARES NA UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA**

Neste tópico serão abordadas as principais complicações do tecido pulmonar e do sistema respiratório, é válido ressaltar que algumas informações serão repetidas entre os subtópicos.

##### **4.1 ATELECTASIA**

Atelectasia é o nome dado ao colapso de um grupo de alvéolos, o que resulta em diminuição do fluxo de ar intrapulmonar causando comprometimento respiratório. As principais causas fisiológicas é a compressão do tecido pulmonar, absorção do ar alveolar e diminuição da função do surfactante. A atelectasia compressiva acontece quando a pressão transmural está reduzida a um nível que permite ocorrer o colapso alveolar, já a atelectasia de reabsorção de gás dos alvéolos acontece quando a comunicação entre os alvéolos e a traqueia é obstruída e essa obstrução faz com que todo o gás intra-alveolar seja consumido e o alvéolo colabe (SERAFINO et al., 2023).

A atelectesia se associa a diversos efeitos fisiopatológicos como a diminuição da complacência pulmonar, hipóxia, aumento da resistência vascular do pulmão e lesão do parênquima pulmonar. A atelectasia é capaz de gerar a hipóxia do alvéolo e vasoconstrição do pulmão. É uma condição geralmente assintomática, a menos que seja capaz de gerar hipoxemia ou pneumonia (SERAFINO et al., 2023).

Na ultrassonografia pulmonar, o achado mais comum é o sinal chamado “hepatização” pulmonar, o que sugere um parênquima colabado com broncograma

aéreo, na maioria das vezes, estático ou que não é afetado pela dinâmica respiratória, os brônquios ficam em um arranjo paralelo em linha, com redução do volume pulmonar. Além disso o deslizamento pulmonar encontra-se ausente, enquanto o “pulso pulmonar”, um reflexo da atividade cardíaca no pulmão colapsado, é mais proeminente (SERAFINO et al., 2023).

#### **4.2. PNEUMONIA**

A pneumonia é uma das infecções nosocomiais mais comuns. A contaminação pode depender da aspiração de flora ativa na orofaringe, inalação de aerossóis que contenham microorganismos patogênicos ou disseminação hematogênica para os pulmões. Nas UTI's, a pneumonia adquirida no hospital (PAH) e a pneumonia associada à ventilação mecânica (PAV) são as mais frequentes. A PAH é uma pneumonia que se desenvolve após mais de 48 horas após a admissão do paciente não intubado. A PAV é uma pneumonia que se desenvolve após 48 horas de uma intubação endotraqueal, vale ressaltar que no início da PAV o paciente pode já ter sido extubado (SERAFINO et al., 2023).

Na USG pulmonar os achados são áreas de consolidação subpleural com ecoestrutura hipocogênica, margens irregulares e formatos e tamanhos variados com tendência à confluência, com frequência são encontrados broncogramas aéreos dinâmicos ou focos puntiformes hiperecogênicos, o que representa ar nos brônquios que se movem em linha com a respiração. Além disso, um broncograma aéreo dinâmico dentro de uma consolidação demonstrou ser altamente específico para uma PAV. Outro achado, uma cavitação de abscesso periférico, pode aparecer na ultrassonografia como uma lacuna central coliquada com detritos e gás ou possui uma aparência pseudo-sólida que se relaciona com o desenvolvimento de supuração (SERAFINO et al., 2023; ROCCA et al., 2023)

#### **4.3. DERRAME PLEURAL**

Derrame pleural caracteriza-se por excesso de fluido dentro do espaço pleural, sendo resultado de uma alteração do equilíbrio entre produção e reabsorção do líquido pleural. O volume de fluido pleural é controlado pelo equilíbrio das diferenças de pressão hidrostática e oncótica. O aumento do líquido no espaço pleural pode ser causado por condições benignas e fatais. Um derrame transudativo acontece quando

fatores sistêmicos alteram a formação e absorção do líquido pleural, de modo que o fluido se acumula, podendo ocorrer em casos de insuficiência cardíaca e cirrose. O derrame exsudativo é gerado por fatores locais como câncer, infecções e embolia pulmonar (SERAFINO *et al.*, 2023).

