



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA

LÍLIAN ROCHA DE SOUSA

**ASSOCIAÇÃO DO PICO DE FLUXO DA TOSSE E PRESSÕES RESPIRATÓRIAS  
MÁXIMAS NO SUCESSO DA EXTUBAÇÃO: REVISÃO  
SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

SÃO CARLOS - SP

2024



LÍLIAN ROCHA DE SOUSA



**ASSOCIAÇÃO DO PICO DE FLUXO DA TOSSE E PRESSÕES RESPIRATÓRIAS  
MÁXIMAS NO SUCESSO DA EXTUBAÇÃO: REVISÃO  
SISTEMÁTICA E METANÁLISE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fisioterapia, área de concentração: Fisioterapia e Desempenho Funcional.

Orientador: Prof. Dr. Maurício Jamami.

SÃO CARLOS

2024



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS**

Centro de Ciências Biológicas e da Saúde  
Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia

---

**Folha de Aprovação**

---

Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Lillian Rocha de Sousa, realizada em 29/11/2024.

**Comissão Julgadora:**

Prof. Dr. Mauricio Jamami (UFSCar)

Profa. Dra. Adriana Sanches Garcia de Araujo (UFSCar)

Prof. Dr. Bruno Martinelli (USC)

O Relatório de Defesa assinado pelos membros da Comissão Julgadora encontra-se arquivado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia.

## DEDICATÓRIA

---

*Dedico esta dissertação aos meus pais, principalmente à minha mãe Olga, que foi minha maior incentivadora. E dedico, ainda, ao meu professor orientador Maurício Jamami.*

## AGRADECIMENTOS

---

*Agradeço primeiramente a Deus e à Nossa Senhora, por nunca terem me desamparado e por terem atendido a todos os meus pedidos de força e coragem para que eu conseguisse chegar até aqui.*

*Aos meus pais Olga e Leir, ao meu irmão Roquêned e à minha sobrinha Paola. O apoio e a torcida incondicionais de vocês foram o meu maior “combustível” para seguir em frente.*

*Aos meus amigos Nathália Fontes e Bruno, que acompanharam de pertinho toda minha trajetória e estiveram sempre muito entusiasmados na torcida pela minha vitória. Um agradecimento especial à Thaís Michelato, colega de mestrado que se tornou uma grande amiga. Sem ela eu não teria chegado ao fim deste ciclo! Aos demais amigos, meu muito obrigada.*

*Agradeço ao meu namorado Rodrigo por toda paciência e carinho.*

*Agradeço à Kelly por todo auxílio com a estatística.*

*E agradeço imensamente ao meu professor e orientador Maurício Jamami por toda paciência e criatividade quando pensei que tudo estava perdido. Sua experiência foi importantíssima para conclusão desta etapa.*

## EPÍGRAFE

---

*“A vontade de se preparar deve ser maior que a vontade de vencer.”*

*Bob Knight*

## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO.....</b>	<b>8</b>
<b>CONTEXTUALIZAÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>13</b>
<b>ARTIGO.....</b>	<b>15</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>MÉTODOS.....</b>	<b>18</b>
Estratégia de busca.....	18
Critérios de elegibilidade .....	19
Seleção dos estudos.....	19
Avaliação da qualidade e viés de publicação.....	20
Análise estatística.....	20
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
Estratégia de busca.....	21
Características dos estudos incluídos.....	22
Avaliação da qualidade dos estudos incluídos.....	23
Análises.....	24
Análise da idade dos indivíduos no sucesso da extubação.....	26
Análise da pressão expiratória máxima no sucesso da extubação.....	27
Análise da pressão inspiratória máxima no sucesso da extubação.....	28
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>30</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>32</b>

## **PREFÁCIO**

A presente dissertação está inserida na linha de pesquisa em Fisioterapia Cardiorrespiratória e Fisiologia do Exercício do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de São Carlos (PPG-Ft da UFSCar) e foi desenvolvida sob a orientação do professor Doutor Maurício Jamami.

A originalidade da dissertação é explícita quando a literatura aponta que há uma taxa considerável de reintubação entre os pacientes em ventilação mecânica nos Centros de Terapia Intensiva no Brasil, e, ainda, que esse fato aumenta a mortalidade nessa população. Sendo assim, diante da necessidade de se investigar estratégias que auxiliem no manejo e decisão clínica da extubação, a fim de se evitar reintubações, a mestrandia se propôs a analisar se a força muscular respiratória relaciona-se com as medidas de pico de fluxo da tosse no desfecho da extubação. Após um levantamento na literatura já publicada, foi possível observar que ambas as variáveis, em conjunto, podem influenciar no desfecho da extubação, sendo possível explorá-las dessa forma, por meio de uma revisão sistemática com metanálise, como propõe esta dissertação.

Durante o período de desenvolvimento do projeto de pesquisa a aluna desenvolveu as seguintes atividades:

### **A- ARTIGO SUBMETIDO**

MICHELATO, T. H. P.; ARAÚJO, T. A.; **ROCHA, L. S.**; CLEBER, F.; JAMAMI, M. Efeitos da Terapia de Fotobiomodulação de Corpo Inteiro avaliado por meio da dispneia, fadiga muscular de membros inferiores e desempenho funcional nos testes de sentar e levantar de 1 minuto e teste de marcha estacionária de 2 minutos de indivíduos com DPOC”, submetido no periódico Journal of Biophotonics, 2024.

### **B- RESUMOS APRESENTADOS**

MICHELATO, T. H. P.; SANTOS, A. C. V.; **ROCHA, L. S.**; ROCHA, F. C.; DI LORENZO, V. A. P.; CLEBER, F.; JAMAMI, M. Avaliação do desempenho no TME2’ após sessão única de fotobiomodulação em pacientes com DPOC: Estudo piloto. Evento: XXIX Simpósio de Fisioterapia da UFSCar. Local: São Carlos – SP. Ano: 2023.

MICHELATO, T. H. P.; ARAÚJO, T. A.; **ROCHA, L. S.**; CLEBER, F.; JAMAMI, M. Fotobiomodulação de corpo inteiro e pacientes com DPOC: Avaliação dos sintomas e desempenho no teste de marcha estacionária de 2 Minutos. Evento: XXI Simpósio Internacional de Fisioterapia Respiratória, Cardiovascular e Terapia Intensiva Local: Brasília- DF. Ano: 2024.

### **C- PARTICIPAÇÃO EM SIMPÓSIO**

XXIX Simpósio de Fisioterapia da UFSCar. Local: São Carlos – SP, 2023.

**O link para o currículo Lattes e ORCID da mestranda estão disponíveis a seguir:**

Currículo Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0443836082396813>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8260-1429>

Para o público de forma geral, podemos sintetizar que o principal objetivo dessa dissertação foi observar, por meio de uma revisão sistemática, como o pico de fluxo da tosse e a força muscular respiratória se associam no desfecho dos pacientes intubados internados nos Centros de Terapia Intensiva (CTIs). Podendo, assim, orientar a decisão clínica de extubar ou não, de modo a reduzir as extubações realizadas indevidamente, e, a longo prazo, podendo reduzir também as taxas de reintubações e de mortalidade por reintubação.

## CONTEXTUALIZAÇÃO

O suporte ventilatório por meio da ventilação mecânica invasiva (VMI) é um recurso frequentemente utilizado como intervenção de suporte à vida de pacientes críticos. No entanto, a VMI é frequentemente acompanhada por complicações como pneumonia, atelectasia, pneumotórax, dentre outras. Portanto, o tempo de VMI deve ser o mais breve possível (ALMEIDA; LOPES; GUIMARÃES, 2020).

Assim, o desmame, um processo gradual de retirada do paciente da VMI que representa quase 40% do tempo que o paciente passa submetido a ela, que envolve uma série de fatores, culminando na retirada da via aérea artificial (evento chamado de extubação), deve ser iniciado assim que o paciente apresentar um quadro clínico favorável (SILVA-CRUZ *et al.*, 2018).

No entanto, apesar dos fatores considerados no processo do desmame e nos profissionais envolvidos para que isso aconteça, Thille *et al.* (2019) relatam uma prevalência de aproximadamente 10% a 15% de falha na extubação, havendo então, necessidade de reintubação dentro de horas ou dias após uma extubação. Em pacientes de alto risco essa taxa pode ultrapassar 20%. Além disso, a falha na extubação relaciona-se diretamente a um aumento no tempo de VMI, a uma maior necessidade de traqueostomia, custos médicos elevados e a um aumento na taxa de mortalidade de 25% a 50%. Sendo assim, surge a necessidade de investigar estratégias com o objetivo de evitar a reintubação (TORRINI *et al.*, 2021).

