



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

**MONIQUE CLEIA DE PONTES BANDEIRA CARVALHO**

**ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR: DO RECONHECIMENTO PELA  
INSPEÇÃO VISUAL À SISTEMATIZAÇÃO DA ACURÁCIA DOS MÉTODOS DE  
DETECÇÃO**

**Recife  
2021**

MONIQUE CLEIA DE PONTES BANDEIRA CARVALHO

**ASSINCRONIA PACIENTE - VENTILADOR: DO RECONHECIMENTO PELA  
INSPEÇÃO VISUAL À SISTEMATIZAÇÃO DA ACURÁCIA DOS MÉTODOS DE  
DETECÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

**Área de concentração:** Fisioterapia na atenção à saúde.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dra. Shirley Lima Gomes.

Recife  
2021

Catalogação na fonte  
Bibliotecária: Mônica Uchôa, CRB4:1010

C331a Carvalho, Monique Cleia de Pontes Bandeira.  
Assincronia paciente-ventilador: do reconhecimento pela inspeção visual à sistematização da acurácia dos métodos de detecção / Monique Cleia de Pontes Bandeira Carvalho. – 2021.  
108 f.: il.; tab.; quad.; 30 cm.

Orientadora: Shirley Lima Campos.  
Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Ciências da Saúde. Programa de Pós-graduação em Fisioterapia. Recife, 2021.  
Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Ventilação mecânica. 2. Monitoração respiratória. 3. Interação paciente ventilador. 4. Métodos diagnósticos. I. Campos, Shirley Lima. (Orientadora). II. Título.

615.8 CDD (20.ed.)

UFPE (CCS 2021-145)

MONIQUE CLEIA DE PONTES BANDEIRA CARVALHO

**ASSINCRONIA PACIENTE - VENTILADOR: DO RECONHECIMENTO PELA  
INSPEÇÃO VISUAL À SISTEMATIZAÇÃO DA ACURÁCIA DOS MÉTODOS DE  
DETECÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Fisioterapia da  
Universidade Federal de Pernambuco,  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de Mestre em Fisioterapia.

**Aprovada em:** 18 de Fevereiro de 2021.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup>Dra. Andrea Lemos Bezerra de Oliveira  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Cyda Maria Albuquerque Reinaux  
Universidade Federal de Pernambuco

---

Prof<sup>o</sup>. Dr. Caio César Araújo Morais  
Department of Anesthesia, Critical Care and Pain Medicine,  
Massachusetts General Hospital, Boston, Massachusetts, USA

Dedico esta dissertação à DEUS, minha família, professores e amigos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, em forma de Pai, Filho e Espírito Santo, que sempre está ao meu lado me dando sabedoria, discernimento e capacidade de superação. Diante de tantas adversidades, muitas vezes duvidei da minha capacidade de chegar até o fim, mas DEUS sempre esteve ao meu lado, colocando em meu coração a certeza que eu poderia concluir mais esta etapa da minha vida. Obrigada Senhor, por ter permitido chegar tão longe mesmo diante de tantas adversidades.

Aos meus pais Olavo Bandeira (*in memoriam*) e Maria dos Anjos de Pontes por todo amor e carinho. Em especial agradeço a minha mãe, que também desempenhou o papel de pai, meu exemplo de mulher guerreira, determinada e temente a DEUS. Sempre me incentivou a estudar, me mostrando desde pequena os estudos como algo transformador, que nos dignifica e que tem a capacidade de mudar a nossa história. Peço desculpas por toda minha ausência ao longo destes anos.

Ao meu esposo Igor Carvalho, meu grande incentivador desde o início do mestrado. Obrigada, por todo amor, cuidado, carinho, incentivo, companheirismo e conselhos nos momentos mais difíceis.

As minhas irmãs Mariana Pontes Bandeira e Otávia Carolina de Pontes Bandeira (*in memoriam*). Mariana, a quem sou grata por todo cuidado, proteção, amor, incentivo e carinho desde quando eu era criança. Como irmã mais velha sempre cuidou de mim e de Otávia como se fôssemos suas filhas. Sou grata também por ter me presenteado com minha linda sobrinha, Maria Flor Bandeira Fernandes Vieira, a quem tenho imenso amor. Otávia, a minha eterna saudade, a que mais vibrava com todas minhas conquistas. Mesmo não estando mais presente entre nós, sei que onde ela estiver sempre estará me transmitindo o seu amor e sua torcida. Arrisco-me em dizer que era uma das pessoas que mais me amava e a recíproca é verdadeira. Agradeço também aos meus irmãos Olavo Simões Bandeira, Francisco Alexandre Simões Bandeira, Ana Paula Simões Bandeira e Mônica Simões Bandeira por todo apoio e torcida.

A todos da família Carvalho, por terem me acolhido tão bem, dando apoio quando necessário e também por entenderem minha ausência.

À minha Orientadora Drª Shirley Lima Campos. Em primeiro lugar por ter aceitado me orientar desde a época do trabalho de conclusão de curso (TCC) e por confiar a mim essa missão. Profissional competente, inteligentíssima, determinada, visionária e que coloca muito amor no que desempenha. Em segundo lugar, por ter me acompanhado ao longo destes anos, contribuído para minha formação, por todos ensinamentos, conselhos, pela paciência, ajuda, amizade e dedicação. Muito obrigada.

A Alícia Cintra, por toda sua atenção, disponibilidade e ajuda na confecção da Revisão Sistemática. Grata.

Aos estudantes, mestrandos e doutorandos do LINDEF e do LACAP. Em especial, minha amiga Juliana Andrade, por toda amizade, apoio e incentivo ao longo da minha caminhada. Agradeço ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal de Pernambuco, todos professores e funcionários, em especial agradeço a coordenadora, professora Daniela Cunha Brandão, por todo seu empenho, carinho, acolhimento e compreensão e a Niége Maria de Paiva Melo, secretária do programa, por toda ajuda, carinho, apoio, compreensão, paciência e empenho em me ajudar todas as vezes que precisei.

Aos meus amigos do LINDEF: Wagner Leite, Emanuelle Olympia e Cláudia Thaís Pinto por terem sido tão amorosos e parceiros. Sempre estiveram à disposição quando precisei. Meus sinceros agradecimentos.

Um agradecimento bem especial a minha dupla do mestrado, amiga e “filha”, Alice Miranda. Uma fortaleza de mulher, íntegra, fiel, ética e amiga para todas as horas. Obrigada por ter se feito presente nos momentos de alegria, tristeza e inquietação.

A todos os meus grupos de amigos externos ao mestrado (“Chegados”, “Xuxus”, “Quarteto Fantástico” e “Pra Sempre as Melhores”), as minhas amigas de infância Daniela Tavares Farias e Denise Tavares Farias, a minha amiga Gabriela Lamenha e Emilly Nepomuceno. Agradeço por toda amizade, parceria e apoio nos momentos que precisei e por compreender a minha ausência. Vocês são essenciais em minha vida, sou grata a DEUS por possuir amigos tão especiais.

Agradeço também a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior – Brasil (CAPES) por proporcionar o financiamento domeu mestrado na Universidade Federal de Pernambuco – UFPE.

Enfim, a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para a realização e conclusão desta dissertação, deixo registrado aqui os meus sinceros agradecimentos.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes” (PENSADOR, [200-]).

## RESUMO

A assincronia paciente ventilador (APV) pode ser conceituada como uma falta de interação entre às necessidades ventilatórias demandadas pelo centro respiratório do paciente e os ajustes programados no ventilador mecânico. Trata-se de uma condição relacionada a diversas complicações, que pode levar ao óbito, portanto deve ser reconhecida rapidamente e com elevada acurácia. Este estudo teve como objetivo analisar o conhecimento de profissionais de saúde, com exercício laboral relacionado à terapia intensiva, sobre o reconhecimento, classificação e manejo da APV a partir do método de inspeção visual, bem como sistematizar a acurácia dos métodos de detecção de assincronia de disparo. Primeiramente, foi conduzido um estudo piloto de característica exploratória de corte transversal, no qual um questionário semiestruturado, de múltipla escolha baseado em 3 vídeos de diferentes tipos de APV (DD: duplo-disparo; CP: Ciclagem precoce e EIE: esforço inefetivo durante expiração) foi aplicado aos profissionais da área de saúde [enfermeiros (E), fisioterapeutas (F) e médicos (M) durante um evento científico internacional da área de terapia intensiva. As variáveis investigadas foram: o reconhecimento, classificação e o tipo de ajuste ventilatório necessário para a correção da APV. Também foi realizada uma revisão sistemática, nas bases de dados *PubMed*, *Lilacs*, *Scopus* e a *ScienceDirect*, sendo incluídos estudos de validação, de acurácia diagnóstica e estudos observacionais prospectivos e retrospectivos que avaliaram métodos de detecção de assincronia de disparo em pacientes com quadro de insuficiência respiratória aguda, que continham como padrão ouro de referência o cateter de pressão esofageana e/ou a atividade elétrica do diafragma. Foram analisados os formulários preenchidos por 56 profissionais ( $34,9 \pm 8,4$  anos) das categorias M=37 (66,1%), F=10 (16,1%), e E=9 (17,9%), majoritariamente da região sudeste (51,8%) e atuantes em UTI do tipo adulto (57,1%). A média da taxa de acerto quanto ao reconhecimento, classificação e manejo da APV foi de 76,2% (68,2 – 84,1), 19,6% (13,5 – 25,7) e 25,6% (18,0 – 33,2) respectivamente. Foi observado que a média da taxa de acerto é superior à média da taxa de erro somente para o reconhecimento da assincronia ( $p<0,001$ ). Já em relação as questões específicas para as assincronias CP e EIE média da taxa de erro foi superior à de acerto ( $p<0,001$ ). Na Revisão Sistemática dos cinco artigos elegíveis, todos apresentavam como método de detecção da APV a utilização de

algoritmos ou softwares, inspeção visual de gráficos de curva de pressão e fluxo que tinha como padrão ouro de referência o cateter de pressão esofageana e/ou a atividade elétrica do diafragma. A sensibilidade e especificidade variaram de 65,20 – 99% e de 91 – 100% respectivamente. Os profissionais de saúde com atuação em terapia intensiva reconhecem a presença de APV, porém, apresentam elevadas taxas de erros quanto a classificação e o manejo das assincronias de DD, CP e EIE. Também foi possível observar que o processo de automatização do reconhecimento da APV por meio de softwares e/ou algoritmos, bem como a inspeção visual se mostram como uma possibilidade diagnóstica já que apresentaram uma boa sensibilidade e especificidade para assincronia de disparo, uma das mais comuns entre as assincronias ventilatórias.

Palavras-chave: Ventilação Mecânica. Monitoração Respiratória. Interação paciente ventilador. Métodos Diagnósticos.

## ABSTRACT

Patient-Ventilator Asynchrony (PVA) can be conceptualized as a lack of interaction between the ventilatory needs demanded by the patient's respiratory center and the programmed adjustments in the mechanical ventilator. It is a condition related to several complications, which can lead to death, so it must be recognized quickly and with high accuracy. This study aimed to analyze the knowledge of health professionals, with work related to intensive care, on the recognition, classification and management of VPA using the visual inspection method, as well as to systematize the accuracy of methods for detecting asynchronous firing. Firstly, a pilot study of exploratory cross-sectional characteristic was conducted, in which a semi-structured, multiple-choice questionnaire based on 3 videos of different types of VPA (DD: double-shot; CP: Early cycling and EIE: ineffective effort during expiration) was applied to healthcare professionals [nurses (E), physiotherapists (F) and doctors (M)] during an international scientific event in the intensive care area. The investigated variables were: recognition, classification and the type of ventilatory adjustment necessary for the correction of VPA. A systematic review was also carried out in the PubMed, Lilacs, Scopus and ScienceDirect databases, including validation studies, diagnostic accuracy and prospective and retrospective observational studies that evaluated methods of detecting asynchronous firing in patients with insufficiency acute respiratory tract, which contained the esophageal pressure catheter and / or the electrical activity of the diaphragm as the gold standard. The forms filled out by 56 professionals ( $34.9 \pm 8.4$  years) of the categories M = 37 (66.1%), F = 10 (16.1%), and E = 9 (17.9 %), mostly from the southeast region (51.8%) and working in adult-type ICUs (57.1%). The average hit rate for the recognition, classification and management of VPA was 76,2% (68,2 – 84,1), 19,6% (13,5 – 25,7) e 25,6% (18,0 – 33,2) respectively. It was observed that the average of the correctness rate is higher than the average of the error rate only for the recognition of asynchrony ( $p <0.001$ ). Regarding the specific questions for CP and EIE asynchrony, the average error rate was higher than that of correct answers ( $p <0.001$ ). In the Systematic Review of the five eligible articles, all presented as a method of detection of APV the use of algorithms or software, visual inspection of pressure and flow curve graphs that had the esophageal pressure catheter and / or the activity as the gold standard of reference diaphragm. Sensitivity and specificity ranged from 65.20 - 99% and 91 -

100% respectively. Health professionals working in intensive care recognize the presence of VPA, however, they have high error rates regarding the classification and management of DD, CP and EIE asynchrony. It was also possible to observe that the process of automating the recognition of APV by means of software and / or algorithms, as well as the visual inspection are shown as a diagnostic possibility since a good sensitivity for trigger asynchrony, one of the most common among ventilator asynchrony.

**Keywords:** Mechanical ventilation. Respiratory monitoring. Patient-ventilator interaction. Diagnostic Methods.

## LISTA DE FIGURAS

### DISSERTAÇÃO

Figura 1 -	Disparo Ineficaz. Curvas de fluxo (F - acima) e de pressão esofágica (Peso - abaixo).....	35
Figura 2 -	Fluxo insuficiente. Sombreado na curva P (pressão) representa ausência do ideal para o paciente comparado ao ciclo anterior, sendo necessário um maior deslocamento de atividade diafragmática. s= deslocamento; d= diafragma.....	36
Figura 3 -	Ciclagem tardia. Seta indica o overshoot; sombreado amarelo mostra a relação entre tempo inspiratório do ventilador (acima) e do paciente (abaixo). Sombreado verde mostra a relação tempo expiratório entre ventilador (acima) e paciente (abaixo).....	36
Figura 4 -	Ciclagem precoce. Resultante em dois eventos: 1) Duplo disparo (assincronia da esquerda); 2) limitação no pico de fluxo expiratório dado pela atividade inspiratória ainda presente (assincronia da direita). F - fluxo; Peso - Pressão esofágica.....	37
Figura 5 -	Estratégia de busca no Medline.....	42
Figura 6 -	Estratégia de busca no Lilacs.....	42
Figura 7 -	Estratégia de busca no Scopus.....	43
Figura 8 -	Estratégia de busca no ScienceDirect.....	43
Figura 9 -	Duplo Disparo.....	48
Figura 10 -	Ciclagem Precoce.....	48
Figura 11 -	Esforço Inefetivo Expiratório.....	49

## **ARTIGO 2**

- Figura 1: Trecho dos vídeos exibidos para cada profissional. Duplo Disparo (A): Esforço Inefetivo Inspiratório (B), Ciclagem Precoce (C) e Esforço Inefetivo Expiratório (D)..... 95

## **LISTA DE QUADROS**

### **DISSERTAÇÃO**

Quadro 1 -	Classificação, definição, fatores determinantes e recomendação de correção das assincronias paciente-ventilador.....	30
Quadro 2 -	Modalidades reconhecidas de detecção de assincronia paciente-ventilador.....	34

## **LISTA DE TABELAS**

### **ARTIGO 2**

Tabela 1:	Características dos Participantes (n=56).....	97
Tabela 2:	Frequência de reconhecimento da presença e classificação do tipo de assincronia.....	98
Tabela 3:	Frequência dos ajustes apontados pelos profissionais para corrigir ou minimizar a APV.....	99
Tabela 4:	Comparação entre as taxas de acerto e erro dos profissionais entrevistados nas questões relacionadas ao Reconhecimento, Classificação e Manejo da APV, por tipo de assincronia DD, EII, CP e EIE e a taxa global (n=56).....	100

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AI	<i>Asynchrony index</i>
APV	Assincronia Paciente - Ventilador
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CP	Ciclagem Precoce
D	Diafragma
DD	Duplo Disparo
EAdi	Análise da atividade elétrica do diafragma
EIE	Esforço Inefetivo Expiratório
F	Fluxo
LACAP	Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular
LILACS	<i>Latin American and Caribbean Health Sciences Literature</i>
LINDEF	Laboratório Multusuário de Inovação Instrumental e Desempenho Físico-Funcional
MEDLINE	<i>Medical Literature Analysis and Retrieval System Online</i>
MESH	<i>Medical Subject Headings</i>
P	Pressão de via aérea
PCV	<i>Pressure – controlled ventilation</i>
Pes	Análise da pressão esofágica
Peso	Pressão esofágica
PRISMA	<i>Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses</i>
PRODECIDA	Pós-Graduação em Fisioterapia foi possível participar do Projeto de Decisão Clínica Baseado em Evidências
PSV	<i>Pressure support ventilation</i>
PVA	<i>Patient-Ventilator Asynchrony</i>
QUADRAS	<i>Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies</i>
S	Deslocamento
SIH	Sistema de internações hospitalares
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>
SUS	Sistema único de saúde

TEp	Tempo expiratório do paciente
TEv	Tempo expiratório do ventilador
TIp	Tempo inspiratório do paciente
TIv	Tempo inspiratório do ventilador
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UTI	Unidade de terapia intensiva
VCV	<i>Volume-controlled ventilation</i>
VM	Ventilação mecânica
VMI	Ventilação mecânica invasiva
VPN	Valor preditivo negativo
VPP	Valor preditivo positivo

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>21</b>
1.1	APRESENTAÇÃO.....	21
1.2	CONTEXTUALIZAÇÃO.....	23
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>26</b>
2.1	VENTILAÇÃO MECÂNICA .....	26
2.2	ASSINCRONIA PACIENTE – VENTILADOR.....	26
2.3	CLASSIFICAÇÃO, DEFINIÇÃO E CORREÇÃO DAS ASSINCRONIAS PACIENTE-VENTILADOR.....	27
2.4	MÉTODOS DE DETECÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR.....	32
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>38</b>
<b>4</b>	<b>HIPÓTESES.....</b>	<b>39</b>
<b>5</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>40</b>
5.1	OBJETIVO GERAL.....	40
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	40
<b>6</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>41</b>
6.1	ARTIGO 1.....	41
<b>6.1.1</b>	<b>Delineamento.....</b>	<b>41</b>
<b>6.1.2</b>	<b>Estratégia de busca.....</b>	<b>41</b>
6.1.2.1	Estratégia de busca no Medline.....	41
6.1.2.2	Estratégia de busca no Lilacs.....	42
6.1.2.3	Estratégia de busca no SciVerse Scopus.....	42
6.1.2.4	Estratégia de busca no ScienceDirect.....	43
<b>6.1.3</b>	<b>Triagem e elegibilidade dos estudos.....</b>	<b>43</b>
<b>6.1.4</b>	<b>Seleção dos estudos.....</b>	<b>44</b>
<b>6.1.5</b>	<b>Avaliação do risco de viés nos estudos incluídos.....</b>	<b>45</b>
<b>6.1.6</b>	<b>Síntese de dados.....</b>	<b>45</b>
6.2	ARTIGO 2.....	46
<b>6.2.1</b>	<b>Desenho, local e período do estudo.....</b>	<b>46</b>
<b>6.2.2</b>	<b>Amostra.....</b>	<b>46</b>
<b>6.2.3</b>	<b>Critérios de elegibilidade.....</b>	<b>46</b>

6.2.3.1	Critérios de inclusão.....	46
6.2.3.2	Critérios de exclusão.....	47
<b>6.2.4</b>	<b>Instrumentos.....</b>	<b>47</b>
<b>6.2.5</b>	<b>Procedimentos.....</b>	<b>50</b>
<b>6.2.6</b>	<b>Variáveis.....</b>	<b>51</b>
<b>6.2.7</b>	<b>Análise dos dados.....</b>	<b>53</b>
<b>6.2.8</b>	<b>Aspectos éticos.....</b>	<b>53</b>
<b>7</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>54</b>
<b>8</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>55</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>56</b>
	<b>APÊNDICE A – PATIENT-VENTILATOR ASYNCHRONY PROFESSIONAL QUESTIONNAIRE.....</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE B – RESPOSTAS ESPERADAS DO QUESTIONÁRIO PVA – pro.....</b>	<b>62</b>
	<b>APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>63</b>
	<b>APÊNDICE D – ARTIGO 1 - ACURACY OF TRIGGER ASYNCHRONY DETECTION METHODS IN CRITICALPATIENTS: SYSTEMATIC REVIEW .....</b>	<b>66</b>
	<b>APÊNDICE E – ARTIGO 2 - IDENTIFICAÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR POR MEIO DO MÉTODO DE INSPEÇÃO VISUAL PELOS PROFISSIONAIS INTENSIVISTAS.....</b>	<b>90</b>
	<b>ANEXO A – PARECER CONSUSTANCIADO DO CEP.....</b>	<b>106</b>

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 APRESENTAÇÃO

Esta dissertação está vinculada a Área de Concentração: Fisioterapia na atenção à saúde e Linha de pesquisa: Bioengenharia e inovação tecnológica do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Fisioterapia pela Universidade Federal de Pernambuco. O estudo foi desenvolvido pelo Laboratório Multusuário de Inovação Instrumental e Desempenho Físico-Funcional (LINDEF) do Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde.

A assincronia paciente-ventilador é uma condição que pode interferir na evolução da recuperação do paciente crítico submetido à ventilação mecânica invasiva, seja por induzir maior tempo de dependência ao equipamento, desenvolver lesão pulmonar, causar distúrbio ao sono e assim prolongar a estadia na unidade de terapia intensiva e até mortalidade.

É imprescindível que o profissional de saúde envolvido com o manejo da ventilação mecânica invasiva, sejam capazes de identificar essas assincronias de maneira acurada para sua correção e assim, combater efeitos deletérios associados a APV.

Este estudo, se propôs numa análise exploratória, investigar o reconhecimento da presença de APV, a classificação do tipo e o manejo para correção por profissionais de saúde que apresentam suas atividades laborais voltadas para o cuidado crítico (médicos, enfermeiros e fisioterapeutas) em reconhecer as assincronias paciente ventilador ao observar vídeos gravados de assincronias simuladas com visualização das curvas de pressão, volume e fluxo do ventilador mecânico, com cenário semelhante ao método por inspeção visual à beira leito.

No cenário de evolução tecnológica observa-se que a cada dia há uma busca por outros métodos de detecção de assincronia, reconhecendo a dificuldade de se fazer a inspeção visual, por ser um método muito dependente do avaliador.

É conhecido que o método padrão ouro de avaliação é a medida da pressão esofageana e a atividade elétrica do diafragma, mas que nem sempre é possível utilizar por ser de difícil instalação, alto custo e complexidade de análise. Neste

contexto, este estudo também buscou fazer uma revisão sistemática de modo a esclarecer qual (ais) método (s) que se encontram desenvolvidos ou em fase de desenvolvimento são mais acurados para detecção de assincronia de disparo.

Atendendo às normas vigentes do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) para elaboração da dissertação, este estudo resultou na elaboração de dois artigos originais:

- 1) *RECONHECIMENTO, CLASSIFICAÇÃO E ESTRATÉGIAS DE CORREÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR POR MEIO DO MÉTODO DE INSPEÇÃO VISUAL PELOS PROFISSIONAIS INTENSIVISTAS.*
- 2) *ACCURACY OF METHODS FOR DETECTING TRIGGER ASYNCHRONY IN CRITICALLY ILL PATIENTS: SYSTEMATIC REVIEW.*

Dentre as contribuições de experiência acadêmica por meio do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia foi possível participar do Projeto de Decisão Clínica Baseado em Evidências (PRODECIDA) em parceria com o Hospital Miguel Arraes e também realizei estágio em docência na disciplina FT030 -Fisioterapia aplicada a pacientes em Unidade de Terapia intensiva (UTI) no semestre 2018.2.

