

Avaliação do perfil das assincronias ventilatórias e demonstrativos de ocorrências em indivíduos neurocríticos na Unidade de Terapia Intensiva adulto em um Hospital referência

Assessment of the profile of ventilatory asynchronies and demonstrations of occurrences in neurocritical individuals in the adult Intensive Care Unit of a reference hospital

Evaluación del perfil de asincronías ventilatorias y manifestaciones de ocurrencias en individuos neurocríticos en la Unidad de Cuidados Intensivos de adultos de un hospital de referencia

Recebido: 14/12/2023 | Revisado: 31/12/2023 | Aceitado: 08/01/2024 | Publicado: 11/01/2024

Walter de Aquino Vieira Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1648-759X>
Universidade da Amazônia, Brasil
E-mail: walterdeaquinofisio@gmail.com

Marden Junio Sousa Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3236-5237>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: mardenjunio@gmail.com

Jhonhy Sheldon Nunes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2549-5509>
Universidade da Amazônia, Brasil
E-mail: jhonhysheldon.fisio@gmail.com

Nayan Leonardo Sousa Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8541-7694>
Universidade da Amazônia, Brasil
E-mail: nayanlopes21@gmail.com

Flávia Lobato Maciel

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1009-8040>
Universidade da Amazônia, Brasil
E-mail: flavialobatom@gmail.com

Marcos Vinícius da Conceição

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6703-9530>
Centro Universitário da Amazônia, Brasil
E-mail: viniifurtado97@gmail.com

Tais Kaybers

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9081-5371>
Instituto Esperança de Ensino Superior, Brasil
E-mail: tais kaybers22@gmail.com

Resumo

Introdução: As assincronias ventilatórias são um desequilíbrio na coordenação entre o paciente e o ventilador mecânico durante a ventilação assistida e controlada. Essa falta de sincronia ocorre quando os esforços respiratórios do paciente não estão em harmonia com o funcionamento do ventilador ou quando os ajustes dos parâmetros estão equivocados. **Objetivo:** Traçar o perfil das assincronias ventilatórias com maior ocorrência em neurocríticos em uma unidade de terapia intensiva adulto. **Método:** Estudo piloto e observacional, mediante gerenciamento de coleta do programa TASY e resultados on time via software B.I. Analisados 47 casos adversos, havendo maior ocorrência nas assincronias de fluxo insuficiente e duplos disparos. **Resultados:** Ciclagem precoce e fluxo excessivo 1%, disparo ineficaz e ciclagem tardia aproximadamente 3%, disparo reverso 7%, auto disparo 8%, fluxo insuficiente 28% e duplos disparos 48%. **Conclusão:** Conclui-se que as alterações mecânicas com maior ocorrência, são as assincronias de fluxo insuficiente e duplos disparos, havendo necessidade futura prévia, propor medidas de controle e treinamento, como o aperfeiçoamento de monitorização ventilatória ativa, já que ambas possuem padrão de classificação relacionada a atividade participativa do paciente. Desta forma o gerenciamento de software de tecnologia inteligência foi eficaz para traçar o perfil das assincronias aqui avaliadas.

Palavras-chave: Fisioterapia; Ventilação mecânica; Unidade de Terapia Intensiva.

Abstract

Introduction: Ventilatory asynchronies are an imbalance in coordination between the patient and the mechanical ventilator during assisted and controlled ventilation. This lack of synchrony occurs when the patient's respiratory

efforts are not in harmony with the ventilator's operation or when the parameter settings are incorrect. Objective: To outline the profile of ventilatory asynchronies with greater occurrence in neurocritical care patients in an adult intensive care unit. Method: Pilot and observational study, through collection management of the TASY program and on-time results via B.I software. 47 adverse cases were analyzed, with a greater occurrence of asynchronies of insufficient flow and double triggers. Results: Early cycling and excessive flow 1%, ineffective triggering and late cycling approximately 3%, reverse triggering 7%, self-triggering 8%, insufficient flow 28% and double triggering 48%. Conclusion: It is concluded that the mechanical changes with the greatest occurrence are asynchronies of insufficient flow and double shots, with a prior future need to propose control and training measures, such as the improvement of active ventilation monitoring, as both have a classification standard relates the patient's participatory activity. In this way, intelligence technology software management was effective in profiling the asynchronies evaluated here.

Keywords: Physiotherapy; Mechanical ventilation; Intensive Care Unit.

Resumen

Introducción: Las asincronías ventilatorias son un desequilibrio en la coordinación entre el paciente y el ventilador mecánico durante la ventilación asistida y controlada. Esta falta de sincronía ocurre cuando los esfuerzos respiratorios del paciente no están en armonía con el funcionamiento del ventilador o cuando la configuración de los parámetros es incorrecta. Objetivo: Delinear el perfil de asincronías ventilatorias con mayor ocurrencia en pacientes en cuidados neurocríticos en una unidad de cuidados intensivos de adultos. Método: Estudio piloto y observacional, mediante gestión de cobranza del programa TASY y resultados en tiempo vía software B.I. Se analizaron 47 casos adversos, con mayor ocurrencia de asincronías de flujo insuficiente y dobles desencadenantes. Resultados: Ciclarse temprano y flujo excesivo 1%, disparo ineficaz y ciclado tardío aproximadamente 3%, disparo inverso 7%, disparo automático 8%, flujo insuficiente 28% y disparo doble 48%. Conclusión: Se concluye que los cambios mecánicos de mayor ocurrencia son asincronías de flujo insuficiente y dobles disparos, siendo previa la necesidad futura de proponer medidas de control y entrenamiento, como la mejora de la monitorización de la ventilación activa, ya que ambos tienen un estándar de clasificación que los relaciona. la actividad participativa del paciente. De esta manera, la gestión del software de tecnología de inteligencia fue efectiva para perfilar las asincronías aquí evaluadas.

Palabras clave: Fisioterapia; Ventilación mecánica; Unidad de Terapia Intensiva.

1. Introdução

Indivíduo neurocríticos que são admitidos na Unidade de Terapia Intensiva (UTI) geralmente necessitam de um protocolo de sedoanalgesia específico para que haja um melhor monitoramento da hemodinâmica do paciente, principalmente na injúria cerebral aguda, tendo benefícios em relação a redução de demanda de energia cerebral, mas em contrapartida, a sedação profunda impede uma avaliação neurológica precisa, para fins avaliativos é realizado o teste de despertar neurológico e com isso a sedação é interrompida (Musick & Alberico, 2021).

Diante os casos de interrupção de sedação em indivíduos neurocríticos, pode ocorrer um estresse cerebral seguidos de oscilações hemodinâmicas, como frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC), alteração da Pressão Intracraniana (PIC), dentre outros. Com isso, em pacientes acoplados em ventilação mecânica, uma das alterações que surgem são as assincronias ventilatórias, que ocasionam malefícios ao indivíduo (Luo et al., 2020).

As assincronias ventilatórias referem-se a um desequilíbrio na interação entre o paciente e o ventilador mecânico durante a ventilação assistida e controlada. Nesse tipo de situação, ocorre uma falta de sincronia entre os esforços respiratórios do paciente e o funcionamento do ventilador (em casos de atividade) ou adequações de parâmetros equivocadas (em casos de passividade), o que pode resultar em complicações e dificuldades no processo de condução terapêutica (Chao & Scheinhorn, 2016).