Para isso, alguns parâmetros e fatores causais são utilizados com o objetivo de evitar a reintubação e facilitar o processo de extubação, dentre eles estão a Escala de Coma de Glasgow (ECG) > 8, saturação arterial de oxigênio > 90%, sucesso no Teste de Respiração Espontânea (TRE), capacidade de proteção das vias aéreas, pico de fluxo de tosse e pressões respiratórias máximas (ALVES *et al.*, 2021).

Em condições fisiológicas, a tosse é um reflexo de defesa das vias aéreas (VAs) controlado pelo córtex cerebral, capaz de promover a eliminação de secreção das VAs e proteção contra aspiração de corpos estranhos. Este reflexo é composto primeiramente pela fase inspiratória, na qual há uma inspiração rápida e profunda, em seguida, na fase de compressão, há o fechamento da glote e ocorre o aumento da pressão intrapleural pela contração da musculatura expiratória. E por fim, na fase expiratória, a glote se abre, levando a um intenso, alto e veloz fluxo de ar, capaz de expelir secreções contidas no trato respiratório, gerando o som característico da tosse (RODRIGUES; GALVÃO, 2017).

Na ausência deste reflexo, há a retenção de secreções pulmonares, predispondo o indivíduo a infecções do trato respiratório, atelectasias e danos respiratórios. Portanto, estimular uma tosse eficaz em pacientes ventilados mecanicamente, bem como considerá-la

como um importante fator no ato de extubação, são itens de relevância a fim de se evitar a reintubação.

Em condições fisiológicas, a musculatura respiratória é constantemente ativada para gerar um volume corrente adequado para suprir as necessidades pulmonares, e é ativada, ainda, quando há tosse. No entanto, em pacientes submetidos à VMI, essa musculatura deixa de ser recrutada constantemente, por conta dos sedativos administrados e da condição patológica que os levaram à VM, assim, os pulmões ficam dependentes da assistência da ventilação mecânica. Sabe-se que esse processo está diretamente relacionado à fraqueza da musculatura respiratória, frequentemente associada ao desfecho de reintubação (BAPTISTELLA *et al.*, 2018 e WERLE *et al.*, 2014).

A literatura descreve uma clara relação entre o sucesso na extubação e tosse eficaz, no entanto, não há um consenso quanto ao método e instrumento utilizados. O estudo prospectivo, observacional e preditivo de Almeida, Lopes, Guimarães (2020) comparou o valor preditivo de três manobras de pico de fluxo de tosse (PFT) (tosse voluntária, tosse involuntária pelo estímulo com cateter, e involuntária por estímulo com solução salina) na previsão do resultado da extubação em 81 indivíduos cooperativos ventilados mecanicamente concluiu que não há diferença significativa entre as manobras, aferida por meio de um espirômetro portátil. Esses autores também aferiram, previamente à extubação, as pressões respiratórias máximas (Pressão Inspiratória Máxima - PImax e Pressão Expiratória Máxima - PEmax), as quais representam medidas referentes à força muscular respiratória, por meio de um manovacuômetro previamente calibrado (M120 *Healthcare*; São Paulo, Brasil), e concluíram que os indivíduos com sucesso na extubação obtiveram valores mais elevados de PImax e PEmax. Entretanto, os autores não avaliaram se houve relação entre o PFT, pressões respiratórias máximas e o desfecho da extubação.

Já o ensaio clínico randomizado de Duan *et al.* (2014), que comparou o PFT voluntário e PFT involuntário (por meio de estímulo com solução salina) em 106 indivíduos cooperativos ventilados mecanicamente permitiu concluir que o PFT voluntário, aferido com espirômetro portátil, foi melhor que o PFT involuntário, para prever o sucesso na extubação programada em indivíduos cooperativos.

O estudo observacional prospectivo de Hong *et al.* (2022), após dois anos observando uma população de 215 indivíduos portadores de doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) ventilados mecanicamente com extubação programada, permitiu concluir que a tosse fraca está associada ao aumento da mortalidade, independente do método de aferição, que neste caso, foi o PFT voluntário aferido por meio de espirômetro portátil e PFT voluntário avaliado por meio

do questionário *Semiquantitative Cough Strength Score* (SCSS). A revisão de Duan; Zhang; Song (2021) mostra que em 17 estudos que mediram o PFT voluntário e 6 que mediram o PFT involuntário, que o PFT involuntário tinha um poder preditivo maior que o PFT voluntário, avaliado por meio de diferentes instrumentos de medida (espirômetros portáteis de diferentes modelos, questionário SCSS, e o *White Card Test* - teste do cartão branco - WCT).

O ensaio clínico de Bach, Saporito (1996) que avaliou o PFT por meio do instrumento *Peak Flow Meter* (modelo *HealthScan Inc; Cedar Grove, NJ*) em 37 pacientes ventilados mecanicamente diagnosticados com doença neuromuscular, concluiu que o método é capaz de prever o sucesso na extubação ou decanulação desses pacientes, associando tal evento com valores de PFT iguais ou superiores a 160L/min.

Diante do exposto, identificamos a necessidade de investigar se a força muscular respiratória associa-se com as medidas de PFT, e se estas são preditoras isoladamente ou em conjunto, da extubação. Após uma busca prévia nas bases de dados eletrônicas, observou-se que a partir dos estudos pré-existentes na literatura, existe a possibilidade desta investigação ser feita por meio de uma revisão sistemática sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M.; LOPES, A. J.; GUIMARÃES, F. S. Cough peak flow to predict the extubation outcome: comparison between three cough stimulation methods. **Canadian Journal of Respiratory Therapy**, [S.L.], v. 56, [S.N.], p. 58-64, 20 nov. 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7678950/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

ALVES, C. O. A. *et al.* Fatores de risco associados com falha de extubação em uma unidade de terapia intensiva de trauma. **Assobrafir Ciência**, [S.L.], v. 12, p. 43-313, 2021. Disponível em: <https://assobrafirciencia.org/article/10.47066/2177-9333.AC.2020.0020/pdf/assobrafir-12-e43313.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2023.

BACH, J. R.; SAPORITO, L. R. Criteria for extubation and tracheostomy tube removal for patients with ventilatory failure. A different approach to weaning. **Chest**, [S.L.], [S.V.], [S.N.], dez. 1996.

BAPTISTELLA, A. R. *et al.* Predictive factors of weaning from mechanical ventilation and extubation outcome: a systematic review. **Journal of Critical Care**, [S.L.], v. 48, p. 56-62, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jcrc.2018.08.023>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883944118304210?via%3Dihub>. Acesso em: 30 abr. 2024.

DUAN, J. *et al.* Voluntary is better than involuntary cough peak flow for predicting reintubation after scheduled extubation in cooperative subjects. **Respiratory Care**, [S.L.], v. 59, n. 11, p. 1643-1651, ago. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25140034/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

DUAN, J.; ZHANG, X.; SONG, J. Predictive power of extubation failure diagnosed by cough strength: a systematic review and meta-analysis. **Critical Care**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 57-70, out. 2021. Disponível em: <https://ccforum.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13054-021-03781-5#citeas>. Acesso em: 02 dez. 2023.

HONG, Y. *et al.* Weak cough is associated with increased mortality in COPD patients with scheduled extubation: a two-year follow-up study. **Respiratory Research**, [S.L.], v. 23, n. 1, p. 2-8, jun. 2022.

RODRIGUES, Mateus de Sousa; GALVÃO, Ivan Martins. Aspectos fisiopatológicos do reflexo da tosse: uma revisão de literatura. **Revista de Medicina**, [S.L.], v. 96, n. 3, p. 172, 2017.

SILVA-CRUZ, A. L. *et al.* Risk factors for extubation failure in the intensive care unit. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 294-300, 2018. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbti/a/D7F9p9QTRfbSQCY7WYjdNrq/?lang=en&format=pdf>. Acesso em: 02 dez. 2023.

THILLE, A. W. *et al.* Effect of postextubation high-flow nasal oxygen with noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen alone on reintubation among patients at high risk of extubation failure. **Jama**, [S.L.], v. 322, n. 15, p. 1465, out. 2019. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6802261/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

TORRINI, F. *et al.* Prediction of extubation outcome in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. **Critical Care**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 35-56, nov. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34782003/>. Acesso em: 02 dez. 2023.

