
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

ÁREA DE TECNOLOGIAS E DESEMPENHO HUMANO

ISADORA CAFOLA VENEZIAN

**EFEITOS DE DUAS MODALIDADES VENTILATÓRIAS PARA
OBTENÇÃO DE FLOW BIAS EXPIRATÓRIO NA MECÂNICA
RESPIRATÓRIA, OXIGENAÇÃO E HEMODINÂMICA DE
PACIENTES SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO HUMANO E
TECNOLOGIAS**

ÁREA DE TECNOLOGIAS E DESEMPENHO HUMANO

**EFEITOS DE DUAS MODALIDADES VENTILATÓRIAS PARA
OBTENÇÃO DE FLOW BIAS EXPIRATÓRIO NA MECÂNICA
RESPIRATÓRIA, OXIGENAÇÃO E HEMODINÂMICA DE
PACIENTES SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA**

ISADORA CAFOLA VENEZIAN

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Humano e Tecnologias do Instituto de Biociências de Rio Claro, UNESP – Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Ricardo Pepe Ambrozin

Rio Claro - SP

2023

V458e

Venezian, Isadora Cafola

Efeitos de duas modalidades ventilatórias para obtenção do flow bias expiratório na mecânica respiratória, oxigenação e hemodinâmica de pacientes submetidos à ventilação mecânica / Isadora Cafola Venezian. -- Rio Claro, 2023

36 p. : tabs.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências, Rio Claro

Orientador: Alexandre Ricardo Pepe Ambrozin

1. Ventilação mecânica. 2. Fisioterapia. 3. Trachea intubation. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



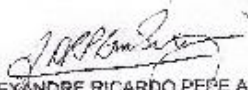
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

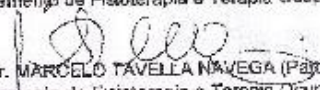
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: EFEITOS DE DUAS MODALIDADES VENTILATÓRIAS PARA OBTENÇÃO DE FLOW BIAS EXPIRATÓRIO NA MECÂNICA RESPIRATÓRIA, OXIGENAÇÃO E HEMODINÂMICA DE PACIENTES SUBMETIDOS À VENTILAÇÃO MECÂNICA

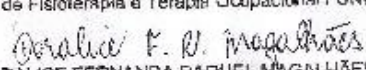
AUTORA: ISADORA CAFOLA VENEZIAN

ORIENTADOR: ALEXANDRE RICARDO PEPE AMBROZIN

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Desenvolvimento Humano e Tecnologias, área: Tecnologias nas Dinâmicas Corporais pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. ALEXANDRE RICARDO PEPE AMBROZIN (Participação Presencial)
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP


Prof. Dr. MARCELO TAVELLA NAVEGA (Participação Presencial)
Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional / UNESP - Faculdade de Filosofia e Ciências de Marília - SP


Profa. Dra. DORALICE FERNANDA RAQUEL MAGALHÃES (Participação Presencial)
FAIP / Faculdade de Ensino Superior do Interior Paulista - Marília/SP

Rio Claro, 25 de novembro de 2022

*“A todos que se foram devido a COVID-19.
Suas histórias não serão esquecidas”*

AGRADECIMENTOS

Dar vida a esse sonho em meio à pandemia trabalhando na linha de frente e lidando com medos, sobrecarga da jornada de trabalho e de brinde uma depressão foi muito difícil. Nada disso seria possível graças a várias pessoas, por isso seguem meus agradecimentos.

Agradeço o apoio de toda minha família, em especial a minha afilhada Elis, que mesmo tão pequena, recarregou minhas energias sempre que precisei com sua luz e amor. Sou grata também ao meu companheiro de vida, Caio, que foi meu porto seguro e meu suporte por todos esses anos. Não seria capaz sem ele.

Muito obrigada também a todos os colaboradores da Santa Casa de Marília pela paciência e ajuda durante a realização deste trabalho. Não poderia deixar de destacar minhas colegas de profissão Marina e Aléxia, que lutaram comigo para realização deste sonho e por muitos dias assumiram papéis de extrema importância para mim.

Por último, mas de igual importância, agradeço a todos os professores por todos os ensinamentos passados até agora e por manterem a vontade de ensinar mesmo quando muitos lutam contra a Educação pública. Em especial, agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Alexandre Ambrozin, que atuou muito além da sua função, como pai, amigo, professor, mestre e até psicólogo. Palavras nenhuma serão suficientes para agradecer tudo que já fez por mim. Obrigada pelos ensinamentos que ultrapassam a Fisioterapia e saiba que sua paixão pela área inspira muitas pessoas. Serei eternamente grata.

RESUMO

Introdução: Pacientes submetidos a ventilação mecânica (VM) podem apresentar diminuição da ventilação e acúmulo de secreção, consequentemente alteração na mecânica respiratória. A Fisioterapia utiliza o flow bias expiratório em pacientes sob VM com objetivo de deslocar a secreção no sentido cefálico, o que pode melhorar a mecânica respiratória, sem levar a alterações hemodinâmicas significativas.

Objetivos: Avaliar os efeitos de dois protocolos que visam gerar flow bias expiratório na mecânica respiratória, hemodinâmica e oxigenação de pacientes submetidos a diferentes VM.

Materiais e métodos: Pacientes sob VM foram submetidos a dois protocolos de flow bias expiratório em ordem aleatória: um protocolo volume controlado (pVCV) e outro protocolo pressão controlada (pPCV) durante 20 minutos. Após intervalo de 6 horas, os mesmos pacientes foram submetidos ao protocolo inverso. Antes e após cada aplicação dos protocolos foram coletados dados da mecânica respiratória e variáveis hemodinâmicas, além do pico de fluxo e flow bias expiratório.

Análise estatística: As variáveis foram comparadas antes e depois dos protocolos por meio do teste ANOVA One Way para dados normais e Teste de Kruskal-Wallis para dados não normais. Para análise da variação, utilizou-se Teste t e Mann-Whitney para variáveis não normais ($p < 0,05$).

Resultados: Foram avaliados 23 pacientes, sendo 10 com início no protocolo pVCV. Nas variáveis da mecânica respiratória e nas variáveis hemodinâmicas não houve diferença significativa entre os protocolos ($p > 0,05$). Entretanto, observou-se que o pico de fluxo inspiratório foi maior no pPCV e o flow bias expiratório foi significativamente maior no pVCV em ambos aparelhos ($p < 0,05$).

Conclusão: O flow bias expiratório pode ser gerado nas duas modalidades estudadas, sem alterações significativas na mecânica respiratória, hemodinâmica e oxigenação, porém em VCV o flow bias expiratório é maior, independente do ventilador.

Palavras chave: Ventilação Mecânica; Terapia Respiratória; Manuseio Das Vias Aéreas.

ABSTRACT

Introduction: Mechanically ventilated patients may present hypoventilation and secretion accumulation, thereby pulmonary mechanics alteration. Physiotherapy acts through bronchial hygiene maneuvers such as expiratory flow bias in mechanical ventilated patients in order to move secretion upwards, which contributes directly in optimized respiratory mechanics without significant hemodynamics alterations.

Objective: Evaluate the effects of two expiratory flow bias protocols in pulmonary mechanics, hemodynamics and oxygenation in mechanically ventilated patients utilizing different equipments. **Materials and methods:** Patients were randomly submitted in two protocols: one group were ventilated for 20 minutes in volume controlled mode (pVCV) and the other group were in pressure controlled mode (pPCV)

After 6 hours interval, patients received inverse protocols. Data such as pulmonary mechanics and hemodynamics were collected before and after protocols, and also peak flow and expiratory flow bias. **Statistical analysis:** Variables were compared before and after both protocols using One Way ANOVA for normal data and Kruskal-Wallis Test for non-normal data. For variation analysis, T test and Mann-Whitney test (non-normal data) were used ($p < 0,05$). **Result:** 23 patients participated from this study, thus 10 started in pVCV. There were no significant differences in hemodynamics and pulmonary mechanics data between protocols ($p > 0,05$). However, inspiratory peak flow was greater in pPCV and expiratory flow bias had significant increase in pVCV ($p < 0,05$).

