

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ELIANA PAES DE CASTRO GIORNO

Avaliação do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom “*point-of-care*” como preditor de escalonamento de suporte respiratório em pacientes com desconforto respiratório

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo, para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Programa de Pediatria

Orientador: Prof. Dr. Claudio Schwartsman

**São Paulo
2022**



ELIANA PAES DE CASTRO GIORNO

Versão Original

Avaliação do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom “*point-of-care*” como preditor de escalonamento de suporte respiratório em pacientes com desconforto respiratório

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo, para obtenção do
título de Doutor em Ciências

Programa de Pediatria

Orientador: Prof. Dr. Claudio Schwartsman

**São Paulo
2022**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Giorno, Eliana Paes de Castro

Avaliação do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom “*point-of-care*”
como preditor de escalonamento de suporte respiratório em pacientes com
desconforto respiratório / Eliana Paes de Castro Giorno. -- São Paulo, 2022.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Pediatria.

Orientador: Claudio Schvartsman.

Descritores: 1.Insuficiência respiratória 2.Ultrassom 3.Criança 4.Ventilação
mecânica 5.Ventilação não invasiva 6.Prognóstico

USP/FM/DBD-339/22

Responsável: Erinalva da Conceição Batista, CRB-8 6755

Para os meus pais, Fernando e Alda, que sempre me incentivaram e que batalharam para tornar todas as minhas conquistas possíveis. Para a minha irmã, Daniela, que sempre me acompanhou e me apoiou em toda minha trajetória.

Para meu marido Felipe e meus filhos Guilherme e Livia, que me inspiram e me dão força para continuar buscando novas conquistas.

Para os meus sogros Luiz e Maria, que me receberam com muito carinho em sua família.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Claudio Schwartsman, por ter me guiado nessa tese de forma tranquila e objetiva, e por ter incentivado e tornado possível meu crescimento profissional na emergência pediátrica.

À Dra. Marcela Preto-Zamperlini, por ter proporcionado a toda nossa equipe um treinamento de excelência em ultrassom beira-leito, e por ter colaborado na concepção e execução desse projeto.

À Dra. Sylvia Costa Lima Farhat, pelas preciosas colaborações na execução e revisão desse projeto.

Aos amigos Danielle Nemer, Danilo Nambu, Thomaz Bittencourt Couto, Fernanda Sá, pela dedicação na execução desse projeto.

À Dra. Flavia Krepel Foronda, pela dedicação, pelo cuidado e pela pontualidade na revisão das imagens.

À equipe médica e multiprofissional do Pronto-Socorro do Instituto da Criança da qual tenho muito orgulho em fazer parte e com que aprendo todos os dias.

À equipe médica e multiprofissional do Hospital Universitário da USP, especialmente às Dras. Milena de Paulis, Beatriz Marcondes Machado e Eloisa Correa de Souza que abraçaram esse projeto e me acolheram no serviço.

À equipe médica e multiprofissional da Unidade de Emergência Referenciada da UNICAMP.

NORMALIZAÇÃO ADOTADA

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. *Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP: parte IV (Vancouver) / Sistema Integrado de Bibliotecas da USP*; Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro, coordenadora; Maria Claudia Pestana; Maria Cristina Cavarette Dziabas; Eliana Maria Garcia; Maria Fatima dos Santos, Maria Marta Nascimento; Suely Campos Cardoso. 3a ed. amp. mod. São Paulo: SIBI/USP. 2016. (Caderno de estudos).

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

RESUMO

Giorno EPC. Avaliação do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom “*point-of-care*” como preditor de escalonamento de suporte respiratório em pacientes com desconforto respiratório [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2022.

Objetivo: Insuficiência respiratória é uma das principais causas de morte em crianças. O reconhecimento precoce de pacientes com maior risco de evolução desfavorável é crítico para o planejamento de recursos. O objetivo deste estudo é investigar se o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom de pacientes pediátricos com desconforto ou insuficiência respiratória é preditivo de escalonamento de suporte respiratório. **Métodos:** Este estudo prospectivo incluiu pacientes de 0-18 anos com desconforto ou insuficiência respiratória admitidos entre julho de 2019 e setembro de 2021 em três departamentos de emergência pediátrica no estado de São Paulo, Brasil. Nos pacientes incluídos, um ultrassom pulmonar foi realizado em até duas horas da admissão por um médico emergencista e foi calculado um escore de aeração pulmonar já validado, que varia de 0-36 pontos, inversamente correlacionado com o grau de aeração pulmonar. O desfecho avaliado foi a necessidade de cânula nasal de alto fluxo, ventilação não invasiva ou ventilação mecânica nas 24 horas subsequentes à admissão no departamento de emergência. **Resultados:** Cento e três (103) pacientes com desconforto ou insuficiência respiratória foram incluídos. Os três diagnósticos finais mais frequentes foram: crise de sibilância (33%), bronquiolite (27%) e pneumonia (16%). Trinta e cinco (34%) pacientes necessitaram de escalonamento de suporte respiratório e a mediana do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom foi significativamente mais elevada nesse grupo: 13 (0-34) *versus* 2 (0-21), $p < 0.0001$; AUC 0.81 (IC95%: 0.71-0.90). O melhor ponto de corte obtido a partir do índice de Youden foi de 7.5 (sensibilidade 79.4%; especificidade: 71.4%). Um escore de aeração acima desse valor aumentou em, aproximadamente, dez vezes a chance de necessitar de escalonamento de suporte respiratório [RC: 9.64 (IC95%: 3.77-24.68); $p < 0.0001$]. Para cada ponto adicional no escore, a chance do desfecho aumentou em 22% [RC: 1.22 (IC95%: 1.12-1.32; $p < 0.0001$)]. Escore de aeração pulmonar pelo ultrassom acima de 12 teve alta especificidade e razão de verossimilhança positivo de 8.7 (IC95%: 3.2-23.9). **Conclusão:** Valor elevado de escore de aeração pelo ultrassom pulmonar na avaliação inicial de crianças com desconforto ou insuficiência respiratória está associado à necessidade de escalonamento de suporte respiratório nas 24 horas subsequentes.

Palavras-chave: Insuficiência respiratória. Ultrassom. Criança. Ventilação mecânica. Ventilação não invasiva. Prognóstico.

ABSTRACT

Giorno EPC. Point-of-care lung ultrasound score for predicting escalated care in children with respiratory distress [thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2022.

Purpose: Respiratory distress from lower respiratory illness represents a leading cause of death in children. Early recognition of a high-risk population is critical for allocating adequate resources. Our goal was to assess if a lung ultrasound score obtained at admission from children with respiratory distress predicts the need of escalated care. **Methods:** This prospective study included 0-18-years-old patients with respiratory distress admitted to three emergency departments in the state of Sao Paulo, Brazil, between July 2019 and September 2021. Enrolled patients had a lung ultrasound performed by a skilled Pediatric Emergency physician within two hours of their arrival. A lung ultrasound score ranging from 0 to 36 was computed. The primary outcome was the need of high-flow nasal cannula, noninvasive ventilation, or orotracheal intubation within 24 hours. **Results:** 103 patients were included. The three most common diagnoses were: wheezing (33%), bronchiolitis (27%), and pneumonia (16%). Thirty-five patients (34%) required escalated care and had higher lung ultrasound score: median 13 (0-34) vs 2 (0-21), $p<0.0001$; AUC 0.81 (95%CI: 0.71-0.90). For each additional point in ultrasound score the chance increased by 22% [OR: 1.22 (95%CI: 1.12-1.32; $p<0.0001$)]. The best cut-off point for predicting the need of escalated care was 7.5, showing a sensitivity of 79.4% and a specificity of 71.4%. Odds ratio was particularly high in patients whose lung ultrasound score was above 7.5 [OR: 9.6 (95%CI: 3.8-24.7); $p<0.0001$]. Lung ultrasounds score above 12 was highly specific and had a positive likelihood ratio of 8.7 (95%CI: 3.2-23.9). **Conclusion:** An elevated lung ultrasound score measured in the first assessment of children with any type of respiratory distress is predictive of severity, as defined by the need of escalated care.

Keywords: Respiratory failure. Ultrasound. Children. Noninvasive ventilation. Mechanical ventilation. Prognostic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação esquemática da divisão pulmonar	25
Figura 2 -	Descrição do escore de ultrassom pulmonar pelo ultrassom.....	26
Figura 3 -	Percentual de pacientes incluídos por centro participante	32
Figura 4 -	Histograma de distribuição das idades dos pacientes.....	34
Figura 5 -	Densidade de distribuição do escore - <i>Violin plot</i>	35
Figura 6 -	Curva ROC do escore de aeração em relação ao escalonamento.....	36
Figura 7 -	Limites inconclusivos definidos por sensibilidade ou especificidade >90%	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estudos que validaram o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom com referências técnicas	16
Tabela 2 - Valores de referência de frequência respiratória e cardíaca para idade ⁴⁸	27
Tabela 3 - Escore Clínico Respiratório (<i>Clinical Respiratory Score</i>)	28
Tabela 4 - Pacientes incluídos por médico pesquisador	32
Tabela 5 - Características da população do estudo	33
Tabela 6 - Medidas resumo da variável escore de aeração pulmonar em relação ao desfecho escalonamento de suporte respiratório	34
Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão logística simples (A)	35
Tabela 8 - Distribuição conjunta do escore de aeração em relação ao escalonamento	36
Tabela 9 - Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão logística simples (B)	36
Tabela 10 - Pontuação por campo pulmonar médico revisor vs. médico executor	38

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AUC	<i>Area Under the Curve</i>
BLUE	<i>Bedside Lung Ultrasound Exam</i>
Bpm	Batimentos por Minuto
BROSJOD	<i>Bronchiolitis Score of Sant Joan de Déu</i>
CI	<i>Confidence Interval</i>
CNAF	Cânula Nasal de Alto Fluxo
CRS	<i>Clinical Respiratory Score</i>
DIS	Dias de Início dos Sintomas
DP	Desvio Padrão
FC	Frequência Cardíaca
FMUSP	Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
FR	Frequência Respiratória
HC	Hospital das Clínicas
HU	Hospital Universitário
IC	Intervalo de Confiança
ipm	Incursões Por Minuto
MHz	<i>Megahertz</i>
n	Número de Pacientes
N/A	Não se Aplica
OR	<i>Odds Ratio</i>
PEEP	<i>Positive End-Expiratory Pressure</i>
PiCCO	<i>Pulse Contour Cardiac Output</i>
PS-ICR	Pronto-Socorro Instituto da Criança
RC	Razão de Chances
ROC	<i>Receiver Operating Characteristic</i>
SaO ₂	Saturação de Oxigênio
SDRA	Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo
STARD	<i>Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy Studies</i>
TC	Tomografia Computadorizada
UER	Unidade de Emergência Referenciada
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas

USP	Universidade de São Paulo
VM	Ventilação Mecânica
VNI	Ventilação não Invasiva

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	Ultrassom pulmonar	14
1.2	Escore de aeração pulmonar pelo ultrassom	15
1.3	Justificativa e hipótese	18
2	OBJETIVO	20
3	METODOLOGIA	22
3.1	Tipo de estudo	22
3.2	Local do estudo	22
3.3	População do estudo	22
3.3.1	CrITÉRIOS de inclusÃO	22
3.3.2	CrITÉRIOS de exclusÃO	23
3.4	Desenho do estudo	23
3.5	TÉcnica do ultrassom pulmonar	24
3.6	Dados coletados	26
3.7	Metodologia estatística	28
3.8	CÁlculo do tamanho amostral	29
3.9	Considerações éticas	30
4	RESULTADOS	32
5	DISCUSSÃO	40
5.1	Limitações do estudo	44
6	CONCLUSÕES	46
	REFERÊNCIAS	48
	ANEXOS	55
	ANEXO A - STARD 2015	55
	ANEXO B - Termo de consentimento livre e informado (última versão)	57
	APÊNDICES	63
	APÊNDICE A – Ficha de extração de dados	63
	APÊNDICE B - Modelo de regressão logística múltipla	66

1 INTRODUÇÃO

1 INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias são uma causa comum de visitas ao departamento de emergência, respondendo por cerca de 20% das admissões hospitalares¹ e 20% dos atendimentos em sala de emergência na faixa etária pediátrica². O espectro de gravidade é amplo, podendo variar desde um quadro brando até franca insuficiência respiratória, definida funcionalmente pela incapacidade do sistema respiratório em suprir as demandas metabólicas dos tecidos ou objetivamente pelo prejuízo à oxigenação ou à ventilação³.

Diversas doenças respiratórias agudas ou crônicas podem culminar com desconforto ou insuficiência respiratória, mas classicamente exacerbações asmáticas e doenças virais do trato respiratório inferior seguem como as principais causas de morbidade e mortalidade nos menores de 5 anos de idade^{4,5}.

A maioria das crianças admitidas no hospital por desconforto ou insuficiência respiratória requer apenas intervenções mínimas, como suporte de oxigênio e suporte hídrico. Cerca de 10%^{6,7}, no entanto, evolui de forma mais grave e necessita de escalonamento de suporte respiratório com cânula nasal de alto fluxo (CNAF), ventilação não invasiva (VNI) ou ventilação mecânica (VM). Identificar precocemente esse subgrupo de maior gravidade, que terá necessidade de escalonar suporte, pode melhorar a qualidade e a consistência do cuidado proporcionado, e pode otimizar o planejamento dos recursos que serão necessários^{6,8}.

Os sinais clínicos que antecedem a piora clínica e que já foram identificados como preditores de escalonamento de suporte respiratório são hipóxia, taquipneia e uso de musculatura acessória⁹. Diversos escores clínicos, que combinam esses sinais com outros parâmetros, já foram propostos para acessar desconforto respiratório agudo em Pediatria, porém a maioria deles não foi devidamente validada para uso clínico significativo¹⁰. Em 2014, Bekhof et al. publicaram uma revisão sistemática que avaliou a validade, confiabilidade e utilidade de todos os escores de dispneia disponíveis, utilizando 15 critérios de qualidade. Foram incluídos 36 escores clínicos de dispneia e a mediana de critérios de qualidade atingidos por esses escores foi de apenas 3/15 (mín-máx:1-5).