WERLE, R. W. *et al.* Análise da força muscular respiratória, pico de tosse reflexa e tempo de ventilação mecânica em pacientes com e sem disfagia. **Assobrafir Ciência**, São Paulo, v. 2, n. 5, p. 11-24, ago. 2014. Disponível em: <https://assobrafirciencia.org/article/5de0106b0e8825562d4ce1d5/pdf/assobrafir-5-2-11.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2024.

## ARTIGO

### PICO DE FLUXO DA TOSSE E PRESSÕES RESPIRATÓRIAS MÁXIMAS NA PREVISÃO DA EXTUBAÇÃO: REVISÃO SISTEMÁTICA COM METANÁLISE

Lílian Rocha de Sousa<sup>1</sup>, Thais Helena de Paula Michelato<sup>1</sup>, Kelly Pereira de Lima <sup>2</sup>, Maurício Jamami<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de pós-graduação em Fisioterapia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos (SP), Brasil;

<sup>2</sup> Universidade Federal do Piauí, Teresina (PI), Brasil.

#### RESUMO

**Introdução:** A ventilação mecânica invasiva (VMI) é crucial para pacientes com insuficiência respiratória aguda, e o seu uso prolongado pode levar a complicações. O processo de desmame e extubação devem ocorrer assim que possível, pois quando há falha, tem-se aumento no custo e na mortalidade. A fraqueza muscular respiratória está associada à VMI prolongada, o que torna a força muscular respiratória e a eficácia da tosse, importante fatores a serem considerados na extubação. Portanto, é necessário investigar a relação entre a força muscular respiratória e as medidas de pico de fluxo da tosse (PFT) para prever os desfechos da extubação.

**Objetivos:** Realizar uma revisão sistemática da literatura, para investigar se a força muscular respiratória relaciona-se com as medidas de PFT, e se estas são preditoras em conjunto ou isoladamente, no desfecho da extubação. **Métodos:** A busca cobriu as seguintes bases de dados: PubMed, Web of Science, SciELO e LILACS. Foi utilizado o *pacote metafor* no *software* estatístico *R Project 3.6.2* para conduzir uma metanálise com efeitos fixos e aleatórios. As variáveis de interesse foram analisadas separadamente, obtendo-se um *forest plot* para cada variável, onde foi possível observar sua influência sobre o PFT. A heterogeneidade residual entre os estudos foi medida por  $\tau^2$  e a proporção de variabilidade foi definida pela estatística  $I^2$  de Higgins. **Resultados:** A estratégia de busca identificou 1.167 artigos e após a seleção dos estudos, 3 artigos foram incluídos nesta revisão. Foi observado que as variáveis idade, P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub> não influenciaram significativamente no PFT daqueles indivíduos que obtiveram sucesso na extubação. **Conclusão:** As variáveis força muscular respiratória e PFT não se mostraram significativamente relacionadas entre si, nem em conjunto, no desfecho da extubação. O PFT, por si só, é capaz de prever o sucesso na extubação. As análises indicam a

necessidade de mais estudos para aprimorar a precisão das estimativas e entender os fatores que influenciam o sucesso da extubação em pacientes em ventilação mecânica.

**Palavras-chave:** Pico de fluxo expiratório; Tosse; Extubação; Ventilação mecânica; Pressões respiratórias máximas; Desmame.

### ABSTRACT

Invasive mechanical ventilation (IMV) is crucial for patients with acute respiratory failure, and its prolonged use can lead to complications. The weaning and extubation process should occur as soon as possible, because when there is failure, there is an increase in cost and mortality. Respiratory muscle weakness is associated with prolonged IMV, which makes respiratory muscle strength and cough effectiveness important factors to be considered in extubation. Therefore, it is necessary to investigate the relationship between respiratory muscle strength and cough peak flow measures (CPF) to predict the outcomes of extubation. To conduct a systematic review of the literature, to investigate whether respiratory muscle strength is related to CPF measures, and whether these are predictive together or alone, in the outcome of extubation. The search covered the following databases: PubMed, Web of Science, SciELO and LILACS. The metaphor package was used in the statistical software R Project 3.6.2 to conduct a meta-analysis with fixed and random effects. The variables of interest were analyzed separately, obtaining a forest plot for each variable, where it was possible to observe its influence on the CPF. The residual heterogeneity between the studies was measured by  $\tau^2$  and the proportion of variability was defined by Higgins'  $I^2$  statistic. The search strategy identified 1167 articles and after the selection of the studies, 3 articles were included in this review. It was observed that the variables age, Maximum Inspiratory Pressure (MIP) and Maximum Expiratory Pressure (MEP) did not significantly influence the CPF of those individuals who were successful in extubation. The variables respiratory muscle strength and CPF were not significantly related to each other, nor together, in the extubation outcome. The CPF, by itself, is able to predict success in extubation. The analyzes indicate the need for more studies to improve the accuracy of the estimates and understand the factors that influence the success of extubation in patients on mechanical ventilation.

**Key-words:** Peak expiratory flow; Cough; Extubation; Mechanical ventilation; Maximum respiratory pressures; Weaning.

## INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica invasiva (VMI) oferece suporte à vida do indivíduo que, por algum motivo, apresenta quadro de insuficiência respiratória aguda (IRA) e o seu uso prolongado pode ocasionar pneumonia associada à ventilação (PAV), atelectasia, fraqueza muscular adquirida (FMA), fraqueza da musculatura respiratória, pneumotórax, diminuição da sua capacidade de proteção das vias aéreas (VAs) superiores, dentre outras. Sendo assim, dentro do processo de assistência ao paciente crítico, a retirada da VM é prioridade. A tomada de decisão para a extubação é um processo complexo porque repercutirá no sucesso ou não, e determinará a evolução do paciente. <sup>(1)</sup>

Quando a VMI não é mais necessária para manutenção da vida do paciente, a extubação, evento que consiste na retirada da via aérea artificial da traqueia do indivíduo, começa a ser planejada. No entanto, apesar dos fatores considerados nesse processo e nos profissionais envolvidos para que isso aconteça, autores relatam uma prevalência de aproximadamente 10% a 15% de falha na extubação, havendo então, necessidade de reintubação dentro de 48 horas após uma extubação. Em pacientes de alto risco essa taxa pode ultrapassar 20% <sup>(2)</sup>. Além disso, a falha na extubação relaciona-se diretamente ao aumento no tempo de VMI, maior necessidade de traqueostomia, custos médicos elevados e aumento na taxa de mortalidade de 25% a 50%. Sendo assim, surge a necessidade de investigar estratégias de avaliação com o objetivo de evitar a reintubação. <sup>(3)</sup>

Na tentativa de que a extubação seja um sucesso e o indivíduo não precise retornar para o tubo, o profissional responsável por essa conduta avalia uma série de critérios, dentre eles, a causa, que levou à intubação, deve estar controlada ou resolvida. Além disso, o indivíduo deve apresentar pontuação maior ou igual a oito na Escala de Coma de Glasgow (ECG), nenhuma ou baixa dose de sedativos,  $FiO_2 < 40\%$  e precisa obter sucesso no teste de respiração espontânea (TRE). O profissional pode avaliar ainda a capacidade de proteção das VA, o pico de fluxo expiratório, as pressões respiratórias máximas e o volume de secreção pulmonar. <sup>(4, 5)</sup>

A VMI por tempo prolongado, imobilidade e infecções do sistema cardiorrespiratório são fatores frequentemente associados à fraqueza muscular respiratória de pacientes intubados, que por sua vez, é constantemente associada à falha na extubação, o que torna a Pressão Inspiratória Máxima (PI<sub>max</sub>) e a Pressão Expiratória Máxima (PE<sub>max</sub>) fatores consideráveis na decisão da extubação. <sup>(6)</sup>

No processo da tosse, repetidas forças de cisalhamento são aplicadas às VAs, capazes de desalojar a secreção das paredes das VAs, movendo-a através do centro do fluxo de ar das VAs. Quando acontece um pico de tosse, a secreção é movida em direção à saída das VAs. Esse mecanismo é capaz de manter o movimento da secreção em direção à abertura das VAs, evitando que a secreção seja realocada à parede das VAs. <sup>(7)</sup>

Quando não há eventos de tosse, por exemplo, em indivíduos intubados que possuem comprometimento nessa função, há a retenção de secreções pulmonares, predispondo o indivíduo a infecções do trato respiratório, atelectasias e danos respiratórios. Portanto, considerar os mecanismos envolvidos para efetivação da tosse eficaz (força muscular expiratória, pico de fluxo expiratório e pico de fluxo de tosse), em pacientes ventilados mecanicamente, é fator importante para a tomada de decisão para a extubação.

