UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE MEDICINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE DA CRIANÇA E DO ADOLESCENTE

MICHELLE TOSCAN

AVALIAÇÃO SERIADA DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA EM LACTENTES COM BRONQUIOLITE AGUDA GRAVE NECESSITANDO DE SUPORTE VENTILATÓRIO INVASIVO

Porto Alegre
2025

MICHELLE TOSCAN

AVALIAÇÃO SERIADA DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA EM LACTENTES COM BRONQUIOLITE AGUDA GRAVE NECESSITANDO DE SUPORTE VENTILATÓRIO INVASIVO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em pediatria.

Orientador: Professor Jefferson Pedro Piva

Porto Alegre

2025

CIP - Catalogação na Publicação

Toscan, Michelle
Avaliação seriada da mecânica respiratória em lactentes com bronquiolite aguda grave necessitando de suporte ventilatório invasivo / Michelle Toscan. -- 2025.
54 f.
Orientador: Jefferson Piva.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente, Porto Alegre, DR RS, 2025.

1. Ventilação Mecânica. 2. Bronquiolite Viral Aguda. 3. Mecanica Pulmonar. I. Piva, Jefferson, orient. II. Titulo.

MICHELLE TOSCAN

AVALIAÇÃO SERIADA DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA EM LACTENTES COM BRONQUIOLITE AGUDA GRAVE NECESSITANDO DE SUPORTE VENTILATÓRIO INVASIVO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde da Criança e do Adolescente da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de mestra em pediatria.

Aprovado em: 09/12/2025

BANCA EXAMINADORA

_____

Dr. Francisco Bruno
Hospital de Clínicas de Porto Alegre

_____

Profa. Dra. Taís Sica da Rocha
Hospital de Clínicas de Porto Alegre

_____

Profa. Dra. Patrícia Miranda do Lago
Universidade Federal do Rio Grande do Sul

RESUMO

Introdução: A bronquiolite viral aguda é uma doença sazonal que atinge crianças menores de dois anos e pode variar desde um quadro autolimitado até uma doença grave com insuficiência ventilatória e necessidade de ventilação mecânica. Apesar de todos os estudos sobre essa doença, ainda não dispomos de um tratamento farmacológico efetivo em reduzir o tempo de sintomas ou prevenir a evolução para casos mais graves, ficando nossa terapia restrita ao controle sintomático e ao suporte ventilatório. Não existe um consenso da melhor estratégia ventilatória para o manejo da bronquiolite viral aguda. Entender como a mecânica respiratória desses pacientes se comporta e como ela se relaciona com as fases da doença é de suma importância para orientar a estratégia e reduzir a morbilidade e mortalidade associadas à bronquiolite viral aguda. **Objetivos:** Analisar as medidas de mecânica pulmonar de forma seriada em lactentes com diagnóstico Bronquiolite Viral Aguda submetidos à ventilação mecânica. Mensurar as diferenças entre as complacências e resistências durante a fase aguda e a fase de melhora da doença e avaliar se há associação na magnitude dessas diferenças com a redução nas pressões ventilatórias e com o desmame ventilatório. **Métodos:** Estudo observacional de uma série de casos envolvendo os lactentes com diagnóstico de bronquiolite viral aguda e necessidade de ventilação mecânica internados na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre entre maio de 2024 e julho de 2025. As medidas de mecânica respiratória foram realizadas de forma seriada: nas primeiras 24 horas de ventilação mecânica e nas 24 horas que precederam a extubação. Foram avaliadas as diferenças na resistência das vias aéreas, complacência pulmonar, pressão de platô e outras variáveis entre esses dois momentos.

Palavras-chave: Bronquiolite Viral; Respiração Artificial; Resistência das Vias Respiratórias; Pediatria.

ABSTRACT

Introduction: Acute viral bronchiolitis is a seasonal disease that affects children under two years of age and can range from a self-limited condition to severe illness with respiratory failure requiring mechanical ventilation. Despite the numerous studies on this disease, there is still no effective pharmacological treatment capable of reducing symptom duration or preventing progression to more severe cases. Thus, therapy remains limited to symptomatic control and ventilatory support. There is no consensus on the best ventilatory strategy for managing acute viral bronchiolitis. Understanding how the respiratory mechanics of these patients behave and how they relate to the stages of the disease is crucial for guiding ventilatory strategies and reducing morbidity and mortality associated with acute viral bronchiolitis. **Objectives:** To analyze serial pulmonary mechanics measurements in infants diagnosed with acute viral bronchiolitis undergoing mechanical ventilation. To assess the differences in compliance and resistance between the acute and recovery phases of the disease, and to evaluate whether the magnitude of these differences is associated with the reduction in ventilatory pressures and successful weaning from mechanical ventilation. **Methods:** This was an observational case series involving infants diagnosed with acute viral bronchiolitis who required mechanical ventilation and were admitted to the Pediatric Intensive Care Unit of the Hospital de Clínicas de Porto Alegre between May 2024 and July 2025. Respiratory mechanics measurements were performed serially: within the first 24 hours of mechanical ventilation and within the 24 hours preceding extubation. Differences in airway resistance, lung compliance, plateau pressure, and other variables between these two moments were evaluated.