Existem diferentes tipos de assincronias ventilatórias, sendo a assincronia paciente-ventilador a mais comum. Ela pode se manifestar de várias formas, como a falta de sincronia inspiratória, em que o paciente não consegue iniciar a inspiração enquanto o ventilador ainda está em ciclo expiratório. Isso pode causar desconforto respiratório, aumento do trabalho respiratório e até mesmo hipoxemia (Chao & Scheinhorn, 2016).

Outra forma de assincronia é a falta de sincronia expiratória, em que o paciente acaba iniciando a expiração antes que o ventilador complete o ciclo inspiratório. Essa situação pode levar ao aprisionamento aéreo, aumento da pressão nas vias aéreas e diminuição do tempo disponível para os ciclos respiratórios (Gong & Thompson, 2015).

Além disso, a assincronia pode ocorrer na fase de pico de pressão inspiratória, quando o paciente tenta iniciar a inspiração antes do ventilador atingir a pressão programada. Isso pode levar a um desequilíbrio na distribuição de fluxo e volume, prejudicando a eficiência da ventilação (Chao & Scheinhorn, 2016; Gong & Thompson, 2015).

As assincronias ventilatórias são frequentemente observadas em pacientes com dificuldades respiratórias agudas ou crônicas, como na síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) ou na doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC). Esses pacientes podem apresentar alterações na mecânica respiratória e na sensibilidade aos ciclos do ventilador, o que aumenta o risco de desenvolver assincronias (Gong & Thompson, 2015).

Para evitar ou minimizar as assincronias ventilatórias, é fundamental realizar uma avaliação cuidadosa dos parâmetros do ventilador, como a sensibilidade aos ciclos respiratórios, a modalidade ventilatória utilizada e a pressão de suporte fornecida. Além disso, a sedação adequada, quando necessária, pode ajudar a reduzir o desconforto do paciente e melhorar a sincronização com o ventilador (Oliveira, et al., 2021; Thille et al., 2006).

Muitos avanços tecnológicos têm sido desenvolvidos para melhorar a sincronia paciente-ventilador, como os modos ventilatórios adaptativos, que ajustam automaticamente os parâmetros ventilatórios de acordo com as características respiratórias do paciente. Além disso, a utilização de técnicas de ventilação não invasiva, como a pressão positiva contínua nas vias aéreas (CPAP), pode reduzir a incidência de assincronias em pacientes selecionados (Thille et al., 2006).

As assincronias ventilatórias são eventos comuns e representam um desafio no manejo dos pacientes em ventilação assistida. A compreensão dos diferentes tipos de assincronias e a implementação de estratégias para otimizar a sincronia paciente-ventilador são fundamentais para promover uma ventilação eficaz e segura. O trabalho em equipe multidisciplinar, envolvendo médicos, enfermeiros e fisioterapeutas, é essencial para identificar e resolver essas assincronias, melhorando, assim, os resultados clínicos dos pacientes ventilados (Thille et al., 2006; Gurevitch & Gelmont, 1989).

Existem diversas formas de assincronias ventilatórias que podem ocorrer durante a ventilação assistida e passiva, manifestando-se na falta de sincronia inspiratória, falta de sincronia expiratória e desequilíbrio na fase de pico de pressão inspiratória, e outras de forma reflexas. Essas assincronias podem resultar em complicações respiratórias e dificuldades no processo de desmame ventilatório, tornando essencial uma avaliação cuidadosa dos parâmetros e a implementação de estratégias para melhorar esta interação entre máquina e paciente. Tradicionalmente dividimos as assincronias de acordo com as fases do ciclo ventilatório, sendo as de fase 1 (disparo) (Gurevitch & Gelmont, 1989; Varon et al., 1994):

- Disparo ineficaz
- Auto disparo
- Delay de disparo
- Múltiplos disparos
- Disparo reverso

As assincronias de fase 2 (fluxo):

- Fluxo excessivo
- Fluxo insuficiente (work-shifting)

E assincronias ventilatórias de fase 3 (ciclagem):

- Ciclagem precoce
- Ciclagem tardia

Diante do contexto apresentado, o objetivo do presente artigo é propor uma correção ventilatória para as causas diversas de disparo reverso

Disparo Ineficaz

Nesse caso, o paciente faz um esforço inspiratório, mas o ventilador não responde adequadamente, resultando em uma falta de sincronia entre os esforços respiratórios do paciente e a assistência fornecida pelo ventilador. Isso pode levar à complicações e aumentar o trabalho respiratório do paciente (Chao & Scheinhorn, 2016; Varon et al., 1994).

Existem diversas causas para a assincronia de disparo ineficaz. Uma delas é a má adaptação entre o paciente e o modo de ventilação utilizado. Por exemplo, se o ventilador estiver configurado em um modo assistido, mas o paciente não consegue gerar um esforço inspiratório suficientemente forte para acionar o ventilador, isso pode resultar em uma falta de resposta adequada. Além disso, fatores como super-assistência, a diminuição da sensibilidade aos ciclos respiratórios, condições pulmonares desfavoráveis e disfunção neuromuscular podem contribuir para a assincronia (Robba et al., 2019; Gong & Thompson, 2015; Thille et al., 2006; Varon et al., 1994).

A assincronia de disparo ineficaz pode ter consequências significativas para o paciente. A falta de assistência adequada pode resultar em um *over training*, e consequente risco de miotrauma diafragmático, com o paciente tendo que fazer esforços intensos para compensar a falta de percepção do ventilador. Essa situação pode levar à fadiga muscular, exaustão respiratória e dificuldades na eliminação de dióxido de carbono, levando a uma acumulação desse gás no organismo (hipercapnia) (Baydur et al., 1982).

Para identificar e tratar a assincronia de disparo ineficaz, é fundamental avaliar cuidadosamente a interação entre o paciente e o ventilador. Os profissionais de saúde devem observar o padrão respiratório do paciente, a sincronia dos esforços respiratórios com o ventilador e a resposta do ventilador aos comandos do paciente (Baydur et al., 1982; Hubmayr, 1994).

Os ajustes nos parâmetros ventilatórios podem ser necessários para melhorar a sincronia. Isso inclui modificar a sensibilidade aos ciclos respiratórios, ajustar a frequência respiratória, o tempo inspiratório e a pressão do ventilador (Pvent). Em alguns casos, a utilização de modos de ventilação mais avançados, como em modos alternativos, que permitem ao paciente controlar o início e o final dos ciclos respiratórios, além da adequação do suporte necessário para alcançar o limiar de esforço determinado (Baydur et al., 1982; Hubmayr, 1994).

Uma avaliação adequada é crucial para identificar e tratar essa assincronia. É importante que o paciente esteja “coberto” de suas necessidades respiratórias e possa ser suprido na eventualidade de qualquer desconforto ou dificuldade encontrada durante a ventilação. Além disso, a colaboração e comunicação efetiva multidisciplinar entre médicos, enfermeiros e fisioterapeutas é essencial para a monitorização contínua (Younes, 1993).

Em resumo, a assincronia de disparo ineficaz pode ocorrer durante a ventilação assistida ou não, afetando a sincronia entre o paciente e o ventilador. A identificação precoce e o tratamento adequado dessa assincronia são fundamentais para melhorar o suporte respiratório, reduzir o trabalho respiratório do paciente e minimizar as complicações respiratórias. A individualização dos parâmetros ventilatórios e a comunicação eficaz entre a equipe são peças-chave no gerenciamento dessa assincronia ventilatória (Younes, 1993; Nava et al., 1995).

