



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS**

JOSÉ ANTONIO HERSAN NADAL

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE A ULTRASSONOGRAFIA E A
RADIOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO DE PNEUMONIA EM CRIANÇAS
INTERNADAS NA ENFERMARIA E UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA
PEDIÁTRICA DO HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UNICAMP**

CAMPINAS

2019

JOSÉ ANTONIO HERSAN NADAL

**AVALIAÇÃO COMPARATIVA ENTRE A ULTRASSONOGRAFIA E A
RADIOGRAFIA NO DIAGNÓSTICO DE PNEUMONIA EM CRIANÇAS
INTERNADAS NA ENFERMARIA E UNIDADE DE TERAPIA INTENSIVA
PEDIÁTRICA DO HOSPITAL DE CLÍNICAS DA UNICAMP**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de Mestre em Ciências, na área de Eficácia e Efetividade de Testes Diagnósticos e Protocolos de Tratamento em Saúde.

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO BARCIELA BRANDÃO

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA TESE DEFENDIDA PELO ALUNO JOSÉ ANTONIO HERSAN NADAL, E ORIENTADO PELO PROF. DR. MARCELO BARCIELA BRANDÃO.

CAMPINAS

2019

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): Não se aplica.
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5305-1464>

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Médicas
Ana Paula de Moraes e Oliveira - CRB 8/8985

N121a Nadal, José Antonio Hersan, 1989-
Avaliação comparativa entre a ultrassonografia e a radiografia no diagnóstico de pneumonia em crianças internadas na enfermaria e unidade de terapia intensiva pediátrica do hospital de clínicas - Unicamp / José Antonio Hersan Nadal. – Campinas, SP : [s.n.], 2019.

Orientador: Marcelo Barciela Brandão.
Coorientador: Tiago Henrique de Souza.
Dissertação (mestrado profissional) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Médicas.

1. Ultrassonografia. 2. Pneumonia. 3. Pulmão. 4. Radiografia. 5. Pediatria.
I. Brandão, Marcelo Barciela. II. Souza, Tiago Henrique de. III. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Médicas. IV. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Comparative evaluation between ultrasonography and radiography in diagnosis of pneumonia in hospitalized children of pediatric ward and intensive care unit of clinics hospital - Unicamp

Palavras-chave em inglês:

Ultrasonography

Pneumonia

Lung

Radiography

Pediatrics

Área de concentração: Eficácia e Efetividade de Testes Diagnósticos e Protocolos de Tratamento em Saúde

Titulação: Mestre em Ciências

Banca examinadora:

Marcelo Barciela Brandão [Orientador]

Antonia Teresinha Tresoldi

Rossano Cesar Bonatto

Data de defesa: 15-01-2019

Programa de Pós-Graduação: Ciência Aplicada à Qualificação Médica

BANCA EXAMINADORA DA DEFESA DE MESTRADO

JOSÉ ANTONIO HERSAN NADAL

ORIENTADOR: PROF. DR. MARCELO BARCIELA BRANDÃO

MEMBROS:

1. PROF. DR. MARCELO BARCIELA BRANDÃO _____

2. PROF(A). DR(A). ANTONIA TERESINHA TRESOLDI _____

3. PROF. DR. ROSSANO CESAR BONATTO _____

Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA APLICADA À QUALIFICAÇÃO MÉDICA
da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

A ata de defesa com as respectivas assinaturas dos membros da banca
examinadora encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

Data: 15/01/2019

DEDICATÓRIA

À todas as mães e pais dos pacientes que, mesmo vivenciando momentos nebulosos, confiaram em mim permitindo a realização desse projeto. Sua força e resiliência sempre serão um exemplo a ser seguido;

À todas as crianças enfermas que, entre risos ingênuos e choros sinceros, me motivaram a sempre dar meu melhor. A arte da medicina só existe por conta de vocês;

À todos os profissionais de saúde da UTI Pediátrica e Enfermaria, que com carinho se dedicam à Pediatria. Que nosso toque de cuidado se estenda também ao coração dos nossos pacientes;

À minha família, Luiza, Nadal e Fernanda, que me ensinaram a enxergar o valor de tudo isso.

AGRADECIMENTOS

Uma das músicas favoritas de meu pai diz “Caminhante não há caminho. Se faz caminho ao caminhar”. Ao meu orientador, Dr. Marcelo Barciela Brandão, que sempre caminhou ao meu lado independente do caminho. A jornada não seria a mesma sem você;

Ao meu grande amigo Tiago Henrique de Souza, idealizador desse projeto que, como um irmão mais velho, me incentivou e inspirou em todos os momentos;

Ao professor Ricardo Mendes Pereira, pela amizade e companheirismo diário, além do exemplo desde o início da graduação;

As colegas de residência Marina Pavan Giatti e Ana Carolina de Siqueira Soub pela ajuda fantástica no início do projeto;

Aos amigos Daniel Porto e Andressa Peixoto, que com muito carinho e profissionalismo me auxiliaram sempre que necessitei;

A Bárbara Tavares, que me ensina todos os dias a ser uma pessoa melhor. Sem você nada seria possível;

A todos os amigos que sempre acreditaram em mim e contribuíram ativamente para minha felicidade dentro da Universidade;

À UNICAMP, que sempre me proporcionou os meios necessários para realizar meus sonhos.

RESUMO

Introdução: As Infecções de vias aéreas inferiores, como por exemplo a Pneumonia, compõem um dos principais motivos de internação hospitalar e mortalidade na faixa etária pediátrica. Essa patologia é fundamentalmente diagnosticada através da anamnese e exame físico, algumas vezes sendo necessário realização de exames complementares. A recomendação da British Thoracic Society é de não realizar Radiografia de tórax em crianças com sinais e sintomas típicos de Pneumonia sem indicação clínica de internação hospitalar. A exposição à radiação relacionada ao uso da radiografia pode trazer consequências deletérias para a saúde da criança. A Ultrassonografia Pulmonar, exame seguro e sem efeitos adversos, consiste em um novo método diagnóstico para Pneumonia, tornando-se uma alternativa à realização da Radiografia.

Objetivo: Avaliar a ultrassonografia pulmonar como método diagnóstico alternativo à radiografia torácica para detecção de consolidações, síndrome intersticial e derrame pleural. Avaliar a concordância diagnóstica da ultrassonografia pulmonar entre examinador experiente e inexperiente ao método.

Métodos: Realizou-se exame de ultrassonografia pulmonar em pacientes de 0 a 14 anos internados na Enfermaria de Pediatria ou Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital de Clínicas da Unicamp com diagnóstico clínico de Pneumonia baseado no *guideline* da British Thoracic Society. O exame foi realizado por Residente em Pediatria submetido a treinamento teórico prático de 14 horas em ultrassonografia point-of-care e por Intensivista Pediátrico titulado em ultrassonografia point-of-care pela AMIB. Ambos os examinadores foram responsáveis por determinar a presença de consolidação, síndrome intersticial e derrame pleural através da ultrassonografia pulmonar. Em seguida, a Radiografia de Tórax desses pacientes foi avaliada por um Pneumologista Pediátrico, sendo a sensibilidade diagnóstica do novo método comparada. Foi realizada análise de concordância entre os diagnósticos ultrassonográficos firmados pelos examinadores através do coeficiente Kappa de Cohen.

Resultados: A sensibilidade e especificidade encontrada para a detecção de consolidações pulmonares quando comparada à Radiografia foi de 93% e 14%, respectivamente. A sensibilidade para a detecção de síndrome intersticial foi de 87,5%. A identificação de derrame pleural através da ultrassonografia pulmonar mostrou sensibilidade de 100% e especificidade de 88%. A concordância diagnóstica entre os examinadores para presença de consolidação apresentou Kappa 0,635 (0,532-0,738), com concordância substancial. A concordância para presença de derrame pleural apresentou Kappa 0,868 (0,754-0,982), com concordância quase perfeita. A concordância diagnóstica para presença de síndrome intersticial apresentou Kappa 0,573 (0,475-0,671), com concordância moderada.

Conclusões: A Ultrassonografia Pulmonar se mostrou um bom método diagnóstico para consolidação e derrame pleural quando comparado à radiografia torácica, mesmo quando realizado por examinador inexperiente. Houve boa concordância inter-examinadores, principalmente com relação à detecção de derrame pleural. A especificidade para detecção de consolidações foi baixa quando comparada à Radiografia como padrão ouro. O número da amostra deve ser aumentado para melhor avaliação da sensibilidade e especificidade. O treinamento de 14 horas em ultrassonografia point-of-care foi suficiente.

Palavras-chave: Pneumonia; Ultrassom Pulmonar; Ultrassonografia Pulmonar; Pediatria.

LISTA DE FIGURAS

	<i>Pág</i>
Figura 1 Posicionamento do transdutor linear	15
Figura 2 Zonas de avaliação torácica.....	16
Figura 3 Zonas de avaliação dorsal	16
Figura 4 Interpretação do pulmão normal.....	17
Figura 5 Interpretação do pulmão normal no Modo M.....	17
Figura 6 Padrão B	19
Figura 7 Consolidação Pulmonar.....	20
Figura 8 Derrame Pleural	21

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Dados demográficos dos pacientes.....	30
Tabela 2	Principais complicações apresentadas	30
Tabela 3	Sensibilidade e Especificidade para Consolidação.....	31
Tabela 4	Sensibilidade e Especificidade para Sd. Intersticial.....	31
Tabela 5	Sensibilidade e Especificidade para Derrame Pleural.	32
Tabela 6	Janelas alteradas em pacientes não intubados.....	33
Tabela 7	Porcentagem de janelas alteradas em não intubados.	33
Tabela 8	Janelas alteradas em pacientes intubados.....	34
Tabela 9	Porcentagem de janelas alteradas em intubados.....	34
Tabela 10	Coeficiente de Kappa de Cohen.....	35
Tabela 11	Cálculo de Kappa para Padrão A.....	36
Tabela 12	Cálculo de Kappa para Padrão B.....	36
Tabela 13	Cálculo de Kappa para Consolidação.....	37
Tabela 14	Cálculo de Kappa para Derrame Pleural.....	37
Tabela 15	Resumo da Concordância Observada.....	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BTS	<i>British Thoracic Society</i>
RT	<i>Radiografia de Tórax</i>
UP	<i>Ultrassonografia Pulmonar</i>
US	<i>Ultrassom</i>
UTIP	<i>Unidade de terapia intensiva pediátrica</i>
WHO	<i>World Health Association</i>

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
Pneumonias	13
Introdução a Ultrassonografia Pulmonar	14
Técnica da Ultrassonografia Pulmonar	15
Pulmão Normal	17
Síndrome Intersticial	19
Consolidações	20
Derrame Pleural	21
OBJETIVOS	23
MATERIAIS E MÉTODOS	
	24
Desenho do estudo	24
Aparelho Ultrassonográfico	25
Critérios de Inclusão	
	25
Critérios de Exclusão	26
Definição dos Padrões Pulmonares	
	26
Avaliação Radiológica	
	27
Análise de Concordância entre examinadores	29
RESULTADOS	30
DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICES	45
ANEXOS	45

INTRODUÇÃO

Pneumonias

As pneumonias permanecem sendo a principal causa de mortalidade infantil no mundo, tendo uma incidência global estimada em 150 a 156 milhões de casos por ano em menores de 5 anos de idade, dos quais cerca de 11 a 20 milhões de casos necessitarão de internação hospitalar e 1,1 milhão evoluirão a óbito [1]. Apesar da enorme importância na prática clínica, seu diagnóstico continua até hoje um grande desafio ao médico pediatra. Sinais e sintomas de febre, tosse e dispnéia possuem baixa especificidade e a correlação com anormalidades radiográficas é pobre [2-4]. A ausculta, base da semiologia pulmonar, frequentemente é prejudicada pelos ruídos presentes nos ambientes de emergência e UTI. Devido a baixa especificidade dos sinais e sintomas para estabelecer seu diagnóstico, frequentemente são necessários a realização de exames complementares de imagem. Além disso, sabemos que a interpretação de radiografias de tórax (RT) possui grande variação entre observadores experientes, e que a radiografia considerada normal não exclui o diagnóstico [5, 6]. Decorrente deste cenário, a recomendação atual da British Thoracic Society é de não realizar RT em crianças com sinais e sintomas típicos de pneumonia sem indicação clínica de internação hospitalar, uma vez que, além de não trazer benefícios na evolução clínica, ainda expõe os pacientes aos efeitos adversos tardios da radiação [7-10].