Keywords: Bronchiolitis Viral; Respiration Artificial; Airway Resistances; Pediatrics.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AVB / BVA	Acute Viral Bronchiolitis (Bronquiolite Viral Aguda)
Cdyn	Dynamic compliance (Complacência dinâmica)
Cstat	Static compliance (Complacência estática)
ΔP	Driving Pressure
Rexp	Expiratory resistance (Resistência expiratória)
FiO_2	Fração inspirada de oxigênio
FR	Frequência Respiratória
HCPA	Hospital de Clínicas de Porto Alegre
I:E	Relação Tempo Inspiratório:Tempo Expiratório
MV / VM	Invasive Mechanical Ventilation (Ventilação Mecânica Invasiva)
Rinsp	Inspiratory resistance (Resistência inspiratória)
PEEP	Positive End-Expiratory Pressure / Pressão Expiratória Positiva
PIP	Peak Inspiratory Pressure (Pressão de Pico Inspiratória)
Pplat	Plateau Pressure (Pressão de Platô)
PICU / UTIP	Pediatric Intensive Care Unit (Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica)
PRVC	Pressão Regulada Volume Controlado
RR	Respiratory rate (Frequência respiratória)
RSV / VSR	Respiratory Syncytial Virus (Vírus Sincicial Respiratório)
SIMV	Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada
Te	Tempo Expiratório
Ti	Tempo Inspiratório
VC	Volume Corrente
VPS	Ventilação com Pressão de Suporte
V/Q	Relação Ventilação/Perfusão

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO 8
2. REVISÃO DA LITERATURA 10
2.1. BRONQUIOLITE VIRAL AGUDA 10
2.2. MONITORIZAÇÃO DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA 11
2.3. MECÂNICA RESPIRATÓRIA DA BRONQUIOLITE VIRAL AGUDA 12
3. JUSTIFICATIVA 15
4. OBJETIVOS 16
4.1. GERAIS 16
4.2. ESPECÍFICOS 16
5. METODOLOGIA 17
5.1. TIPO E NATUREZA DO ESTUDO 17
5.2. LOCAL E PERÍODO 17
5.3. AMOSTRA 17
5.4. COLETA DE DADOS 18
5.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA 19
5.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS 20
6. RESULTADOS 21
6.1. ARTIGO 1 21
6.2. ARTIGO 2 21
7. CONCLUSÕES 22
8. REFERÊNCIAS 23
9. APENDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS 25

1. INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica invasiva (VM) é utilizada em unidades de tratamento intensivo pediátrico (UTIP) como estratégia para o manejo de pacientes com insuficiência respiratória aguda e crônica (ROTTA & STEINHORN, 2007). Estima-se que até 63% das crianças admitidas em UTIP com doença respiratória ou cardiorrespiratória aguda necessitam de VM (EGBUTA & EASLEY, 2022). É uma estratégia responsável por mudar a evolução e o prognóstico de um grande número de doenças, sendo visto um aumento no número de pacientes que dependem da VM para sobreviver no ambiente hospitalar e no ambiente doméstico (TRAIBER *et al.*, 2009).

Parte da prática comum em ventilação mecânica pediátrica é baseada em experiências pessoais e no que os profissionais de cuidados intensivos pediátricos adotaram da experiência com adultos e recém-nascidos, visto a enorme variabilidade no tamanho e na maturidade pulmonar com a mudança da faixa etária e a variedade de diagnósticos nessa população (KNEYBER *et al.*, 2017).

A bronquiolite viral aguda (BVA) é a doença respiratória mais prevalente em crianças menores de dois anos que compromete as vias aéreas inferiores (ANDREOLIO *et al*., 2021). Embora se observe redução na mortalidade, o número de internações em UTIP aumentou nos últimos anos (MANTI *et al*., 2023) e entre os pacientes que são hospitalizados, uma parcela significativa ainda requer suporte ventilatório invasivo (WALSH *et al*., 2024). A maior disponibilidade e utilização de modalidades ventilatórias não invasivas podem estar contribuindo para o aumento das admissões em UTIP, sem impacto proporcional na necessidade de ventilação invasiva (PELLETIER *et al*., 2024).

Ainda não há evidências que suportem qualquer tratamento farmacológico no seu manejo (MILÉSI *et al.*, 2023). Apesar disso, a mortalidade da BVA foi reduzida drasticamente nos últimos anos devido, entre outros fatores, ao aprimoramento no suporte ventilatório oferecido a esses pacientes, sendo importante um melhor entendimento de estratégias ventilatórias menos lesivas para os casos mais severos (ANDREOLIO *et al*., 2021). Isso pode ser conseguido através da medição da mecânica respiratória, que pode fornecer informações úteis sobre o estado fisiológico do sistema respiratório, o curso da doença e a resposta às intervenções e tratamentos utilizados (HARIKUMAR *et al.*, 2007).