Houve contribuição nos resumos intitulados:

- “Identificação da Assincronia Paciente-Ventilador por meio do método de inspeção visual pelos Profissionais Intensivistas” apresentado em evento científico de projeção nacional “Simpósio Internacional de Fisioterapia realizado em Manaus no ano de 2018”.
- “Efeito das Técnicas de Expansão Pulmonar Sobre a Distribuição da Ventilação Regional em Saudáveis: Um Estudo Crossover” apresentado durante o I Simpósio da Pós Graduação em Fisioterapia UFPE.
- “Confiabilidade Inter - Examinador da Avaliação Ultrassonográfica da Espessura Muscular Abdominal em Pacientes Críticos” apresentado durante o II Simpósio da Pós Graduação em Fisioterapia UFPE e do I Meeting Internacional da Pós de Fisioterapia, premiado em 1º lugar.

Ainda, obtive a oportunidade em cooperar em três artigos originais desenvolvidos no LINDEF e Laboratório de Fisioterapia Cardiovascular (LACAP) como produtos de dissertação de mestrado:

*“Effect of Early Mobilization on Respiratory and Limb Muscle Strength and Functionality of Nonintubated Patients in Critical Care: A Feasibility Trial”* publicado na revista *Critical Care Research and Practice*.

- “*Patient-ventilator asynchrony in conventional ventilation modes during short-term mechanical ventilation after cardiac surgery: randomized clinical trial*” publicado na revista *Multidisciplinary Respiratory Medicine*.
- “*Acute Effects of Lung Expansion Maneuvers in Comatose Subjects With Prolonged Bed Rest*” publicado na revista *Respiratory Care*.

## 1.2 CONTEXTUALIZAÇÃO

No último ano, de outubro de 2019 a outubro de 2020, houveram 871.278 internações no nível de atenção de alta complexidade por caráter de atendimento eletivo e urgência no Brasil. Tal fator impacta em um custo equivalente a pouco mais de 3,8 bilhões de reais em serviços hospitalares. (Ministério da Saúde - Sistema de Informações Hospitalares - SIH do Sistema Único de Saúde - SUS).

Nos atendimentos de alta complexidade é comum a utilização da ventilação mecânica invasiva (VMI) como recurso de suporte à vida em condições de saúde crítica. Cerca de 50% dos pacientes internos em unidade de terapia intensiva chegam a depender de VMI, uma vez que apresentam condição de insuficiência respiratória secundária a desordens multicausais. A VMI tem como objetivo reduzir o trabalho respiratório excessivo, promover troca gasosa e prevenir lesões pulmonares advindas do uso prolongado ou de mal ajuste de parâmetros. O uso prolongado da VMI induz a processos inflamatórios, disfunção muscular e principalmente maior tempo de permanência hospitalar, podendo levar à óbito (BROCHARD *et al.*, 1989; SASSOON; ZHU; CAIOZZO, 2004; TOBIN; LAGHI; JUBRAN, 1998; VASSILAKOPOULOS; PETROF, 2017).

A VMI consiste de peças projetadas para garantir geração de fluxo e entrega de ventilação ao paciente, bem como de software com modos ventilatórios com características particulares ajustados para suporte adequado. A depender da capacidade do paciente e indicação com base em seu estado clínico, a VMI pode oferecer ciclos ventilatórios controlados, assistidos ou de suporte. A diferenciação entre eles está no grau de esforço respiratório do paciente e sua autonomia para frequência respiratória, tempo neural e fluxos compatíveis a sua demanda

metabólica. Para sucesso na evolução dessa terapia, além da resolução da causa primária, se faz necessário que a interação paciente-ventilador seja equilibrada (MACINTYRE; BRANSON, 2001; TOBIN; TOL; PALMER, 2013; TOL; PALMER, 2010).

Para garantir uma interação paciente-ventilador satisfatória é importante monitorização recorrente. Quando o equilíbrio dessa interação é afetado de forma negativa por algum fator relacionado ao paciente ou ao ventilador, pode-se causar a referida assincronia paciente-ventilador que pode acarretar regresso na recuperação do paciente. A monitorização recorrente ajuda na identificação acurada e precoce de APVs e sua resolução combate o uso abusivo de sedativos, desconforto do paciente à ventilação mecânica, longa duração sob ventilação mecânica invasiva, alterações cognitivas e potenciais lesões pulmonares (AKOUMIANAKI *et al.*, 2014; KACMAREK; PIRRONE; BERRA, 2015; MESSINA *et al.*, 2015).

Os fatores mais comuns relacionados ao paciente que podem provocar APV são: 1) sistema neuromuscular do paciente, dado por drive ventilatório e função muscular respiratória; 2) propriedade mecânica tóraco-pulmonar e 3) condição clínica. Enquanto os fatores mais comuns relacionados ao ventilador são: 1) ajustes de disparo; 2) ajustes de ciclagem ; 3) ajuste de suporte ventilatório e fluxo e 4) hardware, como desconexão, vazamento no sistema ou outro defeito no circuito de ventilação e mau ajuste de fração inspirada de oxigênio (NILSESTUEN; HARGETT, 2005; PARTHASARATHY; JUBRAN; TOBIN, 1998; RACCA; SQUADRONE; RANIERI, 2005).

Fisiologicamente, esse fenômeno é definido pela incompatibilidade entre os tempos inspiratórios paciente e ventilador. A literatura mostra que a frequência de APV está associada à desfechos desfavoráveis ao paciente, como distúrbio do sono, hiperinsuflação dinâmica e lesão pulmonar. Estudos estimam que pacientes com índice de assincronia acima de 10% estão predispostos a permanecer maior tempo em ventilação mecânica, consequentemente maior tempo em estadia na Unidade de Terapia Intensiva e até maior risco de mortalidade (PARTHASARATHY; JUBRAN; TOBIN, 1998; SASSOON; FOSTER, 2001; TOBIN; JUBRAN; LAGHI, 2001; FANFULLA *et al.*, 2005; THILLE *et al.*, 2006; BOSMA *et al.*, 2007; BLANCH *et al.*, 2015).

Os estudos de prevalência encontrados nas bases de dados detectaram APVs em janela de tempo de observação limitada, variando de minutos a no máximo 24 horas. E dentre os achados mais comuns temos que: as APVs mais prevalentes estão associadas aos pacientes em ventilação mecânica invasiva por mais de 24 horas e naqueles acometidos por obstrução de via aérea crônica. São elas: disparo inefetivo, estimado em ocorrer em 10% dos pacientes, e pode representar 24% de seus ciclos. Seguido por duplo disparo e depois, auto-disparo. Se tratando de índice de assincronia, 3.4% é o estimado por todo período de ventilação mecânica (TASSAUX *et al.*, 2005; THILLE *et al.*, 2006; BLANCH *et al.*, 2015; MELLOTT *et al.*, 2014).

A detecção de APVs é dada por métodos quase invasivos, como a medida da pressão pleural ou atividade mioelétrica da musculatura respiratória através de balão esofágico e eletromiografia, os quais não são usados em rotina de UTI; e não-invasivo, como gráficos de curvas de pressão, fluxo e volume obtidos no monitor do ventilador mecânico. Este último é bem presente na prática dos cuidados a pacientes críticos, porém está sujeito a uma avaliação operador-dependente, que pode sofrer influência em sua acurácia quanto ao nível de atenção, instrução profissional e tempo de experiência na rotina de trabalho. As informações de reconhecimento profissional das APVs são limitadas na literatura, principalmente aqui no Brasil (DOORDUIN *et al.*, 2013).

Diante disto, este estudo busca responder os seguintes questionamentos sobre identificação das assincronias paciente-ventilador:

- Qual o percentual de acertos de profissionais de saúde, das áreas médica, fisioterapia e enfermagem, com exercício laboral voltado à terapia intensiva, ao responderem questões sobre reconhecimento, classificação e estratégias de correção de assincronia paciente-ventilador pelo método de inspeção visual?
- Qual a sensibilidade, especificidade e acurácia dos métodos de detecção de APV de disparo referidos?

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 VENTILAÇÃO MECÂNICA

A instituição da ventilação mecânica invasiva ocorre em indivíduos com estado de saúde crítico acometidos por insuficiência respiratória, dada pela incapacidade muscular respiratória de gerar pressão negativa suficiente a suprir demanda do organismo (KONDILI *et al.*, 2009). A VMI tem por finalidade diminuir o trabalho respiratório, melhorar o conforto do paciente e garantir uma troca de gases adequada para as funções multiorgânicas contribuindo com a homeostasia e propiciando condições para que a causa patológica primária à insuficiência respiratória seja controlada ou revertida(ROUSSOS; KOUTSOUKOU, 2003).

O mecanismo da ventilação mecânica (VM) ocorre através dos ciclos ventilatórios, que compreende o período do início da fase inspiratória até o início da próxima fase inspiratória. A pressão exercida com a finalidade de promover a insuflação pulmonar deve ser suficiente para superar cargas resistivas e elásticas (MARINI; CROOKE, 1993; POLLA *et al.*, 2004; CHATBURN, 2007; BEER; GOULD, 2013).

Os ciclos ventilatórios são classificados em controlados e assistidos, sendo diferenciados quanto a ausência/presença de drive ventilatório suficiente para disparar um novo ciclo, respectivamente (GILSTRAP; MACINTYRE, 2013). Didaticamente, são compostos pelas seguintes fases: I) início do ciclo (disparo); II) entrega do gás (fluxo) e III) finalização do ciclo (ciclagem). (NILSESTUEN; HARGETT, 2005; THILLE *et al.*, 2006; MELLOTT *et al.*, 2009; WIT, 2011).

### 2.2 ASSINCRONIA PACIENTE – VENTILADOR

O desequilíbrio entre os esforços e as necessidades metabólicas do paciente em relação ao que é ofertado pelo ventilador mecânico é definido como assincronia paciente-ventilador (THILLE *et al.*, 2006). Pode ser gerada por fatores intrínsecos, relacionados ao paciente (drive ventilatório, mecânica respiratória e condição clínica) e/ou por fatores extrínsecos, relacionados ao ventilador (ajustes de disparo, ciclagem, suporte ventilatório, fluxo e vazamento no sistema/circuito de ventilação) e

também pode estar relacionada quanto ao nível de sedação (RACCA; SQUADRONE; RANIERI, 2005; GILSTRAP; DAVIES, 2016).

Contrário ao senso comum do uso de sedativos como último recurso para resolução de APVs, há estudos que apontam que certos modos ventilatórios com gradual aumento de dose de sedação estão associados a eventos de assincronia (PARTHASARATHY; JUBRAN; TOBIN, 1998; NILSESTUEN; HARGETT, 2005; RACCA; SQUADRONE; RANIERI, 2005; WIT *et al.*, 2009a; BLANCH *et al.*, 2012). Alguns estudos denotam que de 10% a 100% dos pacientes sob ventilação mecânica invasiva apresentam assincronia em algum período da ventilação (BLANCH *et al.*, 2012; WIT *et al.*, 2009a).

As APVs estão associadas a impactos negativos para o paciente e serviço hospitalar. O padrão respiratório desconfortável induzido pelas assincronias paciente-ventilador é precursor de lesões pulmonares e estresse por agentes flogísticos. Estes efeitos deletérios podem levar a repercussão negativa como ventilação mecânica prolongada, maior permanência em UTI e hospitalar (THILLE *et al.*, 2006). Para o serviço, maior permanência representa maiores custos que podem ser acentuados por prolongar exposição do indivíduo a riscos biológicos e consequente maior risco de mortalidade (BLANCH *et al.*, 20015).

### 2.3 CLASSIFICAÇÃO, DEFINIÇÃO E CORREÇÃO DAS ASSINCRONIAS PACIENTE-VENTILADOR

As assincronias vêm sendo descritas de várias formas. No entanto, a classificação mais utilizada, tanto na literatura científica quanto na prática clínica, baseia-se na fase do ciclo respiratório em que elas ocorrem, agrupando-as em assincronias de disparo, fluxo e ciclagem (WIT *et al.*, 2009b).

Para que aconteça um esforço inspiratório, o paciente deve gerar uma “negativação” da pressão pleural suficiente para disparar o ventilador. Quando isso não acontece, apesar do esforço inspiratório realizado, caracteriza a presença de disparo ineficaz. Quando há dois disparos consecutivos com curto intervalo de tempo expiratório entre si, temos assincronia de duplo disparo que promove empilhamento de ar e consequentemente auto-PEEP. Esse empilhamento acaba funcionando como uma barreira a ser superada até novo disparo. Porém se há disparo de ciclo pelo ventilador em virtude de algum artefato no circuito de conexão

paciente-ventilador que não esforço inspiratório, temos um auto disparo (MELLOTT *et al.*, 2009).

O duplo disparo e o esforço inefetivo podem ocorrer em decorrência contração dos músculos respiratórios após um ciclo controlado, neste caso, sendo chamados de disparo reverso (AKOUMIANAKI *et al.*, 2013). Fisiologicamente acredita-se que o centro respiratório seja estimulado por uma insuflação pulmonar passiva iniciada pelo ventilador e esse estímulo leve à ativação da musculatura respiratória (GRAVES *et al.*, 1986). Dependendo do momento em que o estímulo é gerado e da sua magnitude, pode ser disparado ou não um novo ciclo respiratório – disparo reverso com ou sem duplo disparo, respectivamente (AKOUMIANAKI *et al.*, 2013).

As assincronias de disparo são as mais frequentes durante a ventilação mecânica invasiva. Assincronia do tipo disparo inefetivo é exemplo de associação a fator intrínseco ou extrínseco. Motivos intrínsecos que pode causá-lo são: fraqueza muscular inspiratória, incapacidade de atingir limiar pressórico necessário para liberação de um novo ciclo ventilatório, hiperinsuflação dinâmica e o limiar pressórico configurado. Os fatores extrínsecos podem estar associados aos altos níveis de pressão inspiratória ou de pressão de suporte. Já no duplo-disparo é mais inerente ao fator extrínseco, relacionado ao ajuste de tempo inspiratório. Quando este é insuficiente, há volume e fluxo insuficientes gerando esforço inspiratório consecutivos com pouco tempo de exalação entre eles (DRES; RITTAYAMAI; BROCHARD, 2016).

Já as assincronias relacionadas a fluxo são resultantes de um desequilíbrio entre demanda e oferta paciente-ventilador. Nos casos de oferta de fluxo insuficiente a um paciente com alta demanda, sobrecarregará a musculatura ventilatória por induzir a um trabalho respiratório exacerbado, assim como o contrário acentuará o stress cíclico ao parênquima pulmonar (MURIAS; LUCANGELO; BLANCH, 2016).

As assincronias de ciclagem ocorrem pela incompatibilidade entre a duração do esforço inspiratório do indivíduo ( $T_{Ip}$ ) e a duração da fase inspiratória determinada no ventilador mecânico ( $T_{Iv}$ ), podendo um estar mais curto ou mais longo que o outro. Quando a condição  $T_{Ip} < T_{Iv}$  está presente, indica que o indivíduo iniciou sua fase expiratória, enquanto o ventilador permanece pressurizando fluxo, ciclagem tardia. Isso provoca esforço do paciente ao realizar contração de musculatura expiratória para superar a pressurização do ventilador e respeitar seu

momento de expiração. Quando ocorre o inverso,  $T_{Ip} > T_{Iv}$ , o indivíduo sustenta ativação da musculatura inspiratória enquanto o ventilador já encerrou tempo de pressurização e espera que o paciente esteja exalando, ciclagem precoce. Se este esforço for forte suficiente, o ventilador pode inverter a relação e iniciar novo ciclo com intervalo expiratório mais curto que o normal (auto-triggering) (MURIAS; LUCANGELO; BLANCH, 2016).

As assincronias paciente-ventilador devem ser corrigidas através de ajustes de parâmetros ventilatórios ou através de alteração das modalidades ventilatórias (HOLANDA *et al.*, 2018). A assincronia de disparo ineficaz é identificada quando o esforço inspiratório do paciente não acompanhado pelo ciclo fornecido pelo ventilador. Para correção da assincronia de disparo, o parâmetro de sensibilidade deve ser ajustado (THILLE *et al.*, 2006).

A assincronia por duplo disparo ocorre devido a presente de dois ciclos concomitantes sem intervalo entre eles, podendo ser corrigido através do aumento do fluxo inspiratório ou do volume corrente no modo volume-controlled ventilation (VCV), do aumento do tempo inspiratório ou da pressão controlada em pressure-controlled ventilation (PCV), ou do aumento da pressão de suporte ou da taxa de ciclagem no modo pressure support ventilation (PSV). O auto-disparo acontece devido ao aumento dos ciclos ventilatórios sem que estes sejam precedidos por esforço do paciente. Essa assincronia pode ser corrigida através da verificação do circuito, visando descartar vazamentos ou condensados, mas também pelo ajuste da sensibilidade (GILSTRAP; MACINTYRE, 2013).

Na assincronia do tipo fluxo inspiratório insuficiente, observa-se esforço excessivo do paciente, devendo-se elevar o fluxo inspiratório, se o paciente estiver sendo ventilado no modo VCV, realizar a troca do modo ventilatório controlado para espontâneo devido ao fluxo livre. No modo PCV alterar o tempo de subida da rampa (*rise time*) para ajustar a velocidade com que a pressão é atingida nas vias aéreas (MURIAS *et al.*, 2016). Na assincronia de fluxo inspiratório excessivo observa-se o pico de pressão na curva pressão versus tempo, sendo atingido precocemente. Estando o paciente nos modos PCV ou PSV, ocorre um evento denominado *overshoot*, definido como aumento rápido da pressão no sistema respiratório, culminando em um pico de fluxo inspiratório maior que o necessário, resultando em uma pressão instável no fim precoce da inspiração (VASCONCELOS *et al.*, 2013). Para corrigir esta assincronia, estudos sugerem que o *rise time* seja reduzido até a

remoção do *overshoot*. No modo VCV, o fluxo inspiratório deve ser diminuído (MELLOTT *et al.*, 2014).

Para correção da assincronia denominada ciclagem prematura, recomenda-se reduzir o fluxo inspiratório e/ou volume corrente. Outra sugestão, é a alteração do modo para PCV ou PSV, se a assincronia acontecer no modo PCV, deve-se elevar o tempo inspiratório ou a pressão controlada. Caso ocorra no modo PSV, deve-se elevar a pressão de suporte ou a taxa de ciclagem (VASCONCELOS *et al.*, 2013). No que tange a ciclagem tardia, o tempo inspiratório deve ser reduzido no modo PCV, em PSV orienta-se aumentar a taxa de ciclagem (MELLOTT *et al.*, 2014).

Um resumo da definição, fatores determinantes e medidas de correção da assincronia paciente – ventilador pode ser observado no Quadro 1.

**Quadro 1- Classificação, definição, fatores determinantes e recomendação de correção das assincronias paciente-ventilador**

<b>Tipo de Assincronia</b>	<b>Definição</b>	<b>Fatores Determinantes</b>	<b>Medidas de Correção</b>
Auto-disparo	Quando um ciclo do ventilador é disparado sem a presença do esforço do paciente	Sensibilidade excessiva Vazamento no sistema Condensado no circuito do ventilador	Diminuir sensibilidade de disparo Corrigir ou compensar vazamentos do sistema
Duplo-disparo	Dois esforços inspiratórios consecutivos sem tempo expiratório adequado entre si	Tempo inspiratório muito curto em relação ao tempo neural Volume corrente baixo em modo VCV	Aumentar o tempo de inspiração (Ti) Aumentar o fluxo inspiratório Aumentar o volume corrente (VCV) Aumentar a pressão inspiratória (PCV) Diminuir valores de critérios de ciclagem
Disparo ineficaz (Na fase	Queda na curva de pressão na fase inspiratória simultânea	Ajuste inadequado ou problemas no	Ajustar a sensibilidade de disparo (valor mais

inspiratória, denominado Esforço Inefetivo Inspiratório)	um aumento na curva de fluxo	mecanismo de sensibilidade Tempo inspiratório prolongado	sensível) Diminuir a pressão de suporte Aumentar valores de critérios de ciclagem Reducir tempo inspiratório Aumentar o valor de PEEP (titular)
Disparo ineficaz (Na fase expiratória, denominado Esforço Inefetivo Expiratório)	Queda na curva de pressão na fase expiratória simultânea um aumento na curva de fluxo	Ajuste inadequado ou problemas no mecanismo de sensibilidade Tempo expiratório prolongado	Ajustar a sensibilidade de disparo (valor mais sensível) Diminuir a pressão de suporte Aumentar valores de critérios de ciclagem Reducir tempo expiratório Aumentar o valor de PEEP (titular)
Ciclagem precoce	Queda abrupta na fase inspiratória da curva fluxo, antes de atingir a linha base, com aumento na curva de fluxo no início do ramo expiratório (ou em menos de 50% da curva expiratória)	Tempo inspiratório muito curto em relação ao do paciente	Reducir os valores de critério de ciclagem Aumentar pressão de suporte ou pressão inspiratória Aumentar tempo inspiratório
Ciclagem tardia	Curta elevação na curva Pressão, parecido com pico, ( <i>overshoot</i> ) ao fim da fase inspiratória	Tempo inspiratório muito longo em relação ao do paciente	Aumentar o valor de critério de ciclagem Reducir tempo inspiratório

Disparo reverso	Geralmente, primeiro ciclo disparado a tempo pelo ventilador e o ciclo seguinte disparado pelo paciente.	Sensibilidade excessiva Vazamento no sistema Condensado no circuito do ventilador	Otimização do ajuste de sensibilidade Correção de vazamentos Remoção de condensados
Fluxo excessivo	Pico ( <i>overshoot</i> ) no início da fase inspiratória na curva de pressão	Em VCV, ajuste de fluxo muito alto; Em PCV e PSV, pressão aplicada muito alta, tempo de subida muito curto ( <i>overshoot</i> )	Em VCV, reduzir o fluxo inspiratório; Em PCV e PSV, reduzir a pressão aplicada, aumentar o tempo de subida ( <i>rise time</i> )
Fluxo Insuficiente	Curva de pressão “escavada” na fase inspiratória, invés de um aumento progressivo na curva de pressão.	Em VCV, ajuste de fluxo muito baixo; Em PCV e PSV, pressão aplicada muito baixa, tempo de subida longo	Ajustar fluxo ou padrão de fluxo à demanda do paciente Alterar para modo controlado por pressão Analizar drive respiratório excessivo ou deprimido

Fonte: Adaptado de Chen *et al.* (2008); Wit *et al.* (2011); Holanda *et al.* (2018).

## 2.4 MÉTODOS DE DETECÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR

Apesar da consciência de existência de APVs no ambiente de terapia intensiva em pacientes sob VMI, os métodos acurados de detecção ainda são semi-invasivos e em grande parte de alto custo para o serviço. Estes fatores são barreiras importantes que limitam a implementação na rotina da UTI (COLOMBO *et al.*, 2011;

DOORDUIN *et al.*, 2013). As modalidades reconhecidas de detecção de assincronia paciente-ventilador são:

Pressão esofágica ou transdiafragmática: permite monitoração direta da atividade diafragmática através de um cateter com balão esofágico. Através desse sinal é possível uma monitorização padrão-ouro de contração diafragmática e diagnosticar interações específicas alteradas como disparo inefetivo, disparo reverso, cujo tipo de diagnóstico é possível por sinal transdiafragmático (AKOUMIANAKI *et al.*, 2013, 2014).

A Atividade elétrica do diafragma: obtida através de cateter com sensores elétricos à contrações diafragmática e possibilita de forma fácil e contínua o comportamento da amplitude de trabalho do diafragma e assim uma monitorização mais acurada para manter uma sincronia mais próxima possível entre parâmetros ajustados na VMI e a demanda respiratória do paciente (PIQUILLOUD *et al.*, 2012; MAURI *et al.*, 2013).

A utilização de Software: método usado em muitos estudos dirigidos a assincronia, por meio de análise offline de gráficos e alguns online por breves períodos de tempo, mas que incentivou o interesse comercial para aprimorar essa vantagem algorítmica de software sendo um recurso de monitoração eficaz e contínua. Alguns desses softwares tem características para detecção por método de padronização outros por automatização (BLANCH *et al.*, 2012; SINDERBY *et al.*, 2013).