Em termos de exames complementares, o principal instrumento diagnóstico utilizado nos quadros de desconforto respiratório ainda é a radiografia de tórax, apesar de ser um exame que expõe à radiação¹¹ e que tem pouca utilidade para acessar quadros virais de vias aéreas inferiores^{12,13}. A baixa sensibilidade desse exame já havia sido reportada para as doenças virais do trato respiratório inferior^{14,15}, mas foi no contexto da pandemia pelo novo Coronavírus

(SarsCov-2) que ficou mais evidente que ele falha em mostrar as alterações frequentemente observadas na tomografia computadorizada (TC) de tórax e no ultrassom pulmonar^{16,17}.

1.1 Ultrassom pulmonar

O ultrassom pulmonar feito pelo médico que presta atendimento ao paciente, no próprio local de atendimento (*point-of-care*) e como extensão de seu exame físico, tem sido uma ferramenta útil, capaz de diagnosticar com boa acurácia diversas patologias pulmonares específicas, cujo diagnóstico precoce é primordial no manejo agudo de pacientes graves.

A extensão da aplicabilidade do ultrassom para avaliação do parênquima pulmonar é relativamente recente. A primeira publicação reportando que a diminuição do conteúdo de ar ou o aumento da congestão pulmonar permitiam melhor penetração das ondas sonoras foi em 1968¹⁸. No entanto, a ideia de que a interface tecido/ar impedia a avaliação do pulmão pelo ultrassom ainda perdurou por décadas e foi só a partir de 1993 que estudos mais robustos começaram a surgir¹⁹. Desde então, o ultrassom pulmonar tem sido cada vez mais utilizado nas enfermarias, departamentos de emergência e terapia intensiva em adultos, crianças e recém-nascidos. A semiologia ultrassonográfica consiste nos achados de imagens artefatuais normais ou patológicas; ou na visualização de imagem reais, como consolidação e derrame pleural. A habilidade de reconhecer esses padrões melhorou significativamente o diagnóstico diferencial de pacientes críticos nos departamentos de emergência e terapia intensiva²⁰.

Na última década, houve um aumento expressivo nas publicações envolvendo o ultrassom pulmonar, e comparações com os padrões de referência vigentes documentaram a boa performance desse exame para avaliação do parênquima pulmonar.

Uma metanálise que reuniu oito estudos sobre a acurácia do ultrassom pulmonar para diagnosticar pneumonia em pacientes pediátricos mostrou 96% de sensibilidade [Intervalo de Confiança 95% (IC95%): 94-97%] e 93% de especificidade (IC95%: 90-96%). A maioria dos estudos incluídos usou como referência dados clínicos, laboratoriais e radiografia de tórax²¹.

Para doenças intersticiais, a concordância do ultrassom com a TC de tórax foi de 79%, enquanto a concordância da radiografia com a TC de tórax foi de apenas 29%²². Nesse estudo, foram incluídos 67 pacientes adultos intubados com insuficiência respiratória, que realizaram as três modalidades de exame de imagem em um período de 24 horas. A concordância era considerada positiva quando o diagnóstico e a localização lobo específica eram corretas.

Além de doenças intersticiais e consolidações pulmonares, esse método é igualmente acurado para detectar pneumotórax²³ e derrame pleural²⁴.

1.2 Escore de aeração pulmonar pelo ultrassom

Inicialmente, o uso do ultrassom na prática clínica era apenas qualitativo, fornecendo informações morfológicas do pulmão que permitiam a identificação da causa da insuficiência respiratória. Estudos subsequentes *ex vivo* correlacionaram os achados ultrassonográficos pulmonares com a densidade pulmonar^{25,26} e, com isso, tornou-se possível o surgimento de escores que permitem estimar de forma semiquantitativa o grau de aeração pulmonar e a gravidade da doença. Uma região bem aerada mostra um bom deslizamento pleural e linhas horizontais artefatuais no ultrassom, dado que o ar não é um bom condutor sonográfico; já na síndrome pulmonar intersticial, ocorre espessamento do septo interlobular, visto no ultrassom pelo aparecimento de linhas artefatuais verticais esparsas, bem demarcadas; no edema pulmonar alveolar, as linhas verticais tornam-se confluentes e, no pior espectro de perda de aeração pulmonar, a região com extensa consolidação mostra sinais de hepatização²⁷. Para cada um desses quatro padrões, uma pontuação pode ser atribuída. No escore de aeração pulmonar mais comumente utilizado²⁸, a pontuação varia de zero para a região mais bem aerada, até três pontos para a região com consolidação. Dividindo o pulmão em 12 regiões e atribuindo uma pontuação para cada região, tem-se um escore de aeração pulmonar global que varia de 0-36 pontos e que correlaciona inversamente com o grau de aeração pulmonar.

Essa abordagem semiquantitativa fez do ultrassom não apenas uma ferramenta diagnóstica, mas também de monitorização e estratificação de risco. Os estudos que validaram o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom em relação a algumas referências técnicas já consagradas estão resumidos na Tabela 1.

Tabela 1 - Estudos que validaram o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom com referências técnicas

Citação	Referência técnica	Resultados
Soldati et al. (2012) ²⁵	Histologia/Densidade pulmonar	Estudo experimental em pulmões de coelhos: o aumento na densidade do tecido pulmonar (perda da aeração) correlacionou com a progressão dos padrões ultrassonográficos.
Jambrik et al. (2010) ²⁶	Medidas gravimétricas	Estudo experimental em porcos com injúria pulmonar aguda: o número de linhas-B foi significativamente associado com a estimativa de água pulmonar extravascular ($r=0.911$, $p<0.001$).
Bouhemad et al. (2010) ²⁸	Tomografia Computadorizada	O escore de reaeração pelo ultrassom teve uma correlação significativa com o ganho de volume de gás na TC de tórax após 7 dias de tratamento de pneumonia associada ao ventilador ($Rho=0.85$, $p<0.001$).
Chiumello et al. (2018) ²⁹	Tomografia Computadorizada	Escore de aeração regional teve forte correlação com densidade tecidual na TC de tórax nos níveis de PEEP de 5 ($R^2 = 0.79$; $p < 0.0001$) e 15 ($R^2 = 0.79$; $p < 0.0001$). Cada incremento no escore foi associado ao aumento da densidade regional ($p<0.005$).
Zhao et al. (2015) ³⁰	Índice de água pulmonar extravascular	Em pacientes com SDRA, o escore de aeração pulmonar correlacionou significativamente com o índice de água pulmonar, medido pelo sistema PiCCO ($r^2 = 0.906$, $p<0.01$).
Caltabelotti et al. (2014) ³¹	Índice de água pulmonar extravascular	Em pacientes com choque e SDRA, a variação no escore de aeração pulmonar foi o primeiro parâmetro a identificar um aumento no índice de água pulmonar extravascular aferido pelo cateter de Swan-Ganz.

SDRA: Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo; TC: Tomografia Computadorizada; PEEP: (do Inglês *Positive End-Expiratory Pressure* – Pressão Positiva Expiratória Final); PiCCO (do Inglês, *Pulse Contour Cardiac Output*).

Em ambiente de terapia intensiva, o uso clínico do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom *point-of-care* tem sido amplamente estudado e diversas aplicabilidades foram identificadas.

Um estudo em adultos avaliou a acurácia do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom como preditor de falha de extubação em pacientes que estavam em programação de retirada da ventilação mecânica³². Durante a fase de respiração espontânea pré-extubação, foi feita avaliação ultrassonográfica da aeração pulmonar e calculado o escore descrito acima. Foi observado que o grupo de pacientes com falha de extubação apresentou uma mediana de escore maior, correspondente a uma pior aeração, do que o grupo definitivamente extubado 19 (16-21) *versus* 10 (7-13), $p<0.001$]. Com base nesse estudo e em outros subsequentes^{33,34}, uma abordagem sistematizada, guiada por ultrassom, foi proposta para a condução da extubação em pacientes adultos.

De forma similar, o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom foi preditor de resposta à manobra de pronação. Em pacientes com Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), foi demonstrado que uma redução de 5.5 pontos no escore de aeração após 3 horas de posição prona teve correlação com pressão parcial de Oxigênio/Fração inspirada de Oxigênio maior do que 300 após sete dias. Já uma queda de 7 pontos teve correlação com melhor sobrevida³⁵.

Uma abordagem quantitativa guiada pelo ultrassom também pode ser útil para auxiliar na estratégia respiratória. Pacientes com campos anteriores aerados e campos posteriores com perda importante de aeração respondem melhor à manobra de pronação, ao passo que pacientes com perda de aeração também nos campos anteriores respondem melhor à titulação de PEEP (do Inglês, *Positive End-Expiratory Pressure* – Pressão Positiva Expiratória Final)²⁷.

Em pacientes com doença pelo Sars-Cov2, o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom foi preditivo da necessidade de ventilação mecânica^{36,37} e correlacionou acuradamente com a gravidade da doença, quando comparado à TC de tórax: um escore inferior a 13 identificou os casos leves, enquanto um escore acima de 23 identificou os casos graves na admissão³⁶.

Em Pediatria, o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom tem sido objeto de estudo principalmente na síndrome do desconforto respiratório neonatal, como preditor da necessidade de surfactante³⁸ e de evolução para broncodisplasia³⁹. Mais recentemente, o escore também foi aplicado nos pacientes com bronquiolite e teve correlação com necessidade de suporte respiratório durante a internação⁴⁰ e com a necessidade de cuidados intensivos⁴¹.

Apesar dos diversos estudos em terapia intensiva que avaliaram o ultrassom pulmonar como ferramenta para prognosticar ou monitorar a resposta às intervenções, poucos são os estudos conduzidos no departamento de emergência e esses avaliaram doenças específicas, como bronquiolite^{40,41} ou doença pelo SarsCov-2 em adultos^{36,42}. Num cenário real, frequentemente, a origem do desconforto ou da insuficiência respiratória ainda não é prontamente estabelecida na admissão do paciente no hospital ou é decorrente de condições mistas. Até o presente, não há estudos pediátricos que exploraram se o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom pode ser uma ferramenta de triagem para pacientes recém-admitidos no departamento de emergência, identificando quais pacientes com desconforto ou insuficiência respiratória de causas diversas têm maior chance de necessitar de escalonamento de suporte respiratório com CNAF, VNI ou VM.

1.3 Justificativa e hipótese

Crianças apresentam alta susceptibilidade para desenvolver insuficiência respiratória, por apresentarem via aérea menor, caixa torácica mais complacente, demanda metabólica maior e reserva respiratória menor³. Essas particularidades do sistema respiratório infantil fazem com que, rapidamente, uma criança possa evoluir de desconforto respiratório, caracterizado por taquipneia e aumento do trabalho respiratório, para insuficiência respiratória e, até, parada cardiorrespiratória. Por esses motivos, as doenças respiratórias têm um impacto expressivo nos departamentos de emergência pediátrica⁵, causando, inclusive, superlotação nos meses de maior circulação de vírus respiratórios. Nesse cenário, ter ferramentas que identifiquem precocemente um subgrupo de maior risco permite priorizar e alocar recursos, principalmente nos locais em que esses são escassos. Além disso, auxilia na decisão sobre transferência precoce para setores ou unidades capazes de prover escalonamento de suporte respiratório e cujas equipes são habilitadas em manejo de via aérea.

As doenças respiratórias têm apresentações e causas diversas no departamento de emergência, mas a maioria dos escores clínicos propostos para estratificação de risco é específica para determinadas doenças e não serviria para uma abordagem mais uniforme de pacientes recém-admitidos por desconforto ou insuficiência respiratória. Ademais, a maioria desses escores não foi devidamente validada^{10,43}.

Com base na crescente aplicabilidade do ultrassom pulmonar como ferramenta para diagnosticar e prognosticar e frente à necessidade de outros marcadores de risco, surgiu o interesse em avaliar se o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom seria preditivo da necessidade de escalonamento de suporte respiratório, servindo como uma ferramenta de triagem inicial para pacientes admitidos por desconforto ou insuficiência respiratória de causas diversas.

Nós formulamos a hipótese de que as crianças admitidas no departamento de emergência, por desconforto ou insuficiência respiratória, que necessitem de escalonamento de suporte respiratório, apresentam escore de aeração pulmonar pelo ultrassom mais elevado, quando comparado às crianças que não necessitem de escalonamento.

2 OBJETIVO

2 OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é investigar se o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom, obtido na admissão hospitalar de crianças e adolescentes com desconforto ou insuficiência respiratória, é preditivo da necessidade de escalonamento de suporte respiratório nas 24 horas subsequentes.

3 METODOLOGIA

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

Nós desenhamos um estudo prospectivo observacional que segue as diretrizes do STARD 2015⁴⁴ (do Inglês, *Standards for Reporting of Diagnostic Accuracy Studies* – normas para reportar estudos de acurácia diagnóstica) (Anexo A).

3.2 Local do estudo

- Pronto-Socorro do Instituto da Criança (PS-ICr) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP);
- Pronto-Socorro Infantil do Hospital Universitário (HU) da Universidade de São Paulo (USP);
- Unidade de Emergência Referenciada (UER) do Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC-UNICAMP).

3.3 População do estudo

Crianças e adolescentes de zero a 18 anos admitidos nos locais de estudo com desconforto ou insuficiência respiratória aguda.

3.3.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo os pacientes admitidos no departamento de emergência com:

- a) Sinais de desconforto respiratório⁴⁵:
 - Taquipneia para idade (ver Tabela 2);
 - Tiragem intercostal, subdiafragmática, tiragem de fúrcula e/ou batimento de asa nasal.
- b) Sinais de insuficiência respiratória aguda, definida por desconforto respiratório associado a um dos itens abaixo³:
 - Alteração da cor: palidez ou cianose;

- Saturação de Oxigênio (SaO₂) menor do que 90% em ar ambiente;
- Pressão parcial de Oxigênio menor do que 60 mmHg, se coletada gasometria arterial.