A UTIP do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA) é um centro com vasta experiência no manejo ventilatório de pacientes com BVA, sendo cerca de 5.6% das admissões anuais na unidade devido à essa comorbidade (FERLINI *et al.*, 2016). É um centro onde todos

os profissionais são treinados e capacitados na realização das medidas de mecânica pulmonar (ANDREOLIO *et al.*, 2021; BRUNO *et al.*, 2022), sendo utilizada para entendimento das doenças e também como uma estratégia de aprendizado.

Objetivamos com este estudo avaliar a mecânica respiratória dos pacientes com diagnóstico de BVA que são submetidos à VM em dois períodos importantes da doença: na fase aguda e na fase de recuperação. Com isso, poderá ser mensurada a diferença entre as medidas nestes dois pontos evolutivos e será possível avaliar se essa diferença entre as medidas pode estar associada com a gravidade da doença, com o sucesso do desmame ventilatório e com a demonstração de reversibilidade do processo fisiopatológico.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. BRONQUIOLITE VIRAL AGUDA

A bronquiolite viral aguda é uma inflamação dos bronquíolos de origem viral e uma das principais causas de internação em lactentes. Cerca de 2 a 3% das crianças com menos de 12 meses são hospitalizadas com esse diagnóstico. A condição está associada a uma morbidade significativa, tanto em serviços de emergência quanto em atendimentos ambulatoriais. Embora a maioria das crianças com BVA não precise de tratamento intensificado, cerca de 2 a 6% exigem internação em UTIP, com 2 a 3% necessitando de ventilação mecânica invasiva (WALSH *et al.*, 2024).

Embora diversas definições tenham sido propostas na literatura, o termo bronquiolite é geralmente reservado ao primeiro episódio de sibilância em lactentes com menos de 12 meses de idade. O diagnóstico é clínico e caracteriza-se, em geral, por um quadro inicial de infecção de vias aéreas superiores, com febre baixa, congestão nasal e rinorreia, que progride ao longo de alguns dias para comprometimento do trato respiratório inferior com tosse, taquipneia e aumento do esforço respiratório. Não é recomendada a realização rotineira de radiografia de tórax ou testes laboratoriais para identificação viral com finalidade diagnóstica (MEISSNER, 2016).

Pacientes com BVA submetidos à VM foram avaliados em três invernos consecutivos em um estado do sul do Brasil e com isso se pode observar que a gravidade da doença é potencializada em crianças prematuras, com doenças pulmonares prévias, imunodeficiências ou que apresentam cardiopatia congênita (FERLINI *et al.*, 2016).

O vírus sincicial respiratório (VSR) é o principal agente causador de infecções agudas do trato respiratório inferior. Em países com climas temperados como o Brasil, a atividade do VSR é maior durante períodos de umidade moderada e temperatura fria, com surtos sazonais que duram de 4 a 5 meses durante o outono e o inverno (LUCION & GENTILE, 2023). O VSR é o agente responsável pela BVA em 41,7% a 83,6% dos casos e, no Brasil, é responsável por 31,9% a 64% dos pacientes hospitalizados com essa doença (ALVAREZ *et al*., 2013).

Diversos estudos já foram conduzidos com o objetivo de avaliar a eficácia de diferentes agentes no tratamento da BVA. Dentre as intervenções estudadas estão o uso de corticosteroides, beta-agonistas inalatórios, epinefrina e solução salina hipertônica, entre outros. Entretanto, até o momento, não há um tratamento único e definitivo comprovadamente eficaz para essa condição (WALSH *et al.*, 2024). Avanços significativos foram alcançados na

imunização para proteger esses lactentes. Anticorpos monoclonais de longa duração e vacinas maternas, ambos oferecendo proteção durante os primeiros meses de vida, representam marcos importantes na profilaxia contra o VSR (DENG *et al.*, 2024).

Apesar da existência de diversas diretrizes de prática clínica, ainda há ampla variação nas abordagens para o diagnóstico, monitoramento e manejo da BVA. O tratamento baseia-se em medidas gerais de suporte e em terapias farmacológicas voltadas para o controle dos sintomas clínicos pulmonares e sistêmicos (WALSH *et al.*, 2024). A indicação para o suporte ventilatório baseia-se quase exclusivamente em critérios clínicos e subjetivos, e também não existem diretrizes específicas para o manejo da BVA grave que requer admissão em UTIP. Fica evidente que, apesar da gravidade do quadro e da necessidade de suporte ventilatório, ainda faltam parâmetros objetivos que orientem o manejo clínico da BVA grave (MARLOW *et al.*, 2021).