Até o momento, apenas dois softwares estão validados e são dedicados a detecção de assincronia com base na equação de movimento por sinais de volume, pressão de via aérea e pressão esofágica. Ambos oferecem monitorização em tempo real que reflete a pressão muscular respiratória. O BetterCare™ foi projetado para detectar disparo inefetivo enquanto NeuroSync, apesar de sua etiologia particular, consegue detectar o equivalente a disparo inefetivo, auto-disparo e uma assincronia antes não relatada, que ele nomeia “múltiplo-EAdi-durante-ciclo assistido”, em que há disparo de um ciclo ventilatório para vários esforços inspiratórios neurais (BLANCH *et al.*, 2012; SINDERBY *et al.*, 2013).

As Curvas gráficas do ventilador mecânico: são apresentadas na tela do ventilador mecânico representando as variáveis de volume, pressão e fluxo que se correlacionam com a real atividade diafragmática, mas não de forma perfeita. Algumas limitações desse método são habilidade do profissional na detecção e na

interpretação de alteração do sinal, não é possível sistema de alerta sonoro ou visual de um fenômeno alterado e há assincronia que não é possível ser detectada apenas com esses três tipos de sinais (CHAO; SCHEINHORN; STEARN-HASSENPLUG, 1997; COLOMBO *et al.*, 2011).

A última modalidade referida é a de maior viabilidade nos centros de terapia intensiva, por não requerer custo adicional, uma vez que a mesma interface para conexão à VMI oferta sinais de comportamento dessa interação entre paciente e ventilador. Diferente das modalidades antecessoras que são semi-invasivas e de alto-custo, logo, de acesso limitado ao uso na rotina. Portanto, para identificação de alteração na interação paciente - ventilador, faz-se necessário uma compreensão acurada do profissional quanto a sua inspeção visual e assim tomar decisão para corrigir as APVs e para minimizar os efeitos prejudiciais e assim proporcionar utilização otimizada da VMI.

Um resumo dos instrumentos para detecção das assincronias paciente – ventilador pode ser observado no Quadro 2.

**Quadro 2 - Modalidades reconhecidas de detecção de assincronia paciente-ventilador**

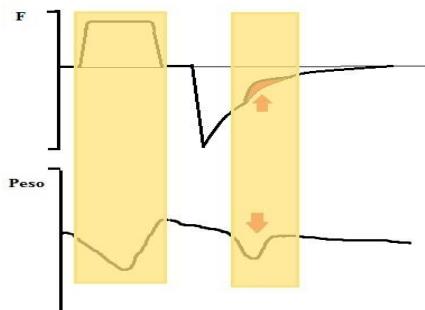
<b>Instrumento</b>	<b>Método de avaliação</b>
Pressão esofágica ou transdiafragmática	Monitoração direta da atividade diafragmática através de um cateter com balão esofágico
Atividade elétrica do diafragma	Obtida através da colocação de cateteres com sensores elétricos à contrações diafragmática
Software/Algoritmos	Realizado através de análise de gráficos online ou off-line através do computador
Curvas gráficas do ventilador mecânico	Método de inspeção visual realizado através da tela do ventilador mecânico

Fonte: Baseado em Chen *et al.* (2008).

Algumas dessas alterações gráficas a serem notadas nos sinais de monitoração do ventilador mecânico que caracterizam assincronias, são:

Disparo ineficaz: declive transitório na curva de pressão de via aérea (P), e ainda mais evidente na curva de pressão esofágica (Peso) e elevação durante fluxo expiratório, mas não capaz de disparar a entrega de um novo ciclo ventilatório no mesmo momento (Figura 1).

Figura 1 - Disparo Ineficaz. Curvas de fluxo (F - acima) e de pressão esofágica (Peso - abaixo)



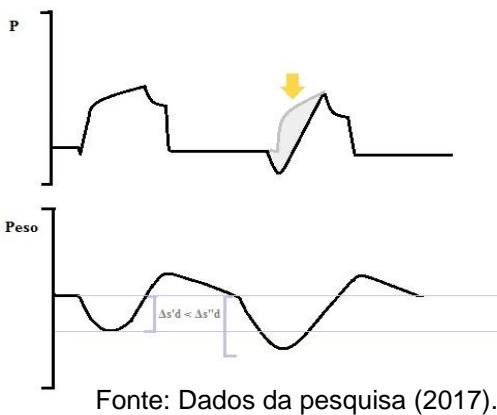
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Duplo-disparo: ocorre quando há disparo de dois ciclos ventilatórios em um único esforço inspiratório do paciente, de forma que o tempo expiratório entre ambos ciclos é curto em relação ao normal, e os ciclos inspiratórios com tempo inspiratório reduzidos em relação ao tempo médio dos demais ciclos normais (Figura 3).

Auto-disparo: ocorre quando há entrega de ciclo ventilatório não iniciado pelo esforço da contração diafragmática do paciente.

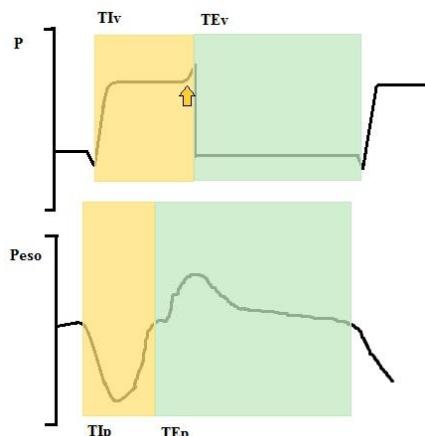
Fluxo insuficiente: caracterizado por convexidade na curva P no ciclo ventilatório durante forte esforço inspiratório devido a uma baixa entrega de fluxo pelo ventilador (Figura 2).

Figura 2 - Fluxo insuficiente. Sombreado na curva P (pressão) representa ausência do ideal para o paciente comparado ao ciclo anterior, sendo necessário um maior deslocamento de atividade diafragmática. s= deslocamento; d= diafragma



Ciclagem tardia: caracterizada por curta elevação na curva P (*overshoot*) ao fim da fase inspiratória (Figura 3).

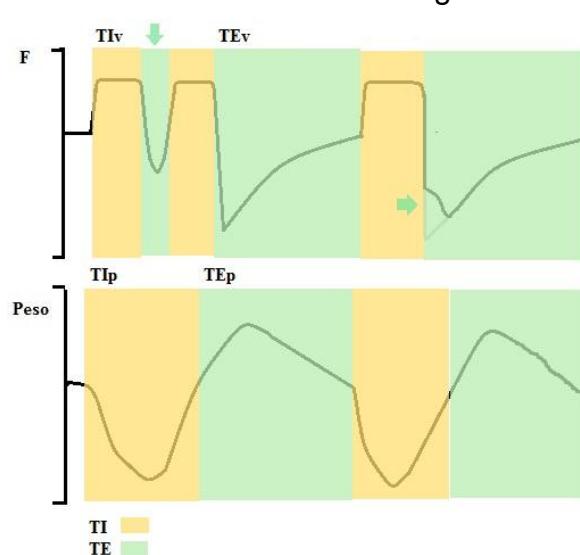
Figura 3 - Ciclagem tardia. Seta indica o overshoot; sombreado amarelo mostra a relação entre tempo inspiratório do ventilador (acima) e do paciente (abaixo). Sombreamento verde mostra a relação tempo expiratório entre ventilador (acima) e paciente (abaixo)



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Ciclagem precoce: caracterizada por ciclagem na curva P e é mais evidente quando uma dessas consequências ocorrem: 1) duplo disparo, dados por dois ciclos ventilatórios em um único esforço inspiratório (dados por depressão na curva Peso) ou 2) limitação do pico de fluxo expiratório (Figura 4).

Figura 4 - Ciclagem precoce. Resultante em dois eventos: 1) Duplo disparo (assincronia da esquerda); 2) limitação no pico de fluxo expiratório dado pela atividade inspiratória ainda presente (assincronia da direita). F - fluxo; Peso - Pressão esofágica



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

### 3 JUSTIFICATIVA

Assincronia paciente-ventilador é um fator que pode interferir na evolução da recuperação do paciente crítico submetido à ventilação mecânica invasiva, seja por induzir maior tempo de dependência ao equipamento, desenvolver lesão pulmonar, causar distúrbio ao sono e assim prolongar a estadia na unidade de terapia intensiva e até mortalidade.

Na realidade da maioria dos serviços, é esperado que esse fenômeno a ser detectado pela inspeção dos gráficos do ventilador mecânico. Alguns estudos têm mostrado esse método como confiável, seguro e viável para tomada de decisão na rotina da UTI. Porém como nem sempre contamos com a mesma expertise de profissionais selecionados para esses estudos, é possível que o reconhecimento acurado de alterações na interação paciente-ventilador esteja superestimado.

Visando conhecer um panorama sobre a prática deste tema, mesmo estando exposto na literatura por tanto tempo, propomos que este estudo piloto com caráter exploratório de corte transversal, envolvendo o profissional de saúde que manejam ventilação mecânica invasiva sejam capazes de identificar, classificar e corrigidas assincronias paciente - ventilador de maneira acurada para seu correto manejo e assim, poder combater seus efeitos deletérios.

## 4 HIPÓTESES

Artigo 1

H1:

Profissionais da saúde com atividade laboral relacionada à terapia intensiva possuem taxa de acertos de detecção, classificação e manejo correto da APV pelo método de inspeção visual maiores que a taxa de erros.

Artigo 2

H1: Os métodos de detecção automática da assincronia de disparo possuem poder diagnóstico semelhante aos métodos considerados padrão-ouro.

## 5 OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o conhecimento dos profissionais das áreas de medicina, fisioterapia e enfermagem com atividade laboral relacionada ao cuidado crítico, quanto ao reconhecimento, classificação e manejo da APV a partir do método de inspeção visual, bem como revisar sistematicamente a acurácia dos métodos de detecção de assincronia de disparo.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterização da amostra quanto a idade, sexo, exercício profissional internacional ou nacional, com identificação da região geográfica, categoria profissional (área médica, fisioterapia ou enfermagem), atividade em exercício (residência, pós-graduação-mestrado/doutorado), docência e profissional intensivista, tipo de uti, tempo de atuação, atividade de manejo de VM, capacitação sobre modo de ventilação, análise gráfica e identificação de assincronias.
- Identificar o percentual de acertos de reconhecimento, classificação e de estratégias de correção de assincronia paciente-ventilador de duplo disparo, esforço inefetivo inspiratório, ciclagem precoce e esforço inefetivo expiratório por profissionais da saúde que realizam manejo de ventilação mecânica em unidade terapia intensiva pelo método de inspeção visual.
- Calcular a taxa de acerto global envolvendo a taxa de acertos de reconhecimento, classificação e de estratégias de correção de assincronia paciente-ventilador.
- Sistematizar a sensibilidade, especificidade e acurácia dos métodos de assincronia de disparo publicada na literatura científica.

## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

### 6.1 ARTIGO 1

#### 6.1.1 Delineamento

Revisão Sistemática de estudos observacionais transversais prospectivos, retrospectivos e estudos metodológicos de validação que obtivessem pelo menos duas formas de detectar PVA, dentre elas o padrão referência de avaliação.

#### 6.1.2 Estratégia de busca

As buscas por estudos foram realizadas de forma sistemática através de uma pesquisa exaustiva nas bases de dados *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online* (Medline) via PubMed (1990 a 2020); *Latin American and Caribbean Health Sciences Literature* (Lilacs) de (1990 a 2020), *SciVerse Scopus* (Scopus), de (1990 a 2020) e a *ScienceDirect*. (1990 a 2020). Foram selecionados também estudos incluídos nas listas de referência, bem como as referências de revisões e metanálises para identificar outros estudos potencialmente elegíveis. A pesquisa se limitou a estudos em humanos, mas não houve restrição de idioma.

Os bancos de dados foram pesquisados utilizando os descritores apresentados no *Medical Subject Headings* (MeSH) e a busca dos estudos foi realizada utilizando os indexadores de forma combinada com os operadores lógicos booleanos “AND”, “OR” e “NOT”. A estratégia de busca realizada no *Pubmed*, *Lilacs*, *SciVerse Scopus* e *ScienceDirect* encontra-se apresentada a seguir.

##### 6.1.2.1 Estratégia de busca no Medline

A estratégia de pesquisa do Medline ilustrada na Figura 5 foi realizada via PubMed pelo site <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>.

Figura 5 - Estratégia de busca no Medline

```
((patient ventilator asynchrony) AND (visual inspection)) AND (mechanical ventilation) ((patient ventilator asynchrony) AND (waveform analysis)) AND (mechanical ventilation) (((asynchrony) AND (mechanical)) AND (ventilation)) AND (detection) (((diaphragmatic electrical activity) AND (mechanical ventilation)) AND (synchrony)) AND (adults) (((transdiaphragmatic) AND (pressure)) AND (mechanical ventilation)) AND (asynchronies)
```

Fonte: Elaborado pela autora (2019-2020).

#### 6.1.2.2 Estratégia de busca no Lilacs

A estratégia de pesquisa do Lilacs ilustrada na Figura 6 pelo site <http://www.lilacs.bvsalud.org/>.

Figura 6 - Estratégia de busca no Lilacs

```
(tw:(patient ventilator asynchrony) AND (tw:(“visual inspection” OR “waveform analysis”) AND (tw:(mechanical ventilation)) in Title, Abstract or Keyword and (((diaphragmatic electrical activity) AND (mechanical ventilation)) AND (synchrony)) AND (adults) in Title, Abstract or Keyword and (tw:(transdiaphragmatic) AND (pressure)) AND (mechanical ventilation)) AND (asynchronies) in Title, Abstract or Keyword and (tw:((asynchrony) AND (mechanical)) AND (ventilation)) AND (detection))
```

Fonte: Elaborado pela autora (2019-2020).

#### 6.1.2.3 Estratégia de busca no SciVerse Scopus

A estratégia de pesquisa do SciVerse Scopus ilustrada na Figura 7 pelo site <http://www.info.sciverse.com/scopus>.

Figura 7 - Estratégia de busca no Scopus

```
(TITLE-ABS-KEY("asynchrony" OR "synchrony" OR "assynchronies") AND (TITLE-ABS-KEY (mechanical) AND (TITLE-ABS-KEY(ventilation) AND (TITLE-ABS-KEY(detection) (TITLE-ABS-KEY(patient ventilator asynchrony) AND (TITLE-ABS-KEY("waveform analysis" OR "visual inspection") AND (TITLE-ABS-KEY(mechanical ventilation) AND (TITLE-ABS-KEY(diaphragmatic electrical activity) AND (TITLE-ABS-KEY(mechanical ventilation) AND (TITLE-ABS-KEY(adults) (TITLE-ABS-KEY(transdiaphragmatic pressure))
```

Fonte: Elaborado pela autora (2019-2020).

#### 6.1.2.4 Estratégia de busca no ScienceDirect

A estratégia de pesquisa do Science Direct ilustrada na Figura 8 foi realizada via PubMed pelo site <http://https://www.sciencedirect.com/>.

Figura 8 - Estratégia de busca no ScienceDirect

```
(tw:(patient ventilator asynchrony)) AND (tw:(visual inspection)) AND (tw:(mechanical ventilation)) in Title, Abstract or Keyword and ((patient ventilator asynchrony)) AND (tw:(waveform analysis)) AND (tw:(mechanical ventilation)) in Title, Abstract or Keyword and (((asynchrony) AND (mechanical)) AND (ventilation)) AND (detection) in Title, Abstract or Keyword and (tw:(diaphragmatic electrical activity)) AND (tw:(mechanical ventilation)) AND (tw:(synchrony)) AND (tw:(adults)) in Title, Abstract or Keyword and (tw:(transdiaphragmatic)) AND (tw:(pressure)) AND (tw:(mechanical ventilation)) AND (tw:(asynchronies)) in Title, Abstract or Keyword
```

Fonte: Elaborado pela autora (2019-2020).

#### 6.1.3 Triagem e elegibilidade dos estudos

Na primeira fase dois pesquisadores (MB e AC) realizaram a coleta dos artigos, de forma independente, utilizando os indexadores pré-determinados e a leitura do ‘Título’ e do ‘Resumo’. Os estudos potencialmente relevantes ou que

houveram dúvidas foram retidos para uma análise do texto na íntegra. Os artigos nos quais os avaliadores entraram em concordância foram adicionados à revisão e os discordantes foram analisados por um terceiro pesquisador (SLC), que decidiria se seriam adicionados ou não. As etapas da seleção dos artigos desta revisão sistemática foram expostas através de um fluxograma baseado no *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA)*.

Para caracterização dos estudos incluídos foram extraídas as seguintes informações: nome dos autores/ano de publicação/país, padrão de referência, teste “índice” e o desfecho analisado. Na explanação dos resultados foram descritos os dados referentes a sensibilidade, especificidade, valor preditivo negativo (VPN), valor preditivo positivo (VPP) e resultados adicionais.

#### **6.1.4 Seleção dos estudos**

Foram incluídos estudos de acurácia, observacionais transversais prospectivos, retrospectivos e metodológicos de validação que obtivessem pelo menos duas formas de detectar PVA, dentre elas o padrão referência, envolvesse pacientes ventilados mecanicamente, de ambos os sexos e com faixa etária  $\geq 18$  anos.

Foram excluídos estudos cujo objetivo não fosse avaliar a acurácia de métodos de detecção de PVA, os que não avaliaram a assincronia de disparo.e com pacientes não internados na unidade de terapia intensiva , sob uso de ventilação mecânica não invasiva e/ou os aqueles ventilados mecanicamente decorrente à distúrbios do sono e doenças neuromusculares .

Os padrões de referência foram: (a) análise da pressão esofageana (Pes) e (b) análise da atividade elétrica do diafragma (EAdi). Os métodos de comparação foram (a) inspeção visual de curvas de pressão, volume e fluxo do ventilador mecânico e (b) softwares/algoritmos para detecção automática. Também foram abordadas análises adicionais entre softwares e algoritmos (já validados pelo método de referência) e o método de inspeção visual.

### **6.1.5 Avaliação do risco de viés nos estudos incluídos**

A ferramenta utilizada para todo o processo de descrição da revisão sistemática, avaliação da qualidade metodológica e os dados apresentados de cada estudo seguiu as recomendações para avaliação de estudos de acurácia, QualityAssessmentofDiagnosticAccuracyStudies (*QUADAS-2*), composto por quatro domínios – chave que representam as principais fontes de vieses, sendo eles: 1) Seleção de pacientes, 2) Teste índice, 3) Padrão de referência e 4) Fluxo e Tempo.

Com os dados do método *QUADAS - 2* realizamos uma tabela de risco de viés para cada estudo incluído através do Review Manager 5.4. Foi realizado também uma avaliação do risco de viés que apresenta todos os julgamentos de todos os artigos em uma tabulação cruzada de estudo por entrada.

Os estudos foram classificados para cada um dos critérios, podendo ser denominado como alto risco de viés, risco incerto ou baixo risco. Na avaliação dos riscos de viés, para cada um dos quatro domínios, as questões norteadoras devem ser respondidas como “não”, “sim” ou “incerto”. Se todas as respostas forem “sim”, significa baixo risco para viés; se qualquer questão for respondida como “não”, alerta para o risco de viés. Ao final das respostas, julga-se o risco de viés como “baixo”, “alto” ou “incerto”, sem a atribuição de pontuações. A aplicabilidade também é julgada como “baixa”, “alta” ou “incerta”, sendo incerto se o artigo não cita ou não esclarece como foi realizado o critério a ser investigado.

### **6.1.6 Síntese de dados**

Foi realizado um resumo das características de cada estudo (Quadro 1) e a análise de viés dos estudos incluídos na revisão através do software ReviewManager 5.4 (RevMan 5.4, The Nordic Cochrane Centre, Copenhagen, Dinamarca).

## 6.2 ARTIGO 2

### 6.2.1 Desenho, local e período do estudo

Trata-se de um estudo piloto com caráter exploratório de corte transversal. A pesquisa exploratória tem por objetivo familiarizar-se com um fenômeno ou obter uma nova percepção sobre este, delimitando uma situação, definindo os objetivos e buscando explorar informações que possa fornecer as relações existentes entre os elementos componentes estudados, viabilizando a formulação de possíveis hipóteses para pesquisas futuras. Requer um planejamento flexível para possibilitar a consideração dos mais diversos aspectos de um problema ou de uma situação. (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007; MARCONI; LAKATOS, 2017; LEÃO, 2018).

O cenário de coleta do estudo foi o local de realização de um evento científico internacional da área de terapia intensiva sediado na cidade do Rio de Janeiro - Brasil em 2017 no período de três dias consecutivos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal de Pernambuco conforme Resolução 466/12 e parecer de aprovação nº 77608517.4.0000.5208 (Anexo A).

### 6.2.2 Amostra

A amostra foi selecionada de forma aleatória após recrutamento dos congressistas das áreas de medicina, fisioterapia e enfermagem de âmbito nacional e internacional, durante o intervalo entre as palestras.

### 6.2.3 Critérios de elegibilidade

#### 6.2.3.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos indivíduos com idade  $\geq 18$  anos, de ambos os sexos, da área de saúde nas especialidades de medicina, fisioterapia e enfermagem que eram congressistas do evento científico internacional da área de terapia intensiva sediado no Brasil em 2017.

### 6.2.3.2 Critérios de exclusão

Foram excluídos aqueles identificados com curso superior em andamento, correspondendo a condição de estudantes de graduação e aqueles que se recusaram em participar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após a explicação sobre a pesquisa e seus objetivos.

### 6.2.4 Instrumentos

Previamente, os pesquisadores produziram 3 (três vídeos), mostrando a tela do ventilador mecânico Servoi (*MaquetCriticalCare*, Suécia). Os vídeos foram gravados com uma câmera traseira de 13 megapixel, com foco automático por detecção de fase, de um smartphone que produz vídeo Full HD a 30 frames por segundo (*Xiaomi Technology Co.,Ltda*, China) na posição horizontal e estabilizada por um suporte tripé.

Os vídeos foram elaborados considerando as definições conceituais das assincronias de duplo disparo, esforço inefetivo inspiratório, ciclagem precoce e esforço inefetivo expiratório (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013) utilizando o acionamento manual do pulmão teste (Lung Simulator, LS 1500, Intermed Equipamento Médico Hospitalar Ltda, São Paulo, Brasil) conectado ao ventilador mecânico.

O padrão de acionamento manual do pulmão teste foi gerado por um único pesquisador (W. S. L.), de modo a simular as alterações nas curvas de pressão, fluxo e volume correspondentes às assincronias sob estudo.

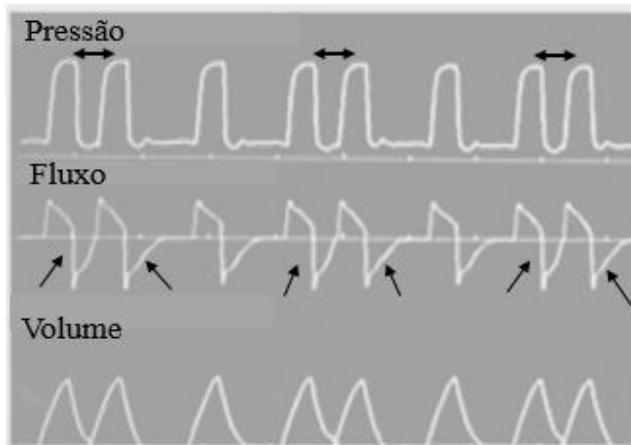
Em seguida foi elaborada uma análise de concordância inter-pesquisadores (M. K. R.; M. B.; S. L. C.), de modo a verificar se os vídeos gravados com curvas gráficas de pressão, fluxo e volume representavam similaridade às assíncronas de duplo disparo, ciclagem precoce e esforço inefetivo expiratório.

Cada vídeo elaborado apenas era considerado apto como instrumento para questionamento dos profissionais a serem entrevistados quando, o índice kappa fosse superior a 0,90. Caso contrário, o vídeo era descartado e seguia-se nova produção de vídeo até este padrão de concordância-alvo ser alcançado.

## Representação do VÍDEO 1

O duplo disparo foi definido como duas inspirações consecutivas ocorrendo sem um intervalo de tempo expiratório adequado (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013).