Pontualmente, correções com diminuição de PV (parâmetros ventilatórios), aumento da janela de tempo, adequação de sensibilidade, TRM (treinamento muscular respiratório) e ajustes finos de *Flow-bias*, podem solucionar essa assincronia (Nava et al., 1995).

Auto Disparo

A assincronia ventilatória de auto disparo, também conhecida como ventilação não solicitada, refere-se a um fenômeno em que o ventilador mecânico é acionado de forma inadequada por um suposto esforço (ilusório), causando ciclos

de ventilação não desejados. Nesse caso, o ventilador detecta um esforço inexistente do paciente, enviando ciclos ventilatórios excessivos que podem causar danos pulmonares (Younes, 1993; Nava et al., 1995).

Normalmente, durante a ventilação mecânica, o ciclo ventilatório é controlado pelo ventilador, alternando entre inspiração e expiração com base nos parâmetros programados. No entanto, em casos de assincronia de auto disparo, o paciente recebe ciclos que não deveria, levando a respirações inadequadas e com descoordenação entre o ilusório esforço do paciente e o suporte ventilatório (Patel & Yang, 1995; Ninane et al., 1992).

As causas da assincronia de auto disparo podem ser diversas. Uma delas é a fraqueza muscular respiratória do paciente, impedindo-o de controlar adequadamente o ritmo respiratório e disparando de forma efetiva o limiar de sensibilidade da máquina, sendo assim, a superficialização do limiar de disparo (sensibilidade), na tentativa de solucionar essa assincronia pode causar um resultado adverso (Appendini et al., 1994).

Outro fator causal pode ser a presença de resistências nas vias aéreas, impedindo a entrada e saída adequada do ar expirado, aumentando as cargas ventilatórias impostas, como a Rva e Pmus, o que leva à percepções de esforço inadequados, como em situações de disparo reverso, num cenário de complexa resistência e atividade muscular respiratória excessiva, causando um disparo não esperado após um ciclo controlado (iniciado pela máquina), que será visto de forma mais detalhada à frente (Gay et al., 1989).

Os efeitos da assincronia de auto disparo pode ser prejudiciais. O paciente pode experimentar desconforto, aumento da dissipação de carga energética no sistema, com risco de ergotrauma. Além disso, a alteração da pressão intratorácica causada por essas assincronias pode levar ao aprisionamento aéreo, hiperinsuflação dos pulmões e diminuição do retorno venoso, afetando negativamente a função cardiovascular (Petrof et al., 1990).

Para identificar e tratar a assincronia de auto disparo, é necessário realizar avaliações cuidadosas do padrão respiratório do paciente e da interação com o ventilador. Manobras específicas como a pausa expiratória, podem auxiliar a classificação dessa assincronia, uma vez que não ocorre incremento de Pmus durante a manobra. A utilização de monitores avançados, como a medição do fluxo expiratório e pressão nas vias aéreas, pode ser útil na identificação da assincronia (Gay et al., 1989).

O tratamento da assincronia de auto disparo visa restabelecer a sincronia entre o paciente e o ventilador. Isso pode ser alcançado ajustando os parâmetros ventilatórios, como a sensibilidade aos ciclos respiratórios, a frequência respiratória, o tempo inspiratório e a pressão de suporte. Além disso, a utilização de sedação ou relaxantes musculares em casos selecionados pode ajudar a reduzir a atividade respiratória inadequada do paciente (Gay et al., 1989; Gay et al., 1989).

A melhor forma de identificar essa assincronia, é realizando uma pausa expiratória longa, superior o suficiente para ampliar uma janela de tempo ideal para a identificação de um esforço real ou fictício. Oscilações cargiogênicas, oscilações de flúidos no sistema, acúmulo de condensado, secreções, resistência de vias aéreas (Rva) aumentada, tudo associado a uma sensibilidade superficial, podem causar o auto disparo (Almeida et al., 2020; Blanch et al., 2015; Schmidt et al., 2011).

Delay de Disparo

A ventilação mecânica pode apresentar um fenômeno conhecido como "atraso de acionamento", onde há uma descoordenação entre o esforço respiratório do paciente e a resposta do ventilador. Esse atraso pode ocorrer por diversas razões, como configurações inadequadas de sensibilidade de acionamento, resultando em difícil ativação do ventilador (Yonis et al., 2015).

Geralmente, o acionamento baseado em fluxo requer menos esforço do paciente em comparação com o acionamento baseado em pressão. O atraso de acionamento pode ser identificado ao observar evidências de queda da pressão basal (Pmus) ou aumento do fluxo antes do início do fluxo inspiratório do ventilador (Yonis et al., 2015).

A maioria dos ventiladores modernos indica o acionamento do paciente por meio de mudanças de cor na forma de onda correspondente à fase de acionamento. Também é importante observar a rapidez da pressurização do ventilador após o acionamento. Se a taxa de pressurização do ventilador não corresponder adequadamente ao esforço do paciente, pode ocorrer atraso na resposta (Sieck et al., 2013).

Ambas as situações, atraso de acionamento e pressurização retardada, resultam em uma fase de acionamento prolongada e aumento do esforço respiratório no início da inspiração. Esses problemas são agrupados na mesma classificação para simplificar (Mellott et al., 2014; de Wit et al., 2009).

Múltiplos Disparos

O fenômeno conhecido como "disparo múltiplo" é caracterizado pela ocorrência de 2 ou mais ciclos respiratórios entregues em um curto intervalo de tempo, sem uma expiração completa entre eles. Muitos ventiladores possuem uma janela de gatilho logo após a inspiração, onde não é possível acionar uma nova respiração, resultando em uma breve pausa consistente entre as respirações mecânicas (de Wit et al., 2009; Chanques et al., 2013).

A terminologia para descrever esse fenômeno pode variar na literatura. Algumas vezes é referido como duplo gatilho, duplo ciclo, agrupamento ventilatório ou empilhamento de ar. No entanto, todos esses termos têm problemas de significado ou precisão. Embora o disparo duplo seja a apresentação mais comum, há casos em que múltiplas respirações são acionadas, e, portanto, o termo "múltiplo" é utilizado (Rittayamai et al., 2016).

O disparo múltiplo pode ocorrer devido a pelo menos quatro causas: ciclagem precoce, disparo reverso, autodisparo e pressão muscular excessiva/sustentada. Sua presença tem sido associada a resultados adversos, sendo a principal preocupação, nos modos controlados por volume (VCV), o empilhamento do volume corrente, resultando em lesão pulmonar induzida pelo ventilador. No modo controlado por pressão (PCV), esse risco é menor, pois o volume corrente é dependente da resistência e da complacência pulmonar (Rittayamai et al., 2016).

Para lidar com essas formas de assincronia, é necessário revisar e ajustar os parâmetros ventilatórios, como a sensibilidade do gatilho e os tempos do ciclo respiratório, a fim de alcançar uma melhor sincronia entre o paciente e o ventilador. Além disso, a adoção de modos ventilatórios mais interativos, como a ventilação com suporte de pressão, pode ser benéfica no tratamento desses tipos de assincronia (Rittayamai et al., 2016; Roche-Campo et al., 2013).