Conclusion: Expiratory flow bias can be generated in both studied modalities, without presenting significant difference in pulmonary mechanics, hemodynamics and oxygenation levels, however expiratory flow bias is greater in VCV, despite the equipment.

Keywords: Mechanical Ventilation; Respiratory Therapy; Airway Management.

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	9
2. INTRODUÇÃO	10
3. OBJETIVO	14
4. MATERIAIS E MÉTODOS	15
4.1. Aspectos éticos.....	15
4.2. Critérios de inclusão de não inclusão e de exclusão	15
4.3. Caracterização da amostra	16
4.4. Avaliações	16
4.4.1. Parâmetros ventilatórios	16
4.4.2. Medida de mecânica respiratória	16
4.4.3 Avaliação hemodinâmica e de oxigenação.....	17
4.5. Protocolos de intervenção	17
4.6. Análise estatística.....	18
5. RESULTADOS.....	19
6. DISCUSSÃO	25
7. CONCLUSÃO	30
REFERÊNCIAS	31
APÊNDICE 1 – COMITÊ DE ÉTICA.....	35

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Este estudo foi realizado durante a pandemia do COVID-19, o que dificultou a padronização em relação ao perfil dos pacientes estudados. Além disso, pacientes com COVID-19 incluídos tinham diferentes níveis de gravidade da doença e em momentos diferentes da fisiopatologia da mesma. Considerando isso, foram necessários alguns ajustes em relação aos objetivos da pesquisa. O objetivo inicial era avaliar o efeito da manobra de higiene brônquica utilizando o ventilador mecânico associado a um equipamento de vibração torácica. A utilização de equipamentos de vibração em pacientes com COVID-19 não foi viável, já que durante a pandemia havia risco de contaminação cruzada dentro do ambiente hospitalar. Assim, com a finalidade de adequar a pesquisa clínica ao momento, surgiu a ideia de avaliar o efeito de diferentes modalidades ventilatórias na obtenção do flow bias em diferentes ventiladores mecânicos, pois são poucos os estudos que padronizam a utilização de protocolos para esse fim.

No momento que este segundo objetivo foi pensado também veio de encontro a situação pandêmica, ou seja, os fisioterapeutas enfrentaram alta demanda de trabalho durante a primeira onda de COVID-19, considerando que os pacientes eram muito graves e necessitavam de higienização brônquica. Assim, na busca de técnicas eficazes para higienização brônquica e que diminuíssem a clara sobrecarga de trabalho dos profissionais da fisioterapia dentro dos hospitais, surgiu essa pesquisa. Sabe-se também que a utilização de manobras manuais convencionais de higiene brônquica, como vibrocompressão manual e hiperinsuflação manual com ambu são mais desgastantes para o profissional do que o uso do próprio ventilador mecânico. Em resumo, entendemos que usar o ventilador mecânico como parte da conduta da fisioterapia pode melhorar a qualidade de atendimento, padronizar a conduta e diminuir a sobrecarga do profissional.

Diante da decisão em focar a pesquisa em pacientes com COVID-19 o projeto precisou ser reescrito e reenviado ao comitê de ética. Ao receber autorização para coleta de dados, houve diminuição de casos de COVID-19 (intervalo entre a primeira e segunda onda), foi então que direcionou-se a pesquisa para coleta em outros perfis de pacientes, o que justifica a amostra heterogênea em relação as doenças.

2 INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) consiste em ofertar suporte ventilatório a pacientes que apresentam insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, cujos objetivos são evitar ou reverter fadiga muscular respiratória, otimizar as trocas gasosas, melhorar a relação ventilação/perfusão, diminuir o consumo de oxigênio e permitir a aplicação de procedimentos terapêuticos específicos (CARVALHO; TOUFEN JUNIOR; FRANCA, 2007).

Pacientes submetidos a VM podem apresentar colapso alveolar decorrente da imobilização no leito, fraqueza muscular respiratória ou mesmo em decorrência dos próprios parâmetros ventilatórios utilizados. Além disso, a intubação orotraqueal e a oferta do gás seco e frio podem diminuir a efetividade da tosse, reduzir a atividade mucociliar, o que leva a retenção de secreção e oclusão de vias aéreas. A presença de hipoxemia, aumento do trabalho respiratório e maior risco de adquirir pneumonia associada à VM são consequência da retenção de secreção (CHAPMAN et al., 2019; OLIVEIRA; ZAGALO; CAVACO-SILVA, 2014; WALTRICK et al., 2015).

Diante de pacientes com risco de acúmulo de secreção em VM, a fisioterapia respiratória aplica técnicas com objetivo de promover a higienização brônquica. Dentre as técnicas comumente utilizadas pode se citar a drenagem postural, a vibrocompressão torácica, e hiperinsuflação manual ou com o ventilador mecânico e aspiração traqueal (GOÑI-VIGURIA et al., 2018; NTOUMENOPOULOS; BERRY; CAMPOROTA, 2014; POZUELO-CARRASCOSA et al., 2018).

A hiperinsuflação utilizando o Ventilador Mecânico (VM) consiste em ajustar os parâmetros ventilatórios para aumentar o volume inspirado, proporcionando maior retração elástica e consequentemente aumentando o fluxo expiratório, o que auxiliaria na remoção de secreção. Para que o deslocamento de secreção aconteça, o fluxo expiratório precisa ser maior que o fluxo inspiratório, sendo denominado de *Flow Bias Expiratório* (MAXWELL; ELLIS, 2003).

É comprovada a eficácia do flow bias expiratório a partir de estudos, que afirmam que, além da maior remoção de secreção, melhora da mecânica pulmonar, sendo possível reverter áreas de atelectasias pulmonar por acúmulo de secreção, sem causar efeitos prejudiciais na hemodinâmica e oxigenação de pacientes (CHAPMAN

et al., 2019; GONÇALVES et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2019; VOLPE et al., 2018). Foi comprovado que a relação entre o pico de fluxo expiratório e o pico de fluxo inspiratório igual ou superior a 1,1, ou seja, pico de fluxo expiratório maior que 10% em relação ao inspiratório, ocasiona movimentação da secreção no sentido cefálico (NTOUMENOPOULOS; SHANNON; MAIN, 2011; VOLPE et al., 2008).

O flow bias expiratório pode ser obtido na VM no modo volume controlado (VCV) aumentando o volume corrente, o que proporciona a hiperinsuflação e diminui o fluxo inspiratório com onda de fluxo quadrada. O aumento do volume corrente leva a maior distensão alveolar e, conseqüentemente, maior retração durante a expiração, o que proporciona aumento do fluxo expiratório, que associado a menor fluxo inspiratório controlado, gera flow bias expiratório (GONÇALVES et al., 2019).

Já em pacientes ventilados no modo pressão controlada (PCV) deve-se aumentar a pressão controle e o tempo inspiratório, além disso, deve-se ter atenção ao ajuste da rampa de pressão (ou "*rise time*"), já que essa altera o fluxo inspiratório. O ajuste da rampa de pressão ajuda a atingir o flow bias expiratório, uma vez que desacelera o fluxo inspiratório, apesar de não ter controle dele, e isso somado ao aumento da retração elástica pulmonar proporciona maior diferença entre os fluxos expiratórios e inspiratórios (CHAPMAN et al., 2019).

Na prática clínica, a utilização do flow bias expiratório junto ao aumento do volume corrente durante a intervenção fisioterapêutica provou ser eficaz para higiene brônquica, principalmente em pacientes que apresentam tosse ineficaz, hipersecretividade ou tendência ao acúmulo de secreção (VOLPE; AMATO, 2011).

Estudo mostrou que em pacientes ventilados no modo PRVC (Ventilação Controlada por Pressão Regulada), frequência respiratória de 8 rpm, relação I:E de 1:2, com rampa de pressão de 5% a 20% foi possível gerar flow bias expiratório associado a hiperinsuflação e foi considerado seguro e eficaz para remoção de secreção. Os autores também observaram melhora da complacência pulmonar, justificando pela capacidade dessa manobra gerar recrutamento de unidades alveolares colapsadas (CHAPMAN et al., 2019).