2.2. MONITORIZAÇÃO DA MECÂNICA RESPIRATÓRIA

Quando se utiliza a ventilação artificial, um volume de gás é aplicado ao sistema respiratório, o que resulta em alterações nas pressões e nos fluxos pulmonares que vão depender de fatores como características da via aérea, do parênquima pulmonar, das propriedades da parede torácica e do tipo de doença. Ainda, durante esse processo podem ocorrer lesões associadas à VM como barotrauma, volutrauma, biotrauma e atelectrauma, enfatizando a importância da monitorização do paciente ventilado para identificação e possível prevenção de complicações (ANDREOLIO *et al*., 2021).

Na ventilação mecânica de pacientes com pulmões saudáveis, o volume corrente é distribuído de forma bastante equilibrada em todo o pulmão devido à complacência homogênea entre as várias regiões pulmonares. A exalação passiva também ocorre sem dificuldade e o padrão de fluxo de gás simula aquele observado durante a respiração espontânea sem esforço (ROTTA & STEINHORN, 2007).

As metodologias de monitoramento geralmente envolvem a medição de pressões, fluxos de ar e volumes (KARBING *et al.*, 2022), e permite que sejam feitos ajustes finos nos parâmetros ventilatórios, além de visualizar a tendência de eventos que ocorrem durante um período mais prolongado de tempo (PIVA & GARCIA, 2014). Os ventiladores mecânicos mais modernos possuem em sua programação e função recursos para estimativa da mecânica respiratória, tornando esse um procedimento mais fácil de ser realizado no dia a dia.

Para a realização das medidas da mecânica pulmonar, são seguidos os seguintes passos,

conforme descrito por Bruno *et al.* (2022) e Cruces *et al.* (2017):

I. A posição e a permeabilidade do tubo endotraqueal são conferidas;
II. Os pacientes são sedados e deixados sob efeito de bloqueador neuromuscular, para garantir a ausência de esforço respiratório;
III. O paciente é colocado no modo ventilatório controlado por volume, com fluxo constante e em forma de onda quadrada. Os demais parâmetros previamente estabelecidos para o paciente são mantidos. Para fins de padronização e comparação entre os pacientes, o volume corrente nos momentos das medidas é ajustado para 10 mL/kg do peso corporal ideal;
IV. É realizada uma manobra de pausa inspiratória por até 5 segundos, confirmada por um aviso no monitor de pausa ativa, seguida por uma manobra de pausa expiratória, confirmada da mesma forma, e são registrados os parâmetros de interesse: Pressão de pico inspiratória (PIP), pressão de platô (Pplat), pressão expiratória positiva (PEEP) total, resistências inspiratórias e expiratórias, complacência estática e dinâmica;
V. A partir dos dados obtidos, calculam-se as outras variáveis: *driving pressure* (Pplat menos PEEP total) e a auto-PEEP (PEEP total menos PEEP ajustada no ventilador). (CRUCES *et al.*, 2017; BRUNO *et al.*, 2022).

Essas medidas podem servir para caracterizar o tipo de alteração pulmonar em doença obstrutiva, restritiva e mista; ajudam a quantificar a evolução clínica do paciente; auxiliam na avaliação das mudanças secundárias às modificações da assistência respiratória e a progressão do desmame (LOPEZ-HERCE, 2003). Estas informações são úteis na prática assistencial dos doentes e devem ser interpretadas em conjunto com as demais informações clínicas, exames laboratoriais e de imagem (DEXTER & CLARK, 2020).

2.3. MECÂNICA RESPIRATÓRIA DA BRONQUIOLITE VIRAL AGUDA

Após o contato do paciente com o vírus da BVA, inicia-se a replicação viral na nasofaringe, com posterior infecção do epitélio do trato respiratório até o acometimento dos pequenos bronquíolos (CARVALHO, 2018). Essa infecção leva a extensa inflamação das vias aéreas, com aumento da produção de muco, necrose das células epiteliais e destruição ciliar, ocasionando o surgimento de tampões de muco que vão determinar obstrução bronquiolar (PIVA & GARCIA, 2014). Essas mudanças na via aérea levam a um aumento significativo na resistência respiratória (ANDREOLIO *et al.*, 2021), que geram um aumento substancial do trabalho respiratório.

A resistência, definida como a razão entre a mudança de pressão e a mudança de fluxo (DEXTER & CLARK, 2020), é uma propriedade mecânica do pulmão que descreve a oposição ao fluxo através do trato respiratório. O nível de resistência depende particularmente do diâmetro das vias aéreas, como é estabelecido pela lei de Hagen-Poiseuille, em que uma diminuição relativa no raio da via aérea resulta em um aumento perceptível na resistência do sistema respiratório (DONOSO *et al.*, 2016). Isso justifica o grande aumento da resistência nos pacientes com BVA, com uma via aérea distal com um raio reduzido em combinação com a produção de secreções excessivas, edema e depósitos celulares resultantes de inflamação (DEXTER & CLARK, 2020).