Um estudo prospectivo, observacional e preditivo, que comparou o valor preditivo de três manobras de pico de fluxo de tosse (PFT) (tosse voluntária, tosse involuntária pelo estímulo com cateter, e involuntária por estímulo com solução salina) na previsão do resultado da extubação em 81 indivíduos cooperativos ventilados mecanicamente concluiu que não há diferença significativa entre as manobras, aferidas por meio de um espirômetro portátil. Esses autores também aferiram, previamente à extubação, a P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub>, que reaperentam medidas referentes à força muscular respiratória, por meio de um manovacuômetro previamente calibrado (M120 *Healthcare*; São Paulo, Brasil), e concluíram que os indivíduos com sucesso na extubação obtiveram valores mais elevados de P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub>. Os autores não avaliaram se houve relação entre o PFT, pressões respiratórias máximas e o desfecho da extubação. <sup>(1)</sup>

Essa revisão sistemática com metanálise tem como objetivo realizar uma revisão da literatura nas bases de dados por meio de estudos já publicados para investigar se a força muscular respiratória relaciona-se com as medidas de PFT, e se estas são preditoras em conjunto ou isoladamente, no desfecho da extubação

## MÉTODOS

Esta revisão sistemática seguiu os critérios pré-estabelecidos pelo *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses* (PRISMA) <sup>(9)</sup>. O protocolo de estudo foi submetido ao *International Prospective Register of Systematic Reviews* (PROSPERO), sendo aprovado sob o número CRD42023491444.

Os autores desta revisão sistemática declaram não existir conflito de interesse.

## **Estratégia de busca**

Nesta revisão, foram incluídos estudos publicados nas seguintes bases de dados: PubMed, Web of Science, SciELO e LILACS. O intervalo de tempo da publicação dos estudos não foi pré-determinado.

Para definição dos termos de busca foi realizada uma busca exploratória entre os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e *Medical Subject Headings* (MeSH), no intuito de identificar as palavras-chave frequentemente referidas em artigos da área. Dessa forma, em associação com operadores booleanos, os termos de busca utilizados nessa revisão ficaram definidos em: *cough and peak expiratory flow rate; cough and airway extubation; peak expiratory flow rate and airway extubation; cough and mechanical ventilation and peak expiratory flow rate; peak expiratory flow rate and airway extubation and mechanical ventilation; maximal respiratory pressures and airway extubation; peak expiratory flow rate and airway extubation and maximal respiratory pressures; maximal respiratory pressures and cough and mechanical ventilation; maximal inspiratory pressure or maximal expiratory pressure and airway extubation and peak expiratory flow rate*. A mesma combinação de palavras foi utilizada em todas as bases de dados.

## **Critérios de elegibilidade**

Foram incluídos na revisão estudos observacionais longitudinais e transversais, e ensaios clínicos, randomizados ou não, que avaliaram o PFT e a P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub> em indivíduos com idade igual ou superior a 18 anos, de ambos os sexos, intubados em VMI, que estivessem aptos à extubação, independente do instrumento de aferição utilizado (para ambas as variáveis), e que fizessem alguma relação entre o PFT e P<sub>Imax</sub> e P<sub>E<sub>max</sub></sub> e o desfecho da extubação. Os estudos selecionados foram aqueles publicados nos idiomas inglês, português ou espanhol.

## **Seleção dos estudos**

A escolha dos estudos foi realizada por meio do consenso de dois revisores, e no caso de discordância, um terceiro foi acionado para desempate. Em ambas as situações, os revisores foram cegos e independentes. Para realizar tais fases da busca e extração de dados, foi utilizada uma ferramenta computacional online gratuita *Rayyan* <sup>(10)</sup>. As fases de busca estão descritas no fluxograma (Figura 1), disponibilizado gratuitamente, em formato editável de Word, pela plataforma PRISMA.

Os artigos foram classificados pelo título e resumo e os que não foram considerados pertinentes de acordo com os critérios de inclusão, foram excluídos. Também foram excluídos os artigos duplicados nas bases de dados, bem como anais de congressos, de conferências, dentre outros.

Os resumos selecionados tiveram seus textos recuperados por completo para leitura na íntegra e aquisição dos dados.

### **Avaliação da qualidade e viés de publicação**

Utilizamos o sistema *Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies* (QUADAS-2) para avaliar a qualidade metodológica e o risco de viés dos estudos incluídos. Essa ferramenta compreende quatro domínios que apresentam as principais fontes de viés, são eles: seleção de pacientes; teste índice; padrão/teste de referência; fluxo dos pacientes e tempo dos testes índice e de referência. Todos eles são avaliados em termos de risco de viés e os três primeiros domínios também são avaliados em termos de preocupações em relação à aplicabilidade. <sup>(11)</sup>

### **Análise estatística**

Na análise de metanálise tradicional, focamos em uma medida de resultado por estudo para formar uma estimativa combinada. Neste caso, o sucesso da extubação (Sucesso\_exTOT) é especificamente o desfecho de interesse.

Foi utilizado o pacote *metafor* no *software R Project* versão 3.6.2 <sup>(12)</sup> para realizar uma metanálise de efeito fixo e aleatório.

A quantidade de heterogeneidade residual (variância não explicada) entre os estudos é representada por  $\tau^2$  (*tau-squared*). Um  $\tau^2$  alto indica que há muita variabilidade entre os estudos que não é explicada pelos moderadores incluídos no modelo. E tau (raiz quadrada de  $\tau^2$ , ( $\sqrt{\tau^2}$ )), que é uma medida da variabilidade residual entre os estudos em unidades do resultado. Um alto valor de tau indica que há muita variabilidade entre os estudos. Sendo que, valores próximos a 0 indicam baixa heterogeneidade, enquanto valores maiores sugerem maior variação entre os estudos.

A proporção da variabilidade total observada nos resultados dos estudos, devido à heterogeneidade residual, foi calculada por meio da estatística  $I^2$  de Higgins. Um  $I^2$  de 0% a 25% pode ser considerada ideal; 25% a 50% pode representar baixa heterogeneidade residual; 50% a 75% pode representar heterogeneidade residual moderada, e 75% a 100% pode representar alta heterogeneidade residual. <sup>(13)</sup>

O fator de inflação da variabilidade devido à heterogeneidade residual é representado por  $H^2$ . Um  $H^2$  de 1 indica que toda a variabilidade é devida ao erro amostral, enquanto valores maiores indicam mais variabilidade residual.