3.3.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos do estudo pacientes com:

- Apneia ou respiração agônica, que necessitaram prontamente de ventilação com pressão positiva, seguida de intubação orotraqueal;
- Insuficiência respiratória por falha de ventilação, identificada por respiração superficial e/ou sinais de narcose, cujo quadro clínico inicial já indicava per si necessidade de suporte ventilatório imediato;
- Insuficiência respiratória secundária à perda do controle da respiração (doenças do sistema nervoso central, doenças neuromusculares e intoxicação);
- Cardiopatia com repercussão hemodinâmica em uso de medicação cardiotônica ou diurético;
- Fibrose cística;
- Necessidade de suporte de oxigênio domiciliar.

3.4 Desenho do estudo

Os pacientes foram incluídos de julho de 2019 a setembro de 2021 utilizando uma amostra por conveniência, com o recrutamento determinado pela disponibilidade de um dos membros da equipe de pesquisa e na condição de que esse não fosse o responsável pelo cuidado do paciente. O escore de aeração pulmonar era calculado, conforme descrito abaixo, em até 120 minutos da admissão do paciente no departamento de emergência, antes ou durante a primeira terapêutica. Nos departamentos de emergência dos hospitais participantes, já é frequente a realização precoce de ultrassom *point-of-care* pulmonar e cardíaco como parte do exame físico estendido de pacientes admitidos na sala de emergência com quadro de insuficiência respiratória e/ou choque. Os exames foram realizados por um dos médicos da equipe de pesquisa, que não estava diretamente responsável pelo cuidado do paciente e nem participou do planejamento terapêutico. Quando eram obtidas informações ultrassonográficas relevantes para o manejo clínico do paciente, como presença de pneumotórax ou derrame pleural significativo, essas eram fornecidas

ao médico responsável pelo cuidado, porém esse não tinha ciência do valor do escore calculado. O valor do escore calculado também não era registrado em prontuário.

Após o exame inicial, o médico da equipe de pesquisa registrou se houve ou não escalonamento de suporte respiratório (CNAF, VNI ou VM) nas 24 horas seguintes à admissão e se esse foi indicado por deterioração respiratória. Embora não exista, até o momento, critérios precisos e estabelecidos de escalonamento de suporte respiratório, de uma forma geral, essas intervenções estão reservadas para pacientes com hipóxia refratária ao suporte de oxigênio com máscara não reinalante e/ou mantendo desconforto respiratório preocupante e progressivo, a despeito de medidas potencialmente reversíveis que tenham sido instituídas⁴⁶.

A equipe de pesquisa que executou os exames é composta de sete médicos emergencistas com mais de 5 anos de experiência em ultrassom pulmonar, e cada um com mais de 200 exames realizados. Atualmente, os membros dessa equipe supervisionam alunos e residentes em treinamento de ultrassom pulmonar e são considerados nível 3 de experiência, de acordo com uma pirâmide de competência recentemente sugerida^{27,37,47}, que contempla os três níveis descritos a seguir:

- Operador nível 3: professor acadêmico de ultrassom pulmonar com publicações na área;
- Operador nível 2: mais de 25 exames supervisionados e 200 ou mais exames não supervisionados;
- Operador nível 1: Mais de 25 exames supervisionados e menos de 200 exames não supervisionados.

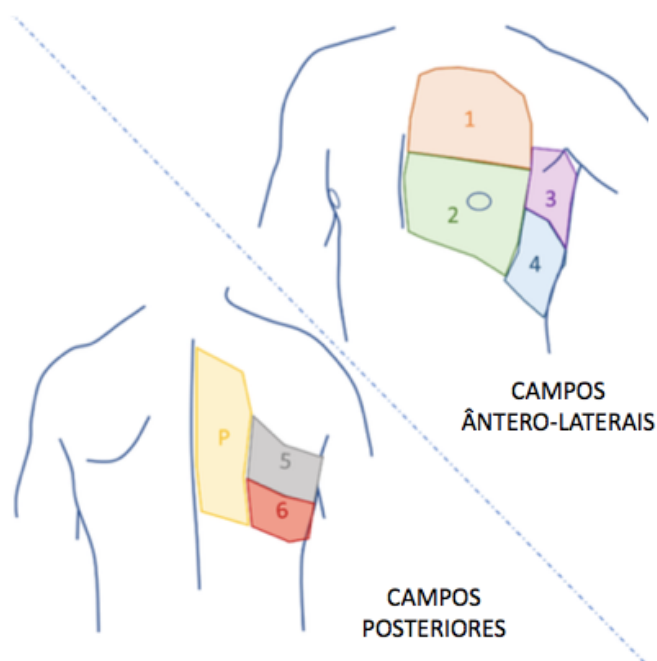
A fim de avaliar a concordância interobservador, foi estabelecido que as imagens de ultrassom de, pelo menos, 50 pacientes seriam gravadas e armazenadas para avaliação e pontuação por um médico externo revisor, também experiente em ultrassom pulmonar, cego para a apresentação clínica inicial do paciente e para o desfecho em termos de escalonamento de suporte. O número mínimo de 50 pacientes foi estabelecido com base em um estudo de validação de escores que define esse valor como o mínimo necessário para o critério de confiabilidade¹⁰.

3.5 Técnica do ultrassom pulmonar

A seguir, descrevem-se os passos que foram seguidos para a realização do ultrassom:

- Tanto o transdutor curvilíneo de baixa frequência (2-5 MHz) quanto o transdutor linear de alta frequência (7-10 MHz) foram utilizados, a depender do tamanho do paciente e/ou quantidade de tecido adiposo;
- Os pacientes foram colocados em posição supina ou sentados. Os lactentes, eventualmente, permaneceram no colo do responsável;
- Cada espaço intercostal da parte superior e inferior da parede torácica anterior, lateral e posterior foram cuidadosamente examinados bilateralmente, totalizando seis regiões em cada hemitórax (Figura 1) e uma pontuação foi registrada para cada região.

Figura 1 - Representação esquemática da divisão pulmonar



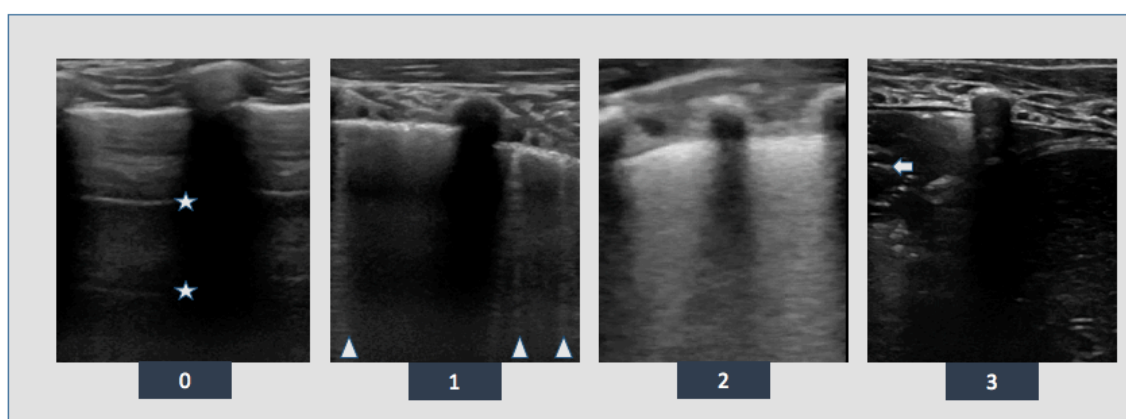
Fonte: Adaptado de Mongodi et al. *Anesthesiology*. 2021²⁷.

Regiões 1 e 2: regiões anteriores; *regiões 3 e 4:* regiões laterais; *regiões 5 e 6:* regiões posteriores. A região paravertebral (*região P*) nem sempre é acessível quando o paciente está em posição supina.

- Os quatro padrões ultrassonográficos de aeração pulmonar padronizados estão descritos abaixo²⁸:
 - Aeração normal (N): presença de deslizamento pulmonar com linhas horizontais artefatuais chamadas de “linhas-A”;
 - Padrão B1: presença de mais de 2 linhas verticais, chamadas de “linhas-B”, bem demarcadas, e decorrentes de fluido preenchendo o interstício;

- Padrão B2: múltiplas “linhas-B” que se tornam coalescentes, decorrentes de fluido preenchendo os alvéolos;
 - Consolidação pulmonar (C): padrão hipoeocogênico com ou sem broncograma aéreo.
- Para cada uma das doze regiões examinadas, os pontos foram dados de acordo com o pior padrão observado: N = 0, padrão B1 = 1, padrão B2 = 2, C = 3 (Figura 2);
 - O escore de aeração pulmonar pelo ultrassom foi calculado como a soma de pontos, podendo variar de 0 a 36, sendo que valores maiores correspondem a um pior grau de aeração.

Figura 2 - Descrição do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom



Fonte: De autoria própria.

Da esquerda para a direita: 0 pontos para o padrão normal – as estrelas indicam as “linhas-A”; 1 ponto para o padrão B1 – as pontas de seta indicam as “linhas-B” bem demarcadas; 2 pontos para o padrão B2, quando as “linhas-B” são confluentes; 3 pontos quando há presença de consolidação de padrão hipoeocogênico com ou sem broncograma aéreo (seta).

Para obtenção das imagens, foi utilizado o aparelho Logic E (GE Healthcare) nos centros HC-FMUSP e HC-UNICAMP, e o aparelho portátil M2D (Mobissom) no HU-USP.

3.6 Dados coletados

Foram coletados os seguintes dados na admissão:

- Tempo (dias) do início dos sintomas (DIS);
- Febre (ausente/presente);
- Frequência cardíaca (FC) e Frequência Respiratória (FR) (normal/elevada): classificação de acordo com os valores de referência propostos pela *American Heart Association*⁴⁸ (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores de referência de frequência respiratória e cardíaca para idade

Idade	FR (ipm)	FC (bpm)
Até 1 mês	30-53	100-205
1-12 meses	22-37	100-180
12-36 meses	20-28	98-140
36-60 meses	18-25	80-120
60-120 meses	12-20	60-100

ipm: incursões por minuto; bpm: batimentos por minuto.

- Estado de consciência (normal, irritado ou sonolento);
- Alteração da cor (normal, pálido ou cianótico);
- Saturação de Oxigênio (SaO₂);
- Radiografia de tórax (normal ou alterada): a classificação como normal ou alterada foi feita posteriormente e baseada na interpretação do médico que estava aos cuidados do paciente e conforme registrado em prontuário;
- Diagnóstico final: essa informação foi obtida posteriormente do registro no resumo de alta. Na presença de mais de um diagnóstico agudo que justificasse o quadro respiratório, o paciente era classificado como tendo “condição mista”;
- Doença de base (presente ou ausente);
- Agente etiológico: quando identificado por meio de hemocultura ou painel de vírus respiratório;
- Escore clínico respiratório (do Inglês, *Clinical Respiratory Score – CRS*)⁴⁹, traduzido na Tabela 3.

A ficha de extração de dados está disponível no Apêndice A.

Tabela 3 - Escore Clínico Respiratório (*Clinical Respiratory Score*)

Parâmetro	1 ponto	2 pontos	3 pontos
Frequência respiratória (ipm)	< 2meses: < 50	< 2meses: 50-60	< 2meses: > 60
	2-12 meses: < 40	2-12 meses: 40-50	2-12 meses: > 50
	1-5 anos: < 30	1-5 anos: 30-40	1-5 anos: > 40
	> 5 anos:< 20	> 5 anos: 20-30	> 5 anos: > 30
Ausculta pulmonar	Murmúrio vesicular presente, raros sibilos expiratórios ou estertores	Murmúrio vesicular diminuído, estertores ou sibilos inspiratórios e expiratórios	Murmúrio vesicular diminuído ou ausente, estertores ou sibilos importantes ou tempo expiratório prolongado
Uso de musculatura acessória	Ausência ou discreto uso de musculatura acessória. Sem batimento de asa nasal	Retração intercostal moderada, uso de musculatura acessória leve à moderada, batimento de asa nasal	Retração intercostal e subesternal grave, batimento de asa nasal
Estado mental	Normal ou levemente irritado	Irritado, agitado, inquieto	Letárgico
Saturação de oxigênio	> 95%	90-95%	< 90%
Cor	Normal	Normal a pálido	Cianótico

3.7 Metodologia estatística

Para resumir as variáveis quantitativas, foram consideradas as medidas resumo de posição e dispersão, como média, mediana, desvio padrão (\pm DP), e valores mínimo e máximo (mín-máx). Já para as variáveis qualitativas, as frequências absoluta e relativa (%) foram apresentadas.

A fim de avaliar a associação entre duas variáveis qualitativas, foi utilizado o teste qui-quadrado de Pearson ou o teste exato de Fisher, quando apropriado. Para a comparação de dois grupos em relação a variáveis quantitativas, foi considerado o teste paramétrico t de Student ou o teste não paramétrico de Mann-Whitney, a depender da distribuição da variável quantitativa de interesse. A distribuição dos dados foi testada para normalidade com o teste de Kolmogorov-Smirnov. Além disso, a avaliação da concordância interobservador foi obtido por meio do coeficiente ponderado de Kappa.

Um modelo de regressão logística simples foi ajustado aos dados com o objetivo de identificar se a variável "escore de aeração" está associada com a ocorrência do desfecho "escalamento". Outras variáveis foram também avaliadas e aquelas que apresentaram $p < 0.1$ no modelo de regressão logística simples foram incluídas no modelo de regressão logística múltipla. O modelo final foi obtido utilizando seleção de variáveis por meio do método *Stepwise (Backward)* com o teste da razão de verossimilhança). Esses modelos foram ajustados aos dados, em que a medida de associação de interesse é dada pela Razão de Chances (RC) e respectivo

IC95%. Para a performance do modelo, a capacidade de discriminar entre evento e não evento foi avaliada com a curva ROC (do Inglês, *Receiver Operating Characteristic*) e estatística-c, que representa a área sob a curva (do Inglês, *Area Under the Curve* – AUC). Além disso, o ponto de corte para o escore foi obtido por meio da curva ROC, com base em uma otimização de especificidade e sensibilidade (índice de Youden). São também reportadas as razões de verossimilhança com os respectivos IC95%. A qualidade de ajuste dos modelos foi avaliada com os testes de Hosmer-Lemeshow e R^2 de Nagelkerke.