Com a progressão da obstrução ao fluxo, a expiração passa a ser ativa e não mais passiva, e a inspiração passa a iniciar antes de terminar a expiração anterior, ocasionando aprisionamento de ar (auto-PEEP ou PEEP intrínseco) e hiperinsuflação dinâmica (PIVA & GARCIA, 2014). Nesse contexto, a complacência também é prejudicada e ocorre como consequência do aprisionamento aéreo e da hiperinsuflação pulmonar, associados ao aumento da resistência das vias aéreas (ANDREOLIO *et al*., 2021).

Tradicionalmente, a BVA é considerada uma doença obstrutiva. Alguns estudos vêm demonstrando que, em pacientes ventilados, o componente elástico do sistema respiratório é bastante envolvido, com risco de desenvolvimento de síndrome do desconforto respiratório agudo pediátrico. Dessa forma, a bronquiolite deve ser considerada uma condição heterogênea (VARELA *et al.*, 2025), compreendendo quatro subfenótipos de doença:

1. Complacência pulmonar normal e resistência das vias aéreas normal, observadas em lactentes intubados exclusivamente por apneia;
2. Complacência normal com resistência das vias aéreas elevada, característica de um fenótipo obstrutivo;
3. Complacência pulmonar reduzida com resistência das vias aéreas próxima do normal, refletindo um fenótipo restritivo;
4. Aumento da resistência das vias aéreas associado à diminuição da complacência, configurando um fenótipo misto (ROTTA & STRAUBE, 2025).

Um mesmo paciente pode transitar de um fenótipo para outro ao longo do curso da doença, às vezes de forma muito rápida (ROTTA & STRAUBE, 2025). Por isso, compreender de forma mais detalhada a mecânica respiratória na BVA grave é fundamental para aprofundar o entendimento da doença, aperfeiçoar as estratégias ventilatórias disponíveis e contribuir para melhores desfechos em UTIP, incluindo menor tempo de ventilação mecânica e menores

complicações associadas a esta terapia, oferecendo sempre a ventilação mais protetora possível para cada caso (CRUCES *et al.*, 2017).

3. JUSTIFICATIVA

A BVA é uma doença prevalente na população pediátrica, com índices de internação em UTIP e necessidade de VM elevados. O manejo dos casos mais severos ainda é um desafio para os profissionais. A literatura a respeito dos valores de mecânica pulmonar nas crianças é escassa e essa escassez é ainda maior quando envolve crianças com graves doenças pulmonares como a BVA. Baseado nisso, consideramos ser altamente recomendável que se realizasse um estudo medindo valores da mecânica pulmonar em crianças com bronquiolite viral aguda em ventilação mecânica de forma seriada, nos principais momentos evolutivos da doença. Este estudo é inédito na população pediátrica, a maioria dos dados é extrapolada de outras faixas etárias e, quando avaliados os pacientes em UTIP, geralmente as medidas são registradas uma única vez, sem uma avaliação evolutiva.

A partir desse estudo, acreditamos que será possível entender o comportamento da doença ao longo de seu curso natural, com documentação na queda das resistências, das pressões necessárias para manutenção de uma ventilação adequada e melhora das complacências, refletindo em parâmetros objetivos que sejam úteis para verificar a reversibilidade da doença e a possibilidade de desmame ventilatório. Além disso, consideramos fundamental o registro sistemático dessas medidas para possibilitar comparações com outros estudos. Atualmente, a literatura disponível não quantifica de maneira consistente o grau de obstrução nem a gravidade da BVA, o que limita a comparação de desfechos como tempo de ventilação mecânica, complicações e mortalidade.

4. OBJETIVOS

4.1. GERAIS

Analisar as medidas de mecânica pulmonar de forma seriada em lactentes com diagnóstico Bronquiolite Viral Aguda submetidos à ventilação mecânica.

4.2. ESPECÍFICOS

I. Mensurar as diferenças entre as complacências (dinâmica e estática) e resistências (inspiratória e expiratória) nos pacientes com BVA submetidos à VM durante a fase aguda (inicial da ventilação mecânica) e a fase de melhora da doença (pré extubação).

II. Avaliar se há associação na magnitude das diferenças entre a resistência inspiratória no início e no final da doença com a redução nas pressões ventilatórias e o desmame ventilatório.

5. METODOLOGIA

5.1. TIPO E NATUREZA DO ESTUDO

Estudo observacional longitudinal prospectivo de uma série de casos de pacientes com bronquiolite viral aguda submetidos à ventilação mecânica.