Outro estudo que utilizou a manobra PEEP-ZEEP no modo VCV mostrou que o fluxo expiratório é maior quando associada a manobra junto a compressão torácica se comparado apenas com a compressão torácica manual realizada por

profissionais. Entretanto o estudo constatou com o tamanho da mão e a força de preensão palmar influencia no pico de fluxo expiratório durante a compressão torácica. Além disso, a manobra utilizando o ventilador mecânico foi capaz de melhorar a complacência dinâmica e não demonstrou alterações significativas na hemodinâmica e oxigenação (AMARAL et al., 2019b).

Considerando que o modo ventilatório utilizado pode influenciar o quanto de flow bias expiratório pode-se gerar, estudo comparou três modos ventilatórios para esse fim. Assim, os autores compararam os modos Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada Ciclada a Pressão (P-SIMV), Ventilação Mandatória Intermitente Sincronizada Ciclada a Volume (V-SIMV) e PSV. Pode-se concluir que V-SIMV com volume corrente (VC) de 1000ml a 1500 ml e fluxo inspiratório de 20 l/min gera flow bias expiratório na maioria dos pacientes, que P-SIMV com tempo inspiratório de 3 segundos, Pressão Controle (PC) entre 15 a 40 cmH₂O poucos pacientes atingem o flow bias expiratório e que no modo PSV não foi possível gerar fluxo expiratório maior que o inspiratório (THOMAS, 2015).

Além de efeitos na mobilização e remoção de secreção, protocolos de higienização brônquica apresentam efeitos na hemodinâmica e na mecânica respiratória. Em estudo que utilizou técnicas de hiperinsuflação manual e compressão torácica por 30 minutos em paciente ventilados mecanicamente, observou-se diminuição da resistência de vias aéreas e melhora da saturação periférica de oxigênio (SpO₂) em até 120 minutos após a aplicação do protocolo em comparação com a realização de aspiração traqueal isolada (ROSA et al., 2007).

Já existem estudos comprovando que técnicas de higiene brônquica trazem benefícios na hemodinâmica e melhoram a mecânica respiratória devido ao aumento da complacência pulmonar dinâmica e estática e diminuição da resistência do sistema respiratório (MAA et al., 2005; MARTÍ et al., 2013; ROSA et al., 2007; SANTOS et al., 2009), porém poucos estudos testaram o efeito de protocolos flow bias expiratório na mecânica respiratória e na hemodinâmica de paciente em VM. Deve-se salientar que a demanda de trabalho da fisioterapia no ambiente intensivo é grande, que ajustes ventilatórios para gerar flow bias expiratório diminuiria o esforço físico utilizado em manobras manuais, atingindo os efeitos esperados que é a remoção de secreção (NTOUMENOPOULOS; SHANNON; MAIN, 2011). Sendo assim, traça-se a hipótese de que o aumento do fluxo expiratório pode otimizar a mecânica respiratória sem gerar

efeitos hemodinâmicos relevantes e comprovado isso mostraria que é uma manobra segura. E ainda, entendemos que a modalidade VCV é mais eficaz para tal objetivo.

3 OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa foi avaliar os efeitos de duas modalidades ventilatórias para gerar flow bias expiratório na mecânica respiratória, oxigenação e na hemodinâmica de pacientes submetidos a ventilação mecânica em dois equipamentos diferentes.

4 MATERIAIS E METODOS

4.1. Aspectos Éticos

Este estudo foi um ensaio clínico controlado randomizado do tipo cruzado, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Filosofia e Ciências da UNESP de Marília (nº 4.869.778). Os responsáveis pelos pacientes foram informados sobre a finalidade da pesquisa e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO 1) concordando com a participação na pesquisa.

4.2. Critérios de inclusão, de não inclusão e de exclusão

Foram considerados pacientes elegíveis para o estudo, aqueles internados na Unidade de Terapia Intensiva da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Marília submetidos a VM. Foram incluídos pacientes com idade igual ou superior a 18 anos, de ambos os sexos, em VM por meio de intubação orotraqueal, por no mínimo de 12 horas, sedados ou não, sincrônicos a VM (sem alterações gráficas decorrentes de desequilíbrio entre oferta e demanda ventilatória), normocárdicos (frequência cardíaca entre 60 a 100 bpm), normotensos (pressão arterial sistólica entre 110 e 139 mmHg e diastólica entre 70 e 89 mmHg) e com risco de acúmulo de secreção. O risco de acúmulo de secreção foi considerando caso o paciente apresentasse uma ou mais das seguintes condições nas últimas quatro horas prévias a inclusão no estudo: dessaturação sem causa aparente, serrilhamento na curva de fluxo/tempo do VM, secreção visível em cânula orotraqueal, ausculta pulmonar com estertores grossos e aumento da resistência de vias aéreas (AMARAL et al., 2019b).

Não foram incluídos pacientes com pneumotórax mesmo que drenado, com dreno torácico, fraturas de arcos costais, feridas abertas ou infecções de pele no tórax, ou os que apresentaram aumento da pressão intracraniana acima de 20 mmHg (CHEN; MENON; KAVANAGH, 2019; CHOPRA et al., 2021).

Foram excluídos do estudo pacientes que apresentaram agitação psicomotora durante o estudo que impediria as medidas de mecânica respiratória de serem realizadas, pacientes traqueostomizados ou com indicação para tal, pacientes que não completaram o protocolo de estudo devido extubação ou óbito.

4.3. Caracterização da Amostra

Para caracterização dos pacientes foram obtidos dados como sexo, idade, altura, peso ideal, tempo de internação hospitalar, tempo de VM, diagnóstico médico de entrada ou causa de insuficiência respiratória, principais medicações e tempo desde a última aspiração.

4.4. Avaliações

4.4.1. Parâmetros ventilatórios

Antes do início dos protocolos foram registrados os parâmetros ventilatórios. Os ventiladores mecânicos utilizados foram Bennett™ 840 (Puritan Bennett Corporation, Pleasanton, CA, USA), ou Bennett™ 980 (Covidien Inc, Mansfield, MA, USA), Hamilton® G5, ou Hamilton® Galileo (Hamilton Medical AG, Bonaduz, Switzerland) de acordo com a rotina do serviço. Foram então registrados modalidade ventilatória, Pressão Positiva Inspiratória Final (PEEP), a Fração Inspirada de Oxigênio (FiO_2), Volume Corrente (VC), Pressão Controle (PC) e Frequência Respiratória (FR).

4.4.2. Medida de Mecânica Respiratória

A avaliação da mecânica respiratória foi obtida antes e imediatamente após a aplicação dos protocolos de intervenção. Para essa avaliação os parâmetros do ventilador foram ajustados em modo VCV com volume corrente de 8 ml/kg de peso ideal (Quadro 1), onda de fluxo quadrada, fluxo de 50 l/min, pausa inspiratória de 2 segundos e frequência respiratória ajustada para obter relação inspiração:expiração de 1:2 (Ventiladores Bennett™ 840 e Bennett™ 940). Para os pacientes ventilados nos ventiladores da Hamilton® (Hamilton® G5 e Galileo) também foram colocados no modo VCV com volume corrente de 8 ml/kg de peso ideal (Quadro 1), onda de fluxo quadrada, relação inspiração:expiração de 1:2, pausa inspiratória de 20% e frequência respiratória ajustada para obter fluxo de próximo a 50 l/min. PEEP foi mantido independente do ventilador utilizado.

Quadro 1 – Fórmulas para o cálculo do peso ideal (FRANKENFIELD, 2011).

- Peso Ideal Homem = $50 + 0,91 \times (\text{altura cm} - 152,4)$
- Peso Ideal Mulher = $45,5 + 0,91 \times (\text{altura cm} - 152,4)$

4.4.3. Avaliação hemodinâmica e de oxigenação

Também antes e após a realização dos protocolos foram coletados dados hemodinâmicos e de oxigenação no monitor multiparamétrico da marca Dixtal® (Phillips Goldway Industrial Inc., Shenzhen, PR, China), sendo eles a frequência cardíaca (FC), pressão arterial sistólica (PAS), pressão arterial diastólica (PAD) e saturação periférica de oxigênio (SpO₂).