Em todos os testes de hipóteses, o nível de significância foi fixado em 5%. Assim, resultados cujos valores p são menores que 0.05 foram considerados como significativos. A análise dos dados foi realizada por meio do *software* IBM SPSS versão 24 e pelo *software* R (R Core Team, 2020).

3.8 Cálculo do tamanho amostral

A estimativa do tamanho amostral foi obtida utilizando o modelo de regressão logística simples, fixando um poder de teste de 80% e um nível de significância de 5%. O tamanho amostral foi calculado assumindo que a variável independente (escore de aeração) é uma variável dicotômica com dois possíveis valores: menor ou igual a um valor X ou acima de um valor X, em que X é denotado como ponto de corte. Além disso, foram feitas algumas suposições com respeito às probabilidades, descritas a seguir:

- A probabilidade de um paciente ter escalonamento de suporte, dado que ele tem escore de aeração abaixo do ponto de corte, é de 0,4 (40%);
- A probabilidade de ocorrer escalonamento de suporte, dado que o paciente tem escore de aeração igual ou acima do ponto de corte, é de 0,9 (90%);
- A probabilidade de um paciente apresentar escore de aeração acima do ponto de corte é de 0,1 (10%).

Com base neste cenário, uma amostra de 112 pacientes seria necessária.

A partir dos resultados preliminares de 25 pacientes, foi realizado, novamente, o cálculo do tamanho amostral atualizando os parâmetros com os valores obtidos.

Dos 25 pacientes incluídos na amostra preliminar, 12 (48%) não escalonaram suporte e 13 (52%) escalonaram. O escore de aeração foi maior no grupo com escalonamento: mediana de 11 (0-19) *versus* 0.5 (0-10), $p=0.002$.

O melhor ponto de corte a partir da curva ROC foi de “seis” com sensibilidade de 84,6%, especificidade de 91,7%, acurácia de 88% e RC de 60.5, (IC95%: 4.8-768.5, $p=0.002$).

Os novos parâmetros fixados foram:

- A probabilidade de escalonar suporte, dado que o escore de aeração é menor do que 6, é de 0,15 (15%);
- A probabilidade de escalonar suporte, dado que o escore de aeração é maior ou igual a 6, é de 0,92 (92%);
- A probabilidade de um paciente apresentar escore de aeração maior ou igual a 6 é de 0,5 (50%).

Com essas suposições, o tamanho amostral recalculado para detectar um efeito significativo foi de 54 pacientes. Ao considerar o mesmo cenário, mas com um poder de 95%, o tamanho amostral para detectar o mesmo tamanho de efeito passou a ser de 80 pacientes.

3.9 Considerações éticas

Esse estudo foi aprovado pela comissão de ética para análises de projetos de pesquisa do HC-FMUSP (CAAE: 10802319.2.0000.0068), do HC-UNICAMP (CAAE: 10802319.2.3002.5404) e do HU-USP (CAAE: 10802319.2.3001.0076). Foi explicado aos responsáveis e pacientes os procedimentos que iriam ser realizados e solucionadas possíveis dúvidas a respeito do estudo. Ao final, foi aplicado o Termo de Consentimento Livre e Informado (Anexo B) apropriado para a idade a todos os pacientes e a seus pais/representantes legais.

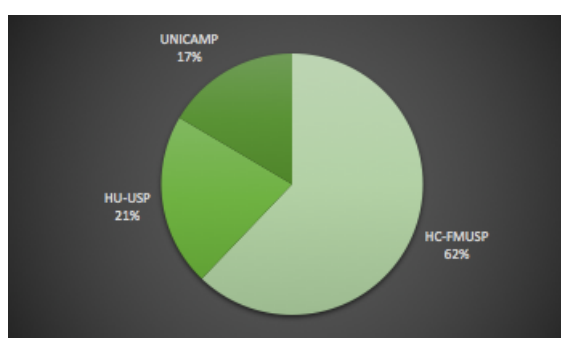
4 RESULTADOS

4 RESULTADOS

Entre julho de 2019 e setembro de 2021, 103 pacientes foram incluídos no estudo. A mediana de idade (mín-máx) foi de 11 (0.5-213) meses. A mediana de tempo entre a chegada ao departamento de emergência e a realização do ultrassom pulmonar foi de 40 (0-120) minutos. O ultrassom pulmonar foi, geralmente, bem tolerado e durou, em média (\pm DP), 9.8 (\pm 1.9) minutos. O tempo médio de dias entre o início dos sintomas e a admissão hospitalar foi de 3.6 (\pm 2.3).

A porcentagem de pacientes incluídos por centro participante está mostrada na Figura 3 e o número de pacientes que cada médico pesquisador incluiu está mostrada na Tabela 4. As características da população de estudo estão detalhadas na Tabela 5.

Figura 3 – Percentual de pacientes incluídos por centro participante



Fonte: De autoria própria.

Tabela 4 - Pacientes incluídos por médico pesquisador

Pesquisador	Pacientes incluídos (n)
Médico 1	41
Médico 2	16
Médico 3	13
Médico 4	12
Médico 5	9
Médico 6	9
Médico 7	3

Tabela 5 - Características da população do estudo

Variável	Categoria	Escalonamento de Suporte		Valor p
		Não (n: 68)	Sim (n: 35)	
Sexo	H	30 (44.1%)	22 (62.9%)	0.111*
	M	38 (55.9%)	13 (37.1%)	
Doença de base		38 (55.9%)	14 (40.0%)	0.187*
Febre		31 (46.3%)	16 (48.5%)	0.999*
FC	Elevada	30 (44.8%)	11 (31.4%)	0.275*
FR	Elevada	61 (89.7%)	33 (94.3%)	0.681*
Saturação	≥94	25 (37.3%)	6 (17.1%)	0.061*
	<94	42 (62.7%)	29 (82.9%)	
Saturação	≥90	39 (58.2%)	15 (42.9%)	0.206*
	<90	28 (41.8%)	20 (57.1%)	
Cor	Pálido	15 (22.1%)	14 (40.0%)	0.016**
	Cianótico	0 (0%)	2 (5.7%)	
Nível de Consciência	Agitado	14 (20.6%)	13 (37.1%)	0.013**
	Sonolento	10 (14.7%)	10 (28.6%)	
Radiografia de Tórax	Alterada	31 (60.8%)	26 (81.3%)	0.087*
Idade (mês)	Mediana (mín-máx)	18.0 (0.6-213.5)	4.1 (0.5-143.8)	<0.0001***
DIS (dias)	Mediana (mín-máx)	3 (1-10)	3 (1-10)	0.358***
<i>Clinical Respiratory Score (CRS)</i>	Mediana (mín-máx)	5 (2- 9)	7 (2-11)	<0.0001***

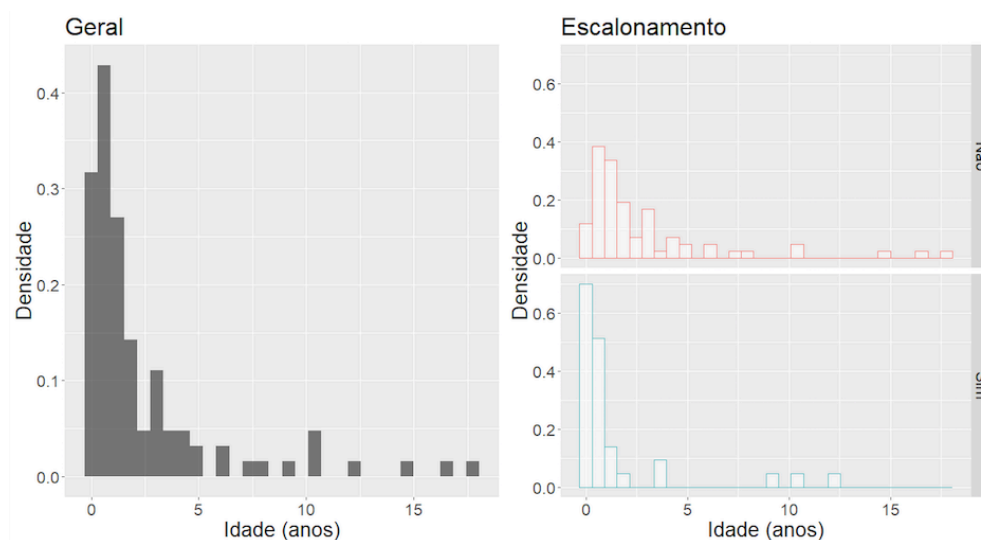
*Teste de qui-quadrado com correção de continuidade; **Teste exato de Fisher; ***Teste U de Mann-Whitney. H: homem; M: mulher

Os diagnósticos finais de acordo com o registro no resumo de alta dos pacientes foram: crise de sibilância (33%), bronquiolite (27%), pneumonia (16%), asma (9%) e condições mistas (15%). Sessenta e quatro pacientes tiveram pesquisa de vírus coletada em secreção nasal e orofaríngea e 52 deles (52/64 – 81%) foram positivos para, pelo menos, um vírus. Dois pacientes apresentaram hemocultura positiva para *Staphylococcus aureus* com extensa pneumonia na radiografia de tórax. Um deles foi um lactente jovem que recebeu o escore de 34 e que evoluiu a óbito dois dias depois.

Trinta e cinco pacientes (34%) receberam escalonamento de suporte. Treze deles precisaram só de CNAF, cinco foram colocados na VNI e cinco, inicialmente, foram colocados no CNAF ou na VNI e, depois, precisaram ser acoplados na VM. Doze pacientes foram acoplados diretamente na VM, sem tentativas prévias de CNAF ou VNI. O tempo médio transcorrido entre a realização do exame e o escalonamento de suporte foi de 6.64 (± 5.94) horas.

Na Figura 4, tem-se um histograma com a distribuição geral da idade dos pacientes e nos grupos que necessitaram ou não de escalonamento de suporte.

Figura 4 – Histograma de distribuição das idades dos pacientes



Fonte: De autoria própria.

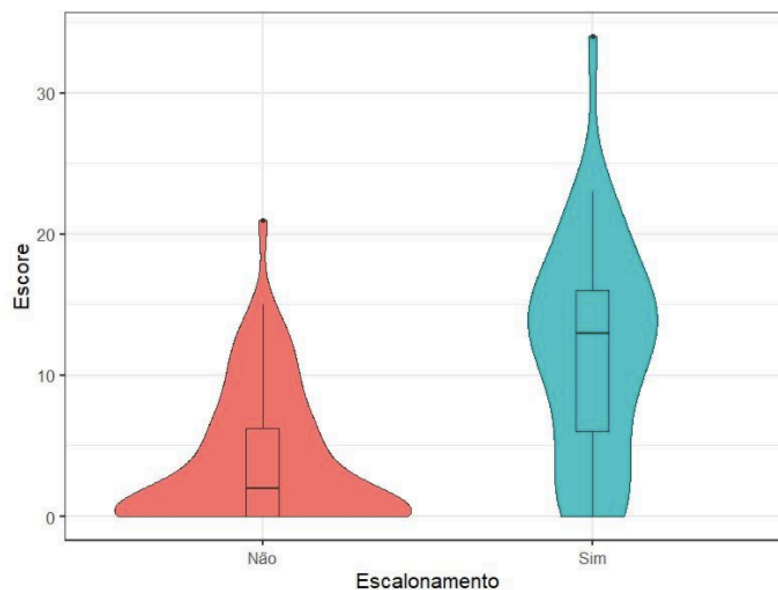
Dos dados gerais coletados e mostrados na Tabela 5, apenas idade, alteração do estado mental (agitação ou sonolência), alteração de cor (cianose ou palidez) e elevação no escore clínico respiratório CRS foram associados ao escalonamento de suporte respiratório ($p < 0.05$).

A mediana do escore de aeração foi maior no grupo com escalonamento: 13 (0-34) *versus* 2 (0-21), $p < 0.0001$. Por meio do valor p associado, pode-se dizer que a distribuição dos dados do escore de aeração não é a mesma nos dois grupos. Na Tabela 6, tem-se as medidas resumo do escore de aeração em relação ao desfecho escalonamento de suporte, assim como, o valor p associado ao teste t de Student. Na Figura 5, tem-se a exibição da densidade dos valores do escore de aeração nos dois grupos, representados por meio de gráfico em trama de violino (*Violin Plot*).

Tabela 6 - Medidas resumo da variável escore de aeração pulmonar em relação ao desfecho escalonamento de suporte respiratório

Escalonamento	n	Escore de aeração					Valor p^*
		Média	DP	Mediana	Mínimo	Máximo	
Não	68	3.8	4.8	2.0	0	21.0	
Sim	35	11.8	7.8	13.0	0	34.0	<0.0001
Total	103	6.6	7.1	4.0	0	34.0	

*Teste t de Student.

Figura 5 - Densidade de distribuição do escore - *Violin plot*

Fonte: de autoria própria.

A fim de avaliar como o escore de aeração influencia no desfecho de interesse (escalonamento), um modelo de regressão logística simples foi ajustado aos dados. Por meio dos resultados (Tabela 7), é possível observar que a variável Escore de Aeração é um fator que está associado com a ocorrência do desfecho Escalonamento, sendo que sua influência é dada pela RC. Pode-se dizer que, para o incremento de um ponto no escore de aeração, há um aumento de, aproximadamente, 22% na chance (RC:1.22; valor $p < 0.0001$) do paciente precisar de escalonamento.