É importante ressaltar que cada caso pode variar e é essencial envolver profissionais de saúde especializados na interpretação dos sinais e nos ajustes necessários para melhorar a coordenação entre o paciente e o ventilador durante a ventilação mecânica (Rittayamai et al., 2016; Roche-Campo et al., 2013).

Disparo Reverso (Reflexo)

É a atividade diafragmática involuntária estimulada pela insuflação do ventilador mecânico, por excitabilidade de receptores de estiramento pulmonar, promovendo de forma reflexa e involuntária uma contração diafragmática que pode ou não gerar um novo ciclo ventilatório, a depender do limiar de sensibilidade do ventilador mecânico (Terzi et al., 2013).

Uma possível manobra de confirmação é a pausa expiratória longa, que caso não haja atividade muscular detectável durante esse teste, podemos inferir que a atividade diafragmática presente é totalmente reflexa e involuntária, ou passar para modo espontâneo (PSV), apresentando inatividade do drive ventilatório, também considerar um ato reflexo (Terzi et al., 2013).

A ocorrência dessa dissincronia é: ciclo controlado seguido de inflexão pressórica e oscilação superior de fluxo (gráficos escalares), independente da fase do ciclo ventilatório (inspiração, transição ou na expiração), com ou sem empilhamento de ar (Spahija et al., 2010).

As causas ainda são desconhecidas, e pelo que obtemos na atualidade, a etiologia pode ser multifatorial, havendo necessidade de mais estudos a respeito dessa anormalidade. O que temos são algumas associações, tais quais: sedação profunda, hipoxemia refratária e pacientes neurocríticos (Spahija et al., 2010; Colombo et al., 2008).

Como forma de correção para a alteração reflexa do disparo reverso, a diminuição do “*Strain Pulmonar*” vem sendo bem empregada na literatura, como possível resolução ventilatória, compondo a redução do VT, redução da FR e redução da PEEP. Alguns artigos ainda utilizam ajustes finos para a pressurização lenta a evitar a deformação pulmonar acentuada (Colombo et al., 2008).

Sabe-se que diferenciar o disparo reverso em formas reflexas e não reflexas, ainda necessita de mais tempo e estudos para comprovarem essa etiologia multifatorial, porém há uma tendência a ocorrência do disparo reverso em outras situações, como as de baixo drive ventilatório, havendo sobreposição de ciclos, uma discordância de *timing* neural que conhecemos como dissincronia (Colombo et al., 2008).

Disparo Reverso (Baixo Drive)

Ocorrem a partir de ciclos controlados, com atividades diafragmáticas irregulares, que podem ocorrer em qualquer ponto do ciclo ventilatório (início, meio ou no final), que modifica os padrões de normalidades gráficas, ciclo a ciclo (geralmente), mantendo uma sobreposição de ciclos ventilatórios, que é quando a janela de tempo programada pelo n° de FR, coincidem com a atividade do drive neural do paciente (Demoule et al., 2016).

Existem formas mais simples de avaliar e determinar esse padrão de dissincronismo, havendo apenas confirmação por estima gráfica, necessitando apenas de expertise à interpretação correta, uma vez que fuja do padrão de normalidade, excluindo cargas ventilatórias como incremento de RVA ou incremento de elastância, que também podem alterar a leitura escalar (Demoule et al., 2016).

Uma das causas desse evento de baixo drive são ajustes de FR programadas maiores do que a atividade de controle do drive neural do indivíduo, a manutenção em modo A/C (assistidos-controlado) e narcose residual sedativa (Costa et al., 2011).

Para resolução uma saída e única e correr caminho oposto do que foi citado no parágrafo anterior. Liberação de ciclos ativos, redução da FR programada mantendo apenas FR de apoio de 10 - 12 incursões por minuto, redução de sedoanalgesia ou até mesmo stop de sedação. Em último caso pode ser incrementado bloqueador neuromuscular (BNM) titulado via eletroestimulação neuromuscular (EENM) (Ramirez et al., 2017; Nguyen et al., 2013).

E definição, possivelmente a sobre de ciclos é a principal causa do disparo reverso de baixo drive, causando da irregularidade da atividade diafragmática entre ciclos controlados, com classificação dos fenótipos do disparo reverso, que podem ser de 4 a 6 a depender do empilhamento de ar (Ramirez et al., 2017; Nguyen et al., 2013).

Fenótipos do Disparo Reverso

Precoce com relaxamento precoce: início da atividade diafragmática na inspiração, com pico de contração na inspiração e relaxamento muscular que antecede 50% do volume de ar exalado (Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

Precoce com relaxamento tardio: início da atividade diafragmática na inspiração, com pico de contração na inspiração e relaxamento muscular pós 50% do volume de ar exalado (Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

Médio: início na da atividade diafragmática na inspiração, com pico de contração e relaxamento na expiração (Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

Médio com empilhamento de ar: início da atividade diafragmática na inspiração, pico de contração na expiração que atinge o limiar de sensibilidade do ventilador, com relaxamento na fase expiratória (Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

Tardio: início da atividade diafragmática, pico de contração e relaxamento todos na fase expiratória (Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

Tardio com empilhamento de ar: início da atividade diafragmática, pico de contração que atinge o limiar de sensibilidade do ventilador, com relaxamento na fase expiratória (Warnke et al., 2020; Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

A subjetividade é aceita em muitas classificações dos fenótipos, havendo muitas das vezes a necessidade do acompanhamento via Pes (cateter de pressão esofágica), principalmente para classificar os 2 tipos de fenótipos precoces (com relaxamento precoce vs relaxamento tardio) (Nguyen et al., 2013; Sinderby et al., 2013).

Fluxo Excessivo

É um tipo de descoordenação que pode ocorrer durante a ventilação mecânica, quando o paciente realiza um esforço inspiratório mais intenso do que o previsto ou quando a pressurização é demasiadamente acelerada, levando a um aumento no fluxo de ar em relação ao ajuste programado no ventilador, ou quando em situações de passividade o fluxo de demanda ajusto excede a limite elástico pulmonar, geralmente ocorrido com deformações muito rápidas (Tallo et al., 2017).

Em ciclos ativos, essa descoordenação se manifesta quando o paciente ultrapassa o fluxo inspiratório fornecido pelo ventilador, resultando em uma sobreposição entre o fluxo inspiratório gerado pelo paciente e aquele fornecido pelo ventilador. Esse desequilíbrio na pressurização do sistema respiratório pode comprometer a eficácia da ventilação e causar desconforto respiratório para o paciente (Tallo et al., 2017; Lynch-Smith et al., 2016).

Para corrigir a assincronia de fluxo excessivo, é importante revisar e ajustar os parâmetros ventilatórios, com os ajustes finos de rise time ou fluxo fixo, a depender do modo ventilatório, objetivando alcançar uma melhor sincronia entre o esforço do paciente, limite elástico e a resposta do ventilador. É essencial que o ventilador seja capaz de detectar e responder adequadamente às demandas de fluxo inspiratório do paciente, adaptando a sensibilidade e os limites de pressão conforme necessário (Lynch-Smith et al., 2016; Wunsch et al., 2016).