4.5. Protocolos de intervenção

Os pacientes selecionados foram submetidos aos protocolos, respeitando intervalos de seis horas entre eles, em ordem aleatória definida de acordo com lista gerada no programa Microsoft Excel® (2013), no mesmo dia. Os protocolos para gerar o flow bias expiratório foram realizados no modo PCV denominado pPCV e no modo VCV denominado pVCV.

Assim, no pVCV os pacientes foram colocados no modo VCV com VC chegando a 10 ml/kg do peso ideal, relação I:E de 1:2, padrão de onda de fluxo quadrada e frequência respiratória de 15 rpm.

No pPCV os pacientes foram colocados em PCV, com PC suficiente para alcançar VC de 10 ml/kg do peso ideal ou até Pressão de Pico atingir 40 cmH₂O, relação I:E de 1:2, frequência respiratória de 15 rpm, rampa de pressão em 200 milissegundos no VM Hamilton®. Para os pacientes ventilados no Bennett™ a PC foi regulada da mesma forma, a rampa de pressão colocada em 30%, tempo inspiratório suficiente para manter relação I:E de 1:2 e a frequência respiratória regulada em 15 rpm.

Os valores de PEEP e FiO₂ não foram alterados em nenhum momento do estudo.

Os protocolos foram mantidos por 20 minutos e logo após foi realizada aspiração traqueal com sonda de número 12, conectada ao sistema de vácuo.

4.6 Análise Estatística

As características gerais da amostra são apresentadas em média $\pm$ desvio padrão (variáveis contínuas) e em valor absoluto (porcentagem) (variáveis categóricas). Os dados foram testados quanto a normalidade ou não utilizando o Teste de *Shapiro-Wilk* e de acordo com o resultado apresentados em média $\pm$ desvio padrão (dados normais) e mediana e quartil 25 – 75% (dados não-normais).

A comparação das variáveis antes e após cada protocolo foi feita utilizando o teste de *ANOVA One Way* (PAS e PAD, Cest, Rwa) ou Teste de Kruskal-Wallis (FC, SpO₂, Cdin).

O pico de fluxo inspiratório (PFI) e expiratório (PFE), e o flow bias expiratório (PFE/PFI) foram comparados entre protocolos por meio do Teste t não pareado ou Teste Mann-Whitney dependendo da normalidade dos dados.

Por fim, a variação obtida entre antes e depois de cada protocolo para todas as variáveis também foram comparadas utilizando Teste t não pareado (dados normais) ou Teste Mann-Whitney (dados não normais).

Todas as análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SigmaSTAT® (3.5), sempre considerando significância de 5%.

5 RESULTADOS

Atingiram os critérios de inclusão no estudo 31 pacientes, sendo que oito foram excluídos (três por agitação, dois foram a óbito entre os protocolos, um tinha indicação de traqueostomia que foi realizada entre os protocolos e dois foram extubados antes do final do estudo), totalizando assim 23 pacientes incluídos no estudo (Figura 1).

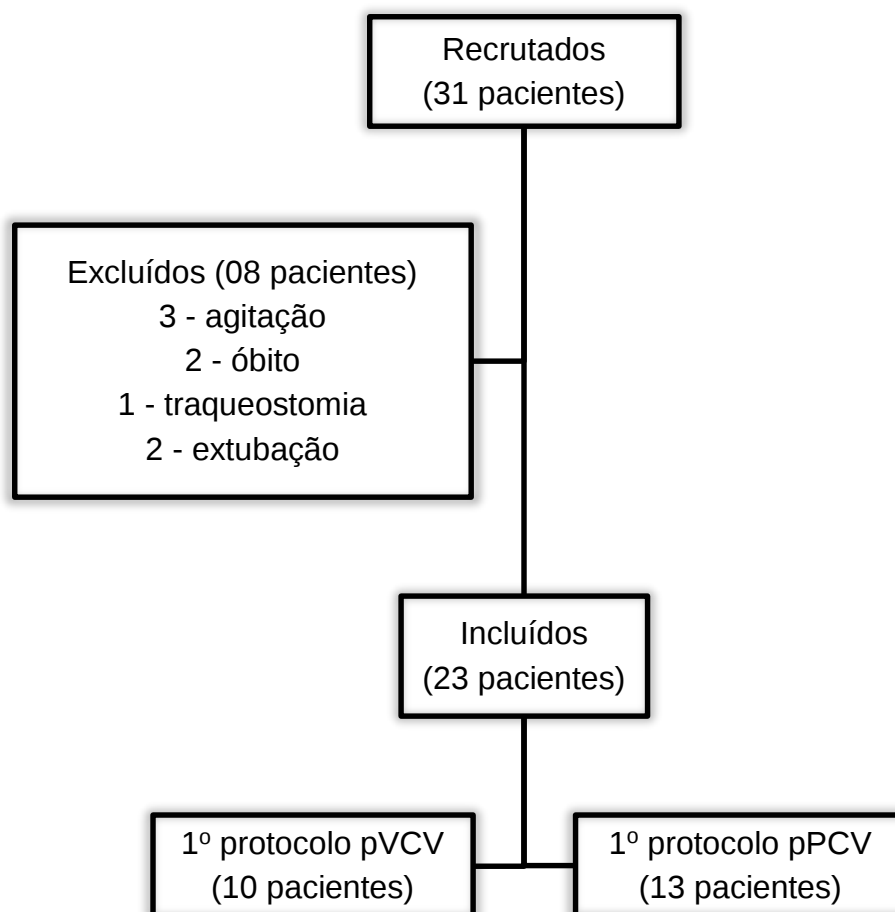


Figura 1: Organograma com pacientes incluídos e excluídos no estudo

Participaram do estudo 23 pacientes, dos quais 7 (30%) do sexo feminino e 16 (70%) do sexo masculino. De acordo com a aleatorização, 10 (43,5%) pacientes iniciaram o estudo pelo protocolo pVCV e 13 (56,5%) no pPCV (Figura 1).

Todos os pacientes aqui estudados tinham mais que 48 anos, o paciente mais velho tinha 85 anos e todos tinham pelo menos 48 horas de VM. A maioria tinha como diagnóstico que levou a VM o COVID-19 (30,4%), seguido de pacientes em pós-operatório (26,1%) e paciente neurológicos (21,7%) e depois outras causas. Outros dados de caracterização da amostra são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização gerais dos 23 pacientes estudados

Variáveis	Média ± desvio padrão
Idade (anos)	67,17 ±10,20
Altura (cm)	168,26 ± 8,30
Peso Ideal (kg)	63,34 ± 8,66
Tempo internação hospitalar (dias)	6,08 ± 4,38
Tempo de VM (dias)	4,60 ± 2,72
Medicação	n (%)
Sedação	17 (74)
Bloqueador neuromuscular	6 (26)
Causa da IRag	
COVID-19	7 (30,4)
Pós-operatório	6 (26,1)
AVE	5 (21,7)
Sepse	1 (4,4)
Cardiopatía	2 (8,7)
Insuficiência Renal Crônica	2 (8,7)

AVE: Acidente Vascular Encefálico; cm: centímetros; IRag: Insuficiência respiratória aguda; kg: quilogramas.