Os estudos realizados com a Ultrassonografia Pulmonar (UP) na avaliação de pneumonias trouxeram novas perspectivas para abordagem diagnóstica e seguimento clínico. Devido a sua alta sensibilidade e especificidade, vários autores já advogam pelo uso do Ultrassom (US) como exame de imagem primário na avaliação de pneumonias [11-15]. Uma metanálise publicada em 2015, avaliando 8 estudos, reforçou a alta acurácia do método para o diagnóstico de pneumonia em crianças, com sensibilidade e especificidade de 96% e 93%, respectivamente [16]. Resultados expressivos foram obtidos avaliando o exame realizado por examinadores inexperientes [17, 18]. Um estudo publicado por Espósito et. al avaliando a UP no diagnóstico de pneumonia encontrou uma sensibilidade e especificidade de 97,9% e 94,5%,

respectivamente, com o exame sendo realizado por médicos residentes após apenas 7 horas de treinamento prático-teórico [17]. Apesar dos poucos trabalhos realizados, os resultados obtidos até o momento destacam a importância e viabilidade do uso da ultrassonografia point-of-care na investigação e seguimento clínico dos pacientes pediátricos com pneumonia.

A ultrassonografia realizada à beira do leito apresenta vantagens importantes em relação a outros exames de imagem tradicionalmente utilizados (como radiografias ou tomografias). Pode ser realizado facilmente pelo médico assistente, permitindo a obtenção e interpretação das imagens de modo instantâneo, reduzindo o tempo entre elaboração diagnóstica e tomada de conduta. As dimensões anatômicas reduzidas em pacientes pediátricos favorecem seu uso [19-22]. Por não expor o paciente aos riscos da radiação, a UP permite que sejam realizadas reavaliações frequentes sem que exista aumento no risco do desenvolvimento de neoplasias relacionadas à exposição de radiação. Além disso, por ser um exame de baixo custo, sua utilização pode reduzir os gastos do serviço de saúde com outros exames de imagem [23].

Estudos realizados em pacientes adultos utilizando a tomografia computadorizada como referência demonstraram superioridade da UP em relação a RT no diagnóstico de pneumonia, com sensibilidade e especificidade de 90% e 97%, respectivamente [12, 24, 25, 26]. Embora já existam alguns trabalhos com crianças sugerindo a UP como uma boa alternativa a RT, ainda são necessários mais estudos para respaldar sua utilidade [13, 27, 28, 29, 30]. Por ser um método dependente do examinador, também é preciso estudar as variações entre os diagnósticos realizados por examinadores experientes e por médicos inexperientes submetidos previamente a treinamento teórico-prático em ultrassonografia point-of-care.

Introdução à Ultrassonografia Pulmonar

Durante muito tempo a avaliação ultrassonográfica do tórax nas unidades de emergência e internação pediátricas limitou-se ao estudo de derrames pleurais. Ainda hoje muitos profissionais possuem o conceito de que a presença de ar dentro dos pulmões impede qualquer tipo de avaliação ultrassonográfica do parênquima pulmonar. De fato, o alto coeficiente de atenuação do ar (cerca

de 1000 vezes) impede a visualização ecográfica direta de estruturas pulmonares, sendo que a maioria das imagens obtidas são consideradas artefatos, ou seja, erros de apresentação das imagens [31]. Contudo, o estudo destes artefatos permitiu estabelecer fortes relações com determinadas patologias pulmonares, tornando a UP um instrumento interessante na propedêutica do médico atuante em unidades de emergência e de cuidados intensivos pediátricos (UTIP). Por se tratar de um exame seguro e isento de efeitos adversos é possível realizar reavaliações frequentes em conjunto com o seguimento clínico, podendo reduzir a exposição do paciente a exames com uso de radiação (radiografias ou tomografias computadorizadas) e, também, as despesas do serviço de saúde [32].

Técnica da Ultrassonografia Pulmonar

Equipamento

A UP pode ser realizada por aparelho simples que gere imagem em 2D, não sendo necessário a disponibilidade do doppler. Os transdutores mais utilizados para avaliação pulmonar são o linear e o convexo, embora também possa ser feito uso de transdutor micro convexo ou até mesmo setorial.

O transdutor linear, por apresentar maior frequência na emissão de ondas, permite uma melhor avaliação de estruturas superficiais, portanto, ideal para avaliação da pleura e do deslizamento pleural. Já os transdutores com frequências menores (convexo e setorial) possibilitam a avaliação de planos mais profundos na caixa torácica. Devido as pequenas dimensões torácicas do paciente pediátrico, o transdutor linear ganha destaque por permitir, além de boa visualização da pleura, também um bom alcance no parênquima pulmonar [13,17,27,28,30,33].

Técnica

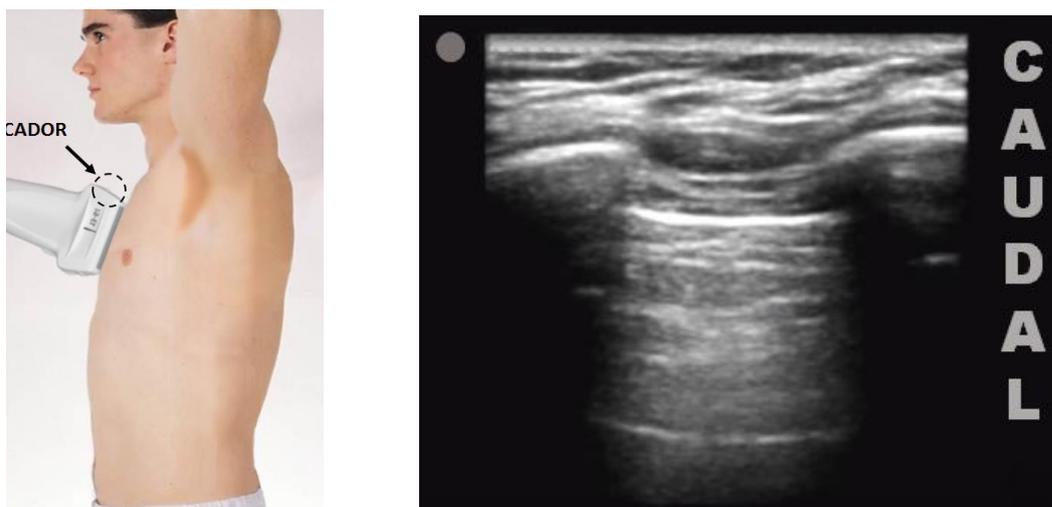


Figura 1. Transdutor linear posicionado longitudinalmente em relação ao tronco do paciente, com o marcador orientado para a região cefálica, determinando uma imagem com corte transversal dos arcos costais.

Para realização da UP o transdutor deve ser posicionado no tórax do paciente com o marcador orientado para região cefálica, de modo a obter cortes transversais dos arcos costais. A imagem de interesse no exame se encontra entre as duas sombras acústicas geradas pelas costelas (**figura 1**). Também é possível realizar avaliação transversal, ou seja, com o transdutor posicionado paralelamente em relação aos arcos costais.

A recomendação atual para o cenário de emergência e cuidados intensivos é realizar a avaliação torácica do paciente em decúbito dorsal em 4 zonas de cada hemitórax: anterior superior, anterior basal, lateral superior e lateral basal. Essas zonas são delimitadas pelas linhas paraesternais, axilares anteriores e axilares posteriores (**Figura 2**)[29]. Porém é preciso destacar que o paciente pediátrico possui maior facilidade de manipulação no leito em relação ao adulto, permitindo assim fácil acesso a regiões posteriores do tórax para avaliação ecográfica. Na região dorsal as zonas de avaliação sugeridas são a posterior superior e posterior basal, tomando devido cuidado para evitar a topografia das escápulas (**Figura 3**) [34].

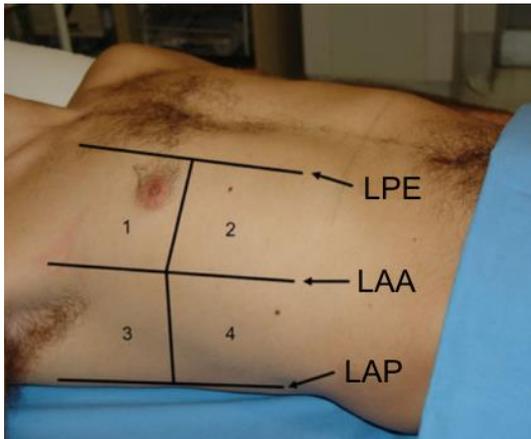


Figura 2.LPE - Linha paraesternal; LAA - Linha axilar anterior; LAP – Linha axilar posterior.
ficado de Volpicelli et al [35])

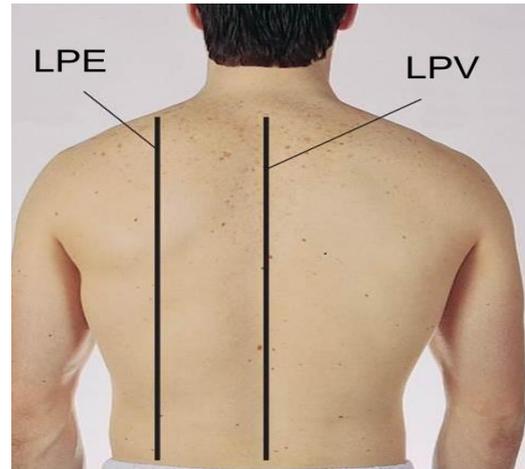


Figura3.LPE(Linha paraescapular);LPV(Linha paravertebral).