Figura 9 - Duplo Disparo



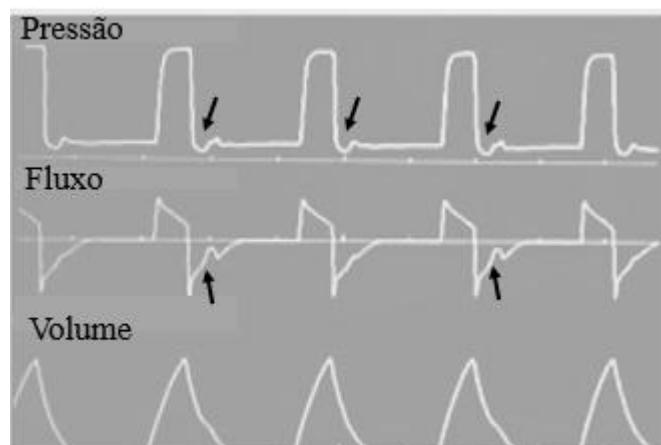
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: Modo de simulação do duplo disparo no modo pressão controlada. Parâmetros → Pressão Controlada: 25cmH<sub>2</sub>O; Pressão Positiva ao Final da Espiração: 5cmH<sub>2</sub>O; Frequência Respiratória Instituída/Monitorada: 30/40ipm; Inspiratória : Expiratória : 1:3,2 ; Volume Corrente: 385ml e FiO<sub>2</sub>: 21%

## Representação do VÍDEO 2

Ciclagem Precoce detectada na presença de uma queda abrupta na fase inspiratória da curva fluxo, antes de atingir a linha base, com aumento na curva de fluxo no início do ramo expiratório (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013).

Figura 10 - Ciclagem Precoce



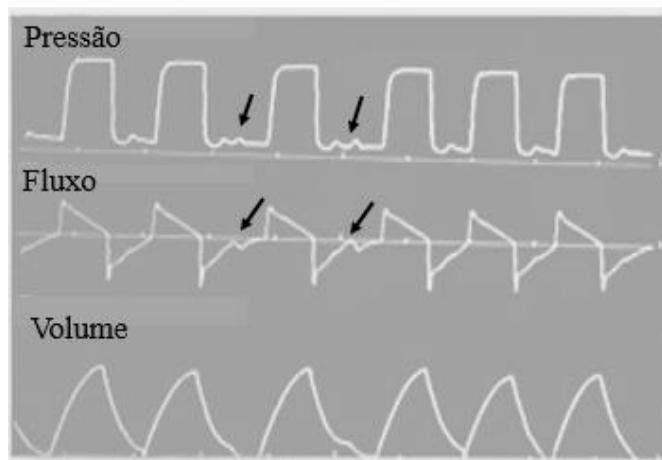
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: Modo de simulação da ciclagem precoce no modo pressão controlada. Parâmetros → Pressão Controlada: 30cmH<sub>2</sub>O; Pressão Positiva ao Final da Espiração: 5cmH<sub>2</sub>O; Frequência Respiratória Instituída/Monitorada: 28/28ipm; Inspiratória : Expiratória : 1:3,3 ; Volume Corrente: 471ml e FiO<sub>2</sub>: 21%.

### Representação do VÍDEO 3

Esforço Inefetivo Expiratório visualizado quando há um decaimento na curva de pressão durante expiração e simultâneo aumento no ramo expiratório da curva de fluxo insuficiente para iniciar novo ciclo (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013).

Figura 11 - Esforço Inefetivo Expiratório



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: Modo de simulação do esforço inefetivo expiratório no modo pressão controlada. Parâmetros → Pressão Controlada = 25cmH<sub>2</sub>O; Pressão Positiva ao Final da Espiração = 5cmH<sub>2</sub>O; Frequência Respiratória Instituída/Monitorada = 30/38ipm; Inspiratória : Expiratória = 1:1.2 ; Volume Corrente = 560ml e FiO<sub>2</sub>: 21%.

Em seguida um questionário denominado Patient-ventilatorAsynchrony Professional Questionnaire (PVA – pro) foi formulado pela equipe de pesquisadores e submetido a um teste do instrumento com 10 entrevistados no primeiro dia do evento científico. Após analisar as dificuldades no preenchimento relacionadas à compreensão dos enunciados nas questões, foram adicionadas ao questionário instruções sobre o quantitativo de opções a serem assinaladas em cada questão, como também formatadas questões subjetivas, caso o entrevistado julgasse não identificar resposta correta entre as opções disponíveis.

Na versão final, o questionário PVA – pro (Apêndice A) é composto por duas partes. A primeira refere-se à caracterização dos profissionais quanto a idade, sexo,

cidade/estado, país de origem, e-mail para contato e dados profissionais (categoria profissional, tipo de UTI em que atuava, tempo de atuação em terapia intensiva, se realizava manejo da ventilação mecânica e se nos últimos 6 meses teria participado de alguma capacitação sobre modos ventilatórios, análise de gráficos e identificação de assincronias.

A segunda parte consiste em 3 questões para cada vídeo, sendo, portanto, 09 questões ao todo, referentes ao reconhecimento, classificação e manejo de cada APV. Os quatro vídeos representativos das APVs foram apresentados à cada entrevistado a partir de um Tablet com 10,1 polegadas de tela (GalaxyTab 3 GT-P5200, Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda., Brasil).

Na questão de reconhecimento da presença de APV pode ser assinalado as opções “sim”, “não” ou “não sei”. Na segunda questão, para classificação do tipo de APV, deveria ser marcado uma sentença correspondente à Assincronia de Disparo, Assincronia de Fluxo ou Assincronia de Ciclagem. Quanto aos tipos dentro de cada classificação para Assincronia de Disparo há as alternativas: “auto – disparo, esforço expiratório inefetivo, duplo disparo ou disparo reverso”; para a Assincronia de Fluxo, as alternativas “fluxo inspiratório insuficiente ou fluxo inspiratório excessivo” e para a Assincronia de Ciclagem, as modalidades, “ciclagem precoce ou ciclagem tardia”. Também há as alternativas “outro” e “não sei”.

Na terceira questão, para cada vídeo, refere-se ao manejo de correção ou minimizar a assincronia, tendo caráter de seleção múltipla sobre o ajuste do tempo inspiratório, pressão inspiratória e sensibilidade inspiratória. As alternativas “outro” e “não sei” também eram disponíveis.

Quando assinalado “outro” nas questões de classificação e manejo da APV, pode ser registrada uma resposta aberta. As respostas esperadas na segunda parte do questionário foram elaboradas consensualmente e padronizadas pelos pesquisadores deste estudo, conforme descrito no Apêndice B.

## 6.2.5 Procedimentos

A triagem dos voluntários a serem entrevistados ocorreu no segundo e terceiro dia do evento científico, no qual dois pesquisadores simultaneamente abordavam os sujeitos no período entre as palestras nos turnos matutino e vespertino, de modo a verificar os critérios de elegibilidade.

Atendendo aos critérios, os objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa eram esclarecidos, e com anuênciia voluntária assinada no TCLE, os voluntários eram direcionados para preenchimento do questionário.

Os entrevistados individualmente responderam ao questionário impresso fixado em uma prancheta e, em sua maioria, na posição ortostática. Apesar de não haver um local reservado para o preenchimento do questionário, a privacidade e sigilo foram respeitados, sem haver exposição do entrevistado aos sujeitos circulantes no espaço físico.

Para responder as questões referentes ao reconhecimento, classificação e manejo da APV, cada vídeo foi apresentado pareado a cada questão através do Tablet, sendo permitido um tempo limite de visualização de 5 minutos. Este tempo de visualização foi estimado como necessário a partir do tempo máximo de observação verificado no teste de aplicação do instrumento.

Na análise dos questionários foi julgado como “correta”, caso o profissional registra-se resposta compatível com a padronizada descrita no Apêndice B. Em caso contrário, a resposta era julgada como “incorrecta”, bem como ao ser assinalado a opção “Não sei”. As respostas subjetivas descritas ao ser assinalada a opção “outro” para os domínios de classificação e manejo da APV foram analisadas individualmente pela equipe de pesquisadores, de modo a julgar a resposta como “correta” ou “incorrecta”.

### **6.2.6 Variáveis**

- Idade: medida em anos, representada em média e desvio-padrão;
- Sexo: frequência das categorias masculino e feminino;
- Local de atuação profissional: frequência das categorias Exterior (identificação do país) ou Nacional (regiões Norte, Nordeste, Centro-oeste, Sul e Sudeste);
- Categoria profissional: frequência das categorias Medicina, Fisioterapia e Enfermagem;
- Atividade em exercício: frequência das categorias “Cursando residência; cursando pós-graduação (mestrado/doutorado); Docência; Profissional Intensivista”.

- Tipo de UTI do exercício profissional atual: frequência das categorias “Neonatal, Pediátrica, Adulto e não se aplica”;
- Tempo de atuação em UTI: medida em anos, representada pela média (intervalo de confiança 95%) e pela frequência nos intervalos de “até 5 anos”, “> 5-10 anos”, “> 10 anos”;
- Atividade de manejo de VM: frequência das categorias “sim”, “não”, “não se aplica”;
- Atualização nos últimos seis meses (curso ou treinamento sobre modos de ventilação, análise de gráficos e identificação de assincronias): frequência das categorias “sim” ou “não”;
- Reconhecimento da APV: frequência das categorias “sim” e “não/não sabe”;
- Classificação da APV: frequência das categorias “correta” e “incorrecta/não sabe”;
- Manejo da APV: frequência dos ajustes apontados pelos profissionais para corrigir ou minimizar a APV nas categorias: Tempo inspiratório (“aumentar” ou “reduzir”), Pressão inspiratória (“aumentar” ou “reduzir”), Sensibilidade inspiratória (“aumentar” ou “reduzir”), “Outro/Mais” de um ajuste associado e “Não Sabe”;
- Taxa de acerto do reconhecimento da APV: o quociente entre o número de respostas corretas e o número de questões de reconhecimento (3), multiplicado por 100. Representada por média (IC95%);
- Taxa de acerto da classificação da APV = o quociente entre o número de respostas corretas e o número de questões de classificação (3), multiplicado por 100. Representada por média (IC95%);
- Taxa de acerto do manejo da APV = o quociente entre o número de respostas corretas e o número de questões de manejo da APV (3), multiplicado por 100. Representada por média (IC95%);
- Taxa de acerto por Vídeo = o quociente entre o número de respostas corretas e o número de questões por vídeo (3), multiplicado por 100. Representada por média (IC95%);
- Taxa de acerto global= o quociente entre o número de respostas corretas e o número total de questões dos três vídeos (09), multiplicado por 100. Representada por média (IC95%);

- Taxa de erro = 100 – taxa de acerto, para cada condição sob análise de teste. Representada por média (IC95%).

### **6.2.7 Análise dos dados**

O processamento de transcrição dos dados foi realizado por um dos pesquisadores para um banco de dados criado no programa *Microsoft Office Excel 2013* e posteriormente transferido e adequado para o banco de dados do software *Statistical Package for the Social Sciences*(SPSS) 20 (IBM, Chicago, IL, USA). As variáveis foram expressas descritivamente em média e desvio padrão, ou média e intervalo de confiança a 95% ou frequência simples e relativa, conforme sua característica. Quando a distribuição era não normal as variáveis foram descritas em mediana (intervalo interquartil).

Para comparar as frequências das observações em cada categoria foi realizado o teste não - paramétrico qui-quadrado. As taxas de acerto e de erro para cada condição de análise foram comparadas pelo Teste T de Student para amostras pareadas. Para todas as análises estatísticas adotou-se nível de significância para um p-valor <0.05.

### **6.2.8 Aspectos éticos**

Esta proposta de pesquisa segue termos dirigidos pelo Conselho Nacional de Saúde (Resolução 466 de 2012) para pesquisa em seres humanos. Os voluntários foram informados sobre o propósito do estudo, métodos e foram incluídos no estudo mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice C) e resguardados do direito de recusa da pesquisa. O cronograma de coleta foi iniciado após emissão do parecer de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa para Seres Humanos, nº 77608517.4.0000.5208.

Os dados coletados nesta pesquisa (questionários) foram armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora S. L. C., no endereço informado no TCLE, pelo período de mínimo 5 anos.

## 7 RESULTADOS

Atendendo as normas vigentes no Programa de Pós-Graduação *Strictu Senso* em Fisioterapia da UFPE para elaboração da dissertação, este estudo resultou na elaboração de 1 artigo original e uma Revisão Sistemática, apresentados nos Apêndices D e E, respectivamente:

**ARTIGO ORIGINAL 1 – (APÊNDICE D): ACCURACY OF METHODS FOR DETECTING TRIGGER ASYNCHRONY IN CRITICALLY ILL PATIENTS: SYSTEMATIC REVIEW**

- Revista que foi submetido: *Critical Care Researchand Practice*
- Qualis da Revista: A4

**ARTIGO 2 – REVISÃO SIATEMÁTICA – (APÊNDICE E): IDENTIFICAÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR POR MEIO DO MÉTODO DE INSPEÇÃO VISUAL PELOS PROFISSIONAIS INTENSIVISTAS**

- Revista a ser submetido: *ClinicalandTranslational Investigation*
- Qualis da Revista: A2.

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os dois artigos apresentados no corpo desta dissertação podemos concluir que os profissionais de saúde que possuem suas atividades laborais voltadas para o cuidado do doente crítico, são capazes de reconhecer APV pelo método de inspeção visual. Este método surge como uma possibilidade diagnóstica já que apresenta uma boa sensibilidade e especificidade quando comparado com os métodos de detecção automática como os algoritmos e softwares.

Porém, no artigo 2 foi encontrado que os profissionais de saúde não demonstraram habilidade de classificar corretamente as assincronias, bem como de realizar os ajustes ventilatórios necessários para corrigir ou minimizar a APV.

Portanto, o presente trabalho apresenta contribuições relevantes para a literatura científica com reflexão para a prática clínica, enfatizando a necessidade dos profissionais de saúde serem submetidos a capacitações rotineiras acerca da análise gráfica das curvas do ventilador mecânico para que possam classificar corretamente o tipo de assincronia paciente - ventilador, bem como realizar os ajustes ventilatórios necessários.

## REFERÊNCIAS

- AKOUMIANAKI, Evangelia *et al.* Mechanical ventilation-induced reverse-triggered breaths: A frequently unrecognized form of neuromechanical coupling. **Chest**, v. 143, n. 4, p. 927–938, 2013.
- AKOUMIANAKI, Evangelia *et al.* The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 189, n. 5, p. 520–531, 2014.
- BEER, J. M.; GOULD, Tim. Principles of artificial ventilation. **Anaesthesia and Intensive Care Medicine**, v. 14, n. 3, p. 83–93, 2013.
- BLANCH, Lluís *et al.* Validation of the Better Care® system to detect ineffective efforts during expiration in mechanically ventilated patients: A pilot study. **Intensive Care Med.**, v. 38, n. 5, p. 772–780, 2012.
- BLANCH, Lluís *et al.* Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. **Intensive Care Med.**, v. 41, p. 633–641, 2015.
- BOSMA, Karen *et al.* Patient-ventilator interaction and sleep in mechanically ventilated patients: pressure support versus proportional assist ventilation. **Critical Care Med.**, v. 35, n. 4, p. 1048–1054, 2007.
- BRANSON, Richard D.; BLAKEMAN, Thomas C.; ROBINSON, Bryce R. H. Asynchrony and dyspnea. **Respiratory Care**, v.58, n.6, p 973–989, 2013.
- BROCHARD, Laurent *et al.* Inspiratory Pressure Support Prevents Diaphragmatic Fatigue during Weaning from Mechanical Ventilation. **Am Rev Respir Dis**, v. 139, p. 513–521, 1989.
- CERVO, Luiz A; BERVIAN Pedro A.; SILVA, Roberto. **Metodologia Científica**. 6. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007.
- CHAO, David C.; SCHEINHORN, DDavid J.; STEARN-HASSENPLUG, Meg. Patient-ventilator trigger asynchrony in prolonged mechanical ventilation. **Chest**, v. 112, n. 6, p. 1592–1599, dec. 1997.
- CHATBURN, Robert. L. Classification of ventilator modes: update and proposal for implementation. **Respiratory care**, v. 52, n. 3, p. 301–323, 2007.
- CHEN, Chang-Wen *et al.* Detecting ineffective triggering in the expiratory phase in mechanically ventilated patients based on airway flow and pressure deflection: feasibility of using a computer algorithm. **Crit care med.**, v. 36, n. 2, p. 455–461, feb. 2008.
- COLOMBO, Davide *et al.* Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient–ventilator asynchrony\*. **Critical Care Med.**, v. 39, n. 11, p. 2452–2457, 2011.

- DOORDUIN, Jonneet *et al.* Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 187, n. 1, p. 20–27, jan. 2013.
- DRES, Martin; RITTAYAMAI, Nuttapol; BROCHARD, Laurent. Monitoring patient-ventilator asynchrony. **Current Opinion in Critical Care**, v. 22, n. 3, p. 246–253, 2016.
- FANFULLA, Francesco *et al.* Effects of different ventilator settings on sleep and inspiratory effort in patients with neuromuscular disease. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 172, n. 5, p. 619–624, mayo. 2005.
- GILSTRAP, D.; DAVIES, J. Patient-Ventilator Interactions. **Clinics in Chest Medicine**, v. 7, n. 4, p. 669-681, oct. 2016.
- GILSTRAP, Daniel; MACINTYRE, Neil. Patient-ventilator interactions. Implications for clinical management. **Am J Respir Crit Care Med**, v. 188, n. 9, p. 1058–1068, 2013.
- GRAVES, C. *et al.* Respiratory phase locking during mechanical ventilation in anesthetized human subjects. **American journal of physiology**, v. 250, n. 5, p. R902–R909, 1986.
- HOLANDA, Marcelo A. *et al.* Patient-ventilator asynchrony. **J Bras Pneumol.**, v. 44, n. 4, p. 321-333, 2018.
- KACMAREK, Robert M.; PIRRONE, Massimiliano; BERRA, Lorenzo. Assisted mechanical ventilation: the future is now! **BMC anesthesio.**, v. 15, p. 110, 2015.
- KONDILI, Eumorfia *et al.* Identifying and relieving asynchrony during mechanical ventilation. **Expert Review of Respiratory Medicine**, v. 3, n. 3, p. 231–243, 2009.
- LEÃO, Lourdes M. **Metodologia do estudo e pesquisa**: facilitando a vida dos estudantes, professores e pesquisadores. Petrópolis - RJ : Vozes, 2018.
- MACINTYRE, N. R.; BRANSON, R. D. Mechanical Ventilation. **Pact**, v. 17, n. 3, p. 431–453, 2001.
- MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. **Técnicas de Pesquisa**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.
- MARINI, John J.; CROOKE III, Philip S. A general mathematical model for respiratory dynamics relevant to the clinical setting. **Am Rev Respir Dis**, v. 147, n. 1, p. 14–24, dez. 1993.
- MAURI, Tommaso *et al.* Patient-ventilator interaction in ARDS patients with extremely low compliance undergoing ECMO: A novel approach based on diaphragm electrical activity. **Intensive Care Med.**, v. 39, n. 2, p. 282–291, feb. 2013.
- MELLOTT, Karen G. *et al.* Patient-ventilator dyssynchrony clinical significance and implications for practice. **Crit. Care Nurse**, v. 29, n. 6, p. 41–55, dec. 2009.

MELLOTT, Karen G. *et al.* Patient ventilator asynchrony in critically ill adults: Frequency and types. **Heart & Lung**, v. 43, n. 3, p. 231–243, 2014.

MESSINA, Antonio *et al.* Patient-ventilator asynchrony affects pulse pressure variation prediction of fluid responsiveness. **Journal of Critical Care**, v. 30, n. 5, p. 1067–1071, oct. 2015.

MURIAS, Gaston; LUCANGELO, Umberto; BLANCH, Lluís. Patient-ventilator asynchrony. **Current Opinion in Critical Care**, v. 22, n. 1, p. 53–59, feb. 2016.

NILSESTUEN, Jon O.; HARGETT, Kenneth D. Using ventilator graphics to identify patient-ventilator asynchrony. **Respir care**, v. 50, n. 2, p. 202-234, 2005.

PARTHASARATHY, Sairam; JUBRAN, Amal; TOBIN, Martin J. Cycling of inspiratory and expiratory muscle groups with the ventilator in airflow limitation. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 158, p. 1471–1478, 1998.

PIQUILLOUD, Lise *et al.* Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) improves patient-ventilator interaction during non-invasive ventilation delivered by face mask. **Intensive Care Medicine**, v. 38, n. 10, p. 1624–1631, 2012.

PENSADOR. **Marthin Luther King:** Talvez não tenha conseguido fazer o... [200-]. Disponível em: <https://www.pensador.com/frase/MjlyODg3Mw/>. Acesso em: 10 jan. 2021.

POLLA, B. *et al.* Respiratory muscle fibres: specialisation and plasticity. **Thorax**, v. 59, n. 9, p. 808–17, 2004.

RACCA, F.; SQUADRONE, V.; RANIERI, V. M. Patient-ventilator interaction during the triggering phase. **Respiratory Care Clinics of North America**, v. 11, n. 2, p. 225-245, 2005.

ROUSSOS, C.; KOUTSOUKOU, A. Respiratory failure. **Eur Respir J Suppl**, v. 22, n. 47, p. 3s–14s, 2003.

SASSOON, Catherine S.; FOSTER, Guy T. Patient-ventilator asynchrony. **Current opinion in critical care**, v. 7, n. 1, p. 28–33, feb. 2001.

SASSOON, Catherine S. H.; ZHU, Ercheng; CAIOZZO, Vicent J. Assist-control mechanical ventilation attenuates ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 170, n. 6, p. 626–632, 2004.

SINDERBY, Chirster *et al.* An automated and standardized neural index to quantify patient-ventilator interaction. **Critical care**, v. 17, n. 5, p. R239, 2013.

TASSAUX, Didier *et al.* Impact of expiratory trigger setting on delayed cycling and inspiratory muscle workload. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 172, n. 10, p. 1283–1289, 2005.

- THILLE, Arnaud W. et al. Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. **Intensive Care Medicine**, v. 32, n. 10, p. 1515–1522, 2006.
- TOBIN, Martin J.; JUBRAN, Amal; LAGHI, Franco. Critical Care Perspective Patient – Ventilator Interaction. **Critical Care Medicine**, v. 163, p. 1059–1063, 2001.
- TOBIN, Martin J.; LAGHI, Franco; JUBRAN, Amal. Respiratory muscle dysfunction in mechanically-ventilated patients. **Molecular and Cellular Biochemistry**, v. 179, p. 87-98, 1998.
- TOBIN, Martin J.; TOL, G.; PALMER, J. **Principles And Practice of Mechanical Ventilation**. 2013.
- TOL, Govind; PALMER, James. Principles of mechanical ventilation. **Anaesthesia and Intensive Care Medicine**, v. 11, n. 4, p. 125–128, 2010.
- VASCONCELOS. R. S. et al. Effect of an automatic triggering and cycling system on comfort and patient-ventilator synchrony during pressure support ventilation. **Respiration**, v. 86. n. 4, sept. 2013.
- VASSILAKOPOULOS, Theodoros; PETROF, Basil J. A stimulating approach to ventilator-induced diaphragmatic dysfunction. **Am J Respir Crit Care Med.**, v. 195, n. 3, p. 281–282, 2017.
- VIGNAUX, Laurence et al. Optimizing patient-ventilator synchrony during invasive ventilator assist in children and infants remains a difficult task. **Pediatr Crit Care Med.**, v. 14, n. 7, p. e316–e325, 2013.
- WIT, Marjoleinet al. Ineffective triggering predicts increased duration of mechanical ventilation\*. **Critical Care Med**, v. 37, n. 10, p. 2740–2745, 2009b.
- WIT, Marjoleinde. Monitoring of Patient-Ventilator Interaction at the Bedside. **Respir Care**, v. 56, n. 1, p. 61–72, 2011.
- WIT, Marjoleinet al. Observational study of patient-ventilator asynchrony and relationship to sedation level. **Journal of Critical Care**, v. 24, n. 1, p. 74–80, mar. 2009a.