O exame clínico é importante para determinar a investigação e o tratamento. De modo geral, os derrames pleurais apresentam sintomas inespecíficos como dispneia, tosse e dor pleurítica. O sintoma mais recorrente do derrame pleural é a dispneia, sendo que a gravidade da dispneia não se correlaciona tão bem com o tamanho do derrame e pode exigir intubação e hospitalização em UTI (SERAFINO *et al.*, 2023).

A ultrassonografia é capaz de identificar e quantificar pequenos derrames pleurais, possuindo precisão maior que uma radiografia de tórax em decúbito dorsal. Para realizar este exame o transdutor é colocado na região posterior, atrás da linha axilar posterior no paciente em decúbito dorsal. Derrames de transudato se evidenciam como espaços hipoecóicos ou anecóicos entre as camadas pleurais sem a presença de ar em seu interior. Um derrame septado, com tendência a sacular pode indicar um empiema pleural. Além disso, a ultrassonografia pode ser usada como ferramenta de imagem de orientação para a drenagem torácica e toracocentese. O derrame pleural pode ser visualizado no modo brilhante (modo B) como espaço hipo ou anecóico entre as pleuras, já em casos de baixa viscosidade do líquido pleural, o pulmão pode ser visto flutuando no fluido, correspondendo no modo M a um movimento sinusoidal chamado de sinal sinusoide, este sinal consiste no movimento do pulmão em direção à linha pleural durante a inspiração e para longe da mesma linha na expiração. Para medir o volume do derrame pleural faz-se a medição da distância entre a parede torácica posterior e o pulmão durante a expiração final ou inspiração final com o paciente em posição supina, se  $\geq 50\text{mm}$  há alta predição para um volume  $\geq 500\text{ml}$  (SERAFINO *et al.*, 2023; ROCCA *et al.*, 2023; D'ANDREA *et al.*, 2023; VETRUGNO *et al.*, 2024).

#### **4.4. EDEMA PULMONAR**

Edema pulmonar é o aumento de líquido presente nos espaços intersticiais e/ou alveolares do parênquima pulmonar. A manifestação clínica cursa com falta de ar em repouso e piora ao esforço, taquipneia, taquicardia e hipoxemia. A ausculta pulmonar tem a presença de crepitações. Na ultrassonografia há a presença de diversas linhas B

que tendem à confluência, sendo que os achados são dependentes da gravidade da condição (SERAFINO et al., 2023).

#### **4.5. SÍNDROME DO DESCONFORTO RESPIRATÓRIO AGUDO**

A síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) é caracterizada por insuficiência respiratória aguda gerada por edema pulmonar não cardiogênico, representa o estágio mais grave do dano pulmonar devido ao dano endotelial alvéolo-capilar com extravasamento de fluido do compartimento intravascular para o extravascular. A SDRA evolui com várias fases, sendo elas exsudativa, proliferativa e fibrótica, que ocorrem após um dano pulmonar direto ou extrapulmonar indireto, e pode ser classificada como baixa, moderada e grave seguindo os critérios de Berlim (SERAFINO et al., 2023).

A SDRA em sua manifestação inicial pode cursar com dispneia, taquipneia e hipoxemia, evoluindo para insuficiência respiratória. Ainda não há farmacoterapia eficaz para essa síndrome, deste modo o tratamento é principalmente de suporte e inclui ventilação mecânica, profilaxia para tromboembolismo venoso, gerenciamento de líquidos, suporte nutricional e tratamento da lesão subjacente (SERAFINO et al., 2023).

Ao realizar o exame ultrassonográfico podem ser encontradas múltiplas linhas B de distribuição irregular que se alternam com regiões de consolidação subpleural hipoecóica e broncogramas aéreos, sendo que a linha pleural é frequentemente irregular. Ademais, ao ser possível identificar áreas pulmonares saudáveis permite a orientação para o diagnóstico diferencial de edema pulmonar hidrostático (SERAFINO et al., 2023; ACILU et al., 2023).

#### **4.6. CONTUSÃO PULMONAR**

A contusão pulmonar é definida como hemorragia alveolar gerada por lesão nos capilares do alvéolo e destruição do parênquima pulmonar após trauma torácico contuso. Essa lesão leva a alterações fisiopatológicas cuja gravidade é dependente da extensão da lesão, sendo que as consequências fisiológicas da hemorragia alveolar e da destruição do parênquima podem se manifestar, no geral, dentro de 24 a 48h da lesão e geralmente se resolvem em aproximadamente 7 a 14 dias. As manifestações clínicas geradas por essa condição incluem taquipneia, dificuldade respiratória, hipercapnia, roncocalos ou sibilos e hemoptise (SERAFINO et al., 2023).