Fluxo Insuficiente (*Work-Shifting*)

Durante a ventilação passiva, em que a musculatura do paciente não está ativa, todo o trabalho é realizado pela máquina. Em PCV, no qual a pressão do ventilador (Pvent) é mantida constante, o trabalho é simplesmente o resultado da relação entre a Pvent e sua capacidade de gerar VT. Em contrapartida, quando não há assistência ventilatória, como no modo CPAP, todo o trabalho é realizado pelo próprio paciente, sendo Pmus responsável pela geração do VT (Ferreira et al., 2009).

Quando tanto Pvent quanto Pmus estão ativos simultaneamente, ocorre uma divisão do trabalho total entre o ventilador e o paciente. Chamamos essa situação de "mudança/desvio do trabalho" (work-shifting), pois parte da carga de trabalho que anteriormente era realizada pelo ventilador passa a ser feita também pelo paciente (Ferreira et al., 2009).

A redistribuição desse trabalho (Pvent e Pmus) pode ocorrer em qualquer fase da inspiração, pois depende do momento em que a Pmus é ativada em relação às configurações do ventilador e à interação entre o paciente e o ventilador mecânico. As alterações dos padrões de anormalidades gráficas, conhecidas como "under shoot" são evidentes a partir do momento que a Pmus está mais ativa, se sobrepondo nesta relação (Ferreira et al., 2009; Vasconcelos et al., 2013).

E modo VCV essa mudança de trabalho é mais visível em virtude das características desse modo, havendo limitação de fluxo e volume, propondo uma descoordenação de necessidade de demanda, onde a Pmus buscar se impor frente a um controle total de VT e V° (fluxo), mantendo as principais mudanças gráficas no escalar que este modo não controla, o de pressão x tempo (Ferreira et al., 2009; Vasconcelos et al., 2013).

Em modo pressórico (PC / PS), a assincronia de fluxo insuficiente ocorre de forma estimada distinta, agora com o VT e V^o livres, em situações de demanda aumentada, ou em casos de subassistência ventilatória, o principal gráfico a ser notado será o fluxo (flow index > 1), onde a P_{mus} deforma o “*shape*” de fluxo inspiratório abaulando-o, como conhecemos o índice de fluxo inspiratório, possível de ser avaliado apenas nos modos com V^o livre (Pohlman et al., 2008).

A correção dessa assincronia é multifatorial, a depender do modo de origem, os que possuem VT e V^o adaptativos a P_{mus}, parecem se adaptar melhor, em virtude da oscilação de demanda ventilatória necessária para suprir a necessidade do paciente. Aumentar suporte ventilatório (VT + V^o) ocasionalmente apresenta proposta melhor resolutive (Vasconcelos et al., 2013; Pohlman et al., 2008).

Ciclagem Precoce

O término da inspiração programada ocorre em um tempo relevante clinicamente, mas ainda durante a fase inspiratória do paciente. O tempo inspiratório ajustado no ciclo é encerrado antes que o esforço inspiratório do paciente seja concluído. Em outras palavras, o tempo inspiratório determinado pelo paciente é maior do que o tempo inspiratório imposto pelo ventilador (Nguyen et al., 2013; Pohlman et al., 2008).

Tanto em modos de ventilação volumétricos quanto pressóricos, esse cenário é evidenciado no gráfico de fluxo expiratório por meio de distorções no pico de fluxo expiratório (PFE) e interrupções no fluxo expiratório, com um declínio lento e gradual do fluxo durante a expiração passiva. A ciclagem precoce é uma causa comum de múltiplos disparos, também conhecidos como duplo disparo (Nguyen et al., 2013; Pohlman et al., 2008).

Em modos pressóricos, em alguns pacientes com constantes de tempo prolongadas, o fluxo pode permanecer positivo no final do tempo inspiratório, sem a necessidade de prolongar a desaceleração e a queda do fluxo inspiratório até a linha de base. No entanto, se não houver evidência de esforço inspiratório durante a fase inicial da expiração, isso não é um problema de sincronia. Geralmente, ocorre em pacientes obstrutivos com constantes de tempo alargadas e resistência das vias aéreas aumentada (de Wit et al., 2009; Pohlman et al., 2008).

A ciclagem precoce também pode ocorrer quando o ventilador finaliza o tempo inspiratório com base em um sinal não proveniente do paciente. Isso é reconhecido geralmente como um tempo inspiratório anormalmente curto, como quando um paciente com baixa complacência é rapidamente pressurizado em um modo de suporte (PSV) (Rittayamai et al., 2016; Pohlman et al., 2008).

Essa situação resulta em um pico de fluxo elevado seguido de uma rápida queda devido à constante de tempo curta, fazendo com que o limite de ciclo de fluxo seja atingido rapidamente. Além disso, a ciclagem precoce também pode ocorrer quando recursos de segurança do ventilador, como limite de pressão ou limite de volume corrente espontâneo, são alcançados (Ramirez et al., 2017; Pohlman et al., 2008).

Ciclagem Tardia

O tempo inspiratório neural do paciente é menor que o tempo inspiratório imposta pelo ventilador. Também pode ser observado com respirações espontâneas se % de ciclagem estiver definido muito baixo (Nguyen et al., 2013; Thille et al., 2006).

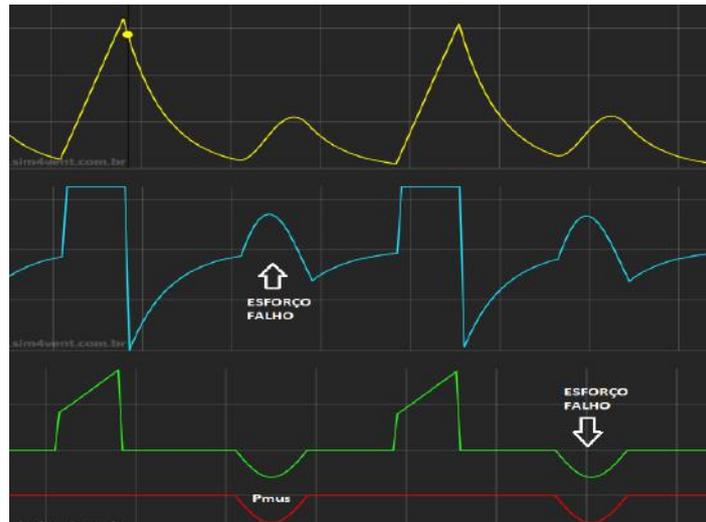
A ciclagem tardia deve ser avaliada de acordo com o quadro clínico contextual. Por exemplo, se um paciente fizer apenas um único esforço inspiratório curto e este modo é ciclado a tempo (PCV) ou a volume (VCV), por definição isso se caracteriza por uma ciclagem tardia (Nguyen et al., 2013; Thille et al., 2006).

Ela por sua vez, pode ser perfeitamente aceitável tanto do ponto de vista da segurança quanto do conforto do paciente, em situações de controle dos níveis pressóricos, sem formação do que chamamos de “spike” ao final da fase inspiratória no

gráfico pressão x tempo. Contudo, a ciclagem tardia torna-se relevante quando há evidência de esforço expiratório contra a válvula fechada (Spahija et al., 2010; Thille et al., 2006).

Em VCV, o gráfico de pressão aumenta abruptamente no final da inspiração, indicando esforço expiratório ou relaxamento muscular respiratório. Às vezes, o mesmo pode ser observado em modo PCV e, além disso, o esforço expiratório causará uma alteração significativa (Spahija et al., 2010; Thille et al., 2006).