## APÊNDICE A – PATIENT-VENTILATOR ASYNCHRONY PROFESSIONAL QUESTIONNAIRE

### PVA-pro (Patient-Ventilator Asynchrony Professional Questionnaire)

#### Informações Gerais

Iniciais do nome completo: \_\_\_\_\_

Data de Nascimento (Dia, mês, ano): \_\_\_\_\_

Sexo (Deve ser marcado o sexo biológico do participante):  M  F

Cidade, estado e país de origem (referente ao exercício profissional do participante, independente de sua nacionalidade): \_\_\_\_\_

Email para contato: \_\_\_\_\_

Categoria profissional e atividade em exercício (Deve ser marcada apenas uma categoria profissional e poderá ser marcada mais de uma atividade em exercício, caso exista.)

	Medicina	Fisioterapia	Enfermagem
estudante de graduação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
residente	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
estudante de pós-graduação (mestrado/doutorado)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
profissional de UTI	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
professor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Caso atue em UTI, qual o tipo? (poderá ser marcada mais de uma opção)

neonatal  pediátrica  adulto  não se aplica

Tempo de atuação em UTI (Deve ser marcado o tempo de atuação em UT em meses ou anos e em seguida incluir o número equivalente): ( ) meses ( ) anos: \_\_\_\_\_

Realiza manejo de ventilação mecânica invasiva em UTI?

sim  não  não se aplica

Realizou algum curso ou treinamento sobre modos de ventilação, análise de gráficos e identificação de assincronias nos últimos seis meses?

sim  não

#### Detectão de assincronia paciente-ventilador por inspeção visual (Assista a quatro vídeos a

seguir e assinale opções correspondentes a cada um deles conforme sua opinião.)

#### VÍDEO 1

Em relação ao vídeo 1, há assincronia?  sim  não  não sei

Em relação ao vídeo 1, identifique o tipo: (Marcar uma opção correspondente à questão)

Assincronia de disparo  auto-disparo  duplo disparo  
 esforço inspiratório inefetivo  disparo reverso  
 esforço expiratório inefetivo

Assincronia de fluxo  fluxo inspiratório insuficiente  
 fluxo inspiratório excessivo

Assincronia de ciclagem  ciclagem precoce  ciclagem tardia

Outro  Não sei

Caso tenha assinalado a sentença "outro", escreva abaixo o tipo de assincronia presente no vídeo 1:

---

Em relação ao vídeo 1, para corrigir ou minimizar a assincronia, recomendo: (Marcar uma ou mais opções correspondente à questão)

	reduzir	aumentar
Ajustar tempo inspiratório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustar pressão inspiratória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustar sensibilidade inspiratória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Outro <input type="checkbox"/> Não sei		

Caso tenha assinalado a sentença "outro", escreva abaixo suas recomendações:

---

#### VÍDEO 2

Em relação ao vídeo 2, há assincronia?  sim  não  não sei

Em relação ao vídeo 2, identifique o tipo: (Marcar uma opção correspondente à questão)

- Assincronia de disparo**  auto-disparo  duplo disparo  
 esforço inspiratório inefetivo  disparo reverso  
 esforço expiratório inefetivo

- Assincronia de fluxo**  fluxo inspiratório insuficiente  
 fluxo inspiratório excessivo

- Assincronia de ciclagem**  ciclagem precoce  ciclagem tardia

Outro  Não sei

Caso tenha assinalado a sentença "outro", escreva abaixo o tipo de assincronia presente no vídeo 2:

---

Caso tenha assinalado a sentença "outro", escreva abaixo o tipo de assincronia presente no vídeo 3:

---

Em relação ao vídeo 3, para corrigir ou minimizar a assincronia, recomendo: (Marcar uma ou mais opções correspondentes à questão)

	reduzir	aumentar
Ajustar tempo inspiratório	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustar pressão inspiratória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ajustar sensibilidade inspiratória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Outro <input type="checkbox"/> Não sei		

Caso tenha assinalado a sentença "outro", escreva abaixo suas recomendações:

---

Em relação ao vídeo 2, para corrigir ou minimizar a assincronia, recomendo: (Marcar uma ou mais opções correspondentes à questão)

reduzir      aumentar

- Ajustar tempo inspiratório    
Ajustar pressão inspiratória    
Ajustar sensibilidade inspiratória    
 Outro  Não sei

Caso tenha assinalado a sentença "outro", escreva abaixo suas recomendações:

---

### VÍDEO 3

Em relação ao vídeo 3, há assincronia?  sim  não  não sei

Em relação ao vídeo 3, identifique o tipo: (Marcar uma opção correspondente à questão)

- Assincronia de disparo**  auto-disparo  duplo disparo  
 esforço inspiratório inefetivo  disparo reverso  
 esforço expiratório inefetivo

- Assincronia de fluxo**  fluxo inspiratório insuficiente  
 fluxo inspiratório excessivo

- Assincronia de ciclagem**  ciclagem precoce  ciclagem tardia

Outro  Não sei

## APÊNDICE B - RESPOSTAS ESPERADAS DO QUESTIONÁRIO PVA – pro

VÍDEOS	Há Assincronia?	Tipo de Assincronia	Medidas de Correção
1	SIM	Duplo-disparo	Aumentar o tempo de inspiração (Ti) Aumentar o fluxo inspiratório Aumentar o volume corrente Diminuir valores de critérios de ciclagem
2	SIM	Ciclagem precoce	Ajustar valores de critério de ciclagem Ajustar pressão de suporte Ajustar tempo inspiratório Aumentar sensibilidade a disparo
3	SIM	Esforço Inefetivo Expiratório	Diminuir a pressão de suporte Reducir o tempo expiratório Aumentar valores de critérios de ciclagem Aumentar o valor de PEEP

## **APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - CCS**  
**DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA/PPG EM FISIOTERAPIA**  
**LABORATÓRIO MULTIUSUÁRIO DE INOVAÇÃO INSTRUMENTAL E**  
**DESEMPENHO FÍSICO-FUNCIONAL**

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa “**AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA INTER-AVALIADOR NA IDENTIFICAÇÃO DE ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR**”, que está sob a responsabilidade do (a) pesquisador (a) pesquisador (a) (Wagner Souza Leite, Rua Lago Verde, 210, apto 01, Iputinga, Recife, CEP 50670-460 –Telefone (81)981410170 e e-mail wagnersouzaleite@hotmail.com e está sob a orientação da Professora Dra. Shirley Lima Campos, Telefone: (81) 2126-7779, e-mail: shirleylcamps@uol.com.br. e está sob a orientação da Professora Dra. Shirley Lima Campos, Telefone: (81) 2126-7779, e-mail: shirleylcamps@uol.com.br. Caso este Termo de Consentimento contenha informações que não lhe sejam comprehensíveis, as dúvidas podem ser tiradas com a pessoa que está lhe entrevistando e apenas ao final, quando todos os esclarecimentos forem dados, caso concorde com a realização do estudo pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma via lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. Caso não concorde, não haverá penalização, bem como será possível retirar o consentimento a qualquer momento, também sem nenhuma penalidade.

#### **INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:**

- O objetivo deste estudo é avaliar a concordância da detecção de assincronia paciente-ventilador por profissionais da saúde que realizam manejo de ventilação mecânica em unidade terapia intensiva. Esta pesquisa consistirá em realizar entrevista com profissionais de saúde atuantes em terapia intensiva e que manejam o ventilador mecânico invasivo sobre reconhecimento de assincronia paciente-

ventilador através de um questionário contendo perguntas de dados gerais e relacionadas a reconhecimento de assincronia paciente-ventilador e estratégias de eliminação/redução da mesma e com material videográfico.

➤**RISCOS:** O presente estudo oferece mínimos riscos, uma vez que o indivíduo pode sentir-se constrangido em participar da pesquisa por encarar como algum teste a seus conhecimentos. Será reafirmado todo tempo que o objetivo do estudo não é dar nota ao conhecimento nem reportar ninguém sobre conduta profissional. Se tratando apenas o levantamento sobre um assunto complexo e que este projeto pode contribuir com esclarecimentos sobre o assunto, e conduzir a conscientização e comunicação sobre a temática. Os participantes serão identificados por código numérico, preservando sua identidade e estando sob voto de sigilo.

➤**BENEFÍCIOS:** Este estudo pretende promover um levantamento avaliativo de distintas experiências profissionais e contribuir com a educação sobre um assunto complexo e ainda mal abordado na prática de alta atenção à saúde. Este assunto tem sido gradualmente sido relatado na literatura em métodos de detecção e tratamento, pois sua incidência tem sido associada a impactos na evolução de pacientes dependentes de ventilação mecânica invasiva.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (imagens e questionários), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade da pesquisadora Monique Cleia de Pontes , no endereço acima informado, pelo período de mínimo 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para a sua participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento de transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: [cepccs@ufpe.br](mailto:cepccs@ufpe.br)).**

---

(assinatura do pesquisador)

### **CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)**

Eu, \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo AVALIAÇÃO DE CONCORDÂNCIA INTER-AVALIADOR NA IDENTIFICAÇÃO DE ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo(a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade (ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Local e data \_\_\_\_\_

Assinatura do participante (ou representante): \_\_\_\_\_

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar.

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura

## APÊNDICE D – ARTIGO 1 - ACCURACY OF TRIGGER ASYNCHRONY DETECTION METHODS IN CRITICAL PATIENTS: SYSTEMATIC REVIEW

### ACCURACY OF TRIGGER ASYNCHRONY DETECTION METHODS IN CRITICAL PATIENTS: SYSTEMATIC REVIEW

Monique Bandeira <sup>a</sup>, Alícia Cintra <sup>a</sup>, Lívia Melo <sup>b</sup>

Pedro Moura, Emanuelle Olímpia, Jakson Silva, Amèle Dornelas de Andrade,  
Daniella Brandão, Shirley Lima <sup>c</sup>

<sup>a</sup>Physiotherapy Department, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

<sup>b</sup>Physiotherapy , Hospital Geral Otávio de Freitas

<sup>c</sup> Doctor, Physiotherapy Department Universidade Federal de Pernambuco, Recife,  
Brasil.

**Corresponding author at:** Shirley Lima Campos, Doctor, Physiotherapy  
Department Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil. Email:  
[shirleylcampos@uol.com.br](mailto:shirleylcampos@uol.com.br)

**Abstract** This study aimed to summarize different methods for detecting trigger asynchrony at the bedside in mechanically ventilated patients. A systematic review was conducted from 1990 to 2020 in PubMed, Lilacs, Scopus, and ScienceDirect databases. The reference list of the identified studies, reviews, and meta-analyses was also manually searched for relevant studies. The reference standards were esophageal pressure catheter and/or electrical activity of the diaphragm. Studies were assessed following the QUADAS-2 recommendations, while the review was prepared according to the PRISMA criteria. One thousand one hundred and eleven studies were selected, and four were eligible for analysis. Esophageal pressure was the predominant reference standard, while visual inspection and algorithms/software comprised index tests. The trigger asynchrony, ineffective expiratory effort, double-triggering, and reverse triggering were analyzed. Sensitivity and specificity ranged from 65.2% to 99% and 80% to 100%, respectively. Positive predictive values reached 80.3 to 100%, while the negative predictive values reached 92 to 100%. Accuracy could not be calculated for most studies. In conclusion, algorithms/software validated directly or indirectly using reference standards present high sensitivity and specificity but a diagnostic power similar to visual inspection of experts. Such finding has a potential clinical impact on reducing human error and using algorithms/software for non-invasive automatic detection of trigger asynchrony at the bedside.

**Index Terms:** Accuracy, Remove Classification algorithms, Remove Biomedical equipment, Remove Medical diagnosis.

## I. INTRODUCTION

Patient-ventilator asynchrony (PVA) consists of incoordination between the patient's ventilatory need and mechanical support [1]. Twenty-five percent of patients under artificial ventilation experience some asynchronous event [2]. Those asynchronies not corrected are associated with abusive use of sedatives, respiratory muscles damage, prolonged time on mechanical ventilation (MV), cognitive changes, sleep disturbance, dynamic hyperinflation, and lung injury [3],[4],[5], thus contributing to weaning failure, increased length of stay in the intensive care unit (ICU), and higher mortality risk [6],[7].

Several methods are considered the gold standard to detect PVA, including the esophageal pressure (Pes) analysis [8], the association between Pes and electrical activity of the diaphragm (EAdi), or diaphragmatic neurogram [8],[9],[10]. However, both are invasive and expensive resources that may lead to discomfort, especially if used during long-term MV. Nevertheless, these methods are commonly applied in clinical research and certain ICU cases [8],[11],[12].

Non-invasive methods include graphical analysis of pressure, volume, and flow waveforms at the bedside, system analysis, or software for automatic PVA detection [2],[13]. In this context, software development for reliable and reproducible PVA detection is growing, and there is a great methodological diversity to detect the different types of asynchrony.

Considering that trigger asynchrony is the most frequent type in the ICU and represents at least 80% of asynchronous events [1],[7],[14], the present study proposes a systematic review to summarize the accuracy of methods to diagnose trigger asynchrony at the bedside in patients with respiratory failure using the Pes catheter and the EAdi as reference standards, and, therefore, assist intensive care professionals in early diagnosis and clinical management.

## II. METHODS

### Review Stage

This systematic review was registered in the International Prospective Register of Systematic Reviews (PROSPERO) database (Register no. CRD420203676). Accuracy, prospective cross-sectional observational, retrospective, and validation studies, involving mechanically ventilated patients of both sexes, aging  $\geq 18$  years, and presenting at least two methods for detecting PVA (including a reference standard) were included.

Those studies who did not evaluate the accuracy of methods for detecting PVA or the trigger asynchrony, with patients under non-invasive mechanical ventilation, who were not admitted to the ICU and/or those mechanically ventilated with sleep disorders or neuromuscular diseases were excluded.

The reference standards were Pes and EAdi. The comparison methods were the visual inspection of pressure, volume, and flow waveforms and software/algorithms for automatic detection. Further analysis between software/algorithms (already validated using a reference standard) and visual inspection were also discussed. The terms concerning trigger asynchronies and the methods for PVA detection are described in Appendix 1.

An exhaustive search using indexers combined with the Boolean logic operators "AND", "OR" and "NOT" was conducted within the following databases: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline) databases via PubMed (from 1990 to 2020), Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (Lilacs) (from 1990 to 2020), SciVerse Scopus (Scopus) (from 1990 to 2020), and ScienceDirect (from 1990 to 2020) (Appendix 2). The keywords and synonyms used were established with no language or publication status restriction and based on the Health Sciences (DeCS) and Medical Subject Headings (MeSH) descriptors. The reference lists of the identified studies were manually searched for potentially relevant studies."

## **Data Collection and Analysis**

Initially, two researchers (MB and AC) independently searched the articles using the predetermined indexers and read the titles and abstracts. Studies that were potentially relevant or raised questions were retained for careful full-text analysis. The articles in which both reviewers agreed to include were retained for further analysis, while disagreements were resolved by a third researcher (SLC). The selection process for this systematic review is presented in a flowchart according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) (Appendix 3).

## **Risk of Bias Assessment and Data Synthesis**

The characteristics of each study and the risk of bias were performed following the Quality Assessment of Diagnostic Accuracy Studies (QUADAS -2) using the Review Manager 5.4 software (RevMan 5.4, The Nordic Cochrane Centre, Copenhagen, Denmark) (Appendix 4).

## **III. RESULTS**

The database search generated 1111 results, and after removing 50 duplicates and reading 1061 abstracts, only 49 articles were selected for full-text analysis. Four of these met the eligibility criteria and were included in this study: Lan Chang, Pau-Choo Chung and Chang-Wen Chen, 2007 [15], Chang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo, 2008[16], Blanch et al., 2012 [17], and Rodriguez et al., 2019 [18].

## **Study Characteristics**

The included studies were conducted in Taiwan (2007 and 2008) [15], [16], Spain (2012) [17], and Argentina (2019) [18] and used software and visual inspection methods as diagnostic tests (index tests). It can be highlighted that the criteria for defining trigger asynchrony, the algorithms used, and agreement measures among

experts were different between studies. The descriptive characteristics and outcomes of interest of the included studies are shown in Appendix 6, while the qualitative analysis is shown in Appendix 5.

### **Individual Study Results**

The outcomes of interest are shown in Appendix 6.

#### **Lan Chang, Pau-Choo Chung and Chang-Wen Chen, 2007**

This study proposed to evaluate the combination of neural network and wavelet feature extraction for trigger asynchrony detection (defined as 1 cmH<sub>2</sub>O Pes drop, drop of airway pressure, and rise of airway flow) in 7 breath sequences, each one lasting more than 1000 seconds.

A neural network analysis was performed to evaluate the inspiratory and expiratory phases separately. The comparison between the neural network and visual inspection of airway flow and pressure waveforms showed satisfactory accuracy. However, situations with very few trigger asynchronies can generate insufficiency in the true positive statistic.. In the future, trigger asynchrony properties, including width, depth, and main frequency band shape should be explored to refine the algorithm and achieve better results.

#### **Chang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo, 2008**

Analyzed an algorithm to detect ineffective triggering in the expiratory phase (ITE) in 24 mechanically ventilated patients with acute respiratory failure. Pes (reference standard for detecting inspiratory effort) and airway pressure and flow waveforms were recorded for a period of 10-30 minutes. Only 14 patients presented ITEs in 1,831 out of the 5,899 breath segments analyzed. Of these, 1,703 had only one asynchronous event, while 128 segments contained multiple ineffective triggering.

Initially, airway flow and pressure waveforms were visually analyzed without visible Pes tracing to verify whether patients presented ITE before proceeding to the

analysis using the algorithm. Three ICU specialists, doctors, or respiratory therapists performed visual inspection. The sensitivity and specificity for this method was 93.4% and 96%, respectively.

The distribution of flow and pressure waveform deflection was performed to quantify the diagnostic performance of these two variables when determining the ITE using the algorithm. The optimal values adopted for detecting the asynchronous events were 5.45 L/min for maximum flow detection (sensitivity and specificity values of 91.5% and 96.2%, respectively) and 0.45 cmH<sub>2</sub>O for maximum airway pressure deflection (sensitivity of 93.3% and specificity of 92.9%).

By analyzing the segments containing multiple ITEs, a higher maximum airway pressure deflection was found. Also, these expiratory segments lasted more than 2.95 seconds. Therefore, ITEs detection was performed with an algorithm based only on maximum airway pressure deflection cutoff value of 0.74 cmH<sub>2</sub>O and an expiratory segment length of 2.95 seconds, resulting in a sensitivity of 88.4% and a specificity of 98.8%.

Therefore, this algorithm presented good accuracy, and its sensitivity and specificity values were comparable with visual inspection of airway flow and pressure waveforms.

### **Blanch et al., 2012**

Blanch et al.[17] performed a pilot study to determine the accuracy of a computerized system (Better Care®) in automatically identify ineffective efforts during expiration (IEE) by analyzing flow waveforms. This software estimates the optimal expiratory flow curves, compares with the actual flow of the patient, and expresses this difference as percentage value. An ineffective expiratory effort was recognized when the actual flow waveform deviated 42% from the ideal expiratory curve. This method was compared with visual inspection (five independent specialists in this area) and EADI (neurally adjusted ventilatory catheter).

The total study sample was subdivided into two groups of eight patients. The first group compared the Better Care® software and visual inspection method using data from 1,024 randomly selected breaths, and the following results were observed: a sensitivity of 91.5%, a specificity of 91.7%, a positive predictive value of 80.3%, a negative predictive value of 96.7%, and Kappa index of 79.7% [95% confidence

interval (CI):75.6% to 83.8%]. In the second group, the algorithm was validated using EADI with data from 9,600 breaths. Compared with EADI, the IEE algorithm presented a sensitivity of 65.2%, a specificity of 99.3%, a positive predictive value of 90.8%, a negative predictive value of 96.5%, and Kappa index of 73.9% (95%CI: 71.3% to 76.3%).

Therefore, the Better Care® software was able to identify IEE during MV assistance with similar precision to the visual inspection method and EADI.

The total study sample was subdivided into two groups of eight patients. The first group compared the Better Care® software and visual inspection method using data from 1,024 randomly selected breaths, and the following results were observed: a sensitivity of 91.5%, a specificity of 91.7%, a positive predictive value of 80.3%, a negative predictive value of 96.7%, and Kappa index of 79.7% [95% confidence interval (CI):75.6% to 83.8%]. In the second group, the algorithm was validated using EADI with data from 9,600 breaths. Compared with EADI, the IEE algorithm presented a sensitivity of 65.2%, a specificity of 99.3%, a positive predictive value of 90.8%, a negative predictive value of 96.5%, and Kappa index of 73.9% (95%CI: 71.3% to 76.3%).

Therefore, the Better Care® software was able to identify IEE during MV assistance with similar precision to the visual inspection method and EADI.

### **Rodriguez et al., 2019**

Rodriguez et al. [18] developed an algorithm based on airway flow and pressure signals to classify breaths as normal, reverse triggering asynchrony (RT) with or without breath-stacking (BS), and patient initiated double-triggering(DT). An esophageal balloon was used as the reference standard. Therefore, this study aimed to validate an algorithm to detect these changes in patient-ventilator interaction.

The diagnostic performance of the algorithm was validated using two classifications. The first was based on visual inspection of Pes signal of 699 breaths recorded in 11 patients with acute respiratory distress syndrome. The other was obtained by visual inspection (2 physicians and 5 physiotherapists) of pressure and airway flow signals of 1881 breaths (99 patients). The RT with or without BS represented 19% and 37% of breaths in the Pes dataset, while their frequency in the specialists' dataset was 3% and 12%, respectively. The DT was very rare in both

datasets. The algorithm classification accuracy was 0.92 (95%CI: 0.89-0.94, P <0.001) and 0.96 (95%CI: 0.95-0.97, P <0.001) compared with Pes and visual inspection (Kappa values were 0.86 and 0.84, respectively. The algorithm precision, sensitivity, and specificity for individual asynchronies were excellent. This algorithm yields an excellent precision to detect clinically relevant asynchronies related to RT.

#### IV. CLINICAL IMPACT

Asynchrony detection using algorithm/software demonstrated sensitivity and specificity values similar to expert visual inspection in all included studies.

Despite differences between the standard references, all studies presented specificity values higher than 90%. The algorithm proposed by Chang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo [16]presented excellent sensitivity and specificity values for maximum flow deflection and maximum pressure deflection, and results were comparable with visual inspection. Although Rodriguez et al. presented excellent sensitivity and specificity values for RT without BS, the algorithm was more sensitive and specific for detecting RT with BS in both analyses (esophageal pressure and visual inspection).

The software proposed by Blanch et al. presented excellent sensitivity and specificity values compared with visual inspection by ICU professionals, a finding similar to the studies ofChang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo [16], Rodriguez et al.[18], and Lan Chang, Pau-Choo Chungand Chang-Wen Chen [15]. However, the comparison between algorithm and EADI showed a drop in sensitivity and high specificity to detect the triggering asynchronies. This study was limited to patients without phrenic nerve injury and neuromuscular disease since these conditions could interfere with EADI.

Some factors may influence signal reliability when creating algorithms based on Pes and EAdi signals, such as retained airway secretion, cardiac oscillations, and expiratory muscle contraction and relaxation [16]. In the study by Chang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo [16], tracheal aspiration was performed before data collection; therefore, the noise was not filtered, reducing the clinical applicability since airway secretion is common in the ICU environment. In the study by Blanch et al., the software was built without controlling

airway secretions; however, this instrument was closer to clinical reality due to its good sensitivity and specificity.

Despite the evolution, the mechanical ventilators are still unable to automatically detect PVA [1], [17]. The automatic detection of trigger asynchrony using software/algorithms presented sensitivity and specificity values comparable to visual inspection of flow and pressure waveforms in all included studies.

The visual inspection is an alternative for automatic detection by software and algorithms since it is a simple and low-cost method. Furthermore, professional training and capacity building are essential for identifying asynchronous events using graphical monitoring since availability and applicability of more invasive, high-cost, or sophisticated methods are limited, and PVA may lead to increased MV duration, length of ICU stay, the number of tracheostomies, and hospital costs.