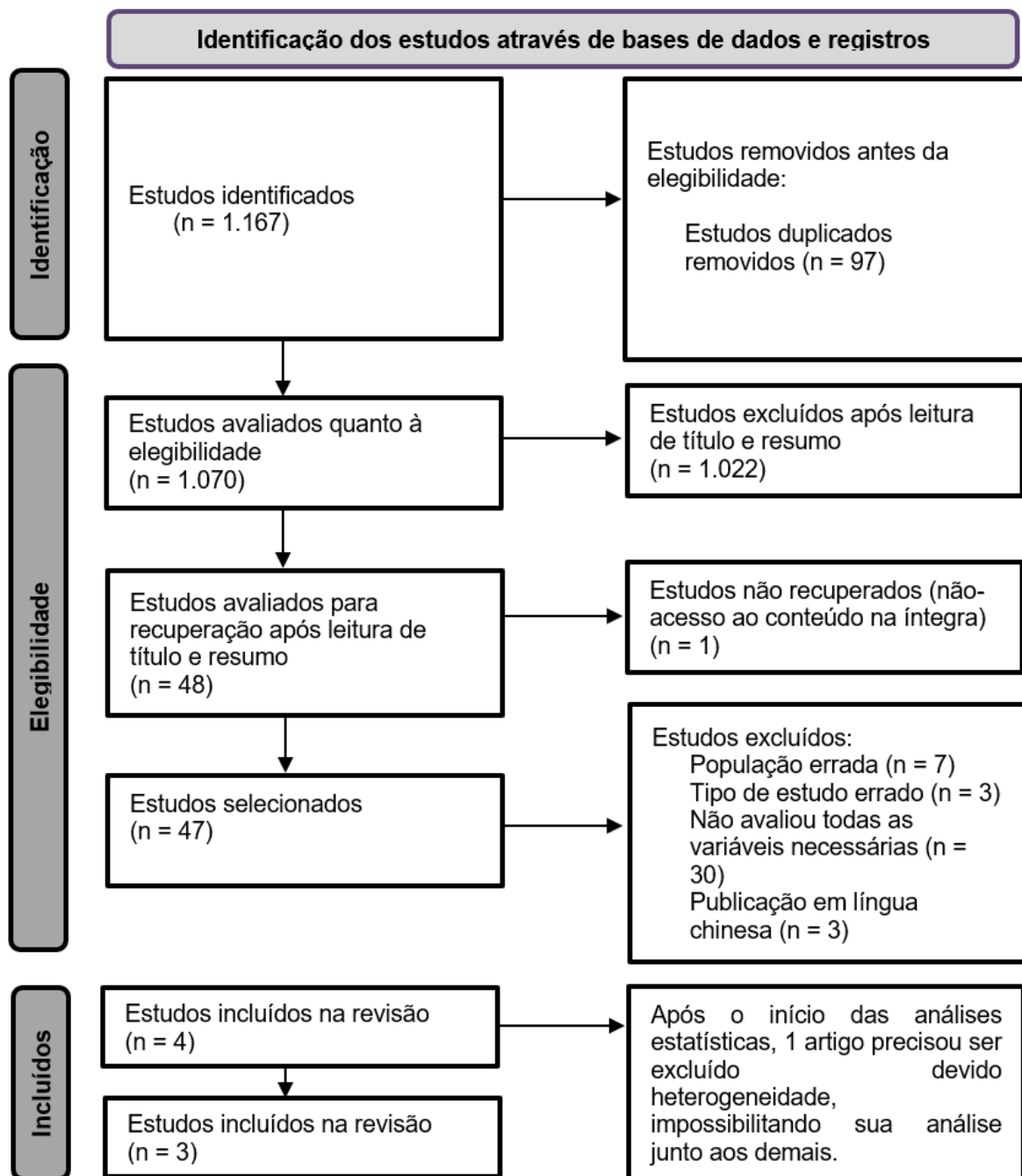
A contribuição geral dos moderadores para explicar a heterogeneidade foi analisada pela estatística QM (Estatística-Q para Moderadores) e a heterogeneidade residual, após levar em consideração os moderadores em um modelo de meta-análise, foi analisada pela estatística QE (Estatística-Q para Heterogeneidade Residual).

Para esse estudo foi adotado um nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,05, ou seja, 5% de significância. Assim, obteve-se um valor de intervalo de confiança (IC) de 95%.

## **RESULTADOS**

### **Estratégia de busca**

A estratégia de busca identificou um total de 1.167 artigos publicados nas bases de dados eletrônicas da PubMed, Web of Science, SciELO e LILACS, desses, 97 eram duplicatas nas bases de dados e portanto foram excluídos, resultando em 1.070 artigos. Desse total, 1.022 artigos foram excluídos após leitura do título e resumo, e 1 artigo foi excluído por não-acesso ao conteúdo, mesmo após tentativa de contato com os autores. Foram selecionados 47 artigos para leitura na íntegra, dos quais foram excluídos aqueles que não atenderam aos critérios de elegibilidade, resultando em 3 artigos incluídos nesta revisão (Figura 1).



**Figura 1:** Fluxograma da seleção dos estudos incluídos na metanálise.

### Características dos estudos incluídos

A tabela 1 apresenta as principais características dos estudos incluídos na revisão, tais como autores, tamanho da amostra, faixa etária média, número de indivíduos que obtiveram sucesso na extubação orotraqueal (ex\_TOT) e número de indivíduos que obtiveram falha na ex\_TOT.

**Tabela 1:** Características dos estudos incluídos na metanálise

Artigo	Autor	N amostral	Média de idade em anos	Sucesso_exTOT	Falha_exTOT	Instrumento utilizado na medida da tosse	Técnica de aferição da tosse	Instrumento utilizado na medida da P <sub>Imax</sub> e P <sub>E<sub>max</sub></sub>
Artigo 1	Su W. L. et al. (2010)	150	67,0	118	32	Monitor portátil de mecânica respiratória	Tosse involuntária por meio de instilação salina	Ventilador mecânico modelo VentCheck, Novametrix, Wallingford, CT.
Artigo 2	Almeida C. M.; Lopes A. J.; Guimarães F. S. (2020)	81	46,0	48	33	Medidor de pico de fluxo portátil (espirômetro PiKo-1, nSpire Health, Hertford, Reino Unido)	Tosse involuntária por meio de instilação salina	manovacuômetro previamente calibrado (M120 Healthcare; São Paulo, Brasil)
Artigo 3	Kutchak, F. M. et al. (2015)	135	47,8	90	45	Medidor de pico de fluxo portátil (Mini-Wright AFS; Clement Clarke International Limited, Harlow, Inglaterra)	Tosse involuntária estimulada mecanicamente por cateter de sucção via nasal	Manômetro digital (MVD-500 v.1.1; Globalmed, Porto Alegre, Brasil)

### Avaliação da qualidade dos estudos incluídos

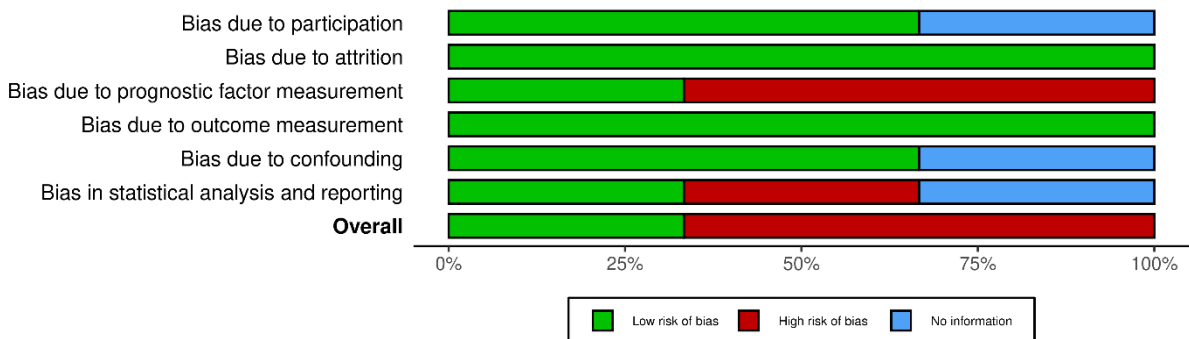
De modo geral, os artigos incluídos apresentaram alto risco de viés. Com exceção do artigo 2, que apresentou baixo risco de viés, os demais artigos apresentaram alto risco de viés (Figuras 2 e 3). Na figura 2 é importante destacar que o viés quanto ao atrito, que diz respeito às diferenças entre os participantes selecionados pelos autores, e o viés quanto às medidas de resultado, apresentaram um baixo risco de viés, o que não foi suficiente para melhorar o risco de viés de modo geral, que continuou alto.

Study	Risk of bias domains						Overall
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Article 1	+	+	X	+	+	X	X
Article 2	+	+	+	+	+	+	+
Article 3	?	+	X	+	?	?	X

Domains:  
D1: Bias due to participation.  
D2: Bias due to attrition.  
D3: Bias due to prognostic factor measurement.  
D4: Bias due to outcome measurement.  
D5: Bias due to confounding.  
D6: Bias in statistical analysis and reporting.

Judgement  
X High  
+ Low  
? No information

**Figura 2:** Avaliação do risco de viés dos 3 artigos incluídos, segundo os critérios *Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies 2 (QUADAS 2)*.



**Figura 3:** Gráfico em barras mostrando o risco de viés dos 3 artigos incluídos, com utilização dos critérios *Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies 2 (QUADAS-2)*.

## Análises

Os resultados indicaram que a taxa média de sucesso na extubação considerando a variável PFT foi alta (85,6% na metanálise de efeito fixo e 84,71% na metanálise de efeito aleatório), com pequenas diferenças entre os modelos de efeito fixo e aleatório. A falta de heterogeneidade no modelo de efeito fixo ( $Q = 0,0000$  e  $p = 1,0000$ ) sugere consistência nos resultados entre os estudos. Esta metanálise reforçou a eficácia do sucesso na extubação em pacientes sob VMI, considerando a variável PFT, destacando a importância de considerar diferentes modelos estatísticos para avaliar a variabilidade entre os estudos (Tabela 2).