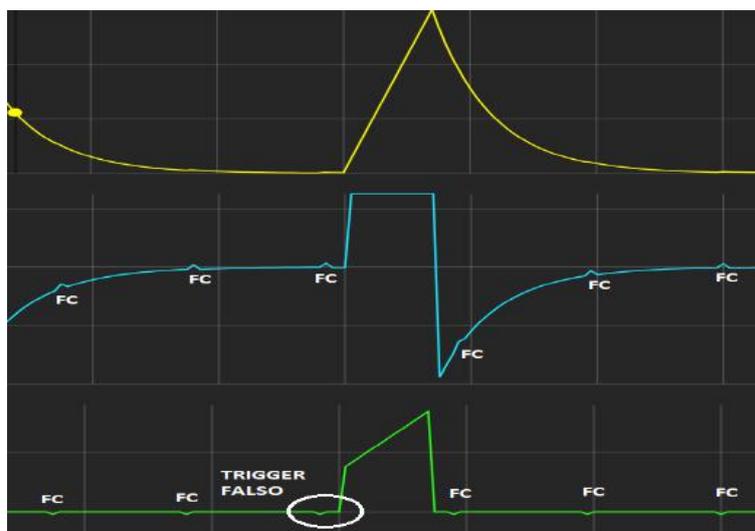
Figura 1 - Disparo Ineficaz.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Na Figura 1 verifica-se uma inflexão pressórica correspondente a atividade diafragmática ou tentativa dela, porém sem sucesso, uma vez que não é alcançado o limiar de sensibilidade do ventilador mecânico. Outro ponto que podemos observar é uma oscilação ascendente no gráfico de fluxo (na expiração), este sendo muito mais sensível à identificação dessa assincronia.

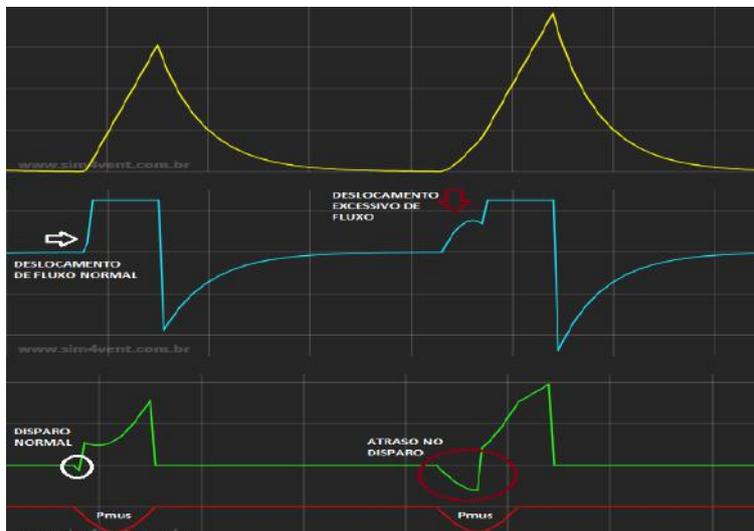
Figura 2 - Auto disparo.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma seguinte, na Figura 2 verifica-se oscilações causadas por ritmo cardiogênico, que não corresponde a atividade diafragmática, porém o ventilador identifica ilusoriamente como esforço e dispara em virtude de um limiar sensibilidade superficial.

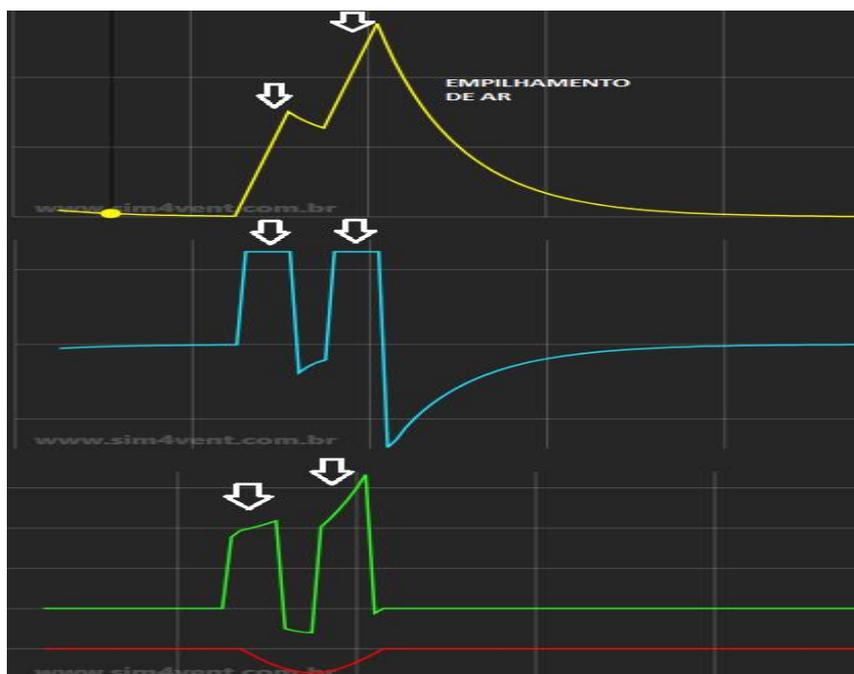
Figura 3 - Delay de disparo.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma semelhante, na Figura 3 verifica-se um atraso para o disparo do ciclo ventilatório. Considera-se delay um atraso superior a 100ms. Observamos que do ponto de início da atividade muscular inspiratória à percepção da máquina em alcançar o limiar de sensibilidade, e conseqüentemente iniciar o ciclo, ocorre com certo atraso > 100ms.

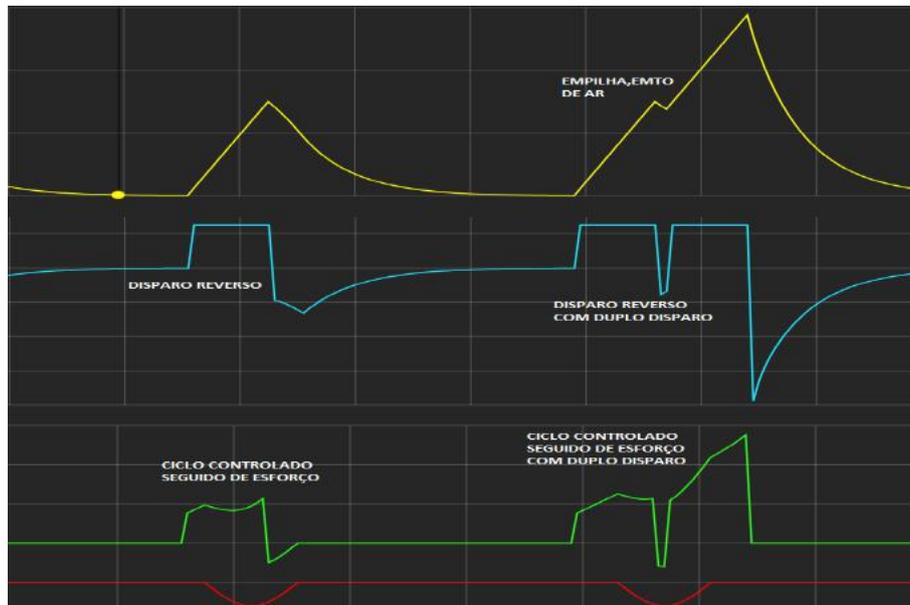
Figura 4 - Múltiplos disparos.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma subsequente na Figura 4 verifica-se que neste caso o disparo reverso foi capaz de gerar mais de 1 ciclo ventilatório, conhecido também como duplo disparo. Assincronia altamente lesiva, com risco de volutrauma (lesão por excesso de volume) e barotrauma (lesão pulmonar por excesso de pressão), causando empilhamento de ar (ver gráfico de volume x tempo).