Pulmão normal

Visando o melhor entendimento das características ultrassonográficas das patologias pulmonares é necessário compreender a imagem do pulmão normal. Ao se posicionar o transdutor no sentido longitudinal em relação ao tronco do paciente, obtém-se o corte transversal dos arcos costais, visualizados pela imagem hipocóica ovalada, com linha hiperecólica em sua margem anterior e sombra acústica posterior. A região de contato entre a pleura parietal e visceral corresponde a linha hiperecólica horizontal localizada entre dois arcos costais, denominada “Linha Pleural”. Acima da linha pleural se encontra a parede torácica e abaixo o parênquima pulmonar (**Figura 4**). No pulmão normal, as ondas sonoras se dispersam ao atingirem o meio aerado, impedindo a formação de imagens diretas do parênquima pulmonar. No entanto, podemos visualizar linhas hiperecólicas horizontais equidistantes correspondentes a artefatos de reverberação da linha pleural, são denominadas “Linhas A”. A presença de linhas A significa, portanto, existência de ar abaixo da linha pleural.

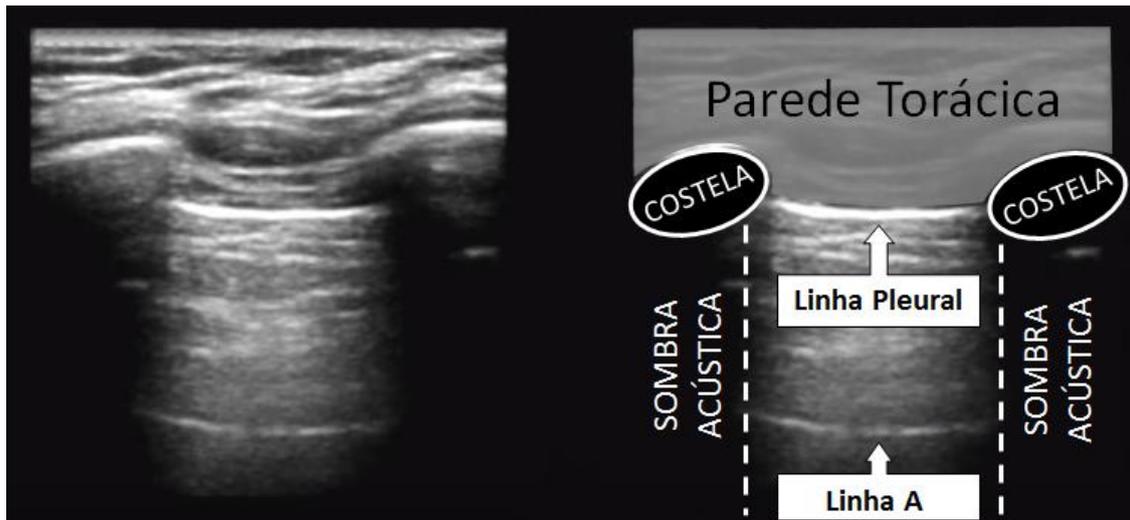


Figura 4. Interpretação do pulmão normal.

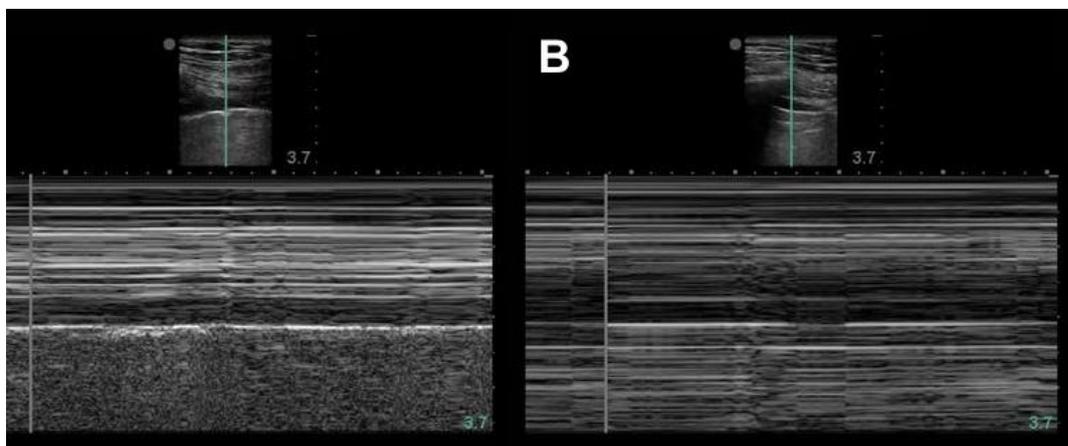


Figura 5. Avaliação ecográfica pulmonar no Modo M. (A) Presença de deslizamento pleural - sinal da praia. (B) Ausência de deslizamento pleural - sinal da estratosfera.

Contudo, existem outras situações patológicas nas quais também se encontram presentes linhas A, sendo o pneumotórax uma das mais comuns. Para distingui-los é imprescindível que a linha pleural seja avaliada para verificar a presença de deslizamento entre as pleuras parietal e visceral. No modo 2D é possível observar a alteração dinâmica da linha pleural durante os movimentos respiratórios da caixa torácica. Porém, no modo monodimensional (Modo M), fica mais evidente a presença do deslizamento pleural pelo “sinal da praia”, caracterizado pela imagem linear acima da linha pleural e granulada abaixo da mesma (**figura 5**). Assim, o pulmão normal é caracterizado pela presença de linhas A e deslizamento pleural positivo.

Síndromes Intersticiais

As síndromes intersticiais são caracterizadas ecograficamente pela presença de múltiplos artefatos denominados “Linha B”. A natureza física ou anatômica das linhas B ainda não foi completamente compreendida, contudo sabe-se que sua ocorrência está relacionada à presença de fluido no interstício pulmonar, seja ele de origem hidrostática (ex.: insuficiência cardíaca congestiva) ou inflamatória (ex.: síndrome do desconforto respiratório agudo, pneumonias em geral) [29].

Os artefatos de linha B possuem aspecto hiperecótico linear de apresentação vertical com origem na linha pleural (**Figura 6**). Apresentam movimentação de acordo com o deslizamento pleural, apagando os artefatos de linha A durante sua trajetória. Os artefatos de linha B podem eventualmente ocorrer em pulmões normais, no entanto a presença de 3 ou mais linhas B no espaço intercostal sugere acometimento intersticial da região avaliada. Em pediatria ainda não existem trabalhos validando o número de linhas B necessário para definir a presença de síndrome intersticial.

A presença de múltiplas regiões com acometimento intersticial, bilateralmente, sugere o diagnóstico de Síndrome Intersticial, sendo também utilizada nesses casos a terminologia “Padrão B”. As causas de síndrome intersticial incluem as seguintes condições: edema pulmonar (causas variadas), pneumonia intersticial, doença difusa do parênquima pulmonar (fibrose pulmonar). Além dessas situações ainda é comum observarmos a presença de linhas B acompanhando lesões pulmonares causadas por pneumonias, atelectasias, contusões pulmonares, infartos pulmonares, doenças da pleura, neoplasias e síndrome da angústia respiratória aguda [29].

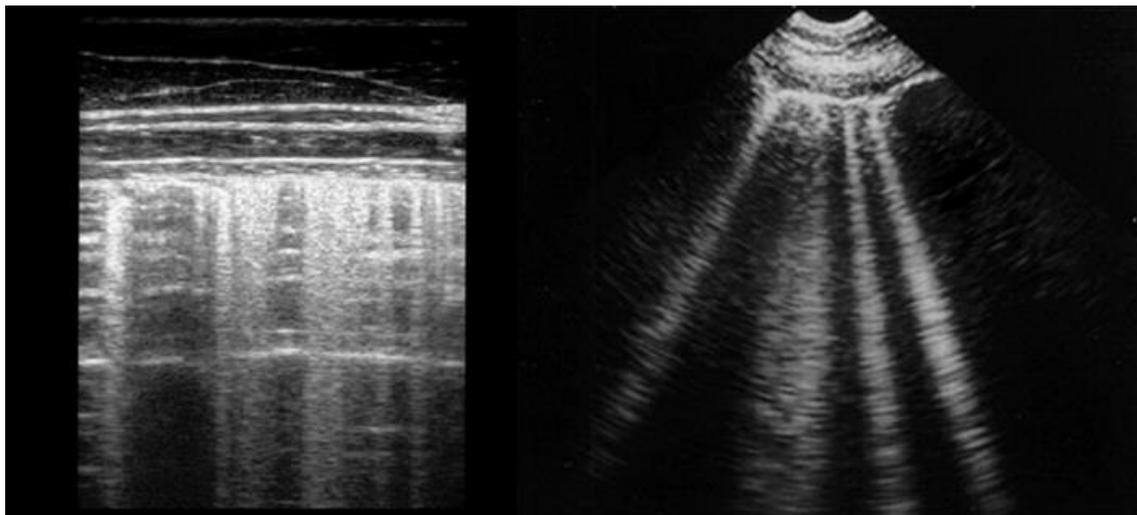


Figura 6. Artefatos de linhas B visualizados com transdutor linear (esquerda) e convexo (direita).

Consolidações

Ao contrário das outras patologias pulmonares discutidas anteriormente, onde a avaliação ultrassonográfica é realizada através da interpretação de artefatos, o processo patológico de substituição do ar presente nos alvéolos por fluídos permite que as consolidações sejam visualizadas diretamente pelo ultrassom. É preciso ressaltar que, além das pneumonias, existem outras causas de consolidação pulmonar como atelectasias, embolia, contusão e neoplasias. A única condição necessária para obtermos a imagem da região consolidada é de que ela se estenda até a pleura, do contrário, a atenuação das ondas sonoras pelo ar pode impedir sua visualização. 98,5% das pneumonias em adultos possuem acometimento pleural, favorecendo desse modo a avaliação ultrassonográfica [36]. Acredita-se que essa taxa seja ainda maior em crianças devido seus menores volumes pulmonares e paredes torácicas mais finas [13,27,28,30].

A imagem ultrassonográfica da consolidação é facilmente distinguível do padrão normal. É caracterizada por ser uma área hipoeecóica subpleural de margens irregulares e mal definidas, contendo em seu interior elementos hipereecóicos puntiformes ou lineares representando os broncogramas aéreos [36]. Sua apresentação pode se assemelhar ao parênquima hepático, sendo designado como padrão de “hepatização pulmonar” (Figura7). Também podem estar presentes linhas verticais hipereecóicas que emergem da margem posterior

da consolidação em direção à base da tela, são artefatos de Linhas B (ou rabo-de-cometa).

As imagens de consolidação decorrentes de atelectasias ou pneumonias podem ser semelhantes, no entanto a presença do sinal do “broncograma aéreo dinâmico” possui uma especificidade de 94% e valor preditivo positivo de 97% para pneumonia [24]. Este sinal é originado do fluxo aéreo no interior do brônquio, sendo definido pela movimentação centrífuga do broncograma aéreo durante a inspiração. Na suspeita de atelectasia, é recomendado a reavaliação ultrassonográfica da região acometida após medidas fisioterápicas ou ajustes na ventilação pulmonar mecânica.