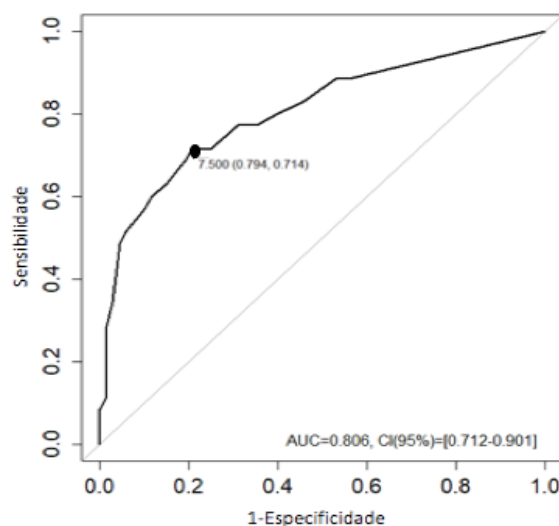
Tabela 7 - Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão logística simples (A)

Variável	Categoria	Coeficiente	Erro padrão	RC	IC95%		valor p
					Inferior	Superior	
Escore	Contínua	0.197	0.042	1.22	1.12	1.32	<0.0001
Intercepto		-2.097	0.402				<0.0001

Com o objetivo de determinar um ponto de corte para o escore de aeração em relação ao desfecho de interesse, a curva ROC foi construída. A ideia foi obter o melhor ponto de corte a partir da otimização dos valores de sensibilidade e especificidade dado pelo índice de Youden. Na Figura 6, tem-se a curva ROC obtida a partir dos dados, em que o valor de escore de aeração 7.5 define o melhor ponto de corte, de acordo com esse índice. Na Tabela 8, tem-se a distribuição conjunta do escore de aeração em relação ao escalonamento, bem como, o valor p

associado ao teste de qui-quadrado, o qual fornece indícios de associação entre as variáveis (valor $p < 0.0001$).

Figura 6 - Curva ROC do escore de aeração em relação ao escalonamento



Fonte: De autoria própria.

Tabela 8 - Distribuição conjunta do escore de aeração em relação ao escalonamento

Variável	Categoria	Escalonamento		valor p**
		Não	Sim	
Escore	$\leq 7.5^*$	54 (79.4%)	10 (28.6%)	< 0.0001
	$> 7.5^*$	14 (20.6%)	25 (71.4%)	

*Ponto de corte obtido utilizando curva ROC

**Teste de qui-quadrado com correção de continuidade

Considerando a variável escore de aeração como qualitativa, um modelo de regressão logística simples foi ajustado aos dados. Por meio dos resultados (Tabela 9), observa-se que a variável Escore de Aeração continua associada a ocorrência do desfecho Escalonamento ($p < 0.0001$) e é possível afirmar que a chance do paciente aumenta em, aproximadamente, dez vezes se ele tem mais de 7,5 pontos no escore de aeração ($RC = 9.6$, $p < 0.0001$).

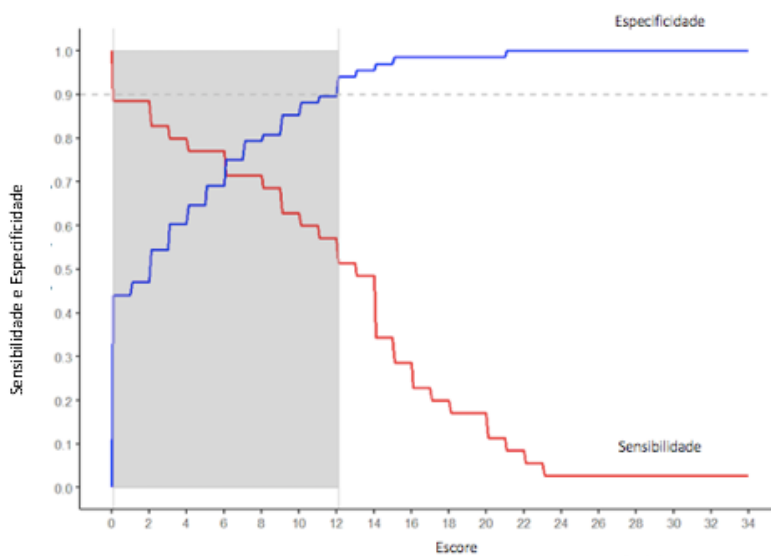
Tabela 9 - Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão logística simples (B)

Variável	Categoria	RC	IC95%		valor p
			Inferior	Superior	
Escore	$\leq 7,5$	Ref			< 0.0001
	$> 7,5$	9.64	3.77	24.68	

Ajustando um modelo de regressão logística múltipla às variáveis que tiveram $p < 0,1$ no modelo de regressão logística simples, apenas o Escore de Aeração e o CRS estão independentemente associados com o desfecho escalonamento de suporte (Apêndice B).

Como um único valor de corte pode não ser suficientemente informativo para decisões clínicas, a análise foi complementada determinando as razões de verossimilhança positivas e negativas baseadas na determinação de valores inconclusivos. Como mostrado na Figura 7, os valores inconclusivos (zona cinza) foram delimitados por sensibilidade e especificidade acima de 90%, privilegiando valores de alta sensibilidade e especificidade que, respectivamente, incluem ou excluem o desfecho com quase certeza⁵⁰. O menor escore encontra-se dentro da zona cinza e apresenta razão de verossimilhança negativa de 0.26 (IC95%: 0.10-0.68). Em contrapartida, escore de aeração maior que 12 é altamente específico para escalonamento de suporte e apresenta razão de verossimilhança positiva de 8.74 (IC95%: 3.20-23.86).

Figura 7 - Limites inconclusivos definidos por sensibilidade ou especificidade >90%



Fonte: De autoria própria.

As imagens de 77 pacientes estavam disponíveis para avaliação de concordância interobservador. As interpretações do médico externo revisor das imagens de ultrassom tiveram concordância significativa⁵¹ com a interpretação dos médicos que executaram os exames, com valor kappa ponderado de 0,68 (IC95%: 0.64 – 0.72; $p < 0.0001$). As concordâncias por campo pulmonar estão mostradas na Tabela 10.

Tabela 10 - Pontuação por campo pulmonar médico revisor vs. médico executor

		Pontuação médico revisor				Total
		0	1	2	3	
Pontuação médico executor	0	524	36	12	4	576
	1	47	75	23	8	153
	2	14	27	44	25	110
	3	5	2	10	49	66
Total		590	140	89	86	905

5 DISCUSSÃO

5 DISCUSSÃO

O ultrassom pulmonar *point-of-care* tem assumido diversas aplicabilidades nas mais variadas situações clínicas e tem fornecido informações prognósticas em pacientes adultos com SDRA^{28,52} e em recém-nascidos com síndrome do desconforto respiratório^{38,39}. Nesse estudo prospectivo observacional, nós demonstramos que ele também fornece informações prognósticas na avaliação inicial de crianças admitidas no departamento de emergência por desconforto respiratório. A detecção, já nessa primeira avaliação, de um escore elevado de aeração pulmonar pelo ultrassom foi indicativa de uma chance maior de necessidade de escalonamento de suporte nas 24 horas subsequentes. Esse achado sugere que o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom pode ser usado como uma ferramenta adicional para estratificação de risco de pacientes pediátricos com desconforto respiratório, especialmente em locais nos quais é primordial uma rápida decisão sobre transferência de centro ou de nível de cuidado. Em diversos países de média e baixa renda, os departamentos de emergência estão frequentemente sobrecarregados, os recursos são limitados e os leitos de terapia intensiva são insuficientes para a demanda, o que torna ainda mais importante a priorização de crianças de maior risco e mais propensas a necessitar de suporte adicional⁸.

A avaliação clínica ainda é o principal pilar da estratificação de risco, mas, em crianças, ela pode ser prejudicada por alguns fatores. Diversos parâmetros clínicos comumente utilizados, como frequência cardíaca, frequência respiratória e até coloração e nível de consciência podem estar alterados por febre, choro, ansiedade e até condições não pulmonares coexistentes. Com relação aos escores clínicos, a maioria é considerada inadequada para crianças, requer habilidades complexas de ausculta ou falhou em atingir critérios de qualidade mínimos, principalmente no que concerne confiabilidade¹⁰.

O escore clínico utilizado no nosso estudo (CRS) foi recentemente testado em pacientes pediátricos com qualquer tipo de insuficiência respiratória e foi preditivo da necessidade de terapia intensiva⁴⁹. Os autores mostraram que um escore acima de 3 teve sensibilidade de 94% (IC95%: 79.8-99.3) e especificidade de 40% (IC95%: 35-45). No nosso estudo, o CRS também foi independentemente associado ao escalonamento de suporte, mas a maior parte da população do nosso estudo obteve um escore acima de 3, incluindo aqueles que não evoluíram para escalonamento de suporte (mediana do CRS de 5). Em uma população como a nossa, composta de crianças com escore clínico já preocupante, o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom pode fornecer informação adicional capaz de ajudar os clínicos no processo de decisão. Nossos achados reforçam o conceito de que o ultrassom pulmonar *point-of-care* deve ser considerado

uma extensão do exame físico, com o potencial de superar algumas dificuldades inerentes da avaliação clínica. De fato, os avanços tecnológicos têm permitido estratégias de individualização de prevenção e tratamento na chamada Medicina de Precisão. Esse conceito de Medicina de Precisão, inicialmente atribuído às ciências moleculares, recentemente, foi expandido para o ultrassom *point-of-care*⁵³, por ser uma modalidade de exame de imagem que permite guiar o cuidado de cada indivíduo com base em seus achados anatômicos e fisiológicos únicos.

Comparado às demais modalidades de exame de imagem disponíveis como radiografia e TC de tórax, o ultrassom pulmonar surge como a melhor opção sempre que possível por diversas razões: é livre de radiação ionizante, pode ser feito em alguns minutos e à beira do leito, é custo-efetivo e permite avaliações periódicas⁴². Apesar da radiografia de tórax ser a modalidade de imagem mais utilizada na avaliação de crianças com desconforto respiratório, estudos prévios já mostraram que a concordância interobservador é pobre mesmo entre radiologistas⁵⁴ e que a sensibilidade é baixa em diversos cenários clínicos, incluindo infecções virais do trato respiratório inferior^{14,17} e síndrome torácica aguda⁵⁵. Em contrapartida, o ultrassom pulmonar é capaz de identificar em lactentes com bronquiolite anormalidades não reveladas pela radiografia de tórax e os achados aumentam em proporção à gravidade da doença^{14,56}.

Em terapia intensiva de adultos, já existem diretrizes baseadas em evidência para o uso do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom no cuidado de pacientes com doenças pulmonares restritivas⁵⁷. Na população pediátrica, o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom tem ganhado reconhecimento particularmente na bronquiolite^{40,41}. Um estudo recente em lactentes com bronquiolite mostrou que o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom teve uma área sob a curva maior do que o escore clínico BROSJOD (do Inglês, *Bronchiolitis Score of Sant Joan de Déu*) como ferramenta preditora de admissão em terapia intensiva [AUC 0.93 (IC95%: 0.87-0.99) vs. 0.67 (IC95%: 0.56- 0.79)]⁴¹. O melhor ponto de corte foi seis, próximo do valor encontrado no nosso estudo. Outro estudo também mostrou que pacientes com bronquiolite com valores elevados no escore de aeração pulmonar pelo ultrassom tiveram maior chance de necessitar de escalonamento de suporte respiratório ($p= 0.001$)⁴⁰.

O nosso estudo corrobora os resultados já encontrados em estudos prévios e documenta a utilidade do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom em uma população mais ampla de crianças, com desconforto respiratório por etiologias variadas. Nossa população era constituída por crianças com diversas patologias pulmonares, incluindo doenças restritivas, mistas ou puramente obstrutivas. É bem estabelecido que o ultrassom pulmonar detecta diversas

anormalidades em doenças restritivas, ao passo que costuma estar normal nos quadros puramente obstrutivos⁵⁸. O ultrassom pulmonar não é capaz de detectar represamento de ar e, por isso, o padrão encontrado nos quadros puramente obstrutivos seria de linhas-A, o que corresponderia a um escore baixo pelo ultrassom, a despeito da gravidade do quadro. Apesar da inclusão de pacientes com as mais diversas causas de desconforto respiratório, ainda assim, foi possível observar uma associação entre o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom e o desfecho escalonamento de suporte. Tal achado sugere que a gravidade de alguns quadros aparentemente obstrutivos pode estar relacionada a condições coexistentes tais como envolvimento intersticial, consolidações e atelectasias.

Em adultos, o protocolo BLUE (do Inglês, *Bedside Lung Ultrasound Exam*) proposto por Lichtenstein et al.⁵⁸ mostrou que a presença de um padrão normal no ultrassom pulmonar (linhas-A) teve 97% de especificidade e 89% de sensibilidade para indicar asma ou doença pulmonar obstrutiva crônica como a causa da insuficiência respiratória dos pacientes admitidos na unidade de terapia intensiva. Em crianças, a aplicabilidade do protocolo BLUE foi contestada em um estudo que observou alterações em 45% dos pacientes admitidos no departamento de emergência com asma aguda⁵⁹. Esses achados foram atribuídos à maior taxa de infecção viral deflagrando as exacerbações nessa faixa etária e pelo fato de que crianças, mais frequentemente, apresentam edema e secreções nas vias aéreas, as quais levam a atelectasias subsegmentares. Nesse mesmo estudo, a presença de alterações no ultrassom teve correlação com maior tempo de permanência hospitalar e utilização de recursos no hospital, também sugerindo que a gravidade dos quadros possa estar relacionada a condições coexistentes.

Nós optamos por incluir pacientes com desconforto respiratório de diversas etiologias e não apenas um tipo específico por dois motivos. Primeiro, nossa intenção era investigar a performance do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom como uma ferramenta de triagem que pudesse ser utilizada logo na avaliação inicial do paciente, quando, na maior parte das vezes e em um cenário real, a etiologia do desconforto respiratório ainda não é totalmente estabelecida. Segundo, como já mencionado, nós levantamos a hipótese de que condições coexistentes como atelectasias, envolvimento intersticial e consolidações poderiam ser responsáveis pela gravidade e esses casos não seriam investigados se uma doença específica fosse escolhida.