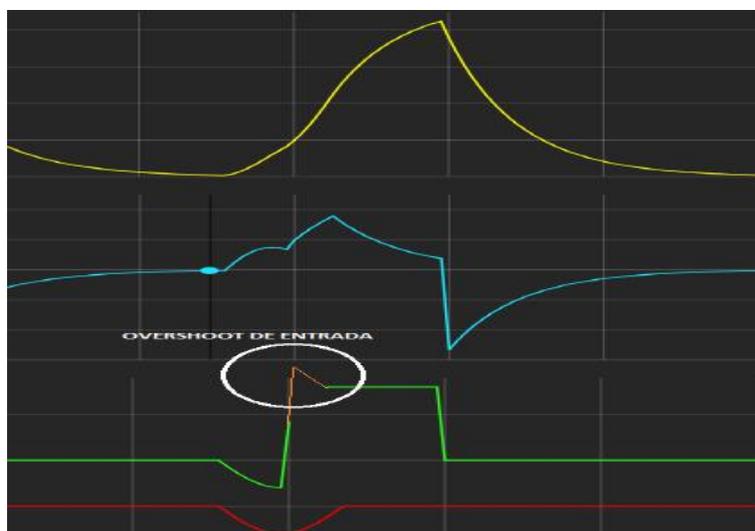
Figura 5 - Disparo reverso.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Para expor a atividade reflexa do diafragma na Figura 5 verifica-se que no primeiro ciclo à esquerda, o esforço inspiratório ocorre após a insuflação iniciada pela máquina, como se o “disparo fosse precoce”, ocorrido antes do tempo neural do paciente. Já no segundo ciclo à direita, o esforço ocorre também após o disparo controlado, porém forte o suficiente para iniciar um novo ciclo causando empilhamento de ar, o que é altamente lesivo. Vale salientar que a atividade diafragmática inspiratória que passa para a expiração (atividade excêntrica), também é potencialmente lesiva ao diafragma.

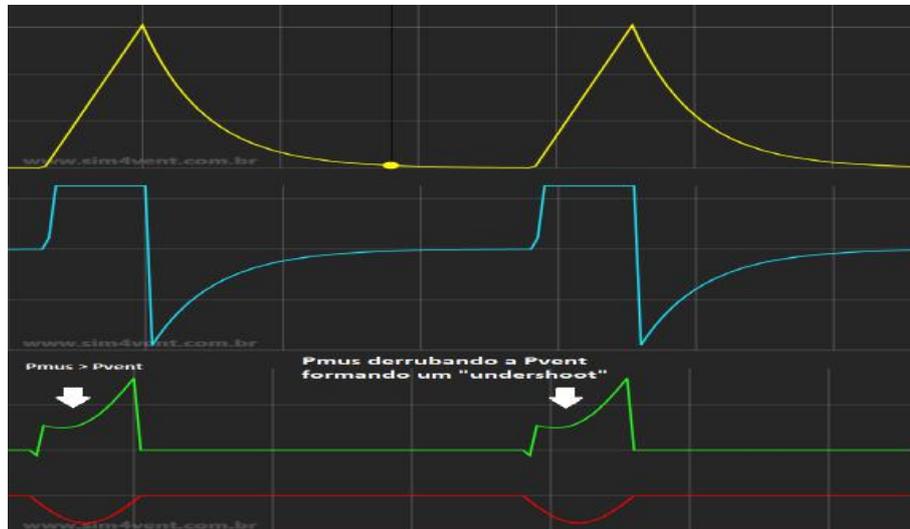
Figura 6 - Fluxo excessivo.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma subsequente na Figura 6 verifica-se uma subida rápida pressórica, formando um “spike” ou “overshoot” no início da fase inspiratória. Geralmente ajustes finos da ventilação, como correção de “rise time”, aumentando o tempo de ataque, podem resolver essa assincronia.

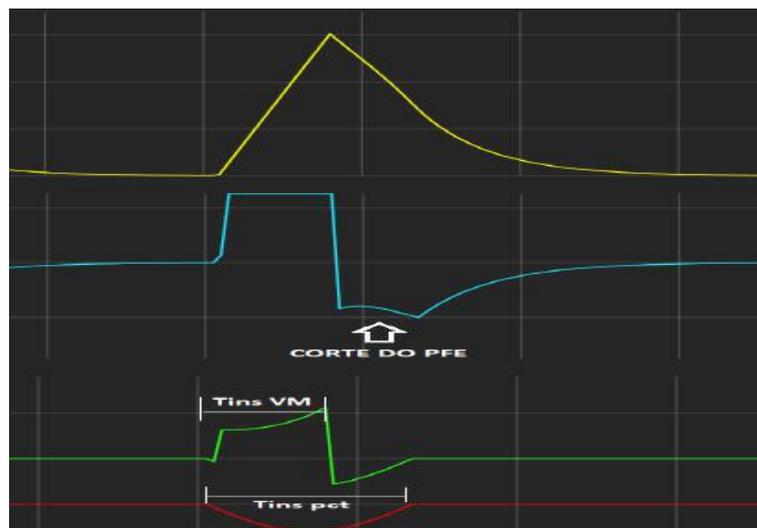
Figura 7 - Fluxo insuficiente.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Para detalhar as assincronias de fluxo na Figura 7 verifica-se que a Pmus derruba a Pvent, comum de ocorrer em modos que limitam o fluxo e volume (VCV). Percebe-se uma inflexão pressórica em virtude do vigor de atividade diafragmática, que pode ocorrer em qualquer ponto da inspiração.

Figura 8 - Ciclagem precoce.

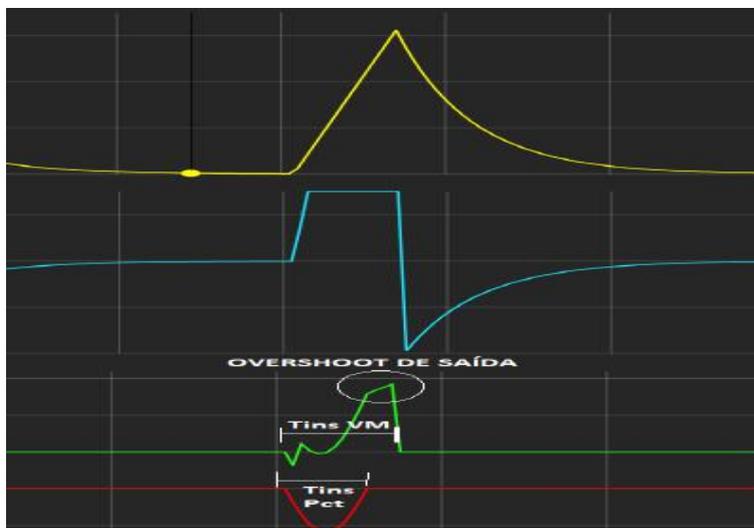


Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Para detalhar as alterações de ciclagem na Figura 8 verifica-se que ao final do tempo inspiratório programado, o paciente continua realizando esforço para tentar inspirar (ver a linha vermelha que corresponde ao tempo neural do paciente maior que o tempo ajustado na máquina), porém não consegue, pois, a ciclagem (término da inspiração e início da expiração)

ocorre antes do paciente terminar de inspirar. Desta forma, o esforço inspiratório passa para a fase expiratória, abortando o PFE (pico de fluxo expiratório), como representado em branco no gráfico escalar de fluxo expiratório.