5.2. LOCAL E PERÍODO

Estudo realizado na Unidade de Terapia Intensiva Pediátrica do Hospital de Clínicas de Porto Alegre, entre maio de 2024 e julho de 2025. Essa instituição é caracterizada como de referência na prestação de serviços de saúde para a população que busca atendimento através do Sistema Único de Saúde (SUS), abrangendo a cidade de Porto Alegre e demais municípios da região metropolitana de Porto Alegre e interior do estado. A UTIP recebe pacientes pediátricos que vêm das diversas unidades do HCPA ou de outras instituições, apresentando instabilidade de um ou mais sistemas orgânicos e necessitando de intervenções de suporte vital e monitorização contínua; além de ser centro de referência para transplantes hepáticos, oncologia pediátrica e cirurgia de via aérea em crianças. Possui 15 leitos, realiza cerca de 750 admissões anuais, sendo 60% dos pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva e com uma taxa de mortalidade geral inferior a 5%.

5.3. AMOSTRA

Foram incluídos no estudo crianças entre 30 dias e 12 meses de vida com diagnóstico clínico de BVA e que foram submetidos à VM. O diagnóstico de BVA é feito a partir da identificação do primeiro episódio de sibilância em lactentes com menos de 12 meses de idade, com quadro inicial de infecção de vias aéreas superiores, com febre baixa, congestão nasal e rinorreia, que progride para comprometimento do trato respiratório inferior com tosse, taquipneia e aumento do esforço respiratório (MEISSNER, 2016).

Foram excluídos os pacientes com escape aéreo ao redor do tubo orotraqueal superior a 15% do volume corrente. Foram considerados perdas os pacientes que tiveram uma ou ambas as medidas não registradas no período proposto pelo estudo.

5.4. COLETA DE DADOS

A rotina assistencial da UTIP do HCPA utiliza medição da mecânica pulmonar em todos os pacientes submetidos à VM de forma habitual. Para este procedimento, os pacientes necessitam estar completamente sincrônicos com o ventilador (sem apresentar ventilações espontâneas que acabam interferindo nas medidas). Visando esta sincronia, pode ser necessário dose adicional de sedativo e, em alguns casos, a utilização de relaxante neuromuscular (curare). O médico assistente responsável pelo paciente é quem realiza a avaliação clínica caso a caso e define a necessidade de uso de medicações extras para a obtenção da condição ideal para a realização das medidas. Ainda, é recomendado que se aguarde um período de uma hora após procedimentos realizados no paciente (aspiração da cânula endotraqueal, fisioterapia respiratória, mudança de posição) para a realização das medidas, para evitar que interfiram na mecânica pulmonar (ANDREOLIO *et al*., 2021; BRUNO *et al.*, 2022).

As medidas das variáveis pulmonares são realizadas com o paciente sendo ventilado no modo de ventilação controlada por volume, utilizando-se um volume corrente padrão de 10 ml/kg de peso ideal e mantendo os demais parâmetros ventilatórios previamente definidos para aquele paciente (ANDREOLIO *et al*., 2021; BRUNO *et al.*, 2022). Primeiramente, são registradas as variáveis do ventilador mecânico: Pressão de pico (PIP), pressão expiratória positiva final (PEEP), frequência respiratória (FR), tempo inspiratório (Ti) e fração inspirada de oxigênio (FiO2).

Utilizamos o respirador SERVO i - Maquet, que tem capacidade de calcular todas as medidas da mecânica ventilatória de forma automática após a realização manual de pausas respiratórias. É realizada pausa inspiratória através do botão presente no ventilador, que deve ser pressionado até que a mensagem “pausa inspiratória ativa” apareça na tela, seguido pela confirmação de fluxo zero através dos gráficos do ventilador, e então são aferidos e registrados: complacência estática e dinâmica, resistência inspiratória, pressão de pico e pressão de platô (Ppplat). O próximo passo é a realização de uma pausa expiratória, seguindo os mesmos passos de realização e confirmação, sendo então aferidos e registrados: PEEP total e resistência expiratória.

Sob posse desses dados, é possível calcular de forma manual as demais variáveis de importância na mecânica pulmonar. A *Driving Pressure* é obtida a partir da diferença entre a Pplat e a PEEP total (HESS, 2014). Em alguns casos, o paciente apresenta alçaponamento de ar, refletido como uma PEEP total maior do que a oferecida ao paciente com a ventilação

mecânica, a chamada auto-PEEP, que pode ser calculada pela diferença entre a PEEP total medida e PEEP oferecida.

Após a realização das medidas o paciente é reavaliado e os ajustes necessários na ventilação são realizados para oferecer uma ventilação protetora e adequada para as particularidades da doença e da fase clínica em que o mesmo se encontra.

De acordo com os objetivos do estudo, estabeleceram-se dois momentos principais para o registro das medidas de mecânica: primeiras 24 horas após a intubação, refletindo a fase mais aguda da doença e últimas 24 horas pré extubação, representando a fase de melhora e reversibilidade. A pesquisadora principal entrou em contato diariamente com a equipe assistente do setor, monitorizando os pacientes com potencial preenchimento dos critérios de inclusão do estudo. Quando possível, a pesquisadora realizou as coletas nos momentos estabelecidos, e na dificuldade de estar presente ou quando a equipe definia possibilidade de extubação prevista para as próximas horas, os demais membros da equipe de pesquisa realizavam e registravam as medidas.