Com base na área de lesão, predominantemente subpleural em extensão e no local do impacto, a USG pulmonar pode documentar e monitorar focos de contusão, como áreas hipocogênicas com margens mal definidas, muitas vezes coexistindo com diversas linhas B confluentes (SERAFINO *et al.*, 2023).

#### **4.7. CONFIRMAÇÃO OU EXCLUSÃO DE PNEUMOTÓRAX E ACOMPANHAMENTO**

O pneumotórax (PNX) é definido como a presença de ar no espaço pleural, indicando perda da integridade da pleura visceral ou parietal, de modo que permite a entrada e acúmulo de ar ambiente ou do trato respiratório no espaço pleural. O pneumotórax iatrogênico é uma das principais complicações iatrogênicas em paciente de UTI e quando ocorre aumenta a duração das internações. Os sintomas que decorrem desta condição podem incluir dor no peito, falta de ar, tosse, taquicardia e taquipneia (SERAFINO *et al.*, 2023).

A ultrassonografia, pode ser usada para descartar ou confirmar o pneumotórax, para dar a indicação de drenagem, semiquantificar a extensão do pneumotórax e localizar o local de inserção do tubo para drenagem. O exame ultrassonográfico possui uma sensibilidade de 92% e especificidade de 99,4% para o PNX. A USG revela como achado mais específico uma alteração no deslizamento pleural, além do aparecimento de linhas A sobrepostas e ausência completa de linhas B. Na ausência de deslizamento e pulso pulmonar, o pneumotórax deve ser suspeitado, isso corresponde ao padrão A estático, correspondendo no modo M a um sinal de estratosfera. A visualização de um ponto pulmonar é capaz de confirmar a presença de um pneumotórax com especificidade de 100%. (SERAFINO *et al.*, 2023; ROCCA *et al.*, 2023; D'ANDREA *et al.*, 2023).

#### **4.8. COVID-19**

A COVID-19 é uma doença causada pelo vírus SARS-CoV-2, é transmitida por gotículas respiratórias ou pelo contato direto com superfícies contaminadas, o vírus é capaz de ligar-se aos receptores da enzima conversora de angiotensina 2 nas células epiteliais nasais e se replicar dentro dessas células e posteriormente invade as vias aéreas superiores. Grande parte dos pacientes é capaz de controlar de forma satisfatória a infecção neste estágio (CHUA *et al.*, 2023).

No entanto, em alguns pacientes o vírus continua a invadir e se replicar dentro das células epiteliais alveolares tipo 2 no pulmão, essas células infectadas liberam citocinas, marcadores inflamatórios e partículas virais, resultando em apoptose e dano alveolar difuso. Inicialmente isso aparece como lesões em vidro fosco sendo únicas ou múltiplas, concentrando-se principalmente nas áreas periféricas do pulmão e subpleurais. Este dano repete-se nos pneumócitos adjacentes e causa dano alveolar difuso e disfunção endotelial com evolução para SDRA. Esta liberação exagerada de citocinas, chamada tempestade de citocinas, induzida pela doença, desencadeia a produção de interleucina-6 (IL-6) que estimula os hepatócitos a sintetizar fibrinogênio, inibidor do ativador do plasminogênio e proteína C-reativa, o que provoca um estado protrombótico na vasculatura pulmonar e sistemicamente no sistema cardiovascular, o que pode levar a condições como tromboembolismos, infarto agudo do miocárdio (IAM) e acidente vascular cerebral (CHUA *et al.*, 2023).