A significant limitation is present in the applicability of evidence. In general, the studies were heterogeneous regarding the patient number, reference standard methods, diseases, and MV brands (which compromises different flow and pressure curve analyses), ventilatory modes, and parameters. Therefore, the meta-analysis was not performed in this review.

Further research regarding methods for detecting asynchrony should take into account sample size, patient selection, protocol standardization, ventilatory modes and parameters, and other types of asynchrony.

## **V. CONCLUSION**

Algorithms/software designed for the automatic detection of trigger asynchrony using Pes and EADi as reference standard present high sensitivity and specificity; however, were similar to expert visual inspection. Further studies are necessary to increase the accuracy of these methods at the bedside and apply to different situations.

## **ACKNOWLEDGMENT**

This study was financed in part by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel - Brazil (CAPES) - Finance Code 001. I am grateful to the Universidade Federal de Pernambuco and Conselho Nacional de

Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) for all the subsidies for carrying out this research.

## CONFLICTS OF INTEREST

The authors have no conflicts of interest to declare. No funding was provided to perform this Systematic Review.

## REFERENCES

- [1] A. W. Thille, P. Rodriguez, B. Cabello, F. Lellouche, e L. Brochard, “Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation”, *Intensive care medicine*, vol. 32, nº 10, p. 1515–1522, 2006.
- [2] S. C. Publio e J. A. Martins, “Interação paciente ventilador nas diferentes fases do ciclo ventilatório em ventilação por pressão de suporte”, *RevMed Minas Gerais*, vol. 20, nº 3Supl 4, p. S55–S65, 2010.
- [3] E. Akoumianakiet al., “The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure”, *American journal of respiratory and critical care medicine*, vol. 189, nº 5, p. 520–531, 2014.
- [4] R. M. Kacmarek, M. Pirrone, e L. Berra, “Assisted mechanical ventilation: the future is now!”, *BMC anesthesiology*, vol. 15, nº 1, p. 110, 2015.
- [5] A. Messina et al., “Patient-ventilator asynchrony affects pulse pressure variation prediction of fluid responsiveness”, *Journal of Critical Care*, vol. 30, nº 5, p. 1067–1071, 2015.
- [6] L. Blanch et al., “Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality”, *Intensive care medicine*, vol. 41, nº 4, p. 633–641, 2015.
- [7] M. De Wit, K. B. Miller, D. A. Green, H. E. Ostman, C. Gennings, e S. K. Epstein, “Ineffective triggering predicts increased duration of mechanical ventilation”, *Critical care medicine*, vol. 37, nº 10, p. 2740–2745, 2009.
- [8] K. G. Mellottet al., “Patient ventilator asynchrony in critically ill adults: frequency and types”, *Heart & Lung*, vol. 43, nº 3, p. 231–243, 2014.
- [9] M. Dres, E. C. Goligher, L. M. Heunks, e L. J. Brochard, “Critical illness-associated diaphragm weakness”, *Intensive Care Medicine*, vol. 43, nº 10, p. 1441–1452, 2017.

- [10] D. Colombo *et al.*, "Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient–ventilator asynchrony", *Critical care medicine*, vol. 39, n° 11, p. 2452–2457, 2011.
- [11] C. Rolland-Debordet *et al.*, "Prevalence and prognosis impact of patient–ventilator asynchrony in early phase of weaning according to two detection methods", *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, vol. 127, n° 6, p. 989–997, 2017.
- [12] E.-M. Antonogiannaki, D. Georgopoulos, e E. Akoumianaki, "Patient-ventilator dyssynchrony", *Korean journal of critical care medicine*, vol. 32, n° 4, p. 307, 2017.
- [13] J. Doorduin, H. W. Van Hees, J. G. Van Der Hoeven, e L. M. Heunks, "Monitoring of the respiratory muscles in the critically ill", *American journal of respiratory and critical care medicine*, vol. 187, n° 1, p. 20–27, 2013.
- [14] R. M. Epstein e R. L. Street, *The values and value of patient-centered care*.Annals Family Med, 2011.
- [15] L. Chang, P.-C. Chung, e C.-W. Chen, "Combining Neural Network and Wavelet Transformn for Trigger Asynchrony Detection", 2007.
- [16] C.-W. Chen, W.-C. Lin, C.-H. Hsu, K.-S. Cheng, e C.-S. Lo, "Detecting ineffective triggering in the expiratory phase in mechanically ventilated patients based on airway flow and pressure deflection: feasibility of using a computer algorithm", *Critical care medicine*, vol. 36, n° 2, p. 455–461, 2008.
- [17] L. Blanch *et al.*, "Validation of the Better Care® system to detect ineffective efforts during expiration in mechanically ventilated patients: a pilot study", *Intensive care medicine*, vol. 38, n° 5, p. 772–780, 2012.
- [18] P. O. Rodriguez *et al.*, "Automatic detection of reverse-triggering related asynchronies during mechanical ventilation in ARDS patients using flow and pressure signals", *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, 2019.

## APPENDIX 1. Definition of Terms Regarding Trigger Asynchrony and Detection Methods

### **Patient-ventilator asynchrony**

It is the imbalance between the patient's ventilatory demand and the mechanical ventilator adjustments. The patient presents different inspiratory and expiratory times than those offered by the ventilator [1].

### **Defining trigger asynchronies**

#### **Ineffective triggering**

When the inspiratory effort is not enough to open the inspiratory valve of the mechanical ventilator. The airway and esophageal pressures drop, while expiratory flow raises; however, the effort is not enough to trigger the ventilator [2] - [3].

#### **Self-triggering**

It occurs when the ventilatory cycle is triggered without an effective patient effort. It may occur due to circuit leakage/condensation, heart rate detection, and large variations in intrathoracic pressure [2] - [3].

#### **Double-triggering**

It occurs when two ventilatory cycles are triggered after a single inspiratory effort. It is usually due to high ventilatory demands, leading to shorter inspiratory and expiratory times between cycles [2] - [3].

#### **Reverse triggering**

It occurs when mechanical insufflation triggers respiratory muscle contraction. The inspiratory time between cycles is reduced or does not occur compared with normal cycles [4].

## METHODS FOR DETECTING PATIENT-VENTILATOR INTERACTION

### Esophageal or transdiaphragmatic pressure

It allows the direct monitoring of diaphragm activity by inserting an esophageal balloon catheter. A “gold standard” diaphragmatic contraction can be monitored, and specific alterations can be diagnosed [4].

### Electrical activity of the diaphragm (EAdi)

It is obtained using a catheter comprised of electrical sensors that capture diaphragmatic contraction and allows continuous and accurate monitoring of diaphragmatic behavior, therefore, enabling synchrony between the adjusted parameters of the mechanical ventilator and the respiratory demand of the patient [5] - [6].

### Software/Algorithm

This method is used in many studies. It comprises the analysis of online and offline graphs for short periods; however, the commercial interest generated improvements and currently is an effective resource for continuous monitoring. Some of these softwares can detect asynchronies automatically or using standard methods [7].

### Mechanical ventilator waveforms

Are presented on the mechanical ventilator monitor and represent volume, pressure, and flow waveforms that partially correlate with diaphragmatic activity. Limitations are related to the professional's ability to detect and interpret the signal changes, the lack of sound or visual alerts, and the poor detection of some specific asynchronies using only these signals [8].

## REFERENCES

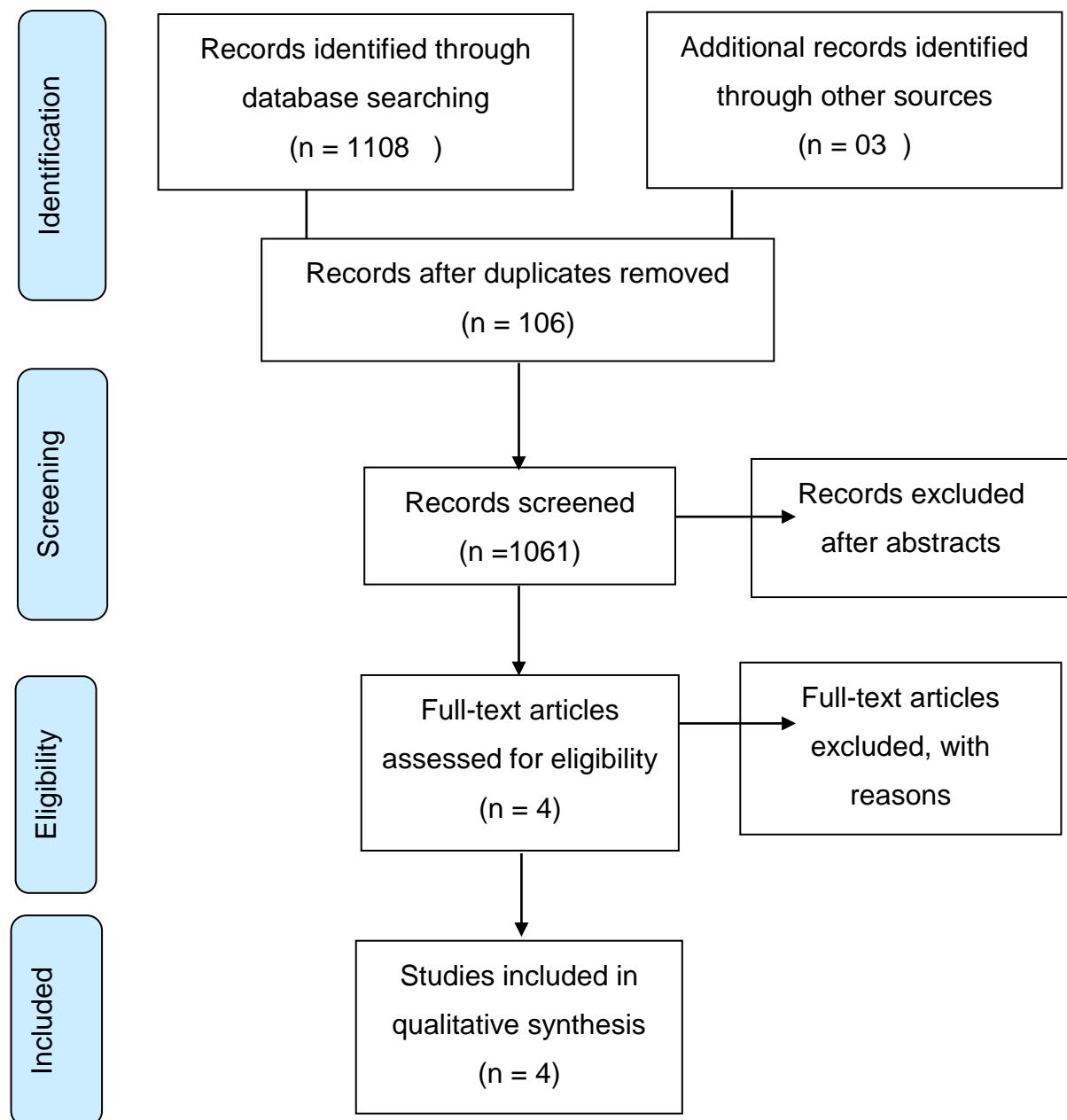
- [1] A. W. Thille, P. Rodriguez, B. Cabello, F. Lellouche, e L. Brochard, “Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation”, *Intensive care medicine*, vol. 32, n° 10, p. 1515–1522, 2006.

- [2] S. C. Publio e J. A. Martins, “Interação paciente ventilador nas diferentes fases do ciclo ventilatório em ventilação por pressão de suporte”, *RevMed Minas Gerais*, vol. 20, n° 3Supl 4, p. S55–S65, 2010.
- [3] M. De Wit, K. B. Miller, D. A. Green, H. E. Ostman, C. Gennings, e S. K. Epstein, “Ineffective triggering predicts increased duration of mechanical ventilation”, *Critical care medicine*, vol. 37, n° 10, p. 2740–2745, 2009.
- [4] E. Akoumianakiet al., “The application of esophageal pressure measurement in patients with respiratory failure”, *American journal of respiratory and critical care medicine*, vol. 189, n° 5, p. 520–531, 2014.
- [5] T. Mauri et al. , “Patient-ventilator interaction in ARDS patients with extremely low compliance undergoing ECMO: A novel approach based on diaphragm electrical activity”. *Intensive Care Medicine*, v. 39, n. 2, p. 282–291, 2013.
- [6] L.Piquilloud et al. , “Neurally adjusted ventilatory assist (NAVA) improves patient-ventilator interaction during non-invasive ventilation delivered by face mask”. *Intensive Care Medicine*, v. 38, n. 10, p. 1624–1631, 2012.
- [7] L. Blanch et al., “Validation of the Better Care® system to detect ineffective efforts during expiration in mechanically ventilated patients: a pilot study”, *Intensive care medicine*, vol. 38, n° 5, p. 772–780, 2012.
- [8] D. Colombo et al., “Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient–ventilator asynchrony”, *Critical care medicine*, vol. 39, n° 11, p. 2452–2457, 2011.

## APPENDIX 2. Search strategy

Search strategy	
Database	
Lilacs	(tw:(patient ventilator asynchrony) AND (tw:(“visual inspection” OR “waveform analysis”) AND (tw:(mechanical ventilation)) in Title, Abstract or Keyword and (((diaphragmatic electrical activity) AND (mechanical ventilation)) AND (synchrony)) AND (adults) in Title, Abstract or Keyword and (tw:(transdiaphragmatic) AND (pressure)) AND (mechanical ventilation)) AND (asynchronies) in Title, Abstract or Keyword and (tw:((asynchrony) AND (mechanical)) AND (ventilation)) AND (detection))
PubMed	((patient ventilator asynchrony) AND (visual inspection)) AND (mechanical ventilation) ((patient ventilator asynchrony) AND (waveform analysis)) AND (mechanical ventilation) (((asynchrony) AND (mechanical)) AND (ventilation)) AND (detection) (((diaphragmatic electrical activity) AND (mechanical ventilation)) AND (synchrony)) AND (adults) (((transdiaphragmatic) AND (pressure)) AND (mechanical ventilation)) AND (asynchronies)
ScienceDirect	(tw:(patient ventilator asynchrony)) AND (tw:(visual inspection)) AND (tw:(mechanical ventilation)) in Title, Abstract or Keyword and ((patient ventilator asynchrony)) AND (tw:(waveform analysis)) AND (tw:(mechanical ventilation)) in Title, Abstract or Keyword and (((asynchrony) AND (mechanical)) AND (ventilation)) AND (detection) in Title, Abstract or Keyword and (tw:(diaphragmatic electrical activity)) AND (tw:(mechanical ventilation)) AND (tw:(synchrony)) AND (tw:(adults)) in Title, Abstract or Keyword and (tw:(transdiaphragmatic)) AND (tw:(pressure)) AND (tw:(mechanical ventilation)) AND (tw:(asynchronies)) in Title, Abstract or Keyword
Sopus	(TITLE-ABS-KEY(“asynchrony” OR “synchrony” OR “assynchronies”) AND (TITLE-ABS-KEY(mechanical) AND (TITLE-ABS-KEY(ventilation) AND (TITLE-ABS-KEY(detection) (TITLE-ABS-KEY(patient ventilator asynchrony) AND (TITLE-ABS-KEY(“waveform analysis” OR “visual inspection”) AND (TITLE-ABS-KEY(mechanical ventilation) AND (TITLE-ABS-KEY(diaphragmatic electrical activity) AND (TITLE-ABS-KEY(mechanical ventilation) AND (TITLE-ABS-KEY(adults) (TITLE-ABS-KEY(transdiaphragmatic pressure)))

APPENDIX 3. Flowchart of the article selection process according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyzes (PRISMA)

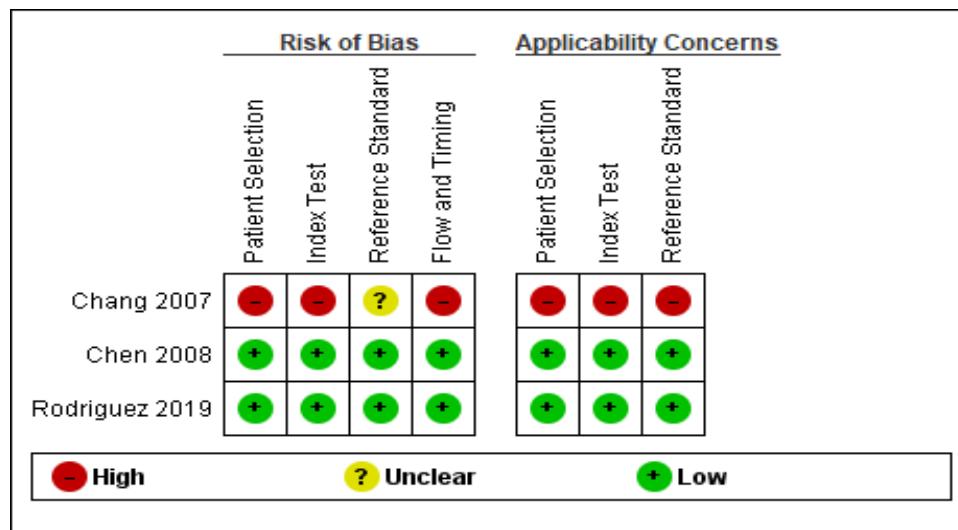
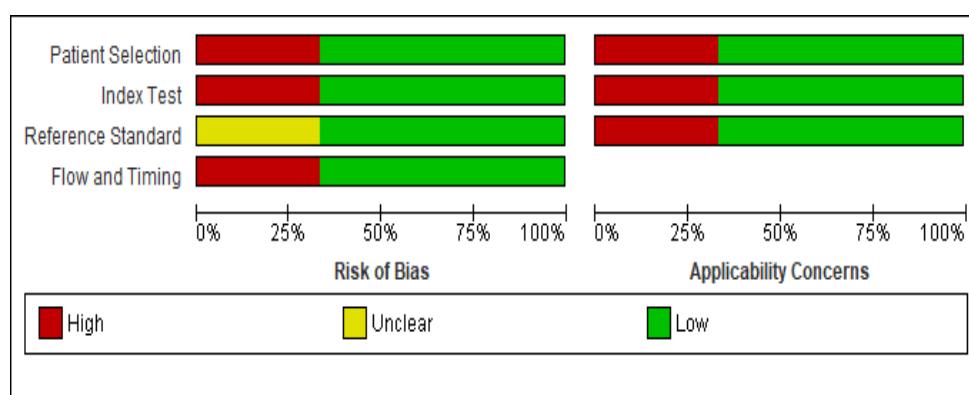


#### APPENDIX 4. Risk of bias

For the risk of bias analysis the studies were divided according to the reference standard:

- Esophageal pressure [1]-[2]-[3]

Low risk of bias in all analyzed domains, except for the study by Chang et al., who presented a high risk of bias in three domains.



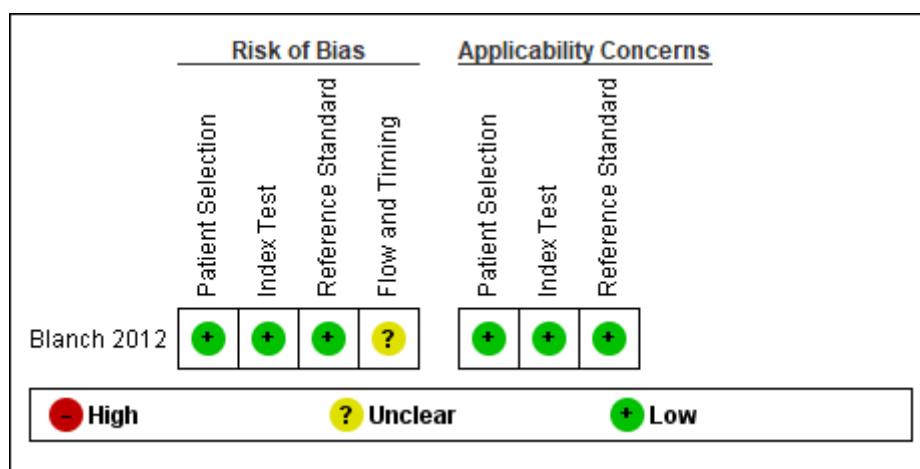
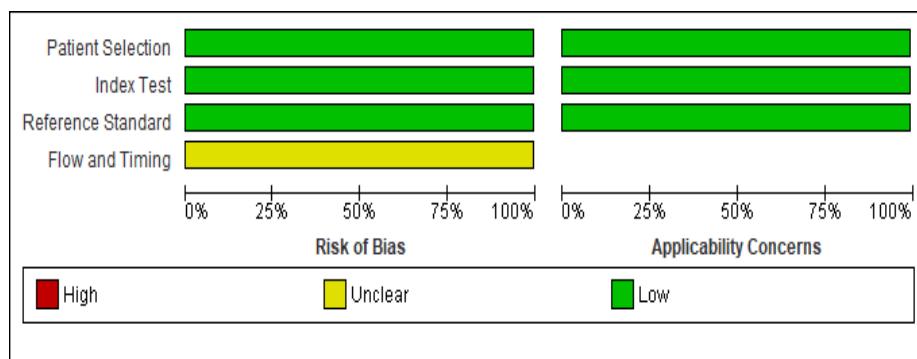
- The studies by Lan Chang, Pau-Choo Chung and Chang-Wen Chen [1], Chang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo [2], and Rodriguez et al. [3] were performed using an esophageal pressure catheter as a reference standard. Although Chen et al. and Rodriguez et al. did not meet all the risk of bias criteria, the study designs were relatively homogeneous and presented a low risk of bias in the four domains analyzed (Appendix 5). However, Chang et al. presented an

uncertain risk of bias for the reference standard and a high risk of bias in the following domains: patient selection, index test, flow, and timing.

- The algorithm proposed by Chang-Wen Chen, Wei-Chieh Lin, Chih-Hsin Hsu, Kuo-Sheng Cheng and Chien-Shun Lo[2] presented excellent sensitivity and specificity values for the maximum flow and pressure deflections and was comparable to visual detection. The same could be observed in the studies by Rodriguez et al. [3] and Chang et al. [1]. Although Rodriguez et al. presented excellent sensitivity and specificity values for reverse-triggering without breath-stacking, the algorithm was more sensitive and specific for detecting reverse-triggering with breath-stacking in both analyzes (with esophageal pressure and visual inspection).

- Electrical activity of the diaphragm (EAdi) [4]

It presented a low risk of bias in all domains, except in the domain regarding flow and timing.



The study by Blanch et al. [4] used EADi through a NAVA catheter as a reference standard. It also did not meet all the risk of bias criteria, demonstrating uncertain risk regarding the second item of domain 3 and the first item of domain 4. However, study design was very homogeneous and a low risk of bias was observed in all domains analyzed, except for domain 4 (uncertain risk of bias) (appendix 5).

## REFERENCES

- [1] L. Chang, P.-C. Chung, e C.-W. Chen, “Combining Neural Network and Wavelet Transformn for Trigger Asynchrony Detection”, 2007.
- [16] C.-W. Chen, W.-C. Lin, C.-H. Hsu, K.-S. Cheng, e C.-S. Lo, “Detecting ineffective triggering in the expiratory phase in mechanically ventilated patients based on airway flow and pressure deflection: feasibility of using a computer algorithm”, *Critical care medicine*, vol. 36, n° 2, p. 455–461, 2008.
- [18] P. O. Rodriguez *et al.*, “Automatic detection of reverse-triggering related asynchronies during mechanical ventilation in ARDS patients using flow and pressure signals”, *Journal of Clinical Monitoring and Computing*, p. 1–8, 2019.
- [17] L. Blanch *et al.*, “Validation of the Better Care® system to detect ineffective efforts during expiration in mechanically ventilated patients: a pilot study”, *Intensive care medicine*, vol. 38, n° 5, p. 772–780, 2012.