Foi utilizada uma ficha de coleta padronizada (apêndice A), onde foram registradas todas as medidas mencionadas. Foram coletados também dados demográficos extraídos do prontuário clínico: idade, peso, sexo, presença de comorbidades associadas e prematuridade. Foi revisado tamanho do tubo utilizado e presença ou não de *cuff*. Ainda, foi revisado e registrado o resultado do exame Reação em Cadeia da Polimerase (*Polymerase Chain Reaction*) visando identificar a etiologia viral de todos os pacientes. Os participantes continuaram sendo acompanhados após a realização das medidas para verificar falha de extubação ou outros desfechos. O tempo de internação na UTIP e o tempo total de internação hospitalar foram registrados.

Após a análise de dados, foi calculada a diferença entre a resistência inspiratória nas duas fases, e sua associação com mortalidade, tempo de VM e falha de extubação. A diferença das resistências entre as duas fases foi comparada com a diferença na pressão de platô nos mesmos momentos, sendo verificada presença de associação. Foi calculada a diferença entre todas as variáveis registradas nos períodos, sendo verificado a importância de cada uma delas.

5.5. ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo do tamanho amostral foi realizado no programa WinPEPI (Programs for Epidemiologists for Windows) versão 11.57 e baseado em um estudo piloto com 9 pacientes realizado em nossa unidade. Considerou-se um nível de significância de 5% e poder estatístico

de 80%, assumindo-se um tamanho de efeito mínimo de 0,5 desvios padrão para os parâmetros Pressão de Pico, Resistência Inspiratória e Pressão de Platô, comparados entre o momento da intubação e do período imediatamente anterior à extubação. Foi também considerada uma correlação mínima de 0,67 entre as duas medidas. A partir desses pressupostos, estimou-se um tamanho amostral mínimo de 24 pacientes.

Os dados foram transcritos para uma planilha Excel para Windows (Microsoft Office) e posteriormente analisados através do programa SPSS versão 16.0 e R 4.4.1. As variáveis categóricas foram expressas em frequências relativas (percentuais) e comparadas por meio do teste do qui-quadrado. As variáveis contínuas com distribuição normal foram descritas como médias e respectivos desvios-padrão e comparadas entre os momentos por meio do teste *t* de Student pareado. A associação entre variáveis contínuas foi avaliada por meio do coeficiente de correlação de Pearson e do coeficiente de determinação (R^2), com confirmação por análise de regressão.

5.6. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Porto Alegre (CAAE 79981224200005327). Somente participaram do estudo os pacientes que tiveram consentimento informado por escrito dos pais ou responsáveis. Neste estudo, os autores tomaram o cuidado de atender às determinações estabelecidas pelo Conselho Nacional de Saúde, na Resolução 510/2016, capítulos II – "Dos Princípios Éticos das Pesquisas em Ciência Humanas e Sociais", III – "Do Processo de Consentimento e do Assentimento Livre e Esclarecido", IV – "Dos Riscos", V – "Do Procedimento de Análise Ética no Sistema CEP/CONEP"; e pela resolução CFM 2217/2018 (Código de Ética Médica), capítulo XII – "Ensino e Pesquisa Médica".

6. RESULTADOS

6.1. ARTIGO 1

6.2. ARTIGO 2

7. CONCLUSÕES

8. REFERÊNCIAS

ALVAREZ A E, Marson F A L, Bertuzzo C S, Arns C W, Ribeiro J D. Características epidemiológicas e genéticas associadas à gravidade da bronquiolite viral aguda pelo vírus sincicial respiratório. **Jornal de Pediatria.** 89:531–543, 2013.

ANDREOLIO C, Piva J P, Bruno F, da Rocha T S, Garcia P C. Airway resistance and respiratory compliance in children with acute viral bronchiolitis requiring mechanical ventilation support. **Indian Journal of Critical Care Medicine.** 25(1):88–93, 2021.

BRUNO F, Andreolio C, Garcia P C R, Piva J. The relevance of airway resistance in children requiring mechanical ventilatory support. **Pediatric Critical Care Medicine.** 23(10):e483–e488, 2022.

CARVALHO W B. Ventilação pulmonar mecânica em neonatologia e pediatria. Vol. 1. **São Paulo: Editora dos Editores,** 2018.

CRUCES P *et al*. Respiratory mechanics in infants with severe bronchiolitis on controlled mechanical ventilation. **BMC Pulmonary Medicine.** 17(1):129, 2017.

DEXTER A M, Clark K. Ventilator graphics: scalars, loops, & secondary measures. **Respiratory Care.** 65(6):739–759, 2020.

DENG S, Cong B, Edgoose M, De Wit F, Nair H, Li Y. Risk factors for respiratory syncytial virus-associated acute lower respiratory infection in children under 5 years: an updated systematic review and meta-analysis. **International Journal of Infectious Diseases.** 146:107125, 2024.