Como uma ferramenta de triagem para desconforto respiratório no departamento de emergência pediátrico, um escore baixo pelo ultrassom pulmonar reduziu o risco de escalonamento de suporte, mas não com sensibilidade acima de 90%. Valores baixos de escore,

portanto, não devem ser confortantes, principalmente em pacientes cuja avaliação clínica seja preocupante e/ou cuja causa do desconforto respiratório pareça ser primariamente obstrutiva. Em contrapartida, valores acima de 12 foram associados a um risco muito elevado de evolução para escalonamento de suporte, conforme evidenciado por especificidade acima de 90% e razão de verossimilhança elevada. Pacientes com valores acima desse corte devem ser prontamente alocados em um nível de cuidado capaz de prover monitorização rigorosa e com time habilitado em obtenção de via aérea avançada.

O ultrassom é considerado uma modalidade acessível, pela facilidade de treinamento e por ter um custo relativamente baixo de aquisição e manutenção, e maior durabilidade quando comparado às outras modalidades radiológicas⁶⁰. Ademais, não requer um serviço de radiologia e pode ser, inclusive, conectado ao celular, sendo uma opção atrativa em locais remotos e sem recursos. Por esses motivos, diversos autores têm apelado às organizações internacionais que o equipamento e o treinamento sejam disponibilizados em países de baixa e média renda, e em todos os níveis de cuidado⁶¹⁻⁶³. Essa iniciativa é particularmente importante em um contexto em que cerca de 60% da população mundial não tem acesso aos exames de imagem tradicionais como radiografia e TC de tórax⁶⁴. O interesse por essa modalidade nesses locais já pode ser notado na produção científica. As publicações sobre o uso do ultrassom *point-of-care* nos países de baixa e média renda aumentaram 60% na última década com uma expansão geográfica de 20%⁶⁰.

Em nosso estudo, a equipe era composta por médicos experientes em ultrassom pulmonar, mas isso não deve impactar a reprodutibilidade dos resultados. O ultrassom pulmonar é uma modalidade fácil de ser ensinada aos profissionais da saúde, porque se baseia em técnicas simples e no reconhecimento de padrões. Um estudo multicêntrico, prospectivo e educacional⁶⁵ mostrou que 100 residentes sem treinamento prévio nenhum em ultrassom pulmonar adquiriram as habilidades necessárias para realizar o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom após 2 horas de aula teórica e 25 exames supervisionados.

Por fim, o tempo para realização do ultrassom em nosso estudo foi semelhante ao relatado em estudos anteriores^{55,65}, cerca de 10 minutos. Por ser um exame relativamente rápido e realizado no local de cuidado, pode ser feito precocemente e, inclusive, durante a avaliação e a terapêutica inicial.

5.1 Limitações do estudo

Nosso estudo tem algumas limitações. Primeiro, dada a natureza heterogênea da nossa população, nós tivemos uma amostra relativamente pequena. No entanto, o escore de aeração pulmonar pelo ultrassom já foi positivamente correlacionado com o prognóstico em diversas doenças pulmonares, então, nossos achados devem ser reproduzíveis em populações maiores. Segundo, o escalonamento de suporte respiratório, nosso principal desfecho, não possui um algoritmo baseado em evidência, e depende da percepção de gravidade pelo clínico responsável. Nós focamos nosso desfecho em necessidade de escalonamento de suporte, pois essa subpopulação está sob risco de descompensação e não pode ser observada em locais sem recursos ou sem times habilitados em via aérea. Mortalidade era o desfecho mais comumente utilizado em estudos que buscavam marcadores de gravidade em doenças respiratórias, mas há uma tendência à transição para desfechos não mortalidade em países desenvolvidos ou em desenvolvimento⁹. Com essa transição, o grande desafio, atualmente, é a ausência de uma coleção padronizada de desfechos críticos e, por isso, essa limitação tem sido comum a estudos semelhantes ao nosso, que avaliam marcadores de risco em doenças respiratórias tendo como desfecho necessidade de intervenções hospitalares⁶.

Por fim, não é factível omitir as condições clínicas dos pacientes dos médicos pesquisadores, enquanto esses realizavam os exames de ultrassom. No entanto, a interpretação dos exames de imagem é baseada em dados objetivos e uma concordância significativa foi obtida entre o médico pesquisador que executou o exame e o médico que revisou as imagens sem ciência do quadro clínico e do desfecho.

6 CONCLUSÕES

6 CONCLUSÕES

1. O escore de aeração pulmonar pelo ultrassom é preditivo da necessidade de escalonamento de suporte;
2. Pacientes admitidos com desconforto ou insuficiência respiratória que apresentam na admissão um escore de aeração pulmonar pelo ultrassom elevado apresentam maior chance de necessitar de escalonamento de suporte respiratório nas 24 horas subsequentes;
3. Esse estudo fornece substrato para que parâmetros clínicos e ultrassonográficos integrados sejam mais bem estudados em pesquisas futuras a fim de identificar pacientes com maior risco de deterioração clínica.

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

1. Nagler J. Pulmonary emergencies. In Fleisher GR and Ludwig S: Textbook of pediatric emergency medicine. Williams & Wilkins Company, 2010. pp:1067-98.
2. Claudet I, Bounes V, Frédéric S, Laporte E, Pajot C, Micheau P, Grouteau E. Epidemiology of admissions in a pediatric resuscitation room. *Pediatr Emerg Care*. 2009;25(5):312-6.
3. Nitu ME, Eigan H. Respiratory failure. *Pediatr Rev*. 2009;30(12):470-8.
4. Forum of International Respiratory Societies. The Global Impact of Respiratory Disease – Second Edition. Sheffield, European Respiratory Society, 2^a. 2017. Available from: https://static.physoc.org/app/uploads/2019/04/22192917/The_Global_Impact_of_Respiratory_Disease.pdf.
5. Zar, HJ, Ferkol TW. The global burden of respiratory disease-Impact on child health. *Pediatr Pulmonol*. 2014;49(5):430-434.
6. Freire G, Kuppermann N, Zemek R, Plint AC, Babl FE, Dalziel SR, Freedman SB, Atenafu EG, Stephens D, Steele DW, Fernandes RM, Florin TA, Kharbanda A, Lyttle MD, Johnson DW, Schnadower D, Macias CG, Benito J, Schuh S; Pediatric Emergency Research Networks (PERN). Predicting escalated care in infants with bronchiolitis. *Pediatrics* 2018;142(3):e20174253
7. Willson D, Horn SD, Hendley JO, Smout R, Gassaway J. Effect of practice variation on resource utilization in infants hospitalized for viral lower respiratory illness. *Pediatrics*. 2001;108(4):851-5.
8. Emukule GO, McMorro M, Ulloa C, Khagayi S, Njuguna HN, Burton D, Montgomery JM, Muthoka P, Katz MA, Breiman RF, Mott JA. Predicting mortality among hospitalized children with respiratory illness in western kenya, 2009–2012. *PLoS ONE* 2014;9(3):e92968.
9. Hedstrom AB, von Saint Andre-von Arnim AO, Grassia KL, Nielsen KR. Markers of pediatric respiratory distress predictive of poor outcome in low- and middle-income countries: a systematic review. *J Global Health Rep*. 2020;4:e2020072.
10. Bekhof J, Reimink R, Brand PL. Systematic review: insufficient validation of clinical scores for the assessment of acute dyspnoea in wheezing children. *Paediatr Respir Ver*. 2014;15(1):98-112.
11. Frush DP. Radiation, thoracic imaging, and children: radiation safety. *Radiol Clin North Am* .2011;49(5):1053-69.
12. Testa A, Soldati G, Copetti R, Giannuzzi R, Portale G, Gentiloni-Silveri N. Early recognition of the 2009 pandemic influenza A (H1N1) pneumonia by chest ultrasound. *Crit Care* 2012;16(1):R30.
13. Franquet T. Imaging of viral pneumonia. *Radiology*. 2011. 260(1):1,18-39.

14. Kharasch S, Duggan NM, Cohen AR, Shokoochi H. Lung ultrasound in children with respiratory tract infections: viral, bacterial or COVID-19? A narrative review. *Open Access Emerg Med* 2020;12:275-85.
15. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, Fisicaro A, Moramarco F, Latini G, Picano E. Lung ultrasound in bronchiolitis-comparison with chest-x-ray. *Eur J Pediatr* 2011;11(11):1427-33.
16. Shen KL, Yang YH, Jiang RM, Wang TY, Zhao DC, Jiang Y, Lu XX, Jin RM, Zheng YJ, Xu BP, Xie ZD, Liu ZS, Li XW, Lin LK, Shang YX, Shu SN, Bai Y, Lu M, Lu G, Deng JK, Luo WJ, Xiong LJ, Liu M, Cui YX, Ye LP, Li JF, Shao JB, Gao LW, Wang YY, Wang XF; China National Clinical Research Center for Respiratory Diseases. Updated diagnosis, treatment and prevention of COVID-19 in children: experts' consensus statement (condensed version of the second edition). *World J Pediatr* 2020 Jun;16(3):232-9.
17. de Alencar JCG, Marchini JFM, Marino LO, da Costa Ribeiro SC, Bueno CG, da Cunha VP, Lazar Neto F, Brandão Neto RA, Souza HP; COVID U. S. P. Registry Team. Lung ultrasound score predicts outcomes in COVID-19 patients admitted to the emergency department. *Ann Intens Care*. 2021;11(1):6.
18. Ross AM, Genton E, Holmes JH. Ultrasonic examination of the lung. *J Lab Clin Med*. 1968;72(4):556-64.
19. Lichtenstein D, Axler O. Intensive use of general ultrasound in the intensive care unit. *Intensive Care Med*. 1993 Jun;19(6):353-5
20. Mongodi S, Santangelo E, De Luca D, Rovida S, Corradi F, Volpicelli G, Gargani L, Bouhemad B, Mojoli F. Quantitative lung ultrasound: time for a consensus? *Chest*. 2020 Aug 1;158(2):469-70
21. Pereda MA, Chaves MA, Hooper-Miele CC et al. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. *Pediatrics* 2015;135(4):714-22.
22. Tierney DM, Huelster JS, Overgaard JD, Plunkett MB, Boland LL, St Hill CA, Agbotu VK, Smith CS, Mikel BF, Weise BE, Madigan KE. Comparative performance of pulmonary ultrasound, chest radiograph, and CT among patients with acute respiratory failure. *Critical Care Med*. 2020 Feb 1;48(2):151-7.
23. Dahmarde M, Parooie F, Salarzaei M. Accuracy of ultrasound in diagnosis of pneumothorax: a comparison between neonates and adults - a systematic review and meta-analysis. *Can Respir J*. 2019 Dec 3;2019:5271982.
24. Brogi E, Gargani L, Bignami E, Barbariol F, Marra A, Forfori F, Vetrugno L. Thoracic ultrasound for pleural effusion in the intensive care unit: a narrative review from diagnosis to treatment. *Crit Care* 2017;21(1):325.
25. Soldati G, Inchingolo R, Smargiassi A, Sher S, Nenna R, Inchingolo CD, Valente S. Ex vivo lung sonography: Morphologic-ultrasound relationship. *Ultrasound Med Biol* .2012; 38(7):1169-79.

26. Jambrik Z, Gargani L, Adamicza A, Kaszaki J, Varga A, Forster T, Boros M, Picano E. B-lines quantify the lung water content: A lung ultrasound versus lung gravimetry study in acute lung injury. *Ultrasound Med Biol*. 2010;36(12):2004-10.
27. Mongodi S, De Luca D, Colombo A, Stella A, Santangelo E, Corradi F, Gargani L, Rovida S, Volpicelli G, Bouhemad B, Mojoli F. Quantitative lung ultrasound: technical aspects and clinical applications. *Anesthesiology*. 2021 Jun 1;134(6):949-65.
28. Bouhemad B, Liu ZH, Arbelot C, Zhang M, Ferarri F, Le-Guen M, Girard M, Lu Q, Rouby JJ. Ultrasound assessment of antibiotic-induced pulmonary reaeration in ventilator-associated pneumonia. *Crit Care Med*. 2010;38(1):84-92.
29. Chiumello D, Mongodi S, Algieri I, Vergani GL, Orlando A, Via G, Crimella F, Cressoni M, Mojoli F. Assessment of lung aeration and recruitment by CT scan and ultrasound in acute respiratory distress syndrome patients. *Critical care medicine*. 2018 Nov 1;46(11):1761-8.
30. Zhao Z, Jiang L, Xi X, Jiang Q, Zhu B, Wang M, Xing J, Zhang D. Prognostic value of extravascular lung water assessed with lung ultrasound score by chest sonography in patients with acute respiratory distress syndrome. *BMC Pulm Med*. 2015 Dec;15(1):1-7.
31. Caltabeloti FP, Monsel A, Arbelot C, Brisson H, Lu Q, Gu WJ, Zhou GJ, C Auler JO, Rouby JJ. Early fluid loading in acute respiratory distress syndrome with septic shock deteriorates lung aeration without impairing arterial oxygenation: a lung ultrasound observational study. *Crit Care*. 2014 Jun;18(3):R91.
32. Soummers A, Perbet S, Brisson H, Arbelot C, Constantin JM, Lu Q, Rouby JJ; Lung Ultrasound Study Group. Ultrasound assessment of lung aeration loss during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Crit Care Med*. 2012;40(7):2064-72
33. Silva S, Ait Aissa D, Cocquet P, Hoarau L, Ruiz J, Ferre F, Rousset D, Mora M, Mari A, Fourcade O, Riu B, Jaber S, Bataille B. Combined thoracic ultrasound assessment during a successful weaning trial predicts postextubation distress. *Anesthesiology* 2017; 127(4):666-74.
34. Ferré A, Guillot M, Lichtenstein D, Mezière G, Richard C, Teboul JL, Monnet X. Lung ultrasound allows the diagnosis of weaning-induced pulmonary oedema. *Intensive Care Med*. 2019; 45(5):601-8.
35. Wang XT, Ding X, Zhang HM, Chen H, Su LX, Liu DW; Chinese Critical Ultrasound Study Group (CCUSG). Chinese Critical Ultrasound Study Group (CCUSG). Lung ultrasound can be used to predict the potential of prone positioning and assess prognosis in patients with acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*. 2016 Nov 30;20(1):385.
36. Zieleskiewicz L, Markarian T, Lopez A, Taguet C, Mohammedi N, Boucekine M, Baumstarck K, Besch G, Mathon G, Duclos G, Bouvet L, Michelet P, Allaouchiche B, Chaumôtre K, Di Bisceglie M, Leone M. AZUREA Network: comparative study of lung ultrasound and chest computed tomography scan in the assessment of severity of confirmed COVID-19 pneumonia. *Intensive Care Med*. 2020;46(9):1707-13.