**Tabela 2:** Análise da heterogeneidade entre os estudos obtidos na metanálise

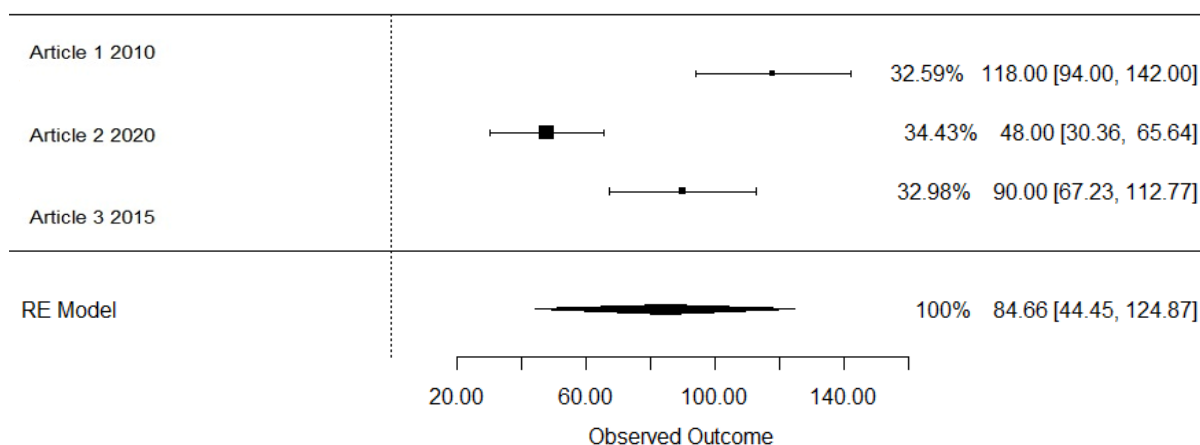
	<b>Meta-análise de efeito fixo</b>	<b>Meta-análise de efeito aleatório</b>
<b>Estimativa de sucesso na extubação</b>	85.6% (IC 95%: 61.21 - 109.99)	84.71% (IC 95%: 43.06 - 126.36)
<b>Heterogeneidade</b>	Q = 0.0000 * p = 1.0000 *	I <sup>2</sup> = 91.24% **

\* Não foi observada heterogeneidade significativa entre os estudos;

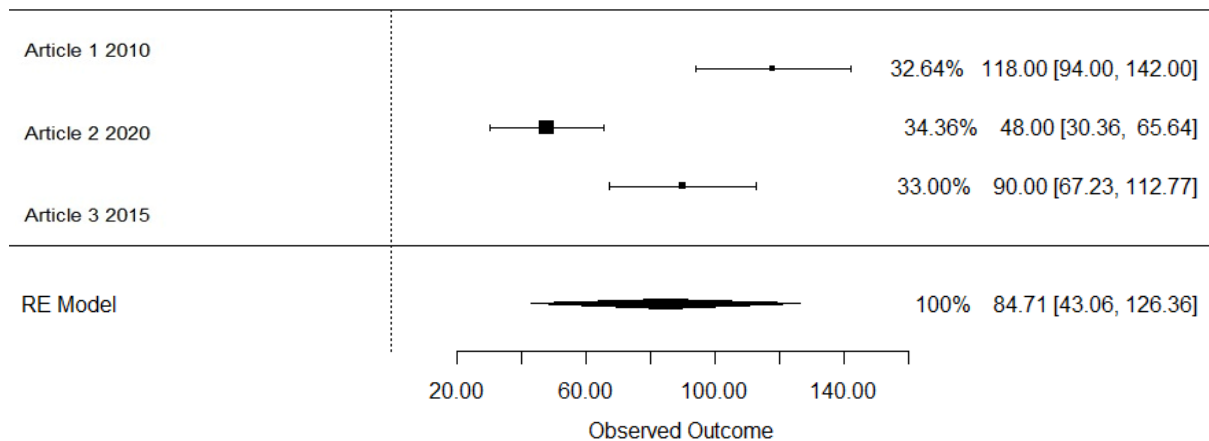
\*\* Heterogeneidade significativa entre os estudos.

IC: Intervalo de Confiança; Q: Estatística-Q para heterogeneidade; I<sup>2</sup>: Estatística I<sup>2</sup> de Higgings para heterogeneidade; p: nível de significância adotado no estudo < 0,05.

Nas figuras 4 e 5 também foi possível observar que os resultados indicaram uma semelhança nas análises entre efeito fixo e efeito aleatório, uma vez que os resultados observados em cada gráfico foram similares.



**Figura 4:** Forest Plot para metanálise de efeito fixo



**Figura 5:** *Forest Plot* para metanálise de efeito aleatório

Dado o número limitado de estudos (apenas três), realizar uma meta-regressão multivariada que inclua todas as variáveis preditoras simultaneamente não seria estatisticamente viável. Portanto, foram realizadas análises separadas para cada preditor (Idade\_Sucesso; PImax\_Sucesso e PEmax\_Sucesso). Isso permite entender individualmente a influência de cada variável sobre o desfecho principal, que é o sucesso na extubação (PFT\_Sucesso).

### **Análise da idade dos indivíduos no sucesso da extubação**

Os testes de heterogeneidade indicaram que não há heterogeneidade residual não explicada além do erro de amostragem entre os estudos e confirmaram que a variabilidade entre estudos é mínima ( $\text{Tau}^2 = 0$ ;  $\text{tau} = 0$ ). QE sugere que a heterogeneidade residual entre os estudos, considerando a influência da idade no sucesso da extubação, não é estatisticamente significativa, pois o nível de significância obtido foi de  $p = 0.3662$ .

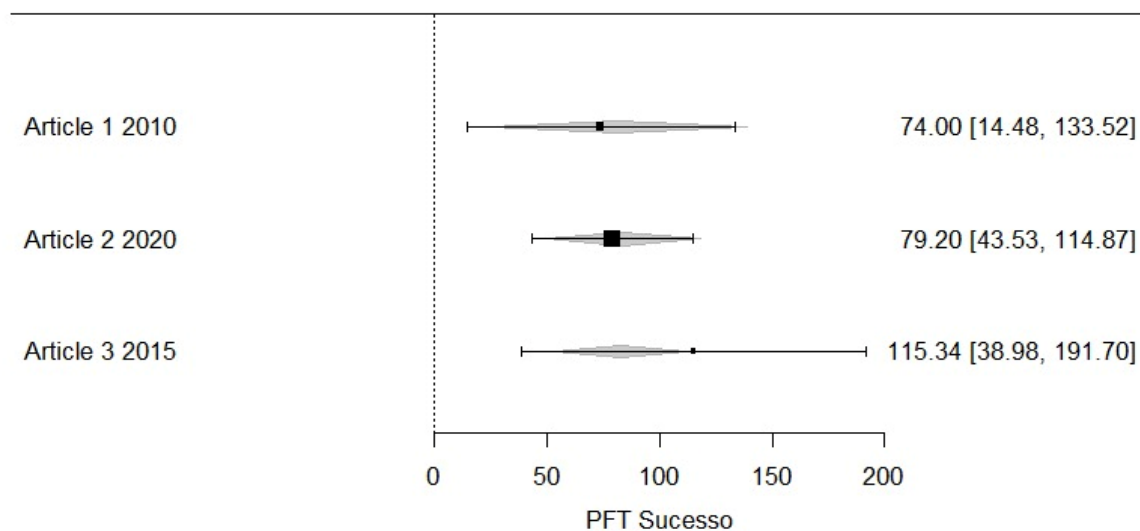
Ao testarmos a variabilidade entre os estudos, observamos que ela é praticamente inexistente ( $I^2 = 0.00\%$ ) e que toda a variabilidade observada pode ser atribuída ao erro de amostragem. A pequena variabilidade observada é apenas igual ao que seria esperado por erro de amostragem, conforme indicado por  $H^2 = 1.00$ .

O teste QM para o moderador Idade\_Sucesso sugere que o moderador não tem um efeito significativo sobre o desfecho PFT\_Sucesso, pois o nível de significância ( $p = 0.9493$ ), indica que a inclusão de Idade\_Sucesso como moderador não melhora o modelo estatístico significativamente. O intercepto 86.5897 não é estatisticamente significativo, pois o nível de significância ( $p = 0.1360$ ), indica que o valor médio estimado de PFT\_Sucesso quando

Idade\_Sucesso é zero, não é significativamente diferente de zero. O coeficiente Idade\_Sucesso -0.0786, é muito próximo de zero e não é estatisticamente significativo ( $p = 0.9493$ ), sugerindo que não há uma relação significativa entre Idade\_Sucesso e PFT\_Sucesso na amostra analisada.