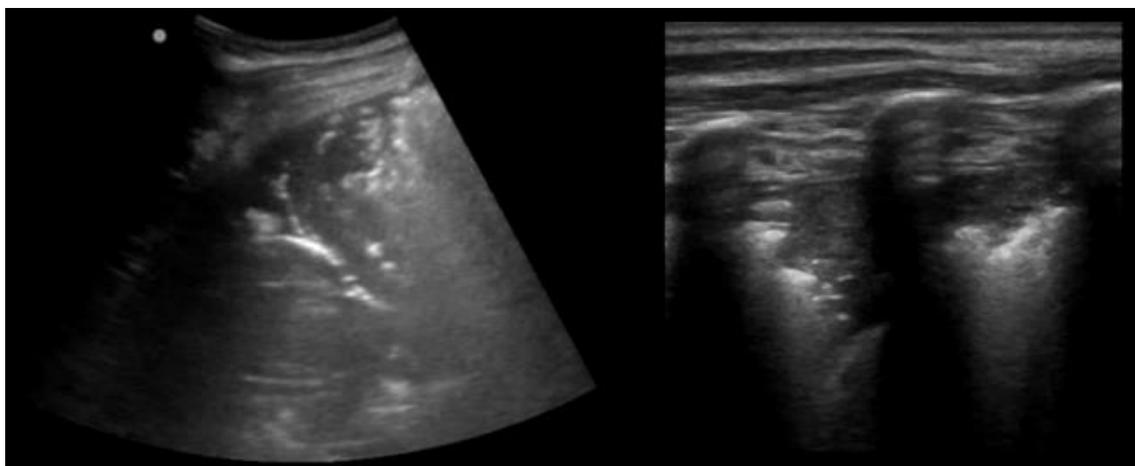


Figura 7.Consolidação pulmonar.

Derrame Pleural

A avaliação ultrassonográfica do derrame pleural é a mais frequente indicação da UP. Consolidações em bases pulmonares podem ser inadvertidamente diagnosticadas como derrames pleurais com base nas imagens obtidas em radiografias de tórax na posição supina. A UP pode realizar essa distinção facilmente, possuindo acurácia similar a tomografia computadorizada. Além disso, ainda é possível se obter informações importantes a respeito do conteúdo cavitário, como aspecto do fluído (homogêneo ou heterogêneo) e presença ou ausência de septações pleurais, podendo contribuir para a definição terapêutica.

A pesquisa do derrame pleural deve ser feita na altura da linha diafragmática (transição tóraco-abdominal), próximo à linha axilar média e

posterior. O derrame pleural é visualizado como uma imagem anecóica entre a pleura visceral e parietal e, devido à atelectasia causada pela compressão extrínseca do líquido ao redor pulmão, é possível visualizar o movimento do parênquima pulmonar durante o ciclo respiratório (sinal da água-viva –“jellyfish sign”) (**Figura 8**).

As septações podem ser observadas como imagens hipercogênicas lineares no interior do derrame frequentemente atingindo as pleuras. Pontos hiperecogênicos em movimento podem representar a presença de debris livres. Esses achados são sugestivos de hemotórax ou exsudato, no entanto a visualização de conteúdo anecóido não exclui os mesmos.

A utilização da UP para guiar os procedimentos de toracocentese pode reduzir o número de complicações relacionados ao procedimento. Uma revisão sistemática mostrou redução de 9,3% para 4% na incidência de pneumotórax nas punções torácicas guiadas por US [37].

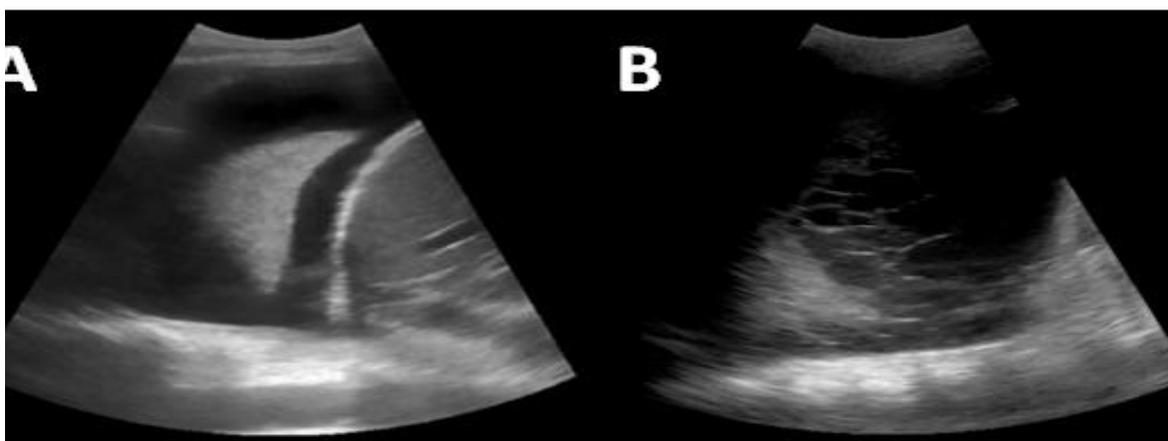


Figura 8. (A) Derrame pleural e pulmão atelectasiado. (B) Derrame pleural com presença de septações.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar se a ultrassonografia pulmonar pode ser um método alternativo a radiografia torácica para o diagnóstico de pneumonia em nosso meio

Objetivos específicos

Avaliar se existe concordância entre o exame ultrassonográfico pulmonar feito por examinador experiente e inexperiente ao método.

MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo

O presente trabalho consistiu em um estudo prospectivo com pacientes de 0 a 14 anos de idade internados na enfermaria e unidade de terapia intensiva pediátrica do Hospital de Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), com diagnóstico clínico de pneumonia baseado no *guideline* da *British Thoracic Society* e radiografia de tórax realizada no momento da internação. [10].

Após a admissão hospitalar, os pacientes que preencheram os critérios de inclusão foram convidados a participar do estudo. Foi realizada explanação sobre o estudo, bem como os riscos e benefícios do projeto. O termo de consentimento livre e esclarecido foi lido perante os pais ou responsáveis legais pelo paciente, sanando todas as dúvidas que eventualmente surgiram. Após a assinatura foi fornecida cópia do termo onde constava telefone e e-mail do pesquisador para contato.

Em seguida, realizou-se o exame de ultrassonografia pulmonar, feito por dois examinadores diferentes, sendo eles: Médico residente em pediatria e médico assistente da UTI Pediátrica. O residente em pediatria foi considerado como examinador inexperiente, tendo realizado curso teórico prático em ultrassonografia point-of-care com duração de 14 horas. O assistente foi considerado como examinador experiente, devido ao título obtido pela Associação de Medicina Intensiva Brasileira (AMIB) em ultrassonografia point-of-care. Os exames foram realizados dentro das primeiras 48 horas de internação do paciente. Após a realização dos exames, os operadores preencheram uma ficha de coleta de dados onde foram registrados os padrões de acometimento pulmonar encontrados em cada região avaliada: padrão A, padrão B, consolidação e presença de derrame pleural (**Anexo 1**). Ambos os examinadores não tiveram contato com a radiografia de tórax dos pacientes antes da realização da UP. Os examinadores não compartilharam entre si os diagnósticos firmados individualmente ou tiveram acesso às imagens alheias.

As regiões avaliadas foram as sugeridas pelo Consenso Internacional de Ultrassonografia Pulmonar: Anterior superior, anterior basal, lateral superior e lateral basal [29]. Também foram avaliadas as regiões dorsais: posterior superior e posterior basal.

As imagens radiográficas foram enviadas para médico Pneumologista Pediátrico, que realizou a interpretação dos achados baseado no *guideline* “*Standardization of interpretation of chest radiographs for the diagnosis of pneumonia in children*” da World Health Organization [1]. O pneumologista pediátrico classificou as radiografias com relação aos padrões apresentados (infiltrados intersticiais, opacidades sugestivas de consolidações e derrame pleural). O pneumologista não teve acesso as imagens ultrassonográficas obtidas pelos outros examinadores ou aos diagnósticos firmados por estes.

Ao longo de todo projeto foi realizado acompanhamento clínico do paciente, sendo tabulado dados clínicos e demográficos dos mesmos, como peso, idade, tempo de internação e oxigenoterapia, complicações apresentadas, comorbidades, necessidade ou não de UTI e Intubação orotraqueal, entre outros dados relevantes (**Anexo 2**).

Aparelho Ultrassonográfico

O aparelho utilizado foi o modelo Vividq da marca GE Healthcare com o transdutor linear modelo 12L-RS (frequência de 6 a 13 MHz). As imagens foram salvas em formato de vídeo em mídia digital e armazenadas com o pesquisador responsável, assim como suas radiografias de tórax, todas sem identificação nominal dos pacientes.

Critérios de Inclusão

Foram incluídos no projeto pacientes de idade maior que 28 dias de vida e menor de 14 anos, que apresentavam os seguintes sinais e sintomas no momento da internação hospitalar: febre (temperatura maior que 37,5° C), tosse, ausculta pulmonar alterada e taquipnéia. Para definir taquipnéia foram utilizados os valores de referência da Organização Mundial de Saúde (OMS): > 60 ipm em menores de 2 meses; > 50 ipm entre 2 e 12 meses; > 40 entre 1 e 5 anos e > 20 em crianças maiores de 5 anos de idade [21]. Além disso, esses pacientes,

decorrente da necessidade do quadro clínico, também foram previamente submetidos a realização de radiografia de tórax em incidência anteroposterior ou pósterio-anterior. Outro fato importante para a inclusão dos pacientes foi a disponibilidade de ambos os examinadores para realização do exame ultrassonográfico nas primeiras 48 horas após a realização da radiografia de tórax.

Crítérios de Exclusão

Foram excluídos do projeto pacientes portadores das seguintes patologias pulmonares: Fibrose cística, displasia broncopulmonar, malformações adenomatosas císticas, malformações arteriovenosas, proteinose alveolar pulmonar, neoplasias primárias ou metástases pulmonares. O exame não foi realizado quando houve presença de impeditivos de mobilização no leito para realização do exame ultrassonográfico, como instabilidade hemodinâmica ou ventilatória. Pacientes não colaborativos ao exame de ultrassom também foram excluídos da amostra. Pacientes que tiveram o exame realizado após 48 horas de internação, ou que por algum motivo algum dos examinadores tenha entrado em contato com a radiografia previamente à realização dos exames, também foram excluídos. A não concordância com o termo de consentimento também foi critério de exclusão.

Definições dos padrões pulmonares

Todos as janelas ultrassonográficas dos exames realizados eram classificadas de acordo com o padrão pulmonar encontrado. Esses padrões eram definidos como:

Padrão A: Presença de deslizamento pleural normal e ecogenicidade regular de linha pleural com predomínio de artefatos de linha A.