37. Lichter Y, Topilsky Y, Taieb P, Banai A, Hochstadt A, Merdler I, Gal Oz A, Vine J, Goren O, Cohen B, Sapir O, Granot Y, Mann T, Friedman S, Angel Y, Adi N, Laufer-Perl M, Ingbir M, Arbel Y, Matot I, Szekeley Y. Lung ultrasound predicts clinical course and outcomes in COVID-19 patients. *Intensive Care Med.* 2020;46(10):1873–83
38. De Martino L, Yousef N, Ben-Ammar R, Raimondi F, Shankar-Aguilera S, De Luca D. Lung ultrasound score predicts surfactant need in extremely preterm neonates. *Pediatrics.* 2018;142(3):e20180463.
39. Oulego-Erroz I, Alonso-Quintela P, Terroba-Seara S, Jimenez-Gonzalez A, Rodriguez-Blanco S. Early assessment of lung aeration using an ultrasound score as a biomarker of developing bronchopulmonary dysplasia: a prospective observational study. *J Perinatol.* 2021;41:62-6.
40. Supino MC, Buonsenso D, Scateni S, Scialanga B, Mesturino MA, Bock C, Chiaretti A, Giglioni E, Reale A, Musolino AM. Point-of-care lung ultrasound in infants with bronchiolitis in the pediatric emergency department: a prospective study. *Eur J Pediatr.* 2019 May;178(5):623-32.
41. Bobillo-Perez S, Sorribes C, Gebelli P, Lledó N, Castilla M, Ramon M, Rodriguez-Fanjul J. Lung ultrasound to predict pediatric intensive care admission in infants with bronchiolitis (LUSBRO study). *Eur J Pediatr.* 2021 Jul;180(7):2065-72.
42. Song G, Qiao W, Wang X, Yu X. Association of lung ultrasound score with mortality and severity of COVID-19: a meta-analysis and trial sequential analysis. *Int J Infect Dis.* 2021;108:603-9.
43. Justicia-Grande AJ, Seco JP, Calle IR, Martinon-Torres F. Clinical respiratory scales: which one should we use? *Exp Rev Respir Med.* 2017;11(12):925-43.
44. Cohen JF, Korevaar DA, Altman DG, Bruns DE, Gatsonis CA, Hooft L, Irwig L, Levine D, Reitsma JB, De Vet HC, Bossuyt PM. STARD 2015 guidelines for reporting diagnostic accuracy studies: explanation and elaboration. *BMJ open.* 2016 Nov 1;6(11):e012799.
45. Sociedade Brasileira de Pediatria. Documento Científico de Terapia Intensiva: Insuficiência Respiratória Aguda. SBP; 2017 - nº 2. Disponível em: https://www.sbp.com.br/fileadmin/user_upload/Terapia_-_Insuficiencia_Respiratoria_Aguda.pdf.
46. Fedor KL. Noninvasive respiratory support in infants and children. *Respir Care.* 2017;62(6):699-717.
47. Arbelot C, Dexheimer Neto FL, Gao Y, Brisson H, Chunyao W, Lv J, Valente Barbas CS, Perbet S, Prior Caltabellotta F, Gay F, Deransy R. Lung ultrasound in emergency and critically ill patients: number of supervised exams to reach basic competence. *Anesthesiology.* 2020 Apr;132(4):899-907.
48. Chameides L, Ralston M. Pediatric advanced life support: provider manual. American Academy of Pediatrics; American Heart Association. Dallas, TX: American Heart Association. 2016. 352p.

49. Nayani K, Naeem R, Munir O, Naseer N, Feroze A, Brown N, Mian AI. The clinical respiratory score predicts paediatric critical care disposition in children with respiratory distress presenting to the emergency department. *BMC Pediatr*. 2018 Oct 30;18(1):339.
50. Ray P, Le Manach Y, Riou B, Houle TT. Statistical evaluation of a biomarker. *Anesthesiology*. 2010 Apr;112(4):1023-40.
51. Viera AJ, Garrett JM. Understanding interobserver agreement: the kappa statistic. *Fam Med*. 2005;37(5):360-3.
52. Algieri I, Mongodi S, Chiumello D, Mojoli F, Cressoni M, Via G, Luoni S, Colombo A, Babini G, Braschi A. CT scan and ultrasound comparative assessment of PEEP-induced lung aeration changes in ARDS. *Crit Care*. 2014;18(suppl 1):P285.
53. Kessler D, Ng L, Tessaro M, Fischer J. Precision medicine with point-of-care ultrasound: the future of personalized pediatric emergency care. *Pediatr Emerg Care*. 2017;33(3):206-9.
54. Voigt GM, Thiele D, Wetzke M, Weidemann J, Parpatt PM, Welte T, Seidenberg J, Vogelberg C, Koster H, Rohde GGU, Härtel C, Hansen G, Kopp MV. Interobserver agreement in interpretation of chest radiographs for pediatric community acquired pneumonia: findings of the pedCAPNETZ-cohort. *Pediatr Pulmonol*. 2021 Aug;56(8):2676-85.
55. Preto-Zamperlini M, Giorno EPC, Bou Ghosn DSN, Sá FVM, Suzuki AS, Suzuki L, Farhat SC, Weerdenburg K, Schvartsman C. Point-of-care lung ultrasound is more reliable than chest X-ray for ruling out acute chest syndrome in sickle cell pediatric patients: A prospective study. *Pediatr Blood Cancer*. 2022 May;69(5):e29283.
56. Basile V, Mauro AD, Scalini E, Comes P, Lofù I, Mostert M, Tafuri S, Manzionna MM. Lung ultrasound: a useful tool in the diagnosis and management of bronchiolitis. *BMC Pediatr*. 2015;15(1):63
57. Volpicelli G, Elbarbary M, Blaivas M, Lichtenstein DA, Mathis G, Kirkpatrick AW, Melniker L, Gargani L, Noble VE, Via G, Dean A, Tsung JW, Soldati G, Copetti R, Bouhemad B, Reissig A, Agricola E, Rouby JJ, Arbelot C, Liteplo A, Sargsyan A, Silva F, Hoppmann R, Breikreutz R, Seibel A, Neri L, Storti E, Petrovic T; International Liaison Committee on Lung Ultrasound (ILC-LUS) for International Consensus Conference on Lung Ultrasound (ICC-LUS). International evidence-based recommendations for point-of-care lung ultrasound. *Intensive Care Med*. 2012;38(4):577-91.
58. Lichtenstein D. Relevance of lung ultrasound in the diagnosis of acute respiratory failure: the BLUE protocol. *Chest*. 2008;134(1):117-25.
59. Dankoff S. Point of care lung ultrasound of children with acute asthma exacerbations in the pediatric ED. *Am J Emerg Med*. 2017;35(4):615-22.
60. Stewart KA, Navarro SM, Kambala S, Tan G, Poondla R, Lederman S, Barbour K, Lavy C. Trends in ultrasound use in low and middle income countries: a systematic review. *Int J MCH AIDS*. 2020;9(1):103-20.

61. Buonsenso D, De Rose C. Implementation of lung ultrasound in low- to middle-income countries: a new challenge global health? *Eur J Pediatr*. 2022 Jan;181(1):1-8.
62. Riaz A, Cambaco O, Ellington LE, Lenahan JL, Munguambe K, Mehmood U, Lamorte A, Qaisar S, Baloch B, Kanth N, Nisar MI, Volpicelli G, Bassat Q, Jehan F, Ginsburg AS. Feasibility, usability and acceptability of paediatric lung ultrasound among healthcare providers and caregivers for the diagnosis of childhood pneumonia in resource-constrained settings: a qualitative study. *BMJ Open*. 2021 Mar 11;11(3):e042547.
63. World Health Organization. Training in diagnostic ultrasound: essentials, principles and standards. Report of WHO Study Group. Geneva, Switzerland, WHO Technical Report Series 875. 1998. Available from: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/42093>.
64. Mindel S. Role of imager in developing world. *Lancet*. 1997;350(9075):426-9.
65. Rouby JJ, Arbelot C, Gao Y, Zhang M, Lv J, An Y, Chunyao W, Bin D, Valente Barbas CS, Dexheimer Neto FL, Prior Caltabeloti F, Lima E, Cebey A, Perbet S, Constantin JM; APECHO Study Group. Training for lung ultrasound score measurement in critically ill patients. *Am J Respir Crit Care Med*. 2018;198(3):398-401.

ANEXOS

ANEXO A - STARD 2015

STARD 2015			
Seção/Tópico	Nº item	Descrição	Página
Título ou resumo	1	Identificação como um estudo de precisão diagnóstica usando pelo menos uma medida de precisão (como sensibilidade, especificidade, valores preditivos ou AUC)	Resumo
Resumo	2	Resumo estruturado do desenho do estudo, métodos, resultados e conclusões	Resumo
Introdução	3	Antecedentes científicos e clínicos, incluindo o uso pretendido e o papel clínico do teste de índice	15-17
	4	Objetivos e hipóteses do estudo	18-20
Métodos/ Desenho do estudo	5	Se a coleta de dados foi planejada antes do teste de índice e do padrão de referência serem realizados (estudo prospectivo) ou depois (estudo retrospectivo)	22
Métodos/ Participantes	6	Critérios de elegibilidade	22
	7	Com base em quais dados os participantes potencialmente elegíveis foram identificados (como sintomas, resultados de testes anteriores e inclusão no registro)	22
	8	Onde e quando os participantes potencialmente elegíveis foram identificados (contexto, local e datas)	22-23
	9	Se os participantes formaram uma série consecutiva, aleatória ou de conveniência	23
Métodos de testagem	10a	Teste de índice, com detalhes suficientes para permitir a replicação	24
	10b	Padrão de referência, com detalhes suficientes para permitir a replicação	24
	11	Justificativa para a escolha do padrão de referência (se houver alternativas)	44
	12a	Definição e justificativa para pontos de corte para positividade de teste ou categorias de resultado do teste índice, distinguindo pré-especificado de exploratório	28-29
	12b	Definição e justificativa para pontos de corte de positividade de teste ou categorias de resultados do padrão de referência, distinguindo pré-especificado de exploratório	N/A
	13a	Se as informações clínicas e os resultados do padrão de referência estavam disponíveis para quem realizou e/ou leu o teste índice	44
Análise	14	Métodos para estimar ou comparar medidas de precisão diagnóstica	28-29
	15	Como os resultados de teste de índice indeterminado ou padrão de referência foram tratados	N/A
	16	Como os dados ausentes no teste de índice e no padrão de referência foram tratados	N/A
	17	Quaisquer análises de variabilidade na precisão do diagnóstico, distinguindo o pré-especificado do exploratório	N/A
	18	Tamanho pretendido de amostra e como foi determinado	29-30
Resultados/ Participantes	19	Fluxo de participantes, usando um diagrama	33*
	20	Características demográficas e clínicas de base dos participantes	33
	21a	Distribuição da gravidade da doença naqueles com a condição alvo.	33
	21b	Distribuição de diagnósticos alternativos naqueles sem a condição-alvo	N/A

	22	Intervalo de tempo e quaisquer intervenções clínicas entre o teste de índice e o de padrão de referência	33
Resultados dos testes	23	Tabulação cruzada dos resultados do teste de índice (ou sua distribuição) pelos resultados do padrão de referência	36
	24	Estimativas de precisão diagnóstica e sua precisão (como intervalos de confiança de 95%)	32-38
	25	Quaisquer eventos adversos decorrentes da realização do teste de índice ou do padrão de referência	32
Discussão	26	Limitações do estudo, incluindo fontes de potencial viés, incerteza estatística e generalização	44
	27	Implicações para a prática, incluindo o uso pretendido e a função clínica do teste de índice	42
Outras informações	28	Número de registro e nome do registro	30
	29	Onde o protocolo de estudo completo pode ser acessado	30
	30	Fontes de financiamento e outros apoios; papel dos financiadores	N/A

*Descrito em texto

N/A: Não se aplica

ANEXO B - Termo de Consentimento Livre e Informado (Última versão)**HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE
SÃO PAULO/ HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DA UNIVERSIDADE DE SÃO
PAULO/HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO****DADOS SOBRE A PESQUISA CIENTÍFICA**

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: “**Ultrassom pulmonar “point-of-care” pode prever necessidade de escalonar suporte ventilatório em crianças em insuficiência respiratória?**”

2. PESQUISADORES:

1. Eliana Paes de Castro Giorno, 2. Marcela Preto Zamperlini, 3. Danielle Saad Nemer Bou Ghosn, 4. Danilo Nambu, 5. Flavia Krepel Foronda, 6. Milena de Paulis, 7. Andrea Melo Alexandre Fraga, 8. Sylvia Costa Lima Farhat, 9. Claudio Schwartsman.

INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL:

1) 129.501, 2) 121.035, 3) 150.634, 4) 161.581, 5) 82.547, 6) 81.950, 7) 78809 8) 57.765, 9) 39.932

3. INSTITUIÇÃO PROPONENTE: **Instituto da Criança HCFMUSP**

4. INSTITUIÇÕES COPARTICIPANTES:

**Hospital Universitário da Universidade de São Paulo
Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas**

5. DURAÇÃO DA PESQUISA: 2 anos

6. Número CAEE: 10802319.2.3002.5404

Convite à participação

Seu filho/filha ou o menor que você acompanha está sendo convidado (a) a participar de um estudo para avaliar se o exame de ultrassom pulmonar feito nas crianças e adolescentes com doença respiratória grave pode ajudar a indicar a necessidade de alguns recursos mais avançados que ajudem na respiração.