## APPENDIX 5. Risk of bias in individual studies

	Item	EAD versus Algorithm (validated using the Pes versus VI)	Pes versus Algorithm (validated using the Pes versus VI)		
		Blanch et al., 2012	Chang et al., 2007	Chen et al., 2008	Rodriguez et al., 2019
<b>Domain 1:</b> Patient selection	Consecutive or random sampling?	Y	U	Y	Y
	Avoided case-control design?	Y	U	Y	Y
	Avoided inappropriate exclusions?	Y	U	Y	U
	<b>Patient selection introduced bias?</b>	L	H	L	L
	<b>Applicability issues:</b> Was there a concern that patients and the included configurations did not correspond to the review objectives?	L	H	L	L
<b>Domain 2:</b> Diagnostic test (Index Test)	Were the diagnostic test (index test) results interpreted without observing the results of the reference standard?	Y	U	U	U
	If a threshold was used, was it pre-specified?	Y	Y	Y	Y
	Did the performance or interpretation of the diagnostic test (index test) introduce bias?	L	H	L	L
	<b>Applicability question:</b> Did the diagnostic test (index test) or its conduction/interpretation differed from the review objectives?	L	H	L	L
<b>Domain 3:</b> Reference standard	Did the reference standard classify the condition correctly?	Y	Y	Y	Y
	Were the reference standard results interpreted	U	U	U	U

without knowing the results of the diagnostic test  
(index test)?

	<b>Did the reference standard and its conduction/interpretation introduce bias?</b>	L	U	L	L
	<b>Applicability issues:</b> Were there concerns that the condition, defined by the reference standard, did not match the review objectives?	L	H	L	L
<b>Domain 4:</b>	Was there an appropriate interval between the diagnostic test (s) (index tests) and the reference standard?	U	U	U	U
Flow and time	Did all patients receive the same reference standard?	Y	Y	Y	Y
	Were all patients included in the analysis?	Y	Y	Y	Y
	<b>Did the patient flow introduce bias?</b>	U	H	L	L

EAdi: Electrical activity of the diaphragmatic. VI: Visual inspection. Pes: Esophageal pressure. N, no; Y, yes; U, uncertain. Risk/Concern: H, high; L, low.

APPENDIX 6. Characteristics of the studies included

Author/year/ country	Reference standard	Criteria index	Analysis	Results		
				Sensitivity/ Specificity	PPV/NPV	Additional results
Chang et al. 2007 Taiwan	Pes.	Visual inspection: Airway pressure and flow	Algorithm versus doctor or therapist.	-	-	CSCR: 100.75%; TPCR: 72.68%, TAMCR: 407.10%
Chen et al./2008 Taiwan	Pes.	Fdef calculated using the algorithm	Algorithm validated using Pes and Fdef for all ITEs	91.5%/96.2%	-	
		Pdef calculated using the algorithm	Algorithm validated using Pes and Fdef for all ITEs	93.3% /92.9%	-	
			Algorithm validated using Pes and Fdef for multiple ITEs	88.4% / 98.8%	-	
		Visual inspection: Airway pressure and flow	ITE visual inspection without visible Pes tracings	93.4%/96%	-	
Blanch et al./2012 Spain	EAdi	IEE cutoff point determined based on the experts' analyses.	IEE analysis by expert ICU professionals and Better Care® software	65.2%/99.3%	90.8%/96.5%	Kappacoefficient = 73.7% AUC= 0.964 (95%CI = 0.952 - 0.975)
		Expiratory airflow waveforms	EAdi signal versus	91.5%/91.7%	80.3%/96.7%	Kappacoefficient

			Better Care® algorithm			= 79.7%
Rodriguez et al. 2019 Argentina	Pes.	Algorithm	Algorithm versus Pes normal classification	97%/91%	89%/97%	Kappacoefficient= 0.86 (general) Accuracy = 0.92
			Algorithm versus Pes classification: RT without BS	86%/98%	96%/92%	
			Algorithm versus Pes classification: RT with BS	90%/100%	100%/98%	
		Visual inspection: Airway pressure and flow	Algorithm versus experts' classification	99%/80%	96%/95%	Accuracy: 0.96 Kappacoefficient: 0.84
			Algorithm versus experts' classification: RT without BS	74%/99%	94%/97%	
			Algorithm versus experts' classification: RT with BS	89%/100%	93%/100%	

Pes: Esophageal pressure; EADI: Electrical activity of the diaphragm; CSCR: Correct segments comparing ratio; TPCR: True positive rate; TAMCR: Trigger asynchrony misrecognition comparing ratio; ITE: Ineffective triggering in the expiratory phase; Pdef: Maximum airway pressure deflection; Fdef: Maximum flow detection; ICU: Intensive care unit;

PPV: Positive predictive value; NPV: Negative predictive value; AUC: Area under the curve; CI: Confidence interval; IEE: Ineffective efforts during expiration; RT: Reverse triggering; BS: Breath-stacking.

## APÊNDICE E – ARTIGO 2 - IDENTIFICAÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR POR MEIO DO MÉTODO DE INSPEÇÃO VISUAL PELOS PROFISSIONAIS INTENSIVISTAS

### *IDENTIFICAÇÃO DA ASSINCRONIA PACIENTE-VENTILADOR POR MEIO DO MÉTODO DE INSPEÇÃO VISUAL PELOS PROFISSIONAIS INTENSIVISTAS*

Monique Bandeira<sup>a</sup>, Wagner Souza Leite<sup>a</sup>, Maria Karoline Ritchmoc<sup>a</sup>  
Amèle Dornelas de Andrade<sup>c</sup>, Daniella Brandão<sup>c</sup>, Shirley Lima<sup>c</sup>

<sup>a</sup>PhysiotherapyDepartment, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.  
<sup>c</sup> Doctor, PhysiotherapyDepartment Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.

**Corresponding author:** Shirley Lima Campos, Doctor, PhysiotherapyDepartment  
Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Brasil.  
Email: [shirleylcampos@uol.com.br](mailto:shirleylcampos@uol.com.br)

**Introdução:** Devido às complicações associadas à assincronia paciente-ventilador, seu reconhecimento deve ser feito por profissionais na unidade de terapia intensiva (UTI). Comumente, o método de inspeção visual da tela de gráficos do ventilador mecânico é usado, contudo não há evidência suficiente que este método favoreça a identificação da presença e do tipo de assincronia pelos profissionais intensivistas numa simulação clínica. **Objetivo:** Analisar o conhecimento de profissionais de saúde, com exercício laboral relacionado à terapia intensiva, sobre o reconhecimento, classificação e manejo da APV a partir do método de inspeção visual. **Metodologia:** Estudo piloto de característica exploratória de corte transversal. Um questionário semi-estruturado, de múltipla escolha baseado em 4 vídeos de diferentes tipos de assincronia (DD: duplo-disparo; Ell: esforço inefetivo inspiratório; CP: Ciclagem precoce; EIE: esforço inefetivo expiratório) foi aplicado aos profissionais da área de saúde [enfermeiros (E), fisioterapeutas (F) e médicos (M)] durante um evento científico internacional da área de terapia intensiva. Reconhecimento, classificação e o manejo ventilatório necessário para a correção da assincronia foram as variáveis investigadas. **Resultados:** 56 profissionais (34,95 ± 8,47 anos) participaram do estudo, sendo M=37 (66,1%), F=10 (16,1%), e E=9 (17,9%) e em sua maioria da região Sudeste (51,8%) e atuantes em UTI adulto (57,1%). Quanto ao reconhecimento, classificação e manejo da assincronia foi observada uma média da taxa de 71% (63,2 – 78,8), 16,5% (11,7 – 21,3) e 21,5% (15,6 – 26,7) respectivamente. A média da taxa de acerto é superior à média da taxa de erro somente para o reconhecimento da assincronia ( $p<0,001$ ). Já em relação as questões específicas para as assincronias Ell, CP e EIE média da taxa de erro foi superior à de acerto ( $p<0,001$ ). A assincronia do tipo Ell apresentou a menor média da taxa de acerto, 23,8% (16,6 – 31,0). **Conclusão:** Os profissionais de saúde com atuação em terapia intensiva reconhecem a presença de APV, acompanhado de elevadas taxas de erros na classificação dos tipos DD, Ell, CP e EIE e no respectivo manejo ventilatório adequado.

Palavras-chave: Interação paciente-ventilador. Ventilação mecânica. Monitoração respiratória.

## INTRODUÇÃO

A interação paciente-ventilador é dependente de duas relações, da necessidade ventilatória do paciente e da oferta de ventilação entregue pelo ventilador mecânico. Quando esta relação não é harmoniosa caracterizamos este evento como assincronia paciente-ventilador (APV) (EPSTEIN, 2011).

Tal condição é relacionada a diversas complicações. Já é bem descrito na literatura que as complicações associadas à assincronia, estão relacionadas com o aumento do trabalho respiratório, desmame retardado e prolongado da ventilação mecânica, alterações nas trocas gasosas e maior tempo de ventilação e permanência na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) (THILLE, 2006; WIT *et al.*, 2009). Tais complicações vão em desencontro com o objetivo da ventilação mecânica. Portanto, é importante que haja uma monitorização adequada realizada pelos os profissionais de saúde, devidamente treinados, para identificar assincronia.

Atualmente existem ferramentas que permite a detecção da APV (CHAO; SCHEINHORN; STEARN-HASSENPLUG, 1997; THILLE *et al.*, 2006; SINDERBY *et al.*, 2013). A mensuração da atividade elétrica diafragmática e da pressão esofágica têm sido considerados como métodos padrão-ouro para a detecção de assincronia (EPSTEIN, 2011; CHAO; SCHEINHORN; STEARN-HASSENPLUG, 1997; THILLE *et al.*, 2006). No entanto, são invasivos e caros, tornando-se limitados para o uso na prática clínica. Por outro lado, existe um método não – invasivo dado pela avaliação dos gráficos das curvas pressão, fluxo e volume do ventilador mecânico que alguns estudos já tem mostrado boa correlação com métodos invasivos (DOORDUIN *et al.*, 2013).

Com a inspeção visual clínica e a interpretação das curvas de variáveis ventilatórias nos gráficos do ventilador para detecção de APV são esperados que desfechos como queda no tempo médio de ventilação e morbidade sejam reduzidos. E alguns estudos já indicaram que aumentar o conhecimento profissional para aplicabilidade de detecção-correção de APV reduziu a frequência do evento e a

duração do tempo de VMI (CHAO; SCHEINHORN; STEARN-HASSENPLUG, 1997; THILLE *et al.*, 2006; THILLE; BROCHARD, *al.*, 2007).

A detecção de APV de forma confiável é importante pois todo tipo de evento assim tem relevância clínica por representar grau de dano. Dos poucos estudos que quantificaram a avaliação subjetiva profissional quanto a detecção de APV, obtiveram baixo índice de reconhecimento adequado pelos profissionais de saúde (21%). Apesar da aparente fragilidade, se tem estabelecido que a inspeção visual é confiável quando se tem a correta aplicação de conhecimentos fisiológicos (RAMIREZ *et al.*, 2017).

Acredita-se que as possíveis causas de um índice tão pobre sejam pela inconsistência de vocabulário e definição das assincronias e pelo nível de educação direcionada à temática dos profissionais. Primeiro, múltiplas definições para o mesmo processo de assincronia constam na literatura, o que é fator de confusão. Segundo, foi visto que profissionais com treinamento específico apresentaram melhores escores em relação aos outros. Ambos itens limitam a adequada detecção e conduta à beira leito do profissional. Isso pode comprometer o manejo de APV e consequentemente impactar os desfechos relacionados ao paciente (COLOMBO *et al.*, 2011; MIRELES-CABODEVILA; DUGAR, 2017).

Ajustes de parâmetros como fluxo, nível de pressão ofertado e alteração de modos de assistência de ventilação mecânica parecem contribuir com melhor conforto do paciente ao ventilador e assim manter sua estabilidade respiratória. Apesar da lógica de considerar modos ventilatórios que permitam maior autonomia de ajuste neural do paciente quanto sua necessidade são tendenciosos a menor prevalência de assincronia, se foi visto que ainda assim as assincronias acontecem e frequentemente, tendo como as principais auto-disparo, disparo inefetivo e ciclagem precoce (VIGNAUX *et al.*, 2013).

No entanto, as informações de reconhecimento profissional das PVAs ainda são limitadas na literatura. Diante disso, o objetivo no nosso estudo foi avaliar o conhecimento dos profissionais da área de saúde que prestam assistência ao doente crítico quanto ao reconhecimento, classificação e manejo da APV a partir do método de inspeção visual.

## METODOLOGIA

### *Desenho, local e período do estudo*

Trata-se de um estudo piloto com caráter exploratório de corte transversal. O estudo foi realizado em um evento científico internacional da área de terapia intensiva na cidade do Rio de Janeiro - Brasil em 2017 no período de três dias consecutivos. O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal de Pernambuco (CEP/CCS/UFPE) conforme Resolução 466/12 e parecer de aprovação nº 77608517.4.0000.5208.

### *Amostra*

Para obtenção da amostra foi realizado um recrutamento, de forma aleatória, dos congressistas das áreas de medicina, fisioterapia e enfermagem de âmbito nacional e internacional.

A triagem dos voluntários a serem entrevistados ocorreu no segundo e terceiro dia do evento científico, no qual dois pesquisadores simultaneamente abordavam os sujeitos no período entre as palestras nos turnos matutino e vespertino, de modo a verificar os critérios de elegibilidade.

### *Critérios de Elegibilidade*

Foram elegíveis para o estudo profissionais de saúde, sendo eles da área de medicina, fisioterapia e enfermagem com idade ≥ 18 anos, de ambos os sexos e que eram congressistas do evento científico internacional da área de terapia intensiva sediado no Brasil em 2017. Foram excluídos os que não possuíam curso superior completo, sendo assim identificados como estudantes de graduação e aqueles que se recusaram em participar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após a explicação sobre a pesquisa e seus objetivos.

### *Instrumentos e Procedimento de Coleta*

Previamente, os pesquisadores produziram 3 (quatro vídeos), cada um foi elaborado através da gravação das curvas de pressão, fluxo e volume exibidas na tela do ventilador mecânico Servoi (MaquetCriticalCare, Suécia). As assincronias de duplo disparo, ciclagem precoce e esforço inefetivo expiratório foram simuladas através do acionamento manual do pulmão teste (Lung Simulator, LS 1500, Intermed Equipamento Médico Hospitalar Ltda, São Paulo, Brasil). Foi caracterizado como duplo disparo a “ocorrência de duas inspirações consecutivas em um curto intervalo de tempo expiratório entre si” (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013). Esforço ineficaz foi definido quando “o esforço inspiratório do paciente não é acompanhado pelo ciclo fornecido pelo ventilador mecânico” (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013). Ciclagem precoce definido quando “o tempo inspiratório determinado no ventilador mecânico é menor que o tempo inspiratório neural do paciente” (BRANSON; BLAKEMAN; ROBINSON, 2013).

As assincronias de ciclagem ocorrem pela incompatibilidade entre duração do esforço inspiratório do indivíduo ( $T_{Ip}$ ) e duração de fase inspiratória determinada no ventilador mecânico ( $T_{Iv}$ ), podendo um estar mais curto ou longo que o outro. Quando a condição  $T_{Ip} < T_{Iv}$  está presente, indica que o indivíduo iniciou sua fase expiratória, enquanto o ventilador permanece pressurizando fluxo.

O padrão de acionamento manual do pulmão teste foi gerado por um único pesquisador (W. S. L.), de modo a simular as alterações nas curvas de pressão, fluxo e volume correspondentes às assincronias estudadas. Posteriormente foi realizada uma análise de concordância inter-pesquisadores (M. K. R.; M. B.; S. L. C.), de modo a verificar se os vídeos gravados com curvas gráficas representavam similaridade às assincronias de duplo disparo, esforço inefetivo inspiratório, ciclagem precoce e esforço inefetivo expiratório. Cada vídeo elaborado era considerado apto quando atingia o padrão de concordância-alvo, índice kappa  $\geq 0,90$ .

Para cada vídeo, foi considerado como Duplo Disparo: duas inspirações consecutivas ocorrendo sem um intervalo de tempo expiratório adequado (Figura 1A); Ciclagem Precoce detectada na presença de uma queda abrupta na fase inspiratória da curva fluxo, antes de atingir a linha base, com aumento na curva de fluxo no início do ramo expiratório (Figura 1B) e Esforço Inefetivo Expiratório: visualizado quando há um decaimento na curva de pressão durante expiração e

simultâneo aumento no ramo expiratório da curva de fluxo in suficiente para iniciar novo ciclo (Figura 1C).

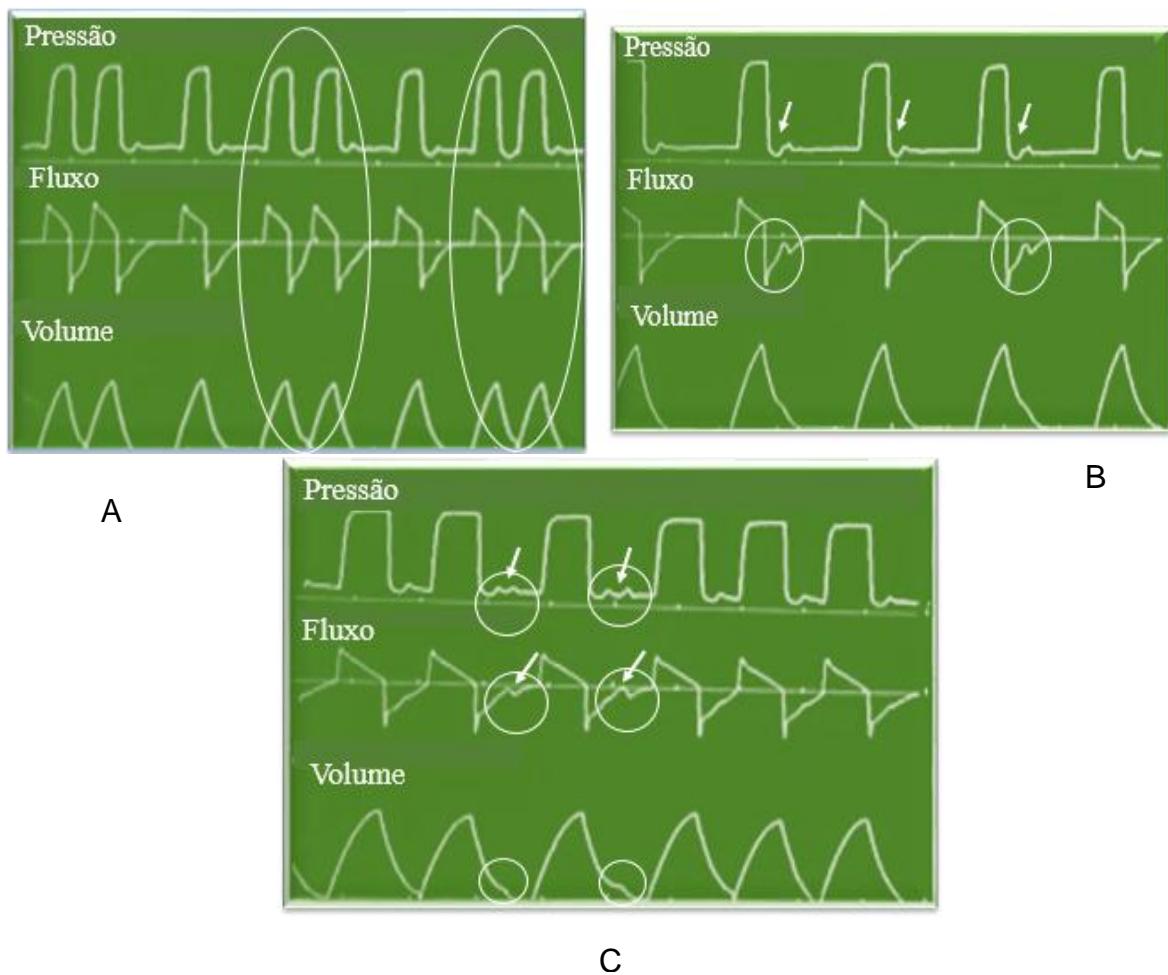


Figura 1: Trecho dos vídeos exibidos para cada profissional. Duplo Disparo (A); Esforço Inefetivo Inspiratório (B), Ciclagem Precoce (C) e Esforço Inefetivo Expiratório (D).

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Antes da avaliação gráfica um questionário denominado *Patient-ventilatorAsynchrony Professional Questionnaire* (PVA – pro), formulado pela equipe de pesquisadores do estudo, era apresentado a cada participante para que respondesse a primeira etapa referente à idade, sexo, cidade/estado, país de origem, e-mail para contato e dados profissionais (categoria profissional, tipo de UTI em que atuava, tempo de atuação em terapia intensiva, se realizava manejo da ventilação mecânica e se nos últimos 6 meses teria participado de alguma capacitação sobre modos ventilatórios, análise de gráficos e identificação de assincronias).

Em seguida, para responder a segunda etapa do questionário que consistia em 3 questões para cada vídeo, sendo, portanto, 09 questões ao todo, referentes ao reconhecimento, classificação e manejo de cada APV, foi apresentado cada vídeo de forma pareado a cada questão através do Tablet com 10,1 polegadas de tela (GalaxyTab 3 GT- P5200), Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda., Brasil), sendo permitido um tempo limite de visualização de 5 minutos. Este tempo de visualização foi estimado como necessário a partir do tempo máximo de observação verificado no teste de aplicação do instrumento.

As respostas esperadas na segunda parte do questionário foram elaboradas consensualmente e padronizadas pelos pesquisadores deste estudo.

### *Análise dos dados*

As variáveis foram expressas descritivamente em média e desvio padrão, ou média e intervalo de confiança a 95% ou frequência simples e relativa, conforme sua característica. Quando a distribuição era não normal as variáveis foram descritas em mediana (intervalo interquartil).

O teste não - paramétrico qui-quadrado foi utilizado para comparar as frequências das observações em cada categoria. O Teste T de Student para amostras pareadas foi utilizado para comparar as taxas de acerto e de erro para cada condição de análise. A análise estatística foi realizada através do software SPSS 20 (IBM, Chicago, IL, USA). Foi adotado nível de significância para um p-valor <0.05 para todas as análises estatísticas.

## **RESULTADOS**

Foram incluídos na amostra 56 profissionais da área de saúde, a maioria da categoria médica (66,77%). A idade dos profissionais variou entre 25 e 57 anos e o tempo de atuação em UTI relatado teve média de 7,91 anos (IC95% 6,1-9,8 anos). Os seis profissionais com atuação no exterior trabalhavam na Angola, Argentina, Colômbia, Peru, Slovakia e Stockholm. No Brasil, a maioria dos profissionais atuavam em UTIs localizadas na região sudeste do país. A caracterização dos profissionais segue na tabela 1.

Tabela 1: Características dos Participantes (n=56)

Variáveis	Categorias	Média (DP)/ (%)	n
Idade (anos)		34,9 (8,5)	
Tempo de atuação em UTI (anos) (n=54)	até 5 anos	23 (42,6)	
	>5-10 anos	14 (25,9)	
	> 10 anos	17 (31,5)	
Local de atuação	Exterior	6 (10,7)	
	Nacional	50 (89,3)	
	Centro-oeste	3 (5,4)	
	Nordeste	13 (23,2)	
	Norte	2(3,6)	
	Sul	1(1,23)	
	Sudeste	29(51,8)	
Categoria profissional	Medicina	37 (66,1)	
	Fisioterapia	10 (16,1)	
	Enfermagem	9 (17,9)	
Atividade em exercício	Cursando residência	10 (17,9)	
	Cursando pós-graduação (mestrado/doutorado)	9 (16,1)	
	Profissional Intensivista	32 (57,1)	
	Docência	5 (8,9)	
Tipo de uti do exercício profissional atual	Neonatal	5 (8,9)	
	Pediátrica	4 (7,1)	
	Adulto	43 (76,8)	
	Não se aplica	4 (7,1)	
Manejo da VM	Sim	50 (89,3)	
	Não	3 (5,4)	
	Não se aplica	3 (5,4)	
Atualização nos últimos seis meses*	Sim	19 (33,9)	
	Não	37 (66,1)	

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: DP: Desvio Padrão; UTI: Unidade de Terapia Intensiva; VM: Ventilação Mecânica.\* Curso ou treinamento sobre modos de ventilação, análise de gráficos e identificação de assincronias).