Padrão B: Presença de múltiplos artefatos de linha B, emergindo da linha pleural até a base da imagem, se movendo de acordo com o deslizamento pleural e apagando os artefatos de linha A durante sua trajetória.

Consolidação: Área hipocóica de margens irregulares, textura heterogênea, com imagens hiperecogênicas em seu interior (broncogramas aéreos estáticos ou dinâmicos), podendo apresentar artefatos de rabo de cometa adjacentes à margem posterior. Pode apresentar aspecto similar ao parênquima hepático.

Derrame Pleural: Imagem anecóica adjacente à linha pleural e diafragmática delimitando o parênquima pulmonar atelectasiado. Pode apresentar estruturas hiperecóicas em seu interior com movimentação durante a respiração referentes a septações ou debris (derrame pleural septado).

Dessa forma, após avaliação de todas as janelas e de acordo com os padrões de acometimento registrados na ficha de coleta de dados, os exames foram classificados de acordo com as seguintes definições:

Síndrome Intersticial: Presença de duas ou mais regiões com acometimento padrão B bilateralmente.

Consolidação Pulmonar: Presença de ao menos uma região com acometimento de consolidação.

Misto: Presença de padrões B e consolidação concomitantes.

Normal: Presença de padrão A nas regiões avaliadas.

Avaliação Radiológica

As radiografias de tórax foram realizadas na incidência anteroposterior ou, quando possível, na incidência pósterio-anterior. A incidência lateral não foi rotineiramente solicitada de acordo com a recomendação da *British Thoracic Society* [10]. A interpretação dos exames radiográficos foi realizada pelo pneumologista pediátrico de acordo com as orientações da OMS [1]. O pneumologista não obteve qualquer informação sobre dados clínicos do paciente ou sobre os achados encontrados na ultrassonografia torácica. O médico Pneumologista Pediátrico realizou a classificação dos exames realizados em:

Infiltrado: Qualquer densidade patológica no pulmão;

Infiltrado alveolar: Alvéolos pulmonares preenchidos por fluidos (pus, edema, etc.);

Infiltrado intersticial: Áreas de espessamento peribrônquico e pequenas atelectasias;

Broncogramas aéreos: Estrutura linear preenchida por ar dentro do brônquio, mesmo após consolidação alveolar adjacente.

Consolidação: Infiltrado alveolar denso, muitas vezes homogêneo, apresentando infiltrado alveolar confluyente de todo um lobo ou seguimento pulmonar, com densidade aumentada, lembrando uma “massa”, apagando a silhueta cardíaca e o seio costofrênico. Pode conter broncogramas aéreos.

Derrame Pleural: Coleção fluida no espaço pleural em volta do pulmão, de maior densidade, entreposta entre o pulmão e as costelas.

Uma ficha foi preenchida com os achados obtidos (**Anexo 3**).

Análise da concordância entre examinadores

A análise da concordância entre os examinadores foi realizada através do coeficiente de Kappa de Cohen. Esse método permite a avaliação da concordância diagnóstica entre dois ou mais examinadores e é extremamente utilizado para a comparação de dados qualitativos, como um diagnóstico clínico ou determinada classificação. O coeficiente de Kappa de Cohen possibilita a interpretação desses dados distintos, objetivando encontrar a real concordância entre os examinadores, excluindo-se os possíveis erros de concordância ao acaso, levando em consideração erros sistemáticos. Abaixo encontra-se a interpretação dos valores obtidos através do cálculo do coeficiente de Kappa de Cohen.

Análise estatística: Coeficiente Kappa de Cohen

- 0.01 – 0.20 concordância discreta
- 0.21 – 0.40 concordância aceitável
- 0.41 – 0.60 concordância moderada
- 0.61 – 0.80 concordância substancial
- 0.81 – 1.00 concordância quase perfeita

RESULTADOS

O Projeto foi realizado entre os anos de 2016-2019. Ao longo dos 4 anos de desenvolvimento do projeto, cerca de 66 pacientes foram avaliados através do método de ultrassonografia pulmonar. Todos eles apresentaram diagnóstico clínico de Pneumonia baseado no *guideline* da BTS e foram admitidos em Enfermaria ou UTI pediátrica com RT realizada nas primeiras 48 horas de internação. Destes, foi possível a realização de 23 exames que contemplavam os critérios de inclusão e exclusão, e o principal fator relacionado à exclusão de pacientes foi a impossibilidade de os mesmos serem avaliados por ambos os examinadores em menos de 48 horas de internação.

O total de pacientes inclusos para a análise estatística final do projeto foi de 23. Todos esses tiveram seus exames de UP realizados por ambos os examinadores e a RT avaliada por pneumologista pediátrico. A seguir, os dados foram comparados entre si e realizada cálculo de sensibilidade, especificidade e concordância, conforme demonstrado a seguir.

A média de idade dos pacientes foi de 33 meses, com mediana de 30 meses. A média de peso foi de 13,2kg com mediana de 11,6kg. A média e mediana dos dias de internação foi muito próxima, com valores de 12 e 12,4 dias respectivamente. Os dias em oxigenoterapia tiveram média de 9,7 dias com mediana de 7 dias. Número menor foi encontrado com relação aos dias em ventilação assistida, sendo a média de 4,7 dias e mediana de 2 dias. Houve discreta predominância de pacientes do sexo masculino (52,1%) com relação aos pacientes do sexo feminino (47,9%). O total de pacientes avaliados que possuíam outras comorbidades foi de 21%. Não houve nenhum óbito dentre os pacientes do projeto. Esses podem ser observados na tabela 1.

DADOS	MÉDIA	MEDIANA
IDADE (MESES)	33	30
PESO (KILOS)	13,2	11,6
DIAS INTERNAÇÃO	12	12,4
DIAS OXIGÊNIO	9,7	7
DIAS EM VENTILAÇÃO	4,7	2
SEXO	MASCULINO	FEMININO
	52,10%	47,90%
COMORBIDADES	21%	
ÓBITOS	0	

Tabela 1 : Dados clínicos e demográficos dos pacientes e intervalo interquartil (N=23)

Dentre os 23 pacientes avaliados, através da ficha de acompanhamento clínico (**figura 10**), foi possível a estratificação das principais complicações apresentadas durante a internação desses pacientes. Dessa forma, observou-se que diante de um quadro Pneumônico, as principais complicações relacionadas foram: Necessidade de internação em UTI Pediátrica (56,6%) e Intubação orotraqueal (52,2%), liderando as primeiras causas. A seguir, encontramos em menor proporção outras complicações associadas ao quadro, como por exemplo: Derrame pleural (21,7%), Drenagem torácica (17,3%), Choque/Necessidade de Drogas Vasoativas (17,3%). Por fim, outras complicações menores também foram relatadas, principalmente secundárias a quadros de intubação prolongada, sendo eles a Síndrome de Abstinência à opióides (13%) e Laringite pós extubação (8,6%). Os dados podem ser observados na tabela 2.

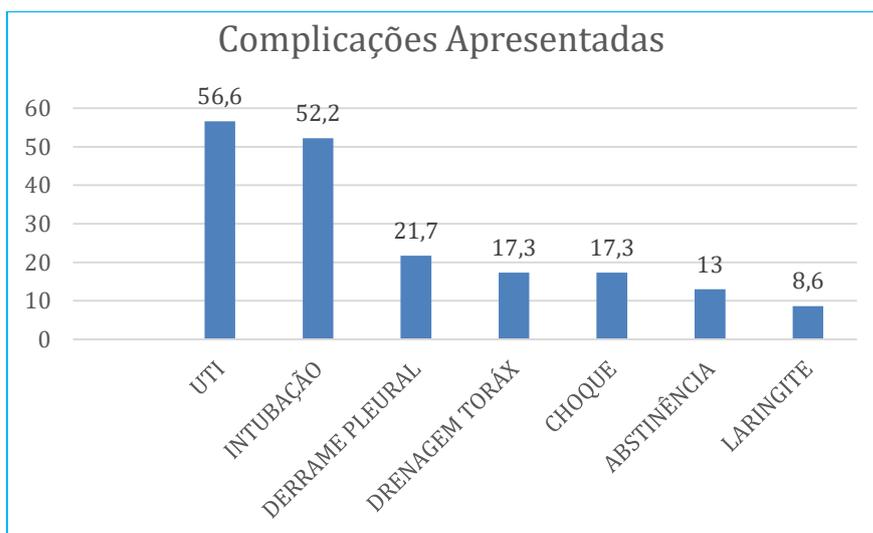


Figura 2: Principais complicações apresentadas

Análise de Sensibilidade e Especificidade

A sensibilidade para detecção de alterações pulmonares foi avaliada. A radiografia de tórax foi considerada como padrão ouro para a detecção de alterações pulmonares, e os desfechos observados foram a presença de Consolidação, Síndrome Intersticial e Derrame Pleural. Foi considerado o UP realizado pelo examinador experiente para análise comparativa. Assim, a sensibilidade calculada para detecção de consolidações pela técnica de UP foi de 93%, com especificidade de 14%.

Da mesma forma, a sensibilidade calculada para detecção de síndrome intersticial pela técnica de Ultrassonografia Pulmonar foi de 87,5%, não sendo possível o cálculo de especificidade. Por fim, a detecção de derrame pleural pela ultrassonografia demonstrou sensibilidade de 100%, com especificidade de 88%.

Pacientes em ventilação mecânica

Dentre os pacientes que foram submetidos à intubação orotraqueal, notou-se aumento significativo do número de janelas patológicas observadas nos exames ultrassonográficos pulmonares. Esse número se torna ainda mais expressivo quando comparado a média de janelas alteradas encontradas em pacientes que não foram submetidos à intubação orotraqueal. O número de janelas normais (Padrão A) em pacientes que não foram intubados foi de 66, sendo que em pacientes que foram intubados foi de 34. Da mesma forma, o número de janelas alteradas (Padrão B, consolidação ou derrame pleural) em pacientes que não foram intubados foi de 76, sendo que em pacientes que foram intubados foi de 132. Em porcentagem, encontramos 47% de janelas normais em pacientes que não foram intubados contra 20% em pacientes que foram intubados. Encontrou-se 53% de alterações pulmonares em pacientes que não foram submetidos a intubação contra 80% naqueles que foram intubados. Os dados podem ser melhor observados nas tabelas abaixo.