Os resultados indicam que não há heterogeneidade significativa entre os estudos e que o moderador Idade\_Sucesso não afeta significativamente o desfecho PFT\_Sucesso. Ambos os testes (para heterogeneidade e para o efeito do moderador sobre o desfecho) não mostram evidências de variabilidade ou de impacto significativo do moderador. Portanto, o modelo sugere que Idade\_Sucesso não foi um moderador relevante para o sucesso da extubação nesta amostra específica.

A Figura 6 mostra que o artigo 2 teve maior peso na amostra, pois possui menor variância. Apesar disso, estatisticamente, os testes demonstraram que esse moderador não impacta significativamente no PFT\_Sucesso.



**Figura 6:** *Forest Plot* para Idade como moderador nos artigos 1, 2 e 3.

### **Análise da pressão expiratória máxima no sucesso da extubação**

A estimativa de heterogeneidade residual  $\tau^2 = 0$ , indica que não há variabilidade residual não explicada. Isso é reforçado pelo  $I^2 = 0.00\%$  e  $H^2 = 1.00$ , que também sugerem que a variabilidade entre os estudos é completamente explicada pelo modelo.

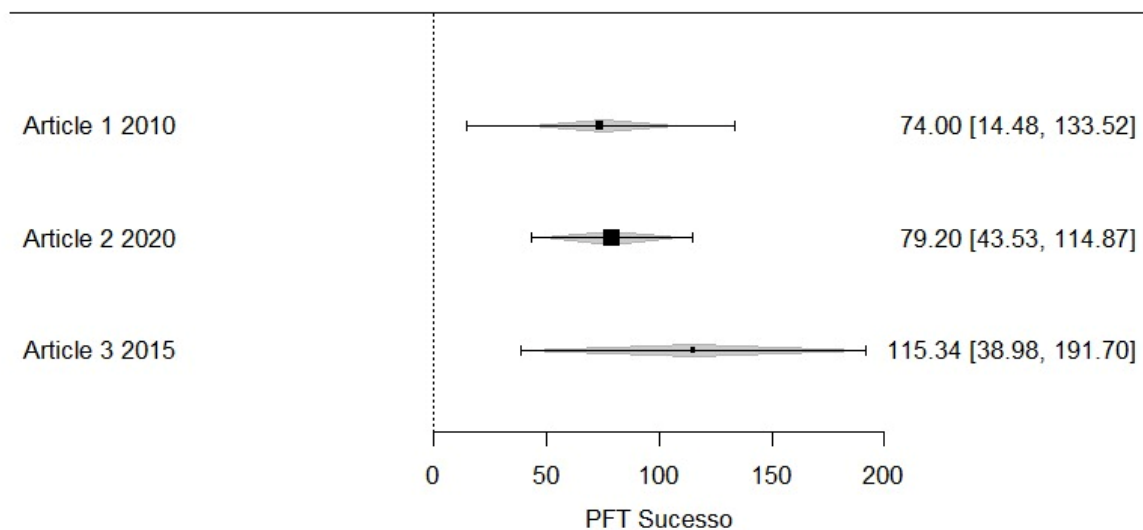
O teste QE para heterogeneidade residual mostra que não há evidência significativa de heterogeneidade residual nos dados ( $p = 0.9492$ ).

O teste QM para o moderador PEmax\_Sucesso sugere que o moderador não tem um efeito significativo sobre o desfecho PFT\_Sucesso ( $p = 0.3662$ ). O p-valor é maior que 0.05, indicando que PEmax\_Sucesso não é um preditor significativo do sucesso na extubação.

A estimativa do intercepto é 29.6060 com um intervalo de confiança muito amplo (-89.6769 a 148.8888), o que sugere incerteza significativa em torno desta estimativa ( $p = 0.6266$ ). O coeficiente PEmax\_Sucesso é 1.1361 com um intervalo de confiança de -1.3282 a 3.6004 e um  $p = 0.3662$ . O efeito não é significativo e o intervalo de confiança é largo, indicando incerteza sobre a real influência de PEmax\_Sucesso.

Os resultados indicaram que PEmax\_Sucesso não mostrou um efeito significativo na meta-regressão para prever PFT\_Sucesso, e o modelo sugere que a variabilidade entre os estudos foi explicada pelos preditores incluídos.

A figura 7 indica que o artigo 2 teve maior peso na amostra devido a sua menor variância. Ao observarmos simultaneamente à figura 6 e 8, veremos que não houve alteração nos valores de média de PFT e IC, indicando que os moderadores PE\_max e PI\_max afetam igualmente o desfecho PFT\_Sucesso. Ambos os moderadores mostraram efeitos não-significativos na meta-regressão.



**Figura 7:** Forest Plot para PEmax como moderador nos artigos 1, 2 e 3.

### **Análise da pressão inspiratória máxima no sucesso da extubação**

A estimativa de heterogeneidade residual  $\tau^2 = 0$ , indica que não há variabilidade residual não explicada. Isso é reforçado pelo  $I^2 = 0.00\%$  e  $H^2 = 1.00$ , que também sugerem que a variabilidade entre os estudos é completamente explicada pelo modelo.

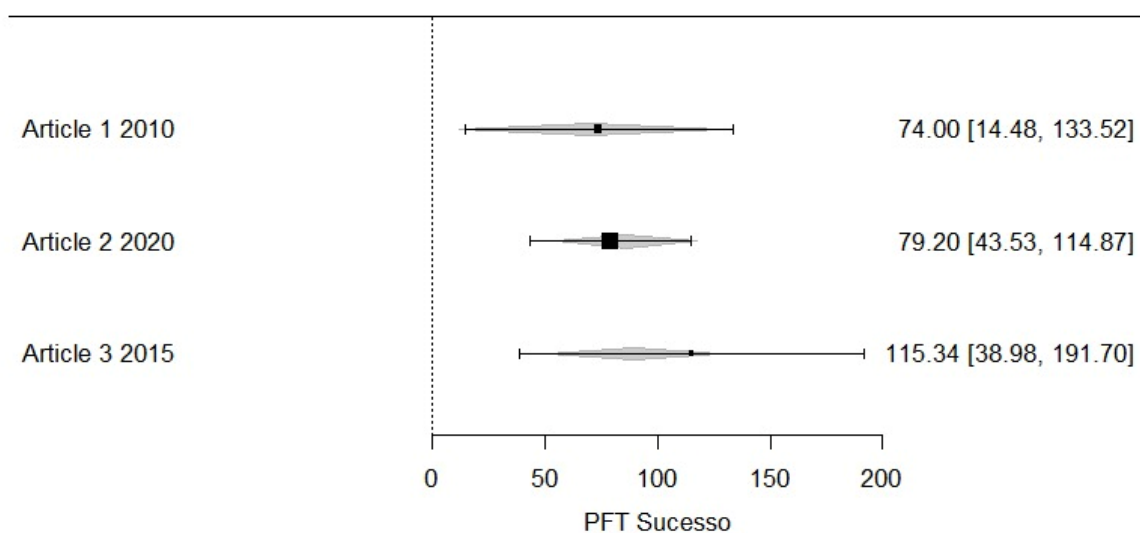
O teste QE para heterogeneidade residual não revela evidência significativa de heterogeneidade residual ( $p = 0.4379$ ). A variabilidade entre os estudos pode ser totalmente explicada pelos preditores do modelo.

O teste QM para o moderador PImax\_Sucesso indica que PImax\_Sucesso não tem um efeito significativo sobre o desfecho PFT\_Sucesso, ( $p = 0.6400$ ). O p-valor alto sugere que PImax\_Sucesso não é um preditor significativo no contexto deste modelo.

A estimativa do intercepto é 77.9417 com um intervalo de confiança de 42.4584 a 113.4250. O intercepto é altamente significativo ( $p < 0.0001$ ) indicando um efeito significativo quando o moderador PImax\_Sucesso é zero. O coeficiente PImax\_Sucesso é 0.1610 com um intervalo de confiança de -0.5139 a 0.8359. Apesar do significativo valor de p, o intervalo de confiança é extremamente amplo, indicando que o impacto de PImax\_Sucesso sobre PFT\_Sucesso não é claro.