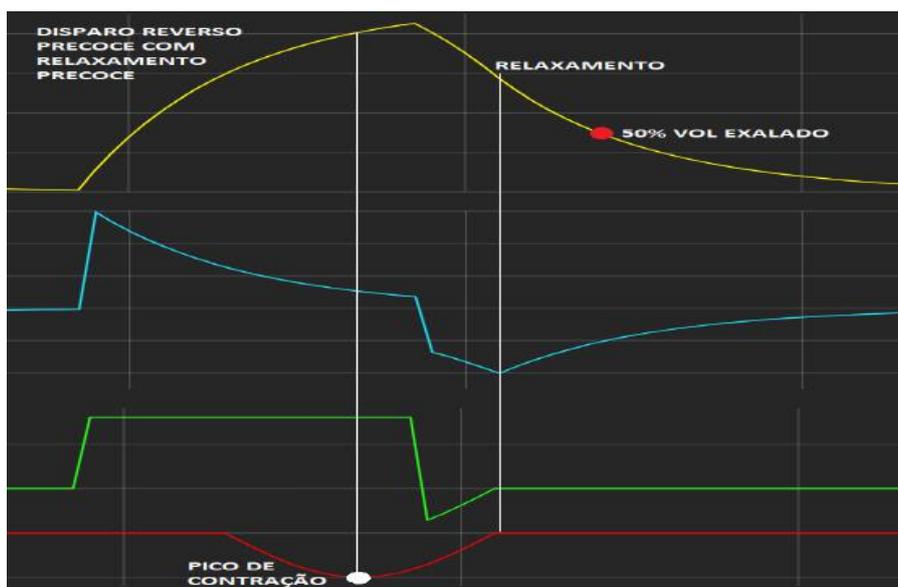
Figura 9 - Ciclagem tardia.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Para expor as alterações entre o tempo neural e o tempo determinado pelo ventilador na Figura 9 verifica-se que o tempo neural do paciente termina (linha vermelha), porém o mesmo não consegue exalar devido ao tempo inspiratório da máquina ainda não ter finalizado, associado à atividade muscular expiratória contra a válvula ainda fechada (impedindo a exalação), ocorre um “overshoot ou spike” ao final do tempo inspiratório, altamente lesivo associado desta forma, casualmente ocorrido em modos ciclados a tempo (PC e VC com pausa) e ciclado a volume (VC). A ciclagem tardia pode ocorrer também em modos espontâneos (PS), quando a % de ciclagem é ajustada muito próxima ao “base line” (em alguns casos).

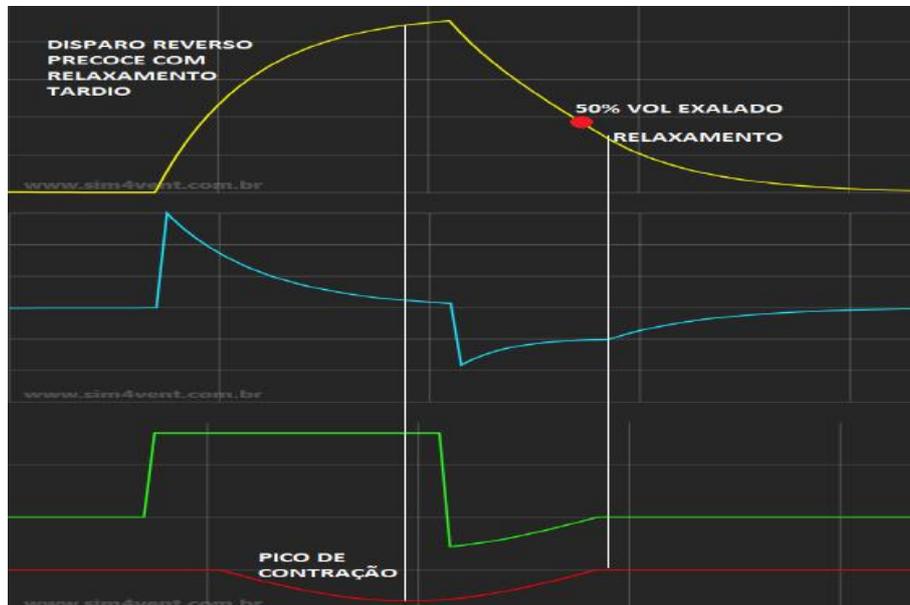
Figura 10 - Fenótipos do DR precoce (*onset*) com relaxamento PRECOCE (*relaxation*).



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma seguinte, entre as alterações reflexas do diafragma na Figura 10 verifica-se que a inspiração e pico ocorrem na fase inspiratória, e o relaxamento antes de 50% do volume corrente exalado.

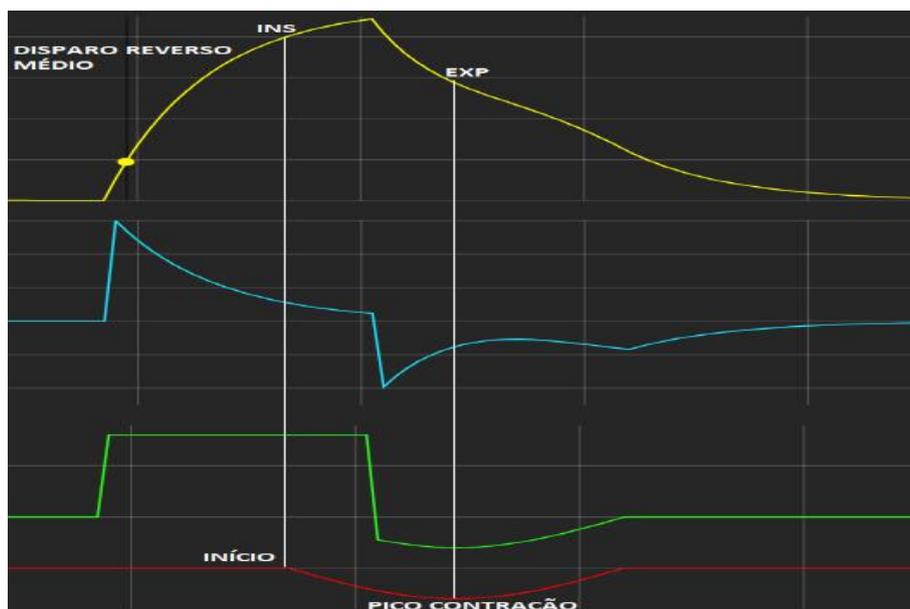
Figura 11 - Fenótipos do disparo reverso precoce (*onset*) com relaxamento TARDIO (*relaxation*).



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma semelhante a assincronia anterior na Figura 11 verifica-se que a inspiração e pico ocorrem na fase inspiratória, e o relaxamento após 50% do volume corrente exalado.