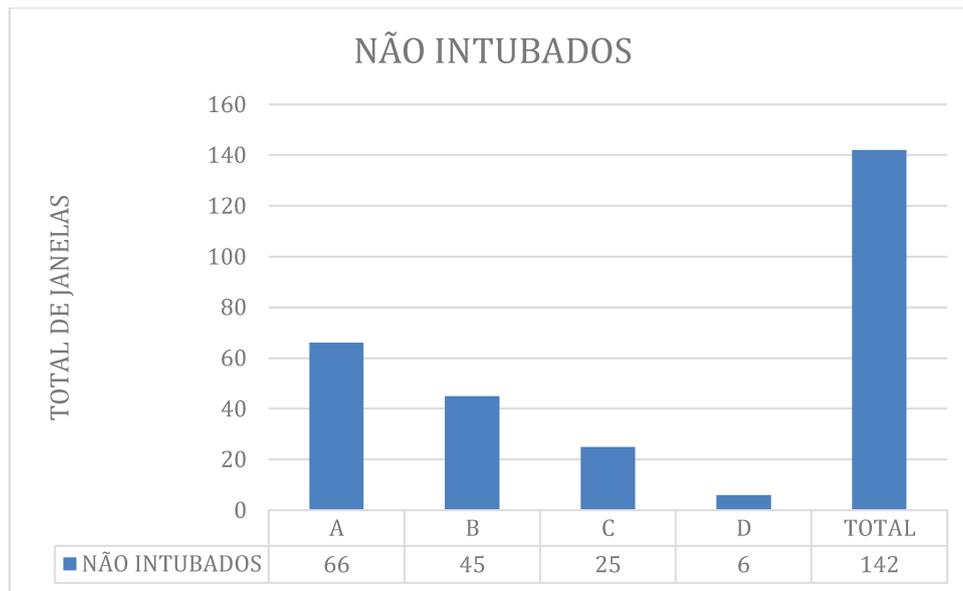


Figura 6: Janelas patológicas em pacientes não intubados

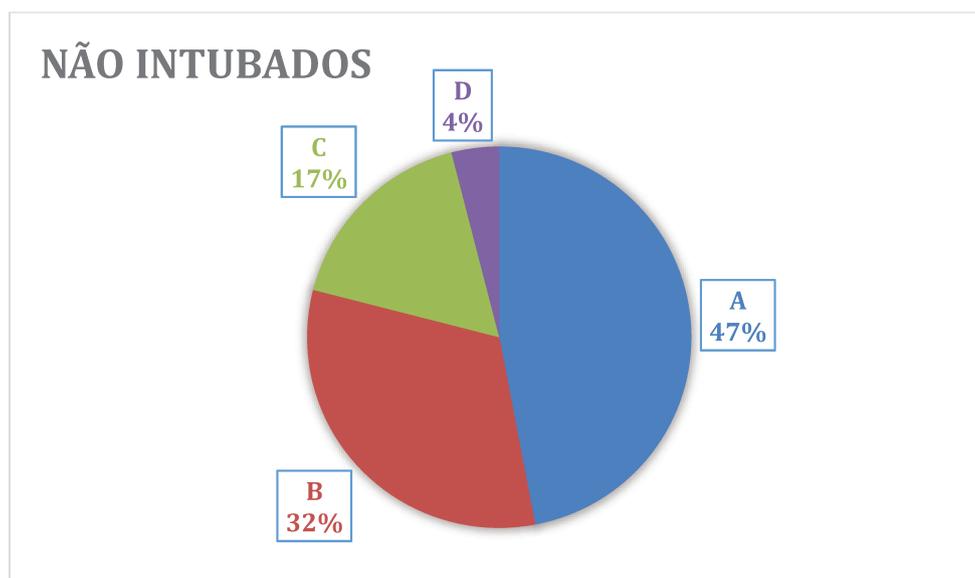


Figura 7: Porcentagem de janelas patológicas em pacientes não intubados

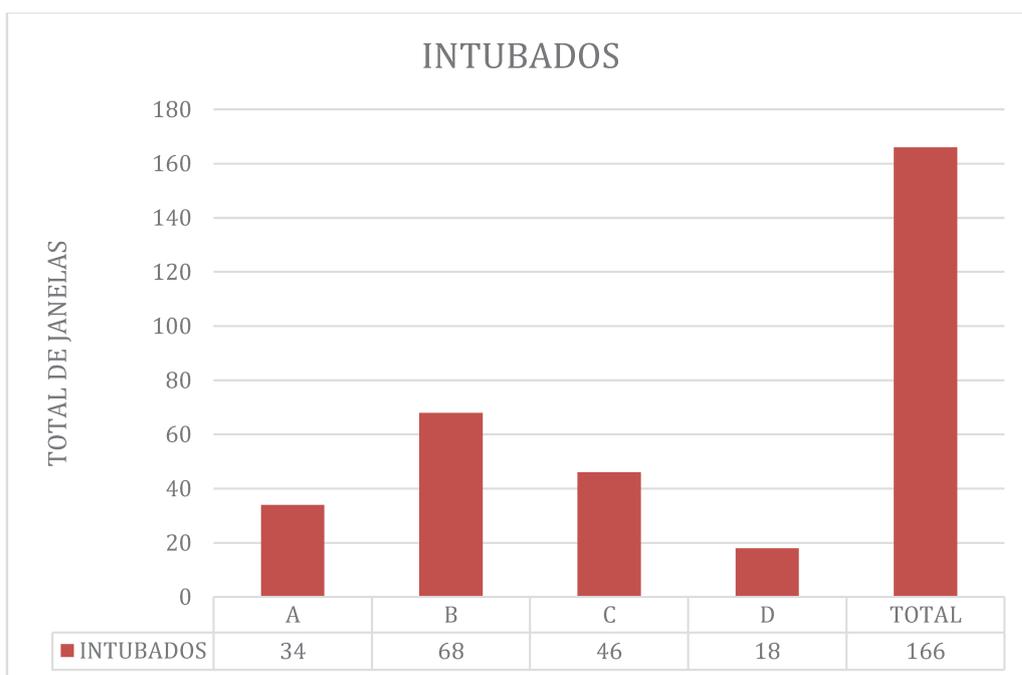


Tabela 7: Janelas patológicas em pacientes intubados

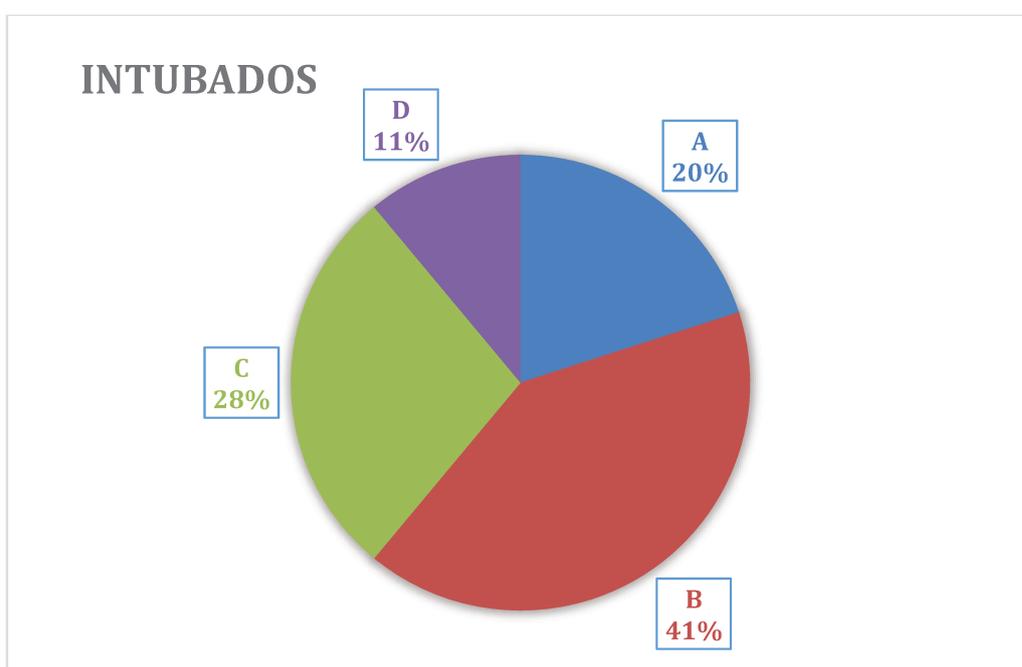


Figura 8: Porcentagem de janelas patológicas em pacientes intubados

Concordância entre Observadores

A concordância diagnóstica entre os observadores foi avaliada através do cálculo do coeficiente de Kappa. Para cada padrão ultrassonográfico avaliado, foi feito o cálculo da concordância individualmente. Dessa forma, cada diagnóstico ultrassonográfico obteve um valor diferente com relação a concordância entre os examinadores.

O Padrão A, que demonstra normalidade em tecido pulmonar, apresentou Kappa de 0.615 (IC95% 0.516-0,715), representando uma força de concordância substancial. O valor de Kappa encontrado para o Padrão B, que demonstra síndrome intersticial pulmonar, foi de 0,573 (IC95% 0,475-0,671), representando uma força de concordância moderada. Com relação ao achado de consolidação pulmonar, o Kappa encontrado foi de 0.635 (IC95% 0.532 - 0.738), representando uma força de concordância substancial. Por fim, o valor de Kappa encontrado para concordância no diagnóstico de Derrame Pleural foi de 0.868 (IC95% 0,754-0,982). Os dados podem ser melhor observados nas tabelas abaixo. A relação dos valores de Kappa e sua respectiva força de concordância pode ser observada na tabela 8.

De forma resumida, temos:

	Coeficiente Kappa de Cohen	Força da Concordância
Normalidade	0.615 (0.516 – 0.715)	Substancial
Padrão B	0.573 (0.475 – 0.671)	Moderada
Consolidação	0.635 (0.532 – 0.738)	Substancial
Derrame Pleural	0.868 (0.754 – 0.982)	Quase perfeita

Tabela 14: Resumo das concordâncias observadas

DISCUSSÃO

A ultrassonografia pulmonar representa um novo método de diagnóstico e seguimento de Pneumonias que vem sendo estudado. Sua praticidade, portabilidade, rápida curva de aprendizado e ausência da emissão de radiação, além do custo reduzido por exame, são condições que favorecem seu uso e disseminação. Diversos estudos já foram publicados comprovando sua eficácia para detecção de alterações pulmonares, confirmando suspeitas clínicas de possível infecção de via aérea inferiores, como por exemplo a Pneumonia. Ainda não existe um consenso de quanto tempo deve ser constituído o treinamento em ultrassonografia pulmonar, porém devido a seu rápido aprendizado acredita-se que um curto período de treinamento é suficiente para aperfeiçoar e dominar a técnica.

Esse trabalho torna-se exclusivo no meio científico por comparar a realização do exame de ultrassonografia pulmonar entre dois examinadores, sendo um deles inexperiente ao método, tendo realizado apenas 14 horas de treinamento teórico/prático. Mesmo com tempo curto de treinamento, houve boa concordância diagnóstica entre os examinadores, demonstrando que um período curto de treinamento pode ser efetivo.

A radiografia de tórax, exame classicamente realizado para complementação diagnóstica em quadros Pneumônicos, tem o benefício da avaliação torácica como um todo, diferente da ultrassonografia pulmonar que avalia áreas pulmonares individualmente. Porém, a cada exame realizado, existe o aumento cumulativo de radiação ionizante no organismo, que pode ser extremamente prejudicial no crescimento e desenvolvimento da criança. Assim, o surgimento de novas técnicas isenta de radiação, como a ultrassonografia, com benefícios diagnósticos semelhantes à radiografia, é de fundamental importância para o Pediatra.