Os pacientes estavam ventilados a maioria em modos pressóricos, sendo 39% em PCV e 39% em P-SIMV, 13% em ASV e somente 8% em VCV. Os parâmetros ventilatórios e mecânica respiratória inicial são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Caracterização de dados e parâmetros ventilatórios dos pacientes

Modo Ventilatório	n (%)
PCV	9 (39)
VCV	2 (8)
P-SIMV	9 (39)
ASV	3 (13)
Parâmetro Ventilatório	Média ± desvio padrão
PEEP (cmH ₂ O)	9,04 ± 2,56

FiO ₂ (%)	45,86 ± 22,44
VC (ml)	515 ± 49,5
PC (cmH ₂ O)	14,33 ± 3,18
FR (rpm)	17,6 ± 3,56
Última aspiração (h)	5,17 ± 0,93
Mecânica respiratória	Média ± desvio padrão
Cest (ml/cmH ₂ O)	43,30 ± 15,50
Cdin (ml/cmH ₂ O)	20,49 ± 5,16
Rwa (cmH ₂ O//s)	15,55 ± 6,12

ASV: Ventilação por Suporte Adaptativo; Cest: Complacência estática; Cdin: Complacência dinâmica; cmH₂O//s: centímetros de água por litros por segundo; FiO₂: Fração inspirada de oxigênio; h: horas; ml: mililitros. ml/cmH₂O: mililitros por centímetros de água; PCV: Ventilação com ciclagem a pressão; PEEP: Pressão Inspiratória Positiva Final; P-SIMV: Ventilação mandatória intermitente sincronizada ciclada a pressão; rpm: respirações por minuto; Rwa: Resistência da via aérea; VCV: Ventilação com ciclagem a volume.

Na tabela 3 são apresentadas as variáveis da mecânica respiratória em ambos momentos dos protocolos, sendo que as mudanças que ocorreram não foram estatisticamente significativas ($p > 0,05$). Apesar disso, pode-se observar aumento da complacência estática e diminuição da resistência da via aérea após a aplicação dos protocolos.

Tabela 3. Mecânica respiratória antes e depois dos protocolos de estudo

	pVCV		pPCV	
	Antes	Depois	Antes	Depois
Cest^a (ml/cmH ₂ O)	44,17 ± 13,77	46,02 ± 22,49	44,41 ± 14,00	45,90 ± 15,14
Cdin^b (ml/cmH ₂ O)	23,47 [17,83 - 24,53]	22,91 [19,11 - 26,29]	21,20 [18,35 - 24,88]	23,00 [19,70 - 27,00]
Rwa^a (cmH ₂ O//s)	14,81 ± 5,50	12,93 ± 3,65	14,71 ± 4,59	12,20 ± 3,20

^a: dados média e desvio padrão; ^b: dados em mediana [25-75%]; Cest: Complacência estática; Cdin: Complacência dinâmica; cmH₂O//s: centímetros de água por litros por segundo; ml/cmH₂O: mililitros por centímetros de água; Rwa: Resistência da via aérea.

Do ponto de vista das variáveis hemodinâmicas e de oxigenação pode-se observar que os protocolos são seguros pois não houve mudanças significativas ($p>0,05$) destas variáveis (Tabela 4).

Tabela 4. Variáveis hemodinâmicas antes e depois dos protocolos de estudo

	pVCV		pPCV	
	Antes	Depois	Antes	Depois
PAS (mmHg)^α	135,73 ± 19,38	145,47 ± 25,52	138,52 ± 27,34	142,87 ± 22,58
PAD (mmHg)^α	70,69 ± 10,86	74,73 ± 13,51	68,43 ± 13,36	73,30 ± 13,21
FC (bpm)^β	87,00 [66 - 90,75]	83,00 [68 - 89,50]	82,00 [73,75 - 91]	87,00 [73,50 - 89,75]
SpO₂ (%)^β	97,00 [94,25 - 98,00]	97,00 [94,00 - 98,75]	97,00 [95,25 - 98,00]	96,00 [94,00 - 98,75]

^α: dados média e desvio padrão; ^β: dados em mediana [25-75%]; bpm: Batimentos por minuto; FC: Frequência Cardíaca; mmHg: milímetros de mercúrio; PAD: Pressão arterial diastólica; PAS: Pressão arterial sistólica; SpO₂: Saturação periférica de oxigênio. $p>0,05$.

A figura 2 mostra que o flow bias expiratório foi obtido nas duas modalidades estudadas porém foi melhor no pVCV ($p<0,001$).

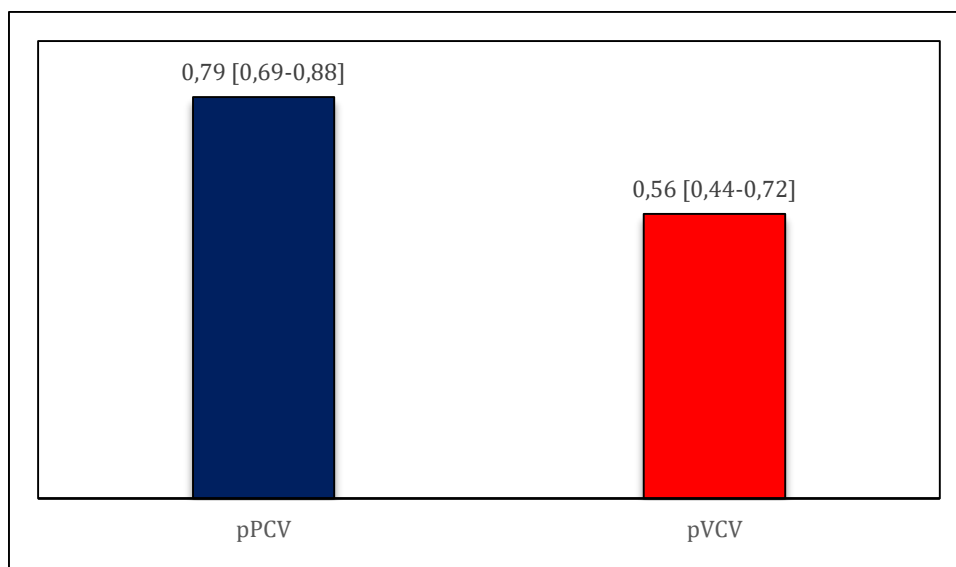


Figura 2: Flow bias expiratório nos dois protocolos de estudo ($p < 0,001$)

A tabela 5 apresenta os valores de PFI e PFE, além do flow bias expiratório na aplicação dos protocolos nos equipamentos utilizados. Houve diferença significativa no PFI no protocolo pVCV no ventilador mecânico da Hamilton® ($p < 0,001$) e no ventilador mecânico da Bennett™ ($p = 0,015$). Já no pPCV o PFI ($p = 0,024$) e o PFE ($p = 0,011$) foram maiores no ventilador da Hamilton®, em comparação com o da Bennett™. Os valores de flow bias expiratório foram maiores nos pVCV independente do ventilador (Hamilton®: $p = 0,014$; Bennett™: $p = 0,006$).

Tabela 5. Picos de fluxo e flow bias expiratório nos protocolos e nos dois diferentes equipamentos

	VM Hamilton®		VM Bennett™	
	pVCV	pPCV	pVCV	pPCV
PFI (l/min)^α	32,38 ± 9,08*	45,38 ± 8,07&	26,20 ± 4,89*	36 ± 10,40
PFE (l/min)^α	58,46 ± 17,70	62,07 ± 16,61&	46,30 ± 11,35	44,60 ± 12,26
Flow bias exp^β	0,51 [0,42 - 0,65]*	0,76 [0,65 - 0,87]	0,59 ± 0,15*	0,81 ± 0,16

*: $p < 0,05$ entre protocolos diferentes no mesmo ventilador; &: $p < 0,05$ entre o mesmo protocolo e os ventiladores diferentes; ^α: dados média e desvio padrão; ^β: dados em mediana [25-75%]; l/min: litros por minuto. PFE: Pico de Fluxo Expiratório; PFI: Pico de Fluxo Inspiratório.

A tabela 6 apresenta a variação da mecânica respiratória entre os protocolos, mostrando que não houve diferença significativa entre eles ($p>0,05$).

Tabela 6. Comparação da variação da mecânica respiratória entre os protocolos

	pVCV	pPCV	p
ΔCest^β	0,00 [-3,37 – 4,04]	4,92 [-4,68 – 8,09]	0,225
ΔCdin^α	0,93 ± 2,61	2,25 ± 3,07	0,124
ΔRwa^α	-1,87 ± 4,30	-2,50 ± 4,54	0,634

^α: dados média e desvio padrão; ^β: dados em mediana [25-75%]; Δ : variação; Cest: Complacência estática; Cdin: Complacência dinâmica; Rwa: Resistência da via aérea.