A USG pulmonar, durante a pandemia de COVID-19, foi considerada uma ferramenta de boa precisão para diagnosticar, triar e monitorar com rapidez pacientes com pneumonia por COVID-19. Vale ressaltar que as alterações causadas pela pneumonia ocasionada por este vírus, inicialmente, geram um acometimento periférico dos pulmões e posteriormente passa a atingir regiões mais centrais. A USG em pacientes com essa doença evidenciou principalmente um padrão de síndrome intersticial difusa com espessamento da linha pleural, presença de anormalidades pleurais, como espessamento, irregularidade e linhas pleurais fragmentadas, linhas B bilaterais diversas ou confluentes com áreas poupadas e sem gradiente de distribuição craniocaudal e consolidações periféricas. Sendo que no estágio inicial da doença há linhas B focais, progredindo para linhas B confluentes e multifocais com consolidações subpleurais à medida que a infecção avança. Apesar de diversos achados gerais terem sido descritos, nenhum sinal foi específico ou patognomônico para pneumonia por COVID-19, o que dificultou o diagnóstico diferencial com outras pneumonias de origem viral. Estudos recentes foram capazes de associar uma alta pontuação na USG pulmonar com desfechos desfavoráveis (ROCCA *et al.*, 2023; CHUA *et al.*, 2024).

#### **4.9. SÍNDROME INTERSTICIAL**

O padrão B é caracterizado pela presença de 3 ou mais linhas B por exame e

ausência de linhas A, sendo sempre patológico. Este padrão sugere um diagnóstico de síndrome intersticial e permite também diagnósticos diferenciais de exacerbação da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). O número de linhas B em cada exame é correlacionada com o grau de perda da aeração pulmonar. A presença de um padrão B difuso com distribuição homogênea e gravitacional, pleuras finas regulares e deslizamento normal sugere um edema cardiogênico. Já um padrão B difuso com distribuição não homogênea, pleuras irregulares e espessadas, consolidações subpleurais anteriores e deslizamento pulmonar ausente ou reduzido sugerem uma síndrome do desconforto respiratório agudo (D'ANDREA et al., 2023).

#### **4.10. EMBOLIA PULMONAR**

Na embolia pulmonar, a USG pulmonar pode evidenciar áreas de consolidação subpleural homogênea, hipocócica, triangular ou arredonda, isso corresponde à regiões de infarto pulmonar. A sensibilidade e especificidade encontrada na literatura para este exame diagnosticar uma embolia pulmonar foi de 87% e 82% respectivamente (D'ANDREA et al., 2023).

#### **5. MONITORAMENTO DE DISPOSITIVOS**

A ultrassonografia pulmonar, além do seu uso já bem estabelecido no posicionamento de catéter venoso central (CVC) e procedimentos de traqueostomia, a USG pulmonar auxilia no monitoramento de trombose ou pneumotórax associados à CVC's e no deslocamento de sonda nasogástrica (SERAFINO et al., 2023).

#### **6. TOLERÂNCIA A FLUIDOS**

A verificação da tolerância a fluidos é de extrema importância para pacientes graves, tanto a sub-ressuscitação com hipoperfusão quanto a hiperhidratação com congestão venosa são perigosas e necessitam de avaliação cautelosa do estado do volume presente em veias e a tolerância a fluidos. A tolerância a fluidos pode ser estudada a partir da USG pulmonar por meio da análise da presença de linhas B. Para avaliar a síndrome intersticial é utilizado o estudo das zonas anterolaterais do tórax, poupando a zona posterior que sofre com a gravidade do fluido. Em caso de edema pulmonar cardiogênico não é recomendado o aumento de fluidos e a síndrome intersticial é capaz de sugerir um edema cardiogênico com uma sensibilidade de 97% e especificidade de 95%. A ausência de perfil B sugere uma tolerância pulmonar, em

pacientes com choque, isso é uma clara recomendação para a administração de fluidos intravenosos (VETRUGNO *et al.*, 2023).

### **7. EXTUBAÇÃO E DESMAME DO VENTILADOR ROCCA; AL-HUSINAT; ACILU**

O desmame da ventilação mecânica pode ser visto como um teste de exercício e induz mudanças importantes na aeração pulmonar e função cardíaca. Deste modo, a falha do desmame pode acontecer e é, na maioria das vezes, multifatorial. Assim, a ultrassonografia pulmonar permite identificar pacientes que possuem risco de falha da extubação, pois a pontuação da USG do pulmão é afetada por qualquer alteração na aeração pulmonar e é um caminho final comum de diferentes mecanismos que levam à perda de aeração pulmonar durante o desmame. A USG pulmonar é capaz de identificar o edema pulmonar induzido pelo desmame, problemas adjacentes devido a doenças pulmonares não resolvidas ou força muscular respiratória inadequada, o que torna o ultrassom do pulmão uma importante ferramenta de triagem (ROCCA *et a.*, 2023; CHUA *et al.*, 2024).