Sabe-se ainda que existe grande divergência entre examinadores distintos quanto à classificação de padrões radiológicos apresentados em quadros Pneumônicos na infância. A grande variedade de termos para descrição radiológica torna a concordância entre examinadores muito baixa,

mesmo após padronização dos termos de achados radiológicos. A ultrassonografia apresentou vantagem com relação à concordância diagnóstica entre dois examinadores diferentes. As classificações ultrassonográficas possuem menor variação, dividindo os quadros em Normalidade, Síndrome Intersticial, Consolidações e presença de Derrame Pleural, facilitando a classificação dos quadros pulmonares em determinados padrões, o que pode justificar o aumento de concordância.

Fato que chama a atenção é que a detecção de derrame pleural, a principal complicação da Pneumonia na faixa etária pediátrica, obteve concordância quase perfeita entre os examinadores. A presença ou não de derrame pleural é de fundamental importância clínica, já que pode mudar a conduta adotada frente a um caso de Pneumonia. Dessa forma, o Pediatra geral deve estar habituado a realizar esse diagnóstico rotineiramente. O advento da ultrassonografia pulmonar pode auxiliar o Pediatra a firmar esse diagnóstico com maior segurança e rapidez, sem a necessidade de aguardar especialista em Radiologia para a realização do mesmo.

Tanto a radiografia quanto a ultrassonografia pulmonar são incapazes de detectar a etiologia do quadro infeccioso pulmonar, seja ele viral ou bacteriano. Alguns estudos relacionam a presença de consolidações lobares na radiografia com possível etiologia bacteriana do quadro, assim como a presença de infiltrados intersticiais difusos podem estar associados à infecções virais. A ultrassonografia pulmonar demonstrou nesse projeto ser um importante marcador de gravidade quanto à evolução clínica de pacientes diagnosticados com pneumonia. Independentemente da etiologia, observou-se que a presença de um maior número percentual de janelas pulmonares patológicas apresentadas à admissão hospitalar está relacionada a um pior prognóstico, principalmente evidenciado pela necessidade de intubação orotraqueal para suporte ventilatório.

Dessa forma, com pouco treinamento e experiência ao método, o Pediatra geral pode ser capacitado para rápido diagnóstico de consolidações e derrame pleural, além de pressupor uma evolução desfavorável de seu paciente, mesmo no início do quadro infeccioso.

CONCLUSÃO

A ultrassonografia pulmonar se mostrou um bom método diagnóstico alternativo à radiografia torácica para detecção de Pneumonia, mesmo quando realizada por operador inexperiente. Existe boa concordância entre os diagnósticos ultrassonográficos de examinadores com graus distintos de experiência, principalmente quanto à detecção de derrame pleural. Um curto treinamento teórico-prático em ultrassonografia pulmonar parece ser eficiente para o aprendizado da técnica e interpretação das imagens. A maior presença de janelas pulmonares patológicas no exame de ultrassom pulmonar no momento da internação hospitalar de pacientes com pneumonia parece ter relação com um pior desfecho clínico.

REFERÊNCIAS

1. World Health Organization. The Management of Acute Respiratory Infections in Children: Practical Guidelines for Outpatient Care. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 1995.
2. Palafox M, Guiscafré H, Reyes H, Munoz O, Martínez H. Diagnostic value of tachypnea in pneumonia defined radiologically. *Arch Dis Child*. 2000 Jan;82(1):41-5
3. Harari M, Shann F, Spooner V, Meisner S, Carney M, de Campo J. Clinical signs of pneumonia in children. *Lancet*. 1991 Oct 12;338(8772):928-30
4. Shah S, Bachur R, Kim D, Neuman MI. Lack of predictive value of tachypnea in the diagnosis of pneumonia in children. *Pediatr Infect Dis J*. 2010 May;29(5):406-9.
5. Gereige RS, Laufer PM. Pneumonia [published correction appears in *Pediatr Rev*. 014;35(1):29]. *Pediatr Rev*. 2013; 34(10):438–456
6. Davies HD1, Wang EE, Manson D, Babyn P, Shuckett B. Reliability of the chest radiograph in the diagnosis of lower respiratory infections in young children. *Pediatr Infect Dis J*. 1996 Jul;15(7):600-4.
7. Mazrani W, McHugh K, Marsden PJ. The radiation burden of radiological investigations. *Arch Dis Child*. 2007; 92(12):1127–1131
8. Frush DP, Donnelly LF, Rosen NS. Computed tomography and radiation risks: what pediatric health care providers should know. *Pediatrics*. 2003;112(4):951–957
9. Hall EJ. Lessons we have learned from our children: cancer risks from diagnostic radiology. *Pediatr Radiol*. 2002;32(10):700–706
10. Harris M, Clark J, Coote N, Fletcher P, Harnden A, McKean M, Thomson A; British Thoracic Society Standards of Care Committee. British Thoracic Society guidelines for the management of community acquired pneumonia in children: update 2011. *Thorax*. 2011 Oct;66Suppl 2:ii1-23.
11. Reissig A, Gramegna A, Aliberti S. The role of lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia. *Eur J Intern Med*. 2012 Jul;23(5):391-7. doi: 10.1016/j.ejim.2012.01.003. Epub 2012 Feb 21. Review.

12. Reissig A, Copetti R, Mathis G, Mempel C, Schuler A, Zechner P, Aliberti S, Neumann R, Kroegel C, Hoyer H. Lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia: a prospective, multicenter, diagnostic accuracy study. *Chest*. 2012 Oct;142(4):965-72.
13. Shah VP, Tunik MG, Tsung JW. Prospective evaluation of point-of-care ultrasonography for the diagnosis of pneumonia in children and young adults. *JAMA Pediatr*. 2013 Feb;167(2):119-25.
14. Urbankowska E, Krenke K, Drobczyński Ł, Korczyński P, Urbankowski T, Krawiec M, Kraj G, Brzewski M, Kulus M. Lung ultrasound in the diagnosis and monitoring of community acquired pneumonia in children. *Respir Med*. 2015 Jun 23. pii: S0954-6111(15)30014-7
15. Guerra M, Cricchiutti G, Pecile P, Romanello C, Busolini E, Valent F, Rosolen A. Ultrasound detection of pneumonia in febrile children with respiratory distress: a prospective study. *Eur J Pediatr*. 2015 Aug 19
16. Pereda MA, Chavez MA, Hooper-Miele CC, Gilman RH, Steinhoff MC, Ellington LE, Gross M, Price C, Tielsch JM, Checkley W. *Pediatrics*. Lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in children: a meta-analysis. 2015 Apr;135(4):714-22.
17. Esposito S, Papa SS, Borzani I, et al. Performance of lung ultrasonography in children with community-acquired pneumonia. *Ital J Pediatr*. 2014;40:37
18. Bedetti G, Gargani L, Corbisiero A, Frassi F, Poggianti E, Mottola G. Evaluation of ultrasound lung comets by hand-held echocardiography. *Cardiovasc Ultrasound*. 2006;4:34
19. Reissig A, Copetti R. Lung ultrasound in community-acquired pneumonia and in interstitial lung diseases. *Respiration*. 2014;87(3):179–189
20. Browne LR, Gorelick MH. Asthma and pneumonia. *PediatrClin North Am*. 2010; 57(6):1347–1356
21. Lichtenstein DA, Mauriat P. Lung ultrasound in the critically ill neonate. *CurrPediatr Rev*. 2012;8(3):217–223
22. Reissig A, Gramegna A, Aliberti S. The role of lung ultrasound in the diagnosis and follow-up of community-acquired pneumonia. *Eur J Intern Med*. 2012;23(5): 391–397

23. Peris A, Tutino L, Zagli G, Batacchi S, Cianchi G, Spina R, Bonizzoli M, Migliaccio L, Perretta L, Bartolini M, Ban K, Balik M. The use of point-of-care bedside lung ultrasound significantly reduces the number of radiographs and computed tomography scans in critically ill patients. *AnesthAnalg*. 2010 Sep;111(3):687-92.
24. Lichtenstein D, Mezière G, Seitz J (2009) The dynamic air bronchogram: a lung ultrasound sign of alveolar consolidation ruling out atelectasis. *Chest* 135:1421–1425
25. Cortellaro F, Colombo S, Coen D, Duca PG. Lung ultrasound is an accurate diagnostic tool for the diagnosis of pneumonia in the emergency department. *Emerg Med J*. 2012 Jan;29(1):19-23.
26. Parlamento S, Copetti R, Di Bartolomeo S. Evaluation of lung ultrasound for the diagnosis of pneumonia in the ED. *Am J Emerg Med*. 2009 May;27(4):379-84.
27. Iuri D, De Candia A, Bazzocchi M. Evaluation of the lung in children with suspected pneumonia: usefulness of ultrasonography. *Radiol Med (Torino)*. 2009;114(2):321–330
28. Caiulo VA, Gargani L, Caiulo S, et al. Lung ultrasound characteristics of community-acquired pneumonia in hospitalized children. *Pediatr Pulmonol*. 2013;48(3):280–287
29. 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, Breitzkreutz 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 Apr;38(4):577-91
30. Copetti R, Cattarossi L (2008) Ultrasound diagnosis of pneumonia in children. *Radiol Med* 113:190–198
31. Khosla, R. (2012). Lung sonography. *Sonography*, 111-131
32. Peris A, Tutino L, Zagli G, Batacchi S, Cianchi G, Spina R, Bonizzoli M, Migliaccio L, Perretta L, Bartolini M, Ban K, Balik M. The use of point-of-care bedside lung ultrasound significantly reduces the number of radiographs and computed tomography scans in critically ill patients. *AnesthAnalg*. 2010 Sep;111(3):687-92.

33. Seif El Dien HM, AbdEllatif DAK. The value of bedside lung ultrasonography in diagnosis of neonatal pneumonia. *Egypt J Radiol Nuc Med*. 2013;44(2):339–347
34. Basile V, Di Mauro A, Scalini E, Comes P, Lofù I, Mostert M, Tafuri S, Manzionna MM. Lung ultrasound: a useful tool in diagnosis and management of bronchiolitis. *BMC Pediatr*. 2015 May 21;15:63.
35. Volpicelli G, Mussa A, Garofalo G, Cardinale L, Casoli G, Perotto F, Fava C, Frascisco M (2006) Bedside lung ultrasound in the assessment of alveolar-interstitial syndrome. *Am J Emerg Med* 24:689–696
36. Lichtenstein DA, Lascols N, Mezière G, Gepner A. Ultrasound diagnosis of alveolar consolidation in the critically ill. *Intensive Care Med*. 2004 Feb;30(2):276-81. Epub 2004 Jan 13.
37. Gordon CE, Feller-Kopman D, Balk EM, Smetana GW. Pneumothorax following thoracentesis: a systematic review and meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2010 Feb 22;170(4):332-9
38. Reali F, Sferrazza Papa GF, Carlucci P, et al. Can lung ultrasound replace chest radiography for the diagnosis of pneumonia in hospitalized children? *Respiration*. 2014;88(2):112–115 22. Liu J, Liu F, Liu Y, Wang HW, Feng ZC. Lung ultrasonography for the diagnosis of severe neonatal pneumonia. *Chest*. 2014; 146(2):383–388 23.