PImax\_Sucesso não mostrou um efeito significativo na meta-regressão para prever PFT\_Sucesso, e a variabilidade entre os estudos foi explicada pelos preditores do modelo. O intercepto do modelo é significativo, indicando uma estimativa sólida quando o moderador foi zero.

A figura 8 indica que o artigo 2 teve maior peso na amostra devido a sua menor variância.



**Figura 8:** *Forest Plot* para PImax como moderador nos artigos 1, 2 e 3.

Um *forest plot* pode apresentar a mesma estimativa de efeito para diferentes moderadores em uma metanálise quando os estudos incluídos são homogêneos ou muito

semelhantes em termos de amostra, metodologia ou outros fatores, podendo haver pouca ou nenhuma variação nas estimativas dos moderadores, levando a uma estimativa de efeito similar. Ou ainda, quando alguns moderadores não têm um efeito significativo sobre o desfecho estudado, se o impacto desses moderadores é pequeno ou inexistente, a estimativa final do efeito pode permanecer a mesma independente do moderador.

Como resultado, ambos os modelos apresentam resultados muito parecidos, o que faz com que os gráficos de *forest plot* também sejam praticamente idênticos. Isso é comum em situações em que a variável moderadora não exerce influência significativa na variável dependente. Além disso, pelo número pequeno de estudos (3 artigos), a capacidade de detectar diferenças entre moderadores é limitada. Em meta-regressões, um pequeno tamanho amostral muitas vezes leva a uma falta de poder estatístico, tornando difícil observar qualquer efeito significativo de variáveis moderadoras, especialmente se os efeitos são sutis ou se há variabilidade limitada entre os estudos.

## DISCUSSÃO

Até onde sabemos, esta é a primeira revisão sistemática com metanálise analisando os resultados das variáveis PFT, P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max em relação ao desfecho da extubação.

A literatura aponta que a aferição do PFT é conveniente para melhorar a abordagem de pacientes em processo de retirada da VMI. Isso fica evidente quando uma revisão sistemática com metanálise, que avaliou a utilidade do PFT para prever o desfecho da extubação em pacientes que obtiveram sucesso no teste de respiração espontânea, mostra que valores reduzidos de PFT estão associados à falha na extubação, indicando ainda que o ponto de corte inferior de aproximadamente 60L/min parece ser o mais acurado, para supor quando o paciente obterá falha na extubação. Contudo, ainda não foi possível chegar a um consenso quanto a forma de realizar a mensuração. <sup>(13)</sup>

Apesar de termos encontrado que P<sub>E</sub>max\_Sucesso não mostra um efeito significativo, outros autores avaliaram a P<sub>E</sub>max durante a tosse induzida por estímulo verbal *versus* tosse induzida por instilação salina, utilizando um manômetro em 80 indivíduos em ventilação mecânica que atendiam aos critérios de extubação, concluíram que a P<sub>E</sub>max induzida por instilação salina teve um desempenho diagnóstico mais alto para prever falha de extubação em até 72 horas, associando um ponto de corte  $\leq 48\text{cmH}_2\text{O}$  à falha na extubação. <sup>(14)</sup>

P<sub>I</sub>max\_Sucesso também não mostrou um efeito significativo na meta-regressão para prever PFT\_Sucesso. No entanto, outros autores avaliaram a P<sub>I</sub>max e P<sub>E</sub>max em 81 indivíduos ventilados mecanicamente aptos para a extubação e concluíram que os indivíduos que

obtiveram sucesso na extubação também foram aqueles que apresentaram valores mais altos de P<sub>I</sub>max e de P<sub>E</sub>max. <sup>(1)</sup>

Apesar de não termos previsto a análise da influência da variável idade sobre o PFT\_Sucesso, ao finalizarmos a coleta dos artigos, observamos a discrepante diferença da média de idade encontrada no artigo 1 em relação aos demais (Tabela 1), e, por este motivo, decidimos explorar também essa variável. Observamos que o moderador Idade\_Sucesso não foi relevante para o sucesso da extubação, entretanto, na literatura há autores que observaram que os indivíduos que apresentaram sucesso na extubação foram os mais jovens <sup>(1)</sup>. Outros autores também observaram que na maioria dos estudos incluídos em sua revisão, a média de idade foi mais alta entre os indivíduos que falharam na extubação, e, ainda, reforça que pacientes com mais idade podem vir a ter um PFT normal de valor inferior. Por fim, sugerem que futuros ensaios clínicos sobre o tema considerem controlar o fator idade para avaliar o poder de predição do PFT em relação ao desfecho da extubação. <sup>(13)</sup>

É importante reconhecermos que a reduzida amostra na presente metanálise (3 artigos), a limitou quanto a potência das análises e a capacidade de detectar associações significativas. A variabilidade residual moderada a alta observada sugere que outros fatores não considerados podem estar influenciando os resultados de PFT\_Sucesso.

## **CONCLUSÃO**

O PFT, isoladamente, é uma variável capaz de predizer o sucesso na extubação.

As variáveis força muscular respiratória e PFT não se mostraram significativamente relacionadas entre si, bem como não se mostraram significativamente preditoras em conjunto no desfecho da extubação.

Esta revisão sistemática com metanálise destaca a necessidade de mais estudos para aumentar a precisão das estimativas e a compreensão dos fatores que influenciam o sucesso da extubação em pacientes sob ventilação mecânica.

## REFERÊNCIAS

1. Almeida CM, Lopes AJ, Guimarães FS. Cough peak flow to predict the extubation outcome: Comparison between three cough stimulation methods. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*. 2020 Nov 20;56:58–64.
2. Thille AW, Muller G, Gacouin A, Coudroy R, Decavèle M, Sonnevile R, et al. Effect of postextubation high-flow nasal oxygen with noninvasive ventilation vs high-flow nasal oxygen alone on reintubation among patients at high risk of extubation failure. *JAMA*. 2019 Oct 15;322(15):1465.
3. Torrini F, Gendreau S, Morel J, Carteaux G, Thille AW, Antonelli M, et al. Prediction of extubation outcome in critically ill patients: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2021 Nov 15;25(1):391.
4. Alves CO de A, Renault JA, Soares PR, Silva RAD da. Fatores de risco associados com falha de extubação em uma unidade de terapia intensiva de trauma. *ASSOBRAFIR Ciência*. 2021;12:e43313.
5. Epstein S. Decision to extubate. *Intensive Care Medicine*. 2002 Apr 12;28(5):535–46.
6. Condessa RL, Brauner JS, Saul AL, Baptista M, Silva ACT, Vieira SRR. Inspiratory muscle training did not accelerate weaning from mechanical ventilation but did improve tidal volume and maximal respiratory pressures: a randomised trial. *Journal of Physiotherapy*. 2013 Jun;59(2):101–7.
7. Lee KK, Davenport PW, Smith JA, Irwin RS, McGarvey L, Mazzone SB, et al. Global physiology and pathophysiology of cough: Part 1. Cough phenomenology: CHEST Guideline and Expert Panel report. *Chest*. 2020 Sep;159(1):282-293.
8. Duan J, Zhang X, Song J. Predictive power of extubation failure diagnosed by cough strength: a systematic review and meta-analysis. *Critical Care*. 2021 Oct 12;25(1):357.
9. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Ann Intern Med*. 2009;151(4):264-9, W64.

10. Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan—a Web and Mobile App for Systematic Reviews. *Systematic Reviews*. 2016 Dec;5(1):210.
11. SeTIC-UFSC. RISCO DE VIÉS EM REVISÕES SISTEMÁTICAS: GUIA PRÁTICO (COBE/UFSC) [Internet]. Ufsc.br. 2017. Available from: <https://guiariscodeviescobe.paginas.ufsc.br/capitulo-8-analise-do-risco-de-vies-de-estudos-de-diagnostico-com-a-ferramenta-quadas-2/>
12. R Core Team. R: A language and environment for statistical. Version 2.6.2 (2008-02-08). Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; c1999 2003.
13. Ferreira N de A, Ferreira A de S, Guimarães FS. Cough peak flow to predict extubation outcome: a systematic review and meta-analysis. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*. 2021;33(3):445-456.
14. Carrera M, Urrutia JG, Ardariz CB, Porra ML, Gamarra C, Ballve LPD. Maximal expiratory pressure compared with maximal expiratory pressure during induced cough as a predictor of extubation failure. *Critical Care Science* [Internet]. 2023 [cited 2024 Jul 25];35(1). Available from: <https://www.scielo.br/j/ccsci/a/BGGtNj6pwNfMNQSVYW4c5qq/?format=pdf&lang=en>