DONOSO A Arriagada D, Contreras D, Ulloa D, Neumann M. Respiratory monitoring of pediatric patients in the intensive care unit. **Boletín Médico Del Hospital Infantil de México (English Edition).** 73(3):149–165, 2016.

EGBUTA C, Easley R B. Update on ventilation management in the pediatric intensive care unit. **Paediatric Anaesthesia.** 32(2):354–362, 2022.

FERLINI R, Pinheiro F O, Andreolio C, Carvalho P R A, Piva J P. Characteristics and progression of children with acute viral bronchiolitis subjected to mechanical ventilation. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva.** 28(1), 2016.

HARIKUMAR G, Greenough A, Rafferty G F. Ventilator assessment of respiratory mechanics in paediatric intensive care. **European Journal of Pediatrics.** 167(3):287–291, 2007.

HESS D R. Respiratory mechanics in mechanically ventilated patients**. Respiratory Care**. 59(11):1773–1794, 2014.

KARBING D S, Leonhardt S, Perchiazzi G, Bates J H T. What is new in respiratory monitoring? **Journal of Clinical Monitoring and Computing.** 36(3):599–607, 2022.

KNEYBER M C J *et al*. Recommendations for mechanical ventilation of critically ill children from the paediatric mechanical ventilation consensus conference (PEMVECC). **Intensive Care Medicine.** 43(12):1764–1780, 2017.

LÓPEZ-HERCE C J. Monitorización de la función respiratoria en el niño con ventilación mecánica (II): complianza, resistencia, hiperinsuflación dinámica, espacio muerto y trabajo respiratorio. **Anales de Pediatría.** 59(3):278–285, 2003.

LUCION M F, Gentile Á. Prevention of respiratory syncytial virus infections: a promising future. **Archivos Argentinos De Pediatria.** 121(5):e202310098, 2023.

MANTI S *et al*. UPDATE - 2022 Italian guidelines on the management of bronchiolitis in infants**. Italian Journal of Pediatrics**. 49(1):19. 2023.

MARLOW R K *et al*. Risk factors associated with mechanical ventilation in critical bronchiolitis. **Children (Basel).** 8(11):1035, 2021.

MEISSNER HC. Viral Bronchiolitis in Children. New England Journal of Medicine. 372(4):359–368, 2015.

MILÉSI C *et al*. Clinical practice guidelines: management of severe bronchiolitis in infants under 12 months old admitted to a pediatric critical care unit. **Intensive Care Medicine.** 49(1):5–25, 2023.

PELLETIER JH *et al*. Respiratory Support Practices for Bronchiolitis in the Pediatric Intensive Care Unit**. Journal of the American Medical Association**. 7(5):e2410746. 2024.

PIVA, J. P.; GARCIA, P. C. R. Métodos gráficos de monitorização da ventilação mecânica. In: PIVA, J. P.; GARCIA, P. C. R. **Medicina intensiva em pediatria**. 2. ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2014.

ROTTA A T, Steinhorn D M. Ventilação mecânica convencional em pediatria. **Jornal de Pediatria.** 83(supl. 2):S100–S108, 2007.

TRAIBER C *et al*. Profile and consequences of children requiring prolonged mechanical ventilation in three brazilian pediatric intensive care units. **Pediatric Critical Care Medicine.** 10(3):375–380, 2009.

VARELA J *et al.* Acute Bronchiolitis in Infants on Invasive Mechanical Ventilation: Physiology Study of Airway Closure. **Pediatric Critical Care Medicine**. 26(9):e1096-e1104. 2025.

WALSH R *et al*. Bronchiolitis: evidence-based management in high-risk infants in the intensive care setting. **Pediatric Research.** 96(7):1560–1567, 2024.

9. APENDICE A - INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS

Prontuário:_____ Data de nascimento: ___/___/___
Data de Internação no Hospital: ___/___/___ Data de Alta do Hospital: ___/___/___
Data de Internação na UTIP: ___/___/___ Data de Alta da UTIP: ___/___/___
Data da Intubação: ___/___/___ Hora: _____
Data da Extubação: ___/___/___ Hora: _____
Nº TET: _____ Balão ( ) Sim ( ) Não
Peso:_____ Sexo: ( ) Fem ( ) Masc
Comorbidades: _____
Prematuridade: ( ) Não ( ) Sim: IG _____
Vírus respiratório identificado: ( ) Não ( ) Sim: Qual _____

		1ª Coleta	2ª Coleta
	Data/hora		
Variáveis do Ventilador	Modo Ventilatório		
	PIP		
	PEEP		
	Ti		
	FR		
	FiO2		
	Psuporte		
	Trigger		
	VACins		
	VACexp		
Mecânica Pulmonar medida	Ppico		
	Ppausa		
	Compl_Din		
	Compl_Est		
	Resis_Insp		
	Driving Pressure		
	Resis_Exp		
	Peep Total		
	Auto Peep		