Quanto ao reconhecimento da presença da APV, as assincronias DD, CP e EIE apresentaram significativamente maior frequência de respostas assertivas, sendo as mais facilmente detectadas, o EIE (83,9%) e DD (80,4%). A assincronia do tipo EII foi a mais difícil de ser detectadas, uma vez que 46,4% das respostas apontaram não reconhecerem ou não saberem se havia a presença de APV no vídeo observado. Em relação a classificação do tipo de APV, de forma significativa

estatisticamente, para todas as assincronias houve uma maior frequência de respostas incorretas ou registro de não saber classificar a modalidade de assincronia (variação de 83,9 a 94,6%) (Tabela 2).

Tabela 2: Frequência de reconhecimento da presença e classificação do tipo de assincronia

Vídeos	Reconhecimento da presença de APV			Classificação do tipo de APV		
	Sim N(%)	Não/ Não sabe N(%)	p	Correta N(%)	Incorreta/ Não sabe N(%)	p
Vídeo 1 (n= 56) DD	45 (80,4)	11 (19,6)	<0,001	9 (16,1)	47 (83,9)	<0,001
Vídeo 2 (n = 56) CP	37 (66,1)	19 (33,9)	0,016	8 (14,3)	48 (85,7)	<0,001
Vídeo 3 (n= 56) EIE	47 (83,9)	9 (16,1)	<0,001	4 (7,1)	52 (92,9)	<0,001

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: APV: Assincronia Paciente – Ventilador; CP: Ciclagem Precoce; DD: Duplo Disparo; EIE: Esforço Inefetivo Expiratório; EI: Esforço Inefetivo Inspiratório. Teste não-paramétrico qui-quadrado.

Quanto a análise das respostas relacionadas ao manejo da APV com referência aos ajustes ventilatórios com a finalidade de corrigir ou minimizar a assincronia, para todas as assincronias, os profissionais entrevistados registraram com maior frequência não saber executar o manejo da APV, sendo as mais difíceis o EI (57,1%) e a CP (46,4%) (Tabela 3). Ainda pode ser observado que para DD, o ajuste aumentando ou reduzindo a sensibilidade inspiratória apresentam frequências próximas, 12,5 e 16,1%, respectivamente, o que também ocorreu em relação ao tempo inspiratório como parâmetro de ajuste na presença de EI, no qual 10,7% apontaram reduzir e 8,9% julgaram a necessidade de aumentar o tempo inspiratório.

Referimos a “outro” quando o profissional não optava pelas opções de ajustes descritos no questionário, obtendo assim um percentual de 5,4 % no vídeo 1 (DD) e 1,8 % no Vídeo 4 (EIE). Quanto ao “ + 1 ”, foi utilizado quando o profissional optava por mais de um ajuste, perfazendo assim uma frequências de 14,3 % no vídeo 1 (DD), 7,1% vídeo 2 (EI), 5,4% VÍDEO 3 (CP) e 12,5 % Vídeo 4 (EIE).

Tabela 3: Frequência dos ajustes apontados pelos profissionais para corrigir ou minimizar a APV

Ajustes	DD N (%)	CP N (%)	EIE N (%)
Tempo Inspiratório			
<b>Aumentar</b>	10(17,9)	11(19,6)	3 (5,4)
<b>Reducir</b>	5(8,9)	-	5(8,9)
Pressão Inspiratória			
<b>Aumentar</b>	1(1,8)	2(3,6)	3(5,4)
<b>Reducir</b>	1(1,8)	6(10,7)	5(8,9)
Sensibilidade			
Inspiratória			
<b>Aumentar</b>	7(12,5)	5(8,9)	4(7,1)
<b>Reducir</b>	9(16,1)	3(5,4)	11(19,6)
Outro ou mais de um ajuste associado	11(19,6)	3(5,4)	8(14,3)
Não sabe	12(21,4)	26(46,4)	17(30,4)
p	0,010	<0,001	<0,001

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: APV: Assincronia Paciente – Ventilador; CP: Ciclagem Precoce; DD: Duplo Disparo; EIE: Esforço Inefetivo Expiratório; EII: Esforço Inefetivo Inspiratório. Teste T de Student.

Ao comparar as médias de taxa de acerto e de erro para os domínios Reconhecimento, Classificação e Manejo da APV, observou-se que a média da taxa de acerto é superior à média da taxa de erro somente para o Reconhecimento da assincronia ( $p<0,001$ ). A média da taxa de erro foi superior à de acerto considerando as questões específicas para as assincronias CP e EIE ( $p<0,001$ ). Não houve superioridade entre taxa de acerto e taxa de erro somente para assincronia DD (Tabela 4).

Tabela 4: Comparação entre as taxas de acerto e erro dos profissionais entrevistados nas questões relacionadas ao Reconhecimento, Classificação e Manejo da APV, por tipo de assincronia DD, EII, CP e EIE e a taxa global (n=56)

Variáveis	Taxa de Acerto Media (IC95%)	Taxa de Erro Media (IC95%)	p
<b>Domínios</b>			
Reconhecimento (3 questões)	76,2 (68,2-84,1)	23,8 (15,9-31,7)	<0,001
Classificação (3 questões)	19,6 (13,5-25,7)	80,4 (74,3-86,4)	<0,001
Manejo da APV (3 questões)	25,6 (18,0-33,2)	74,4 (66,7-81,9)	<0,001
<b>Tipo de APV</b>			
Vídeo 1 DD (3 questões)	51,8 (43,4-60,1)	48,2 (39,9-56,5)	0,776
Vídeo 3 CP (3 questões)	33,3 (24,9-41,7)	66,7 (58,3-75,0)	<0,001
Vídeo 4 EIE (3 questões)	39,3 (33,1-45,4)	60,7 (54,6-66,9)	0,001
<b>Taxa Global (09 questões)</b>	<b>40,7 (35,5-46,0)</b>	<b>59,3 (53,9-64,7)</b>	<b>0,001</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Nota: APV: Assincronia Paciente - Ventilador; CP: Ciclagem Precoce; DD: Duplo Disparo; EIE: Esforço Inefetivo Expiratório; EII: Esforço Inefetivo Inspiratório.

## DISCUSSÃO

Os principais achados deste estudo foram:

1. A maioria dos profissionais de saúde entrevistados foram capazes de reconhecer a presença de APV a partir de vídeos com curvas gráficas de pressão, fluxo e volume exibidas na tela de um ventilador mecânico, de modo similar ao método de inspeção visual a beira leito.
2. Embora as APVs tenham sido reconhecidas, foi elevada a frequência de respostas incorretas e/ou registro de não saber classificá-las ou executar o manejo ventilatório para minimizar ou corrigi-las.
3. Quanto aos ajustes ventilatórios para manejo da APV, para todas as assincronias houve maior frequência da resposta “não sabe”. Observou-se também respostas não consensuais para manejo do DD com frequências similares para as respostas aumentar e reduzir a sensibilidade inspiratória.

4. A taxa de acertos é maior que a taxa de erros somente para o reconhecimento da presença da APV. De modo que, a taxa de erros é elevada para a classificação e manejo da APV, bem como, para as assincronias, CP e EIE. Apenas para a assincronia DD não houve diferença significativa entre as médias de taxa de acerto e taxa de erros dos profissionais de saúde entrevistados.

Nossos resultados apontam que os profissionais de saúde com atuação voltada ao cuidado crítico reconhecem quando o padrão das curvas de pressão, fluxo e volume da tela do ventilador mecânico apresentam algum tipo de assincronia. As frequências de reconhecimento variaram de 66,1 a 83,9%, dependendo do tipo de APV simulada. Esses profissionais eram em sua maioria médicos (66,1%) e 57,4% atuavam em UTI há mais de 5 anos. Em nosso perfil amostral não foi possível investigar fatores associados à habilidade de detecção da APV, tais como, categorias profissionais (médicos, enfermeiros e fisioterapeutas) e o tempo de experiência, atualização nos últimos seis meses e exercício profissional em detrimento do baixo número de fisioterapeutas e enfermeiros incluídos no estudo.

No estudo conduzido por Colombo et al na UTI de um Hospital Universitário na Itália envolvendo 20 médicos, sendo 10 especialistas (tendo como critério de “especialidade”, atuar em terapia intensiva por pelo menos 3 anos) e 10 não especialistas (cursando o primeiro ano da residência). Os autores compararam a habilidade entre estes em reconhecer a assincronia por inspeção visual das curvas de pressão e fluxo de 24 pacientes ventilados mecanicamente com quadro de insuficiência respiratória aguda e verificaram uma taxa de detecção de assincronia por inspeção visual de forma de onda de apenas 28% no grupo de especialistas e 16% no grupo não especialista, sendo esta diferença estatisticamente significativa. Os autores concluem que a capacidade dos médicos intensivistas de detectar a APV por meio da inspeção visual, conforme exibido na tela do ventilador, é baixa e pouco influenciada pela experiência clínica do observador (COLOMBRO *et al.*, 2011).

Em um outro estudo realizado na Arábia Saudita, Alqahtani e colaboradores, avaliaram um total de 411 profissionais de saúde que atuavam em cuidados intensivos (terapeutas respiratórios, enfermeiros e médicos) quanto ao reconhecimento de três tipos comuns de assincronia (duplo disparo, auto-disparo e disparo ineficaz) através do método por inspeção visual de vídeos que continham

gráficos em formas de onda de pressão, fluxo e volume das respectivas assincronias estudadas. Observaram que apenas 10,2% identificaram corretamente os três tipos de APV, enquanto 22,4% detectaram corretamente dois tipos e 42,3% apenas um tipo. Os autores também observaram diferença estatisticamente significativa entre os profissionais treinados e não treinados em relação ao reconhecimento (três APVs,  $p < 0,001$ ; duas APVs,  $p = 0,001$ ). O treinamento prévio nas formas de onda do ventilador aumentou as chances de identificar mais de duas APVs corretamente, com oddsratio e intervalos de confiança de 95% de 5,41 (3,26-8,98). A profissão e a experiência não se correlacionaram com o aumento da probabilidade de detectar as assincronias (ALQAHTANI *et al.*, 2020).

Em nosso estudo, embora a APV tenha sido razoavelmente detectada, respostas incorretas ou não saber classificar corretamente variaram entre 83,9 a 92,9%, dependendo do tipo de assincronia, que produziram uma média de taxa de erro na classificação de 80,4%.

Ramirez *et al.* (2017) realizaram um estudo onde avaliaram 366 profissionais de saúde quanto ao reconhecimento/classificação correta da APV por meio de vídeos de curvas ventilatórias de pressão/tempo e fluxo/tempo que continham assincronia de auto – disparo, duplo disparo e esforço inefetivo. Foi observado que apenas 21% dos profissionais participantes do estudo foram capazes de identificar corretamente os 3 tipos de assincronia mostrados nos vídeos de avaliação e que a assincronia mais difícil de ser classificada corretamente foi a do Esforço Inefetivo, perfazendo assim 48,6% dos profissionais avaliados (RAMIREZ *et al.*, 2017). Seus resultados são consistentes como os nossos achados, uma vez que obtivemos uma média de taxa de acerto de 16,5% quanto a classificação correta da APV.

Esforço ineficaz é o tipo de PVA mais frequente, ocorre tanto na fase inspiratória como na expiratória, sendo com mais frequência na expiratória (THILLE *et al.*, 2006). No estudo de Thilleet al foi evidenciado que o esforço ineficaz representou 85% do número total de eventos de assincronia, destes 78% ocorreram durante o período expiratório (THILLE *et al.*, 2006).

Seguir corretamente o manejo de correção da APV é uma tarefa difícil. Nossos resultados nos preocupam, pois, identificar o tipo de assincronia e suas causas é crucial para um tratamento eficaz. A detecção da APV consiste em um grande desafio na prática clínica, pois requer aplicação de conhecimentos acerca da fisiologia respiratória para interpretar as formas de onda do ventilador durante os

diferentes períodos do ciclo respiratório (THILLE *et al.*, 2006; GEORGOPoulos *et al.*, 2012; COLOMBO *et al.*, 2018).

Nossa hipótese não foi comprovada, pois as taxas de acerto foram de forma significativa menor que as taxas de erros, com exceção do reconhecimento da assincronia. Há evidencia na literatura que aproximadamente 25% dos pacientes em ventilação mecânica apresentam algum tipo de assincronia (THILLE *et al.*, 2006). Em detrimento disto, observamos a necessidade de manter uma adequada interação paciente – ventilador, sendo assim de fundamental importância o papel desempenhado pelos profissionais de saúde no ambiente de terapia intensiva.

No entanto, aprender como reconhecer, classificar e manejar a APV não é uma tarefa fácil mesmo para um profissional intensivista. Em nosso cenário, algumas suposições de fatores podem estar relacionadas com essas taxas de acerto tão baixas para classificação e manejo da APV, tais como, diferentes conceitos e definições para classificação e manejo da APV, brevidade dos profissionais para analisar às questões e responder o questionário, déficit na capacitação, educação continuada e na própria rotina de rastrear a presença de APV entre os pacientes ventilados mecanicamente. Alguns autores apontam o problema de subdiagnóstico da APV na rotina da terapia intensiva (ALQAHTANI *et al.*, 2020).

Nosso estudo apresentou algumas limitações. Os profissionais de saúde foram recrutados para responder um questionário semiestruturado com base em questões de múltipla escolha, no qual algumas respostas podem ter sido induzidas pelas alternativas e para que a classificação não gerasse dúvidas entre os profissionais, seria interessante haver curvas de pressão esofágica e pressão gástrica, de modo, a facilitar o diagnóstico correto.

Os estudos direcionados a esta temática são poucos. Diante disto, sugerimos estudos com um maior número de participantes e de caráter internacional para que possamos fazer um mapeamento mundial quanto a habilidade de reconhecimento, classificação e correção da assincronia por meio da inspeção visual, realizada pelos profissionais de saúde inseridos no ambiente de terapia intensiva.

## **CONCLUSÃO**

As assincronias de duplo disparo, ciclagem precoce, esforço inefetivoexpiratório são reconhecidas pelos profissionais de saúde com atuação

relacionada ao cuidado critico a partir da inspeção visual de vídeos simulados com curvas gráficas de pressão, fluxo e volume do ventilador mecânico. Contudo, as taxas de erros na classificação do tipo de assincronia e no manejo de ajustes para minimizar ou corrigi-las são elevadas.

## CONFLITO DE INTERESSE

Não há conflitos de Interesse.

## Referências

- ALQAHTANI Jaber S. *et al.* Patient-Ventilator Asynchrony in Critical Care Settings: National Outcomes of Ventilator Waveform Analysis. **Heart Lung**, v. 49, n.5, p. 630-636, 2020.
- BRANSON, Richard D.; BLAKEMAN, Thomas C.; ROBINSON, Bryce R. H. Asynchrony and dyspnea. **Respiratory Care**, v.58, n.6, p 973–989, jun. 2013.
- CHAO, David C.; SCHEINHORN, DDavid J.; STEARN-HASSENPLUG, Meg. Patient-ventilator trigger asynchrony in prolonged mechanical ventilation. **Chest**, v. 112, n. 6, p. 1592–1599, dez. 1997.
- COLOMBO, Davide *et al.* Efficacy of ventilator waveforms observation in detecting patient–ventilator asynchrony\*. **Critical Care Med.**, v. 39, n. 11, p. 2452–2457, nov. 2011.
- DOORDUIN, Jonneet *et al.* Monitoring of the respiratory muscles in the critically III. **Am J Respir Crit Care Med**,v. 187, n. 1, p. 20–27, jan. 2013.
- EPSTEIN, Scott K. How often does patient-ventilator asynchrony occur and what are the consequences? **Respir Care**, v. 56, n. 1, p. 25-38, 2011.
- GEORGOPoulos, Dimitris. Ineffective efforts during mechanical ventilation: the brain wants, the machine declines. **Intensive Care Med**, v38, n. 5, p. 738-40, 2012.
- MIRELES-CABODEVILA, Eduardo; DUGAR, Siddhart. On the Need for Standard Definitions and Education to Optimize Patient-Ventilator Interactions. **Respiratory Care**, v. 62, n. 2, p. 248-249, fev. 2017.
- RAMIREZ, Ivan I. *et al.* Ability of ICU Health-Care Professionals to Identify Patient-Ventilator Asynchrony Using Waveform Analysis. **Respiratory care**, v.62, n. 2, p. 144-149, 2017.
- SINDERBY, Chirsteret *et al.* An automated and standardized neural index to quantify patient-ventilator interaction. **Critical care**, v. 17, n. 5, p. R239, 2013.

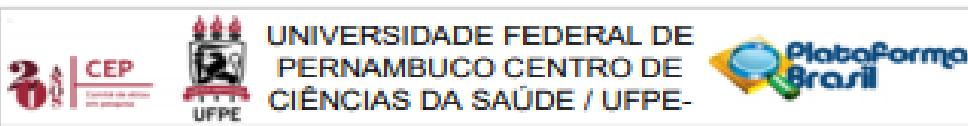
THILLE, Arnaud W. *et al.* Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. **Intensive Care Medicine**, v. 32, n. 10, p. 1515–1522, 2006.

THILLE, Arnaud W.; BROCHARD, L. Promoting Patient-Ventilator Synchrony. **Clinical Pulmonary Medicine**, v. 14, n. 6, p. 350–359, nov. 2007.

VIGNAUX, Laurence *et al.* Optimizing patient-ventilator synchrony during invasive ventilator assist in children and infants remains a difficult task. **Pediatr Crit Care Med.**, v. 14, n. 7, p. e316–e325, 2013.

WIT, Marjolein *et al.* Observational study of patient-ventilator asynchrony and relationship to sedation level. **Journal of Critical Care**, v. 24, n. 1, p. 74–80, mar. 2009.

## ANEXO A- PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP



Continuação do Parecer: 2.361.859

apresentação do objetivo do estudo, como responder e definição de cada termo de assincronias e índice usados no questionário; 2º) componentes de dados pessoais, profissionais e 6 questões do tipo múltipla-escolha e uma pergunta subjetiva para cada questão. Aos participantes, será apresentado quatro vídeos. Para cada vídeo será permitido tempo limite de 5 minutos para identificar se há presença de assincronia paciente-ventilador e assinalar o tipo, caso seja detectado. Este tempo visa simular um tempo ideal de avaliação gráfica à beira-leito. Ao fim, ele deverá quantificar o índice de assincronia.

**Objetivo da Pesquisa:**

**Objetivo Primário:** + Avaliar o método de inspeção visual em gráficos de ventilação mecânica para detecção de PVAs (patient-ventilator asynchrony) pelos profissionais de saúde intensivistas.

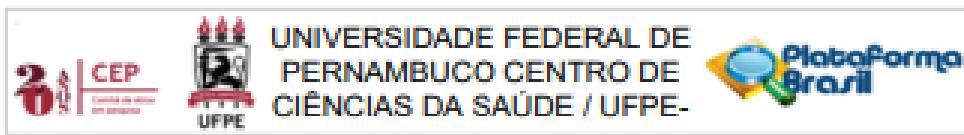
**Objetivo Secundário:** + Avaliar a concordância da detecção de assincronia paciente-ventilador por profissionais da saúde de educação superior atuantes em UTI pelo método de inspeção visual; + Verificar habilidade do profissional intensivista em quantificar o índice de assincronia (AI); + Comparar o número de detecção de PVAs quanto ao título e experiência profissional; + Verificar a relação entre escore de diagnóstico de PVA, título profissional, tempo de experiência e qualificação específica sobre o objeto de estudo.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** O presente estudo oferece riscos para os participantes, uma vez que o indivíduo pode sentir-se constrangido em participar da pesquisa por encarar como algum teste a seus conhecimentos. Será reafirmado todo tempo que o objetivo do estudo não é dar nota ao conhecimento nem reportar ninguém sobre conduta profissional. Se tratando apenas o levantamento sobre um assunto complexo e que este projeto pode contribuir com esclarecimentos sobre o assunto, e conduzir a conscientização e comunicação sobre a temática. Os participantes serão identificados por código numérico, preservando sua identidade e estando sob voto de sigilo.

**Benefícios:** Este estudo pretende promover um levantamento avaliativo de distintas experiências profissionais e contribuir com a educação sobre um assunto complexo e ainda mal abordado na prática de alta atenção à saúde. Este assunto tem sido gradualmente sido relatado na literatura em métodos de detecção e tratamento, pois sua incidência tem sido associada a impactos na evolução de pacientes dependentes de ventilação mecânica invasiva.

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde	CEP: 50.740-600
Bairro: Cidade Universitária	
UF: PE	Município: RECIFE
Telefone: (81) 2126-8588	E-mail: cepcc@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.361 folhas

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

O projeto apresenta-se elaborado de maneira satisfatória, cronograma adequado e a documentação atende os requisitos desta comissão.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Termos apresentados de maneira satisfatória, sem considerações.

**Recomendações:**

Não se aplica.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Aprovado.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O Protocolo foi avaliado na reunião do CEP e está APROVADO para iniciar a coleta de dados. Informamos que a APROVAÇÃO DEFINITIVA do projeto só será dada após o envio da Notificação com o Relatório Final da pesquisa. O pesquisador deverá fazer o download do modelo de Relatório Final para enviá-lo via "Notificação", pela Plataforma Brasil. Siga as instruções do link "Para enviar Relatório Final", disponível no site do CEP/UFPE. Após apreciação desse relatório, o CEP emitirá novo Parecer Consubstanciado definitivo pelo sistema Plataforma Brasil.

Informamos, ainda, que o (a) pesquisador (a) deve desenvolver a pesquisa conforme delineada neste protocolo aprovado, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao voluntário participante (item V.3., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

Eventuais modificações nesta pesquisa devem ser solicitadas através de EMENDA ao projeto, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas.

Para projetos com mais de um ano de execução, é obrigatório que o pesquisador responsável pelo Protocolo de Pesquisa apresente a este Comitê de Ética, relatórios parciais das atividades desenvolvidas no período de 12 meses a contar da data de sua aprovação (item X.1.3.b., da Resolução CNS/MS Nº 466/12).

O CEP/UFPE deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (item V.5., da Resolução CNS/MS Nº 466/12). É papel do/a pesquisador/a assegurar todas as medidas imediatas e adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e ainda, enviar notificação à ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária, juntamente com seu posicionamento.

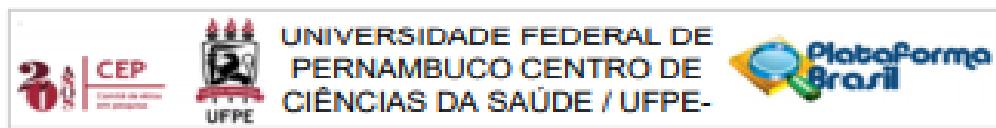
Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde

Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600

UF: PE Município: RECIFE

Telefone: (81) 3126-8288

E-mail: cepcc@ufpe.br



Continuação do Parecer: 2.381.659

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Data/ hora	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJECTO_1004250.pdf	27/09/2017 08:44:44		ACEITO
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoassincronia1stvers.docx	27/09/2017 08:43:48	Shirley Lima Campos	ACEITO
TCLÉ / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLÉassincronia.pdf	27/09/2017 08:43:17	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	termoconfidencial.pdf	27/09/2017 08:21:26	Shirley Lima Campos	ACEITO
Folha de Rosto	folharesto.pdf	26/09/2017 11:49:18	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	anuencia.pdf	26/09/2017 11:48:27	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	latteashirley.pdf	26/09/2017 11:43:28	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	latteclaudia.pdf	26/09/2017 11:43:07	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	latteswagner.pdf	26/09/2017 11:42:42	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	lattearitchrmoc.pdf	26/09/2017 11:39:07	Shirley Lima Campos	ACEITO
Outros	lattecalomorais.pdf	26/09/2017 11:38:37	Shirley Lima Campos	ACEITO

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

RECIFE, 01 de Novembro de 2017

Assinado por:

LUCIANO TAVARES MONTENEGRO  
(Coordenador)

Endereço: Av. da Engenharia s/nº - 1º andar, sala 4, Prédio do Centro de Ciências da Saúde  
 Bairro: Cidade Universitária CEP: 50.740-600  
 UF: PE Municipio: RECIFE  
 Telefone: (81)2126-8588 E-mail: capcca@ufpe.br