Também não houve alterações significativas do ponto de vista estatístico nas variáveis hemodinâmicas e de oxigenação entre os protocolos ($p<0,05$), como mostra a tabela 7.

Tabela 7. Comparação da variação dos efeitos hemodinâmicos e de oxigenação entre os protocolos

	pVCV	pPCV	p
ΔPAS^α	9,73 ± 21,27	4,34 ± 17,54	0,354
ΔPAD^β	3 [0 - 8]	3 [-2,25 – 8,50]	0,869
ΔFC^β	-1 [-4,50 – 3,75]	1 [-3,75 – 5,75]	0,620
ΔSpO₂^α	0,13 ± 1,57	-0,69 ± 1,52	0,077

^α: dados média e desvio padrão; ^β: dados em mediana [25-75%]; Δ : variação; FC: Frequência Cardíaca; PAD: Pressão arterial diastólica; PAS: Pressão arterial sistólica; SpO₂: Saturação periférica de oxigênio.

6 DISCUSSÃO

Este estudo mostrou que a obtenção do flow bias expiratório ocorre nas duas modalidades ventilatórias estudadas (VCV e PCV) considerando a razão maior que 10% (VOLPE et al., 2008), independente do ventilador mecânico. Além disso, os dois protocolos foram seguros, pois não geraram alterações hemodinâmicas e cardíacas significativas. E, apesar de alterar a mecânica respiratória positivamente, também não foi de forma significativa.

Alguns estudos mostram que o ventilador mecânico como recurso terapêutico ainda é subutilizado pelos fisioterapeutas no Brasil e no mundo (NTOUMENOPOULOS et al., 2018). Sabe-se que 100% dos fisioterapeutas incluem na sua terapia a aspiração e que somente 30% utilizam a VM como técnica de higienização (NTOUMENOPOULOS et al., 2019) com a justificativa de que a aspiração traqueal é mais eficiente na prática clínica (MATILDE et al., 2018). Um estudo que comparou a drenagem postural isolada com a drenagem postural associada a hiperinsuflação no ventilador mecânico mostrou efeitos positivos na mecânica respiratória e na remoção de secreção (LEMES; ZIN; GUIMARAES, 2009). Considerando esse cenário, os resultados aqui apresentados são importantes e ajudam dar maior embasamento à atuação do fisioterapeuta em pacientes submetidos a VM.

A população aqui estudada foi muito heterogênea em relação às doenças estudadas, o que influencia na mecânica respiratória. A maioria dos pacientes estudados tinham diagnóstico de COVID-19 (30,4%), a qual é uma doença que leva a alteração da complacência pulmonar, já que atinge o interstício pulmonar (GATTINONI et al., 2021), porém deve-se ressaltar que estava no início da doença considerando o tempo médio de VM. Por outro lado, 21,7% dos pacientes estudados foram internados e necessitaram de VM por alterações neurológicas, que primariamente não levaria a alterações de mecânica respiratória (ROBBA et al., 2019; ZHOU et al., 2019). Além disso, os pacientes em pós-operatório (26,1%) eram pacientes da neurocirurgia que apresentam características semelhantes a pacientes com AVE.

Outra consideração a respeito dos pacientes com COVID-19 é que esse podem apresentar inflamação em vias aéreas, justificando o aumento da resistência das vias

aéreas e edema intersticial no momento da avaliação, porém pelo tempo de VM pode se inferir que ainda apresentam pouco acúmulo de secreção (GATTINONI et al., 2020).

Outro aspecto relevante para a avaliação da mecânica respiratória é o tempo de VM, já que sabe-se que este tem relação direta com as alterações na mecânica respiratória (URNER et al., 2020). Apesar do pouco tempo de VM nesse estudo (4,60 dias) as medidas de mecânica respiratória já se apresentavam diminuídas em relação as referências de normalidade (BARBAS et al., 2013). Porém, se considerarmos complacência estática normalizada pelo peso predito, ou seja, 43,3 ml/cmH₂O (Cest média) dividido por 63,34 kg (peso predito médio), esse valor está acima de 60% o que é considerado normal de acordo com o peso predito (DEANS et al., 2005; XIE et al., 2017).

Quando consideramos o modo ventilatório e os parâmetros ventilatórios iniciais, a maioria dos pacientes eram ventilados em PCV ou em SIMV-PCV, com volumes próximos a 8 ml/kg e fração de oxigênio de 45%. Assim, podemos inferir que os pacientes aqui avaliados tinham condições respiratórias boas, já que parte já estava em modo de desmame ventilatório (SIMV-PCV) (DE GODOI et al., 2021), mesmo a maioria tendo diagnóstico de COVID-19, os pacientes não estavam em ventilação protetora (VC entre 4 e 6 ml/kg) (GOLIGHER et al., 2020) e tinham trocas gasosas relativamente boas já que usavam em média baixas frações de oxigênio (DE GODOI et al., 2021).

Diante das características da população aqui estudada pode-se observar que os efeitos da técnica de flow bias expiratório na mecânica respiratória foi de melhorar as complacências e a resistência da via aérea, porém de forma não significativa. Tais resultados podem ser justificados ainda pela pouca alteração da mecânica no início dos protocolos e também por que o pouco tempo de VM não levaram a aumento da resistência e nem diminuição da complacência (URNER et al., 2020).

Corroborando com o presente estudo, outro artigo que utilizou as duas modalidades ventilatórias aqui utilizadas na obtenção do flow bias expiratório também observou que no VCV o flow bias é melhor e que não observaram alteração na mecânica respiratória (AMARAL et al., 2019a).

Estudo que utilizou a hiperinsuflação no ventilador mecânico em VCV, com tempo inspiratório longo e portanto fluxo baixo, associado a pausa inspiratória mostrou que a complacência estática aumenta e mantem-se acima dos valores iniciais até 60 minutos após a terapia (SIKKA, 2016). No nosso estudo tanto a população estudada como o protocolo diferiam do estudo citado. O protocolo aqui apresentado utilizou 10 ml/kg e fluxo para relação de 1:2, enquanto o estudo de Sikka (2016) utilizou VC para limitar a pressão de pico em 40 cmH₂O e fluxo obtido por frequência de 6 rpm e pausa inspiratória de 20%. Mesmo o estudo citado não apresentando o fluxo exato, devido a baixa frequência respiratória utilizada, pode-se concluir que provavelmente o fluxo foi inferior ao desse trabalho.

Outro estudo também realizado em pacientes com lesão pulmonar aguda mostrou que o tempo inspiratório na modalidade PCV interfere diretamente na complacência pulmonar, sendo que tempos inspiratórios superiores a 1,5 segundo levam a diminuição da complacência (CASETTI; BARTLETT; HIRSCHL, 2002). No nosso estudo, o tempo inspiratório do protocolo PCV foi de 1,33 segundo, e esse tempo não levou a alterações significativas na complacência pulmonar.

Ainda buscando entender os resultados do flow bias expiratório na mecânica respiratória, deve-se considerar que o protocolo não foi somente composto pelo flow bias, ou seja, todos os pacientes foram aspirados logo após o tempo de intervenção. Considerando que o volume pulmonar diminui de forma significativa imediatamente após a aspiração e permanece diminuído até 30 minutos depois do procedimento (BUREY et al., 2022), isso justificaria a não melhora das variáveis estudadas.

Os protocolos aplicados mostraram não interferir de forma significativa nos sinais vitais. A SpO₂ manteve-se estável antes e após o protocolo, possivelmente porque já estavam em valores considerados ideais. Estudo mostrou que pacientes em VM submetidos a técnicas de higienização brônquica melhoram a SpO₂, porém em pacientes cuja medida inicial da SpO₂ eram menores (DIAS et al., 2011).

Para realização dos protocolos aqui testados houve necessidade de aumentar o VC e a PC durante tempo prolongado, o que pode gerar alterações hemodinâmicas, ou seja, o aumento da pressão intratorácica leva a maior resistência vascular pulmonar e diminuição do retorno venosos. Além disso, a pressão positiva pode diminuir a pré-carga cardíaca, que tem como consequência diminuição do volume de

ejeção e assim do débito cardíaco (ZHOU et al., 2019). Apesar dos protocolos utilizados aumentarem a pressão intratorácica, não houve mudanças na pressão arterial. Isso pode ter ocorrido pois além das mudanças ventilatórias, o protocolo era composto de aspiração endotraqueal no final, o que aumenta a FC e altera para mais a PA (LINDGREN et al., 2004).