As doenças respiratórias são uma causa comum de visitas ao pronto socorro por pacientes pediátricos e podem variar desde um quadro leve até apresentações mais graves.

O ultrassom pulmonar feito pelo médico da unidade de emergência tem sido muito útil no cuidado desses pacientes com problemas respiratórios, ajudando no diagnóstico de doenças que muitas vezes não são identificadas no exame físico ou até mesmo na radiografia de tórax inicial.

Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP/HC-UNICAMP/Hospital Universitário da USP. Versão 5 de 06/07/21

Rubrica do sujeito de pesquisa/Responsável legal: _____

Rubrica da pessoa que obteve consentimento: _____

Em diversos prontos-socorros pediátricos, o ultrassom pulmonar já é realizado de rotina, como parte da avaliação dos pacientes graves que são levados à sala de emergência.

Seu filho/filha ou o menor que você acompanha chegou no nosso pronto socorro com uma queixa respiratória e, pelo grau da dificuldade para respirar, foi feito um ultrassom pulmonar, como parte da avaliação usual que já é rotina nesses casos.

Esse estudo tem o objetivo de avaliar se os achados nesse ultrassom pulmonar podem de alguma forma indicar a necessidade posterior de outros recursos para ajudar na respiração. Esses recursos podem ser um cateter nasal com fluxo de oxigênio maior do que o habitual, uma máscara facial que fornece oxigênio com pressão ou mesmo ventilação mecânica através de tubo na traqueia.

Essas informações estão sendo fornecidas para a participação voluntária neste estudo. Nós pedimos sua autorização para utilizar as informações obtidas nesse ultrassom inicial de rotina, que foi realizado no seu filho/filha, ou no menor que você acompanha. O ultrassom é um exame feito com frequência em crianças, bebês e grávidas e, até o momento, não há qualquer evidência de malefício que esse exame possa causar. Não há irradiação, pois o exame utiliza ondas sonoras para fornecer a imagem da área estudada. Um possível desconforto é a exposição da parte superior do tórax por cerca de 10 minutos (tempo médio de execução do exame) e o incomodo que pode ser causado pela temperatura mais fria do gel que é utilizado.

Não são previstos riscos na participação no estudo, exceto o de desconforto pelo contato com o gel durante o exame, o qual, no entanto, é realizado como rotina, independentemente de o paciente participar ou não do estudo.

A participação nessa pesquisa será oferecida a todas as crianças ou adolescentes trazidos ao departamento de emergência por dificuldade para respirar. Não haverá nenhuma implicação negativa ou positiva para os pacientes cujos responsáveis legais aceitaram e assinaram o termo.

A não participação não acarretará mudança na condução do caso da criança/adolescente que você está acompanhando e também não leva a nenhum prejuízo para você e para a criança/adolescente e seu tratamento.

Em caso de qualquer dano causado ao paciente diretamente pela pesquisa, é garantido o direito à indenização, assistência imediata, integral e gratuita pelo tempo que for necessário.

Não há benefício direto desse estudo para o participante, mas há expectativa de que os resultados obtidos possam otimizar o cuidado de crianças e adolescentes com insuficiência respiratória.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa (Andrea Fraga, Eliana Giorno, Sylvia CL Farhat ou Claudio Schvartsman) para esclarecimento de eventuais dúvidas pelos telefones (19) 3521-7082 (11) 2661-8703 ou (11) 2661-8555. Você poderá

também consultar a Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) à Rua Dr. Ovídio Pires de Campos, 225 – Prédio da Administração – 5º andar - CEP: 05403-010 – SP, pelos telefones (11) 2661-7585, 2661-1548 e 2661-1549 ou e-mail: cappesq.adm@hc.fm.usp.br - Horário de funcionamento 7:00 as 16:00 h; ou Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital Universitário da USP, Av. Prof. Lineu Prestes, 2565 – Cidade Universitária, CEP: 05508-000 – São Paulo – SP. Tel.: (11) 3091-9457. E-mail: cep@hu.usp.br; ou Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Faculdade de Ciências Médicas (FCM); rua Tessália Vieira de Camargo, 126, Distrito de Barão Geraldo, Campinas – SP, CEP: 13083-887, telefones (19) 3521.8936, (19) 3521.7187 ou e-mail: cep@unicamp.br.

É garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade do tratamento do paciente.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros participantes, não sendo divulgada a identificação de nenhum participante. O responsável legal e/ou o participante terão o direito de serem mantidos atualizados sobre os resultados parciais das pesquisas, quando em estudos abertos, ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores.

Não há despesas pessoais para o participante ou para o responsável legal. Também não há compensação financeira relacionada à participação.

No caso desta pesquisa, não há dano pessoal ou moral, causado pela adesão ao estudo. Não haverá qualquer interferência no acompanhamento e tratamento médico do participante durante a pesquisa pelo investigador. Há o compromisso do pesquisador de utilizar os dados e o material coletado somente para esta pesquisa.

Você (responsável legal) terá direito a ficar com uma via deste termo de consentimento assinado por ambas as partes.

Fui suficientemente informado a respeito do estudo **“Ultrassom pulmonar “point-of-care” pode prever necessidade de escalonar suporte ventilatório em crianças em insuficiência respiratória?”**.

Eu (_____), responsável legal pelo menor (_____), discuti as informações acima com o Pesquisador Responsável (_____) ou pessoa (s) por ele delegada (s) (_____) sobre a decisão em consentir a participação nesse estudo do meu filho/filha ou do menor que eu acompanho. Ficaram claros para mim os objetivos, os procedimentos, os potenciais desconfortos e riscos e as garantias. Concordo voluntariamente que meu filho/filha ou o menor que eu acompanho participe deste estudo, assino este termo de consentimento e recebo uma via rubricada pelo pesquisador.

_____ Data: ____/____/_____
Nome do pai/mãe/ representante legal

Assinatura do pai/mãe/representante legal

Eu (_____), pesquisador, asseguro ter cumprido as exigências da resolução 466/2012 CNS/MS e complementares na elaboração do protocolo e na obtenção deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Asseguro, também, ter explicado e fornecido uma via deste documento ao participante da pesquisa. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado e pela CONEP, quando pertinente. Comprometo-me a utilizar o material e os dados obtidos nesta pesquisa exclusivamente para as finalidades previstas neste documento ou conforme o consentimento dado pelo participante da pesquisa.

_____ Data: ____/____/_____
Nome do pesquisador

Assinatura do pesquisador

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO (OU ETIQUETA INSTITUCIONAL DE IDENTIFICAÇÃO) DO PARTICIPANTE DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME DO

PACIENTE:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº :SEXO : M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇONº ____ APTO:

BAIRRO:.....CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2. RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº:.....SEXO: M F

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO:Nº APTO:

BAIRRO:CIDADE:

CEP:TELEFONE: DDD (.....).....

APÊNDICES

APÊNDICES

APÊNDICE A – Ficha de extração de dados

Avaliação do escore de aeração pulmonar pelo ultrassom “point-of-care” como preditor de escalonamento de suporte respiratório em pacientes com desconforto respiratório

ETIQUETA

Data: _____

Horário entrada: _____

Queixa inicial: _____

Doença de Base: _____

Aparelho GE HC:

Patient: colocar nome/ Registro HC/ Checar se está no “arquivamento local” (canto esquerdo inferior da tela).

Identificar segmentos (ex. RMCLS) e salvar imagens clicando “ P1” (mínimo 12 imagens por paciente).

Ao terminar, clicar em “Patient” novamente só para finalizar exame.

POCUS (até 1 hora):

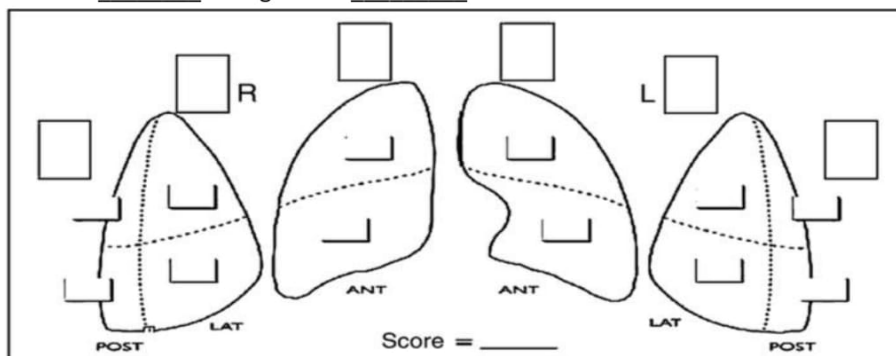
1) Dados Clínicos:

Sinais Vitais	Sat: _____	FC: _____	FR: _____	PA: _____
Nível Consciência	Normal	Agitado		Sonolento
Cor	Normal	Pálido		Cianótico
TEC	Normal	> 2 s	< 1 s	

Escore de Desconforto Respiratório CRS (Anexo 1): _____

2) Escore de Aeração Pulmonar pelo Ultrassom (Anexo 2)

Horário: _____ Sonografista: _____



RMSLS	RMALS	RMCLS	LMCLS	LMALS	LMSLS
RMSLI	RMALI	RMCLI	LMCLI	LMALI	LMSLI

3) Desfecho em 24 horas:

Cânula Nasal de Alto Fluxo	Sim () Não () Horário: _____
CPAP	Sim () Não () Horário: _____
Intubação Orotraqueal	Sim () Não () Horário: _____

Se sim, o escalonamento de suporte foi por deterioração respiratória? Sim () Não ()
 Houve escalonamento de suporte durante internação, após 24 horas? Sim () Não ()

Anexo 1: Escore Clínico CRS

Exacerbation Severity Assessment Tool

Clinical Respiratory Score (CRS)			
Assess	Score 0	Score 1	Score 2
Respiratory Rate	< 2 mos: < 50 2-12 mos: < 40 1-5 yrs: < 30 > 5 yrs: < 20	< 2 mos: 50-60 2-12 mos: 40-50 > 1-5 yrs: 30-40 > 5 yrs: 20-30	< 2 mos: > 60 2-12 mos: > 50 > 1-5 yrs: > 40 > 5 yrs: > 30
Auscultation	Good air movement, scattered expiratory wheezing, loose rales/crackles	Depressed air movement, inspiratory and expiratory wheezes or rales/crackles	Diminished or absent breath sounds, severe wheezing, or rales/crackles, or marked prolonged expiration
Use of Accessory Muscles	Mild to no use of accessory muscles, mild to no retractions, no nasal flaring on inspiration	Moderate intercostal retractions, mild to moderate use of accessory muscles, nasal flaring	Severe intercostal and substernal retractions, nasal flaring
Mental Status	Normal to mildly irritable	Irritable, agitated, restless.	Lethargic
Room Air SpO ₂	> 95%	90-95%	< 90%
Color	Normal	Pale to normal	Cyanotic, dusky

Anexo 2: Escore de aeração pulmonar

Padrão ultrassonográfico	Pontos
Linhas-A, <3 linhas-B isoladas (N)	0
Linhas-B bem definidas (B1) (> ou igual a 3 linhas-B)	1
Linhas B coalescentes (B2)	2
Consolidação pulmonar (C) > 1 cm	3

APÊNDICE B - Modelo de regressão logística múltipla

Variável	Categoria	Escalonamento				valor p				IC95%			
		Não (n=68)		Sim (n=35)		valor p		IC95% Inferior Superior		RC		IC95% Inferior Superior	
Sexo	H	30 (44,1%)	22 (62,9%)	Ref	0,467	0,202	1,077	0,074	0,586	0,176	1,947	0,383	
	M	38 (55,9%)	13 (37,1%)	Ref									
Dca base	0	30 (44,1%)	21 (60%)	Ref	0,526	0,23	1,205	0,129					
	1	38 (55,9%)	14 (40%)	Ref									
Febre	Não	36 (53,7%)	17 (51,5%)	Ref	1,093	0,474	2,518	0,835					
	Sim	31 (46,3%)	16 (48,5%)	Ref									
FC	Alterado	30 (44,8%)	11 (31,4%)	Ref	1,769	0,748	4,184	0,194					
	Normal	37 (55,2%)	24 (68,6%)	Ref									
FR	Alterado	61 (89,7%)	33 (94,3%)	Ref	0,528	0,104	2,689	0,442					
	Normal	7 (10,3%)	2 (5,7%)	Ref									
Saturação	≥94	25 (37,3%)	6 (17,1%)	Ref	2,877	1,049	7,89	0,04	0,946	0,165	5,413	0,950	
	<94	42 (62,7%)	29 (82,9%)	Ref									
Saturação	≥90	39 (58,2%)	15 (42,9%)	Ref	1,857	0,812	4,246	0,142					
	<90	28 (41,8%)	20 (57,1%)	Ref									
Cor	Normal	53 (77,9%)	19 (54,3%)	Ref	2,604	1,061	6,386	0,037					
	Pálido	15 (22,1%)	14 (40%)	Ref	NA								
	Cianótico	0 (0%)	2 (5,7%)	Ref									
NC	Normal	44 (64,7%)	12 (34,3%)	Ref	3,405	1,267	9,15	0,015	2,229	0,498	9,988	0,295	
	Agitado	14 (20,6%)	13 (37,1%)	Ref	3,667	1,24	10,844	0,019	0,909	0,170	4,863	0,911	
	Sonolento	10 (14,7%)	10 (28,6%)	Ref									
TEC	Normal	61 (89,7%)	23 (65,7%)	Ref	4,42	1,442	13,547	0,009	1,089	0,222	5,332	0,916	
	>2s	6 (8,8%)	10 (28,6%)	Ref	5,304	0,459	61,339	0,182	2,406	0,098	59,040	0,591	
	<1s	1 (1,5%)	2 (5,7%)	Ref									
Rx	Não	20 (39,2%)	6 (18,7%)	Ref	2,796	0,978	7,995	0,055	0,670	0,128	3,514	0,636	
	Sim	31 (60,8%)	26 (81,3%)	Ref									

Obs: Não foi possível adicionar essa variável, pois há apenas 2 pacientes no grupo Cianótico.