APÊNDICES

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

“Avaliação comparativa entre a ultrassonografia e a radiografia no diagnóstico de pneumonia em crianças internadas no Hospital de Clínicas - UNICAMP.”

Responsável: Tiago Henrique de Souza – Aluno especial do programa de pós-graduação em saúde da criança e do adolescente – mestrado – FCM/UNICAMP

Número do CAAE: 54937616.7.0000.5404

Você está sendo convidado a participar como voluntário de um estudo. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, visa assegurar seus direitos como participante e é elaborado em duas vias, uma que deverá ficar com você e outra com o pesquisador.

Por favor, leia com atenção e calma, aproveitando para esclarecer suas dúvidas. Se houver perguntas antes ou mesmo depois de assiná-lo, você poderá esclarecê-las com o pesquisador. Se preferir, pode levar para casa e consultar seus familiares ou outras pessoas antes de decidir participar. Se você não quiser participar ou retirar sua autorização, a qualquer momento, não haverá nenhum tipo de penalização ou prejuízo.

Justificativa e objetivos:

O objetivo deste trabalho é estudar a utilidade da ecografia torácica como método diagnóstico de pneumonia em comparação à radiografia de tórax na população pediátrica.

Estudos realizados em pacientes adultos utilizando a tomografia computadorizada como referência demonstraram superioridade do UP em relação ao raio-x (RX). Embora já existam alguns trabalhos com crianças sugerindo o a ecografia pulmonar como uma boa alternativa ao RX de tórax, ainda são necessários mais estudos para respaldar sua utilidade. Por ser um método dependente do examinador, também é preciso estudar as variações entre os diagnósticos realizados por examinadores experientes e por médicos inexperientes submetidos previamente a treinamento teórico-prático.

Procedimentos:

Participando do estudo seu filho será submetido a realização de ultrassom de tórax. As imagens obtidas serão gravadas para posterior análise por radiologista. Serão feitas comparações entre as imagens obtidas na radiografia e no ultrassom. Também serão avaliados os dados evolutivos da internação, como tempo de internação, necessidade de oxigênio terapia e ocorrência de complicações.

Desconfortos e riscos:

Por se tratar de um exame de imagem isento de radiação ionizante, a realização da ecografia não oferece riscos físicos ao paciente. Além disso, a execução deste projeto não acarretará em interferências na condução clínica dos pacientes internados como mudanças ou atrasos na instituição terapêutica. No entanto, a operacionalização do exame ecográfico podem gerar estresse psicológico e emocional em crianças com baixa aceitação a realização do exame. Caso isso ocorra o exame será interrompido e o paciente será excluído do projeto.

Benefícios:

A execução deste projeto pode ajudar na difusão da ecografia como instrumento na propedêutica do médico pediatra. Além disso, também capacitará os médicos residentes em

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

pediatria e terapia intensiva pediátrica na execução dos exames sonográficos. Os resultados obtidos podem contribuir para literatura científica estabelecer evidência que suporte o uso da ultrassonografia pulmonar no diagnóstico e seguimento das pneumonias em crianças.

Acompanhamento e assistência:

A participação neste estudo não terá influência sobre a condução do caso pela equipe médica responsável.

Sigilo e privacidade:

Você tem a garantia de que sua identidade e a de seu filho serão mantidas em sigilo e nenhuma informação será dada a outras pessoas que não façam parte da equipe de pesquisadores. Na divulgação dos resultados desse estudo, seu nome não será citado. Os dados deste estudo não constam no prontuário médico do paciente.

Ressarcimento:

Não haverá qualquer custo para o paciente durante a participação do estudo.

Contato:

Em caso de dúvidas sobre o estudo, você poderá entrar em contato com o pesquisador Tiago Henrique de Souza, na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital de Clínicas da Unicamp (Rua Vital Brazil, 251 – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” - 4º andar); telefone: (19) 35217901; e-mail: tiago henrique@email.com.

Em caso de denúncias ou reclamações sobre sua participação e sobre questões éticas do estudo, você pode entrar em contato com a secretaria do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UNICAMP: Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126; CEP 13083-887 Campinas – SP; telefone (19) 3521-8936; fax (19) 3521-7187; e-mail: cep@fcm.unicamp.br

Consentimento livre e esclarecido:

Após ter sido esclarecimento sobre a natureza da pesquisa, seus objetivos, métodos, benefícios previstos, potenciais riscos e o incômodo que esta possa acarretar, aceito participar:

Nome do(a) participante: _____

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do participante ou nome e assinatura do seu responsável LEGAL)

Responsabilidade do 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 cópia deste documento ao participante. Informo que o estudo foi aprovado pelo CEP perante o qual o projeto foi apresentado. 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.

_____ Data: ____/____/____.
(Assinatura do pesquisador)

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

ANEXOS

Cálculos de sensibilidade e especificidade

Consolidação				
		RAIO-X		
		+	-	
US	+	15	1	16
	-	6	1	7
		21	2	23

Sensibilidade = 93%
 Especificidade = 14%

Tabela 3: Sensibilidade e Especificidade da UP para diagnóstico de consolidação.

Síndrome Intersticial				
		RAIO-X		
		+	-	
US	+	7	15	22
	-	1	0	1
		8	15	23

Sensibilidade = 87,5%
 Especificidade = 14%
 Sensibilidade = 87,5%

Tabela 4: Sensibilidade da UP para diagnóstico de síndrome intersticial.

Derrame Pleural				
		RAIO-X		
		+	-	
US	+	5	2	7
	-	0	16	16
		5	18	23

Sensibilidade = 100%
Especificidade = 88%

Tabela 5: Sensibilidade e Especificidade da UP para detecção de Derrame Pleural.

Cálculos de Concordância pelo Kappa

PADRÃO A

		Op. 1		Total
		A	Não-A	
Op. 2	A	69	31	100
	Não-A	15	146	161
Total		84	177	261

Tabela 10 – Kappa Padrão A

Concordância observada: 215 (82.38%)

Concordância esperada pela chance: 141.4 (54.16%)

$$\mathbf{Kappa = 0.615 (IC95\% 0.516 - 0.715)}$$

PADRÃO B

		Op. 1		Total
		B	Não-B	
Op. 2	B	97	17	114
	Não-B	39	108	147
Total		136	125	261

Tabela 11 – Kappa Padrão B

Concordância observada: 205 (78.54%)

Concordância esperada pela chance: 129.8 (49.73%)

$$\mathbf{Kappa = 0.573 (IC95\% 0.475 - 0.671)}$$

CONSOLIDAÇÃO

		Op. 1		Total
		C	Não-C	
Op. 2	C	55	12	67
	Não-C	27	167	194
Total		82	179	261

Tabela 12 – Kappa Consolidação

Concordância observada: 222 (85.06%)

Concordância esperada pela chance: 154.1 (59.04%)

$$\text{Kappa} = 0.635 \text{ (IC95\% } 0.532 - 0.738)$$

Derrame Pleural

		Op. 1		Total
		D	Não-D	
Op. 2	D	18	4	22
	Não-D	1	238	239
Total		19	242	261

Tabela 13 – Kappa Derrame Pleural

Concordância observada: 256 (98.08%)

Concordância esperada pela chance: 223.2 (85.52%)

$$\text{Kappa} = 0.868 \text{ (IC95\% } 0.754 - 0.982)$$

Nome: _____ HC: _____

Data: ____/____/____ Hora: _____

US Pulmonar

<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO		<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO
<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO		<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO
<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO <input type="checkbox"/> DERRAME PLEURAL		<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO <input type="checkbox"/> DERRAME PLEURAL
<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO		<input type="checkbox"/> PDRÃO A <input type="checkbox"/> PDRÃO B <input type="checkbox"/> CONSOLIDAÇÃO

Diagnóstico Ultrassonográfico

Normal
 Consolidação Pulmonar
 Sd Intersticial
 Misto

"Avaliação comparativa entre a ultrassonografia e a radiografia no diagnóstico de pneumonia em crianças internadas no Hospital de Clínicas - UNICAMP."

Nome: _____ HC: _____

Responsável: _____

Data de Nascimento: ___/___/___ Peso: _____

INTERNAÇÃO

Data Internação: ___/___/___

Unidade: Enfermaria UTI

Necessidade de O₂? SIM cateter nasal máscara tenda cânula traqueal
 NÃO

Complicação? SIM derrame pleural empiema sepse choque séptico
 NÃO

EVOLUÇÃO

Internação em UTI? SIM NÃO

Necessidade de O₂? SIM cateter nasal máscara tenda cânula traqueal
 NÃO

Dias em oxigenioterapia: _____

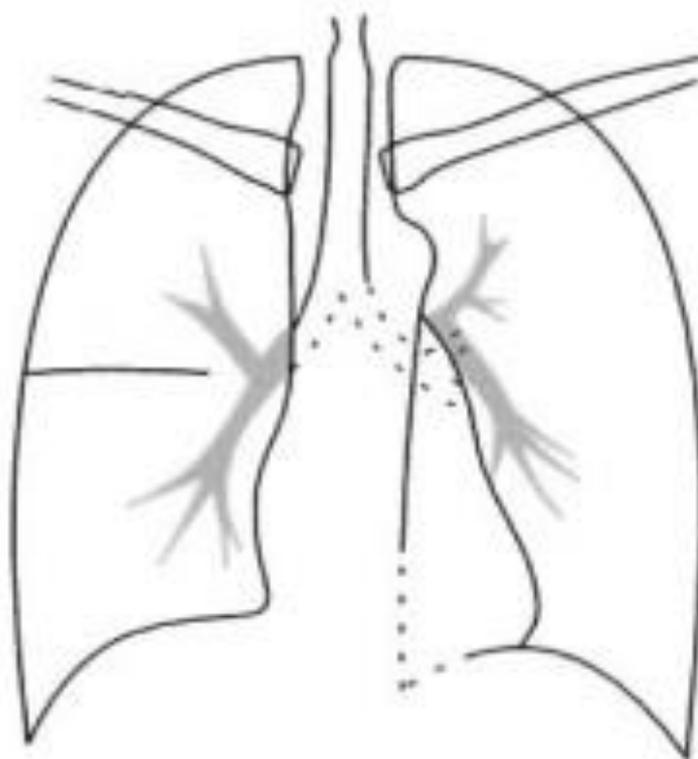
Dias em ventilação mecânica: _____

Complicação? SIM derrame pleural empiema sepse choque séptico
 NÃO

Data da alta hospitalar: ___/___/___

Nome: _____ HC: _____

Radiografia realizada em: ____/____/____

Raio-x Tórax

Laudo da radiografia de tórax:

Radiologista: _____