No presente estudo o flow bias expiratório foi significativo independente da modalidade utilizada e ventilador utilizado, porém em VCV, tanto a razão do pico inspiratório pelo expiratório, como a diferença entre eles foi maior na modalidade VCV. Em estudo que comparou as modalidades VCV, PCV e PSV na obtenção do flow bias expiratório, a modalidade VCV com fluxo 20 l/min e o modo PSV foram superiores na sua obtenção (RIBEIRO et al., 2019). Assim como, em estudo que cujo objetivo era avaliar o efeito da manobra PEEP-ZEEP no fluxo expiratório, também a modalidade VCV foi a que permitiu melhor obtenção do flow bia (OLIVEIRA et al., 2019).

Os resultados aqui apresentados ainda mostraram que o pico de fluxo difere dependendo do ventilador mecânico utilizado, especialmente no pPCV. Esse achado pode estar relacionado a rampa de pressão, já que os dois ventiladores aqui testado utilizam a rampa de pressão em porcentagem do tempo inspiratório (Bennett™) e outro em milésimo de segundo (Hamilton®). Sabe que no modo PCV não há controle do fluxo, já que nesse modo o fluxo é livre e desacelerado, mesmo não controlando o fluxo, a rampa de pressão e consequentemente a forma que ela é ajustada pode interferir no fluxo gerado (BARBAS et al., 2013).

Algumas limitações podem ser apontadas a partir dos resultados aqui apresentados. Em ambiente de terapia intensiva no intervalo entre os protocolos não pode-se ter controle das intervenções que ocorreram nesse período, ou seja, se o paciente foi sedado, se foi aspirado ou outros procedimentos como banho que podem alterar a função respiratória podem influenciar os resultados (BUREY et al., 2022). Outro ponto que deve ser considerado em futuros estudos é a padronização da PEEP já que essa interfere diretamente na complacência pulmonar (SAVIAN; PARATZ; DAVIES, 2006). Deve-se ainda realizar novos estudos com população mais homogênea, utilizando protocolos que testem o uso do flow bias expiratório e a aspiração, atentando-se para que o protocolo seja mantido por algum tempo após a aspiração, buscando assim reverter os efeitos da aspiração. E finalmente, ainda não

é claro qual tempo que o protocolo deve ser aplicado, assim estudos que testem o efeito do tempo de aplicação do protocolo podem ser benéficos para prática clínica.

7 CONCLUSÃO

Podemos concluir que o flow bias expiratório obtido tanto no modo PCV como no modo VCV não alteram de forma significativa a mecânica respiratória, oxigenação e a hemodinâmica de pacientes submetidos a ventilação mecânica. Pode observar também que o flow bias foi melhor no modo VCV independente do ventilador utilizado. E que, apesar de diferentes picos de fluxo inspiratórios e expiratórios serem obtidos nos dois ventiladores aqui estudados, o flow bias expiratório não diferiu entre eles.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, B. L. R. et al. Effects of ventilation mode and manual chest compression on flow bias during the positive end- and zero end-expiratory pressure manoeuvre in mechanically ventilated patients: a randomised crossover trial. **Physiotherapy (United Kingdom)**, 2019.
- BARBAS, C. S. V. et al. Diretrizes Brasileiras de Ventilação Mecânica. **Versão eletrônica oficial – Amib e SBPT**, p. 132, 2013.
- BUREY, J. et al. Impact of nursing care on lung functional residual capacity in acute respiratory distress syndrome patients. **Nursing in Critical Care**, v. 27, n. 5, p. 652–657, 15 set. 2022.
- CARVALHO, C. R. R. DE; TOUFEN JUNIOR, C.; FRANCA, S. A. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 33, n. suppl 2, p. 54–70, jul. 2007.
- CASETTI, A. V; BARTLETT, R. H.; HIRSCHL, R. B. Increasing inspiratory time exacerbates ventilator-induced lung injury during high-pressure/high-volume mechanical ventilation. **Critical care medicine**, v. 30, n. 10, p. 2295–9, out. 2002.
- CHAPMAN, R. L. et al. Effect of inspiratory rise time on sputum movement during ventilator hyperinflation in a test lung model. **Physiotherapy**, v. 105, n. 2, p. 283–289, jun. 2019.
- CHEN, H.; MENON, D. K.; KAVANAGH, B. P. Impact of Altered Airway Pressure on Intracranial Pressure, Perfusion, and Oxygenation. **Critical Care Medicine**, v. 47, n. 2, p. 254–263, fev. 2019.
- CHOPRA, A. et al. Pneumothorax in critically ill patients with COVID-19 infection: Incidence, clinical characteristics and outcomes in a case control multicenter study. **Respiratory Medicine**, v. 184, p. 106464, ago. 2021.
- DE GODOI, T. B. et al. Influence of ventilatory strategies on outcomes and length of hospital stay: assist-control and synchronized intermittent mandatory ventilation modes. **Internal and Emergency Medicine**, v. 16, n. 2, p. 409–418, 17 mar. 2021.
- DEANS, K. J. et al. Mechanical ventilation in ARDS: One size does not fit all. **Critical care medicine**, v. 33, n. 5, p. 1141–3, maio 2005.
- DIAS, C. M. et al. Efetividade e segurança da técnica de higiene brônquica: hiperinsuflação manual com compressão torácica. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 23, n. 2, p. 190–198, 2011.
- FRANKENFIELD, D. Validation of an Equation for Resting Metabolic Rate in Older Obese, Critically Ill Patients. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 35, n. 2, p. 264–269, 4 mar. 2011.
- GATTINONI, L. et al. COVID-19 pneumonia: different respiratory treatments for different phenotypes? **Intensive Care Med**, v. 46, p. 1099–1102, 2020.
- GATTINONI, L. et al. COVID-19 pneumonia: pathophysiology and management. **European Respiratory Review**, v. 30, n. 162, p. 210138, 31 dez. 2021.
- GOLIGHER, E. C. et al. Lung- and Diaphragm-Protective Ventilation. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 202, n. 7, p. 950–961, 1 out. 2020.

GONÇALVES, J. D. S. P. DA R. et al. Impacts in the Respiratory Mechanics of the Ventilator Hyperinsufflation in the Flow Bias Concept: a Narrative Review. **Journal of Health Sciences**, v. 21, n. 3, p. 250, 24 set. 2019.

GOÑI-VIGURIA, R. et al. Fisioterapia respiratoria en la unidad de cuidados intensivos: Revisión bibliográfica. **Enfermería Intensiva**, v. 29, n. 4, p. 168–181, out. 2018.

LEMES, D. A.; ZIN, W. A.; GUIMARAES, F. S. Hyperinflation using pressure support ventilation improves secretion clearance and respiratory mechanics in ventilated patients with pulmonary infection: a randomised crossover trial. **The Australian journal of physiotherapy**, v. 55, n. 4, p. 249–54, jan. 2009.

LINDGREN, S. et al. Effectiveness and side effects of closed and open suctioning: an experimental evaluation. **Intensive Care Medicine**, v. 30, n. 8, p. 1630–1637, 24 ago. 2004.

MAA, S.-H. et al. Manual Hyperinflation Improves Alveolar Recruitment in Difficult-to-Wean Patients. **Chest**, v. 128, n. 4, p. 2714–2721, out. 2005.

MARTÍ, J. D. et al. Effects of Manual Rib Cage Compressions on Expiratory Flow and Mucus Clearance During Mechanical Ventilation. **Critical Care Medicine**, v. 41, n. 3, p. 850–856, mar. 2013.

MATILDE, I. N. E. et al. Bronchial hygiene techniques in patients on mechanical ventilation: what are used and why? **Einstein (São Paulo)**, v. 16, n. 1, 23 abr. 2018.