Uma pontuação na USG do pulmão global  $\geq 17$  ou  $\geq 5$ , se anterolateral, ao final de um teste de respiração espontânea, indica alta chance de necessidade de suporte respiratório após extubação, sugerindo diagnóstico adicional de doença subjacente. O aumento do número de linhas B permite o diagnóstico de edema pulmonar induzido pelo desmame. Uma abordagem multimodal com USG pulmonar, cardíaca e do diafragma pode ajudar a identificar pacientes em risco e prever falha na extubação (ROCCA *et a.*, 2023; CHUA *et al.*, 2024).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A ultrassonografia pulmonar emergiu como uma ferramenta crucial na avaliação e monitoramento de diversas condições pulmonares, particularmente em ambientes de terapia intensiva. A escolha adequada do transdutor, linear ou convexo, é fundamental para obter imagens de alta qualidade e precisão, permitindo a identificação de sinais característicos como linhas A e B, sinal de morcego, deslizamento pulmonar e sinal de estratosfera, entre outros. Estes achados são essenciais para diagnósticos de condições como pneumotórax, atelectasia, pneumonia, derrame pleural, edema pulmonar, contusões pulmonares e SDRA.

O exame ultrassonográfico também é útil na quantificação da aeração pulmonar,



com uma pontuação de 0 a 36 que pode ser utilizada para avaliar a eficácia de intervenções terapêuticas e prever complicações pós-extubação. Em casos de COVID-19, a ultrassonografia se destacou como um método rápido e eficaz para triagem e monitoramento, embora sem sinais patognomônicos específicos.

Na prática clínica, a ultrassonografia pulmonar oferece uma abordagem não invasiva e repetível à beira do leito, com alta sensibilidade e especificidade para diversas condições. Além disso, permite intervenções guiadas por imagem, como drenagem de derrames pleurais e confirmação da posição de tubos de drenagem.

Em resumo, a ultrassonografia pulmonar é uma ferramenta indispensável na UTI, proporcionando diagnósticos precisos e monitoramento contínuo, o que melhora significativamente o manejo de pacientes com complicações respiratórias. A sua utilização contribui para um cuidado mais eficaz, reduzindo a necessidade de exames mais invasivos e melhorando os desfechos clínicos dos pacientes.

## **REFERÊNCIAS**

1. ROCCA, E. et al. Lung Ultrasound in Critical Care and Emergency Medicine: Clinical Review. **Advances in respiratory medicine**, v. 91, n. 3, p. 203–223, 17 maio 2023.
2. MARCO DI SERAFINO et al. Point-of-Care Lung Ultrasound in the Intensive Care Unit—The Dark Side of Radiology: Where Do We Stand? **Journal of personalized medicine**, v. 13, n. 11, p. 1541–1541, 26 out. 2023.
3. VETRUGNO, L. et al. Lung ultrasound and supine chest X-ray use in modern adult intensive care: mapping 30 years of advancement (1993–2023). **The ultrasound journal**, v. 16, n. 1, 12 fev. 2024.
4. GARCÍA-DE-ACILUM.; MANEL SANTAFÉ; ROCA, O. Use of thoracic ultrasound in acute respiratory distress syndrome. **Annals of Translational Medicine**, v. 11, n. 9, p. 320–320, 1 jun. 2023.
5. CHUA, M. T. et al. Point-of-care ultrasound use in COVID-19: a narrative review. **Annals of Translational Medicine**, v. 12, n. 1, p. 13–13, 1 fev. 2024.
6. D’ANDREA, A. et al. The Incremental Role of Multiorgan Point-of-Care Ultrasounds in the Emergency Setting. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 3, p. 2088, 1 jan. 2023.
7. AL-HUSINAT, L. et al. The Role of Ultrasonography in the Process of Weaning from Mechanical Ventilation in Critically Ill Patients. **Diagnostics**, v. 14, n. 4, p. 398, 1 jan.



**APLICAÇÃO DO ULTRASSOM PULMONAR EM ADULTOS NO AMBIENTE DE TERAPIA  
INTENSIVA**  
Leite *et. al.*

2024.