MAXWELL, L. J.; ELLIS, E. R. The effect of circuit type, volume delivered and “rapid release” on flow rates during manual hyperinflation. **Australian Journal of Physiotherapy**, v. 49, n. 1, p. 31–38, 2003.

NTOUMENOPOULOS, G. et al. Secretion clearance strategies in Australian and New Zealand Intensive Care Units. **Australian Critical Care**, v. 31, n. 4, p. 191–196, 1 jul. 2018.

NTOUMENOPOULOS, G. et al. Indicators of Airway Secretion Weight in Mechanically Ventilated Subjects. **Respiratory Care**, v. 64, n. 11, p. 1377–1386, nov. 2019.

NTOUMENOPOULOS, G.; BERRY, M.; CAMPOROTA, L. Effects of manually-assisted cough combined with postural drainage, saline instillation and airway suctioning in critically-ill patients during high-frequency oscillatory ventilation: a prospective observational single centre trial. **Physiotherapy Theory and Practice**, v. 30, n. 5, p. 306–311, 15 jul. 2014.

NTOUMENOPOULOS, G.; SHANNON, H.; MAIN, E. Do Commonly Used Ventilator Settings for Mechanically Ventilated Adults Have the Potential to Embed Secretions or Promote Clearance? **Respiratory Care**, v. 56, n. 12, p. 1887–1892, dez. 2011.

OLIVEIRA, A. C. O. et al. Effects of manual chest compression on expiratory flow bias during the positive end-expiratory pressure-zero end-expiratory pressure maneuver in patients on mechanical ventilation. **Jornal brasileiro de pneumologia : publicacao oficial da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia**, v. 45, n. 3, p. e20180058, 11 mar. 2019.

OLIVEIRA, J.; ZAGALO, C.; CAVACO-SILVA, P. Prevention of ventilator-associated pneumonia. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 20, n. 3, p. 152–161, maio 2014.

POZUELO-CARRASCOSA, D. P. et al. Multimodality respiratory physiotherapy reduces mortality but may not prevent ventilator-associated pneumonia or reduce length of stay in the intensive care unit: a systematic review. **Journal of Physiotherapy**, v. 64, n. 4, p. 222–228, 2018.

RIBEIRO, B. S. et al. Selecting the best ventilator hyperinflation technique based on physiologic markers: A randomized controlled crossover study. **Heart & Lung**, v. 48, n. 1, p. 39–45, jan. 2019.

ROBBA, C. et al. Mechanical ventilation in patients with acute ischaemic stroke: from pathophysiology to clinical practice. **Critical care (London, England)**, v. 23, n. 1, p. 388, dez. 2019.

ROSA, F. K. DA et al. Comportamento da mecânica pulmonar após a aplicação de protocolo de fisioterapia respiratória e aspiração traqueal em pacientes com ventilação mecânica invasiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 2, p. 170–175, jun. 2007.

SANTOS, F. R. A. DOS et al. Efeitos da compressão torácica manual versus a manobra de PEEP-ZEEP na complacência do sistema respiratório e na oxigenação de pacientes submetidos à ventilação mecânica invasiva. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 21, n. 2, p. 155–161, jun. 2009.

SAVIAN, C.; PARATZ, J.; DAVIES, A. Comparison of the effectiveness of manual and ventilator hyperinflation at different levels of positive end-expiratory pressure in artificially ventilated and intubated intensive care patients. **Heart & Lung**, v. 35, n. 5, p. 334–341, 1 set. 2006.

SIKKA, G. Comparison of the Effect of Manual and Ventilator Hyperinflation on Static Lung Compliance in Mechanically Ventilated Patients with Pulmonary Acute Lung Injury/ ARDS. **Journal of Anesthesia & Critical Care: Open Access**, v. 5, n. 4, 24 ago. 2016.

THOMAS, P. J. The Effect of Mechanical Ventilator Settings during Ventilator Hyperinflation Techniques: A Bench-Top Analysis. **Anaesthesia and Intensive Care**, v. 43, n. 1, p. 81–87, 1 jan. 2015.

URNER, M. et al. Time-varying intensity of mechanical ventilation and mortality in patients with acute respiratory failure: a registry-based, prospective cohort study. **The Lancet Respiratory Medicine**, v. 8, n. 9, p. 905–913, set. 2020.

VOLPE, M. S. et al. Ventilation patterns influence airway secretion movement. **Respiratory Care**, v. 53, n. 10, p. 1287–1294, 2008.

VOLPE, M. S. et al. Effects of manual hyperinflation, clinical practice versus expert recommendation, on displacement of mucus simulant: A laboratory study. **PLOS ONE**, v. 13, n. 2, p. e0191787, 12 fev. 2018.

VOLPE, M. S.; AMATO, M. B. P. Is It Time to Monitor Flow Bias During Mechanical Ventilation? **Respiratory Care**, v. 56, n. 12, p. 1970–1971, 1 dez. 2011.

WALTRICK, R. et al. Comparison between a clinical diagnosis method and the surveillance technique of the Center for Disease Control and Prevention for identification of mechanical ventilator-associated pneumonia. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 27, n. 3, 2015.

XIE, J. et al. The effects of low tidal ventilation on lung strain correlate with respiratory system compliance. **Critical care (London, England)**, v. 21, n. 1, p. 23,

2017.

ZHOU, L. et al. High positive end expiratory pressure levels affect hemodynamics in elderly patients with hypertension admitted to the intensive care unit: a prospective cohort study. **BMC pulmonary medicine**, v. 19, n. 1, p. 224, nov. 2019.

APÊNDICE 1 - COMITÊ DE ÉTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O(a) Sr.(a) _____, neste ato representado por mim, _____, RG: _____, está sendo convidado a participar de um estudo denominado **“Efeitos de dois protocolos de flow bias expiratório na mecânica respiratória, hemodinâmica e quantidade de secreção em pacientes submetidos a ventilação mecânica”**, cujos objetivos e justificativas são verificar os efeitos de dois protocolos de ajustes dos parâmetros ventilatórios na mecânica respiratória, hemodinâmica e higiene brônquica de pacientes sob ventilação mecânica.

A participação no referido estudo será no sentido de ser submetido a alguns ajustes dos parâmetros do ventilador mecânico por 30 minutos e ter as medidas de mecânica respiratória e sinais vitais registradas antes e depois do procedimento, além da pesagem da quantidade de secreção aspirada após o procedimento, duas vezes ao dia, por 5 dias.

Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, é possível esperar alguns benefícios para o meu representado, tais como remoção da secreção das vias aéreas, melhora na mecânica respiratória e diminuição no risco de ocorrer pneumonia.

Recebi, por outro lado, os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos e riscos decorrentes do estudo, levando-se em conta que é uma pesquisa, e os resultados positivos ou negativos somente serão obtidos após a sua realização. Podem ocorrer alterações na hemodinâmica, porém médicos estão disponíveis 24 horas no ambiente de pesquisa, e será prescrita alguma medicação para controle, caso necessário.

Estou ciente de que a sua privacidade será respeitada, ou seja, seu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, o (a) identificar, será mantido em sigilo.

Também fui informado de que pode haver recusa à participação no estudo, bem como pode ser retirado o consentimento a qualquer momento, sem precisar haver justificativa, e de que, ao sair da pesquisa, não haverá qualquer prejuízo à assistência que vem recebendo.

Os pesquisadores envolvidos com o referido projeto são a Fisioterapeuta Isadora

Cafola Venezian (Mestranda pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Rio Claro, e fisioterapeuta da Irmandade Santa Casa de Misericórdia de Marília) e Dr. Alexandre Ricardo Pepe Ambrozini (Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - Campus de Marília – Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional) e com eles poderei manter contato pelo telefone (14) 99902-9574 e e-mail (isacaven@hotmail.com).

É assegurada a assistência do meu representado durante toda a pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências.

Enfim, tendo sido orientado quanto ao teor de todo o aqui mencionado e compreendido a natureza e o objetivo do estudo, autorizo a participação do meu representado na referida pesquisa, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, pela participação.

Marília, ____ de _____ de ____.

(Assinatura do representante legal do paciente da pesquisa)

(Isadora Cafola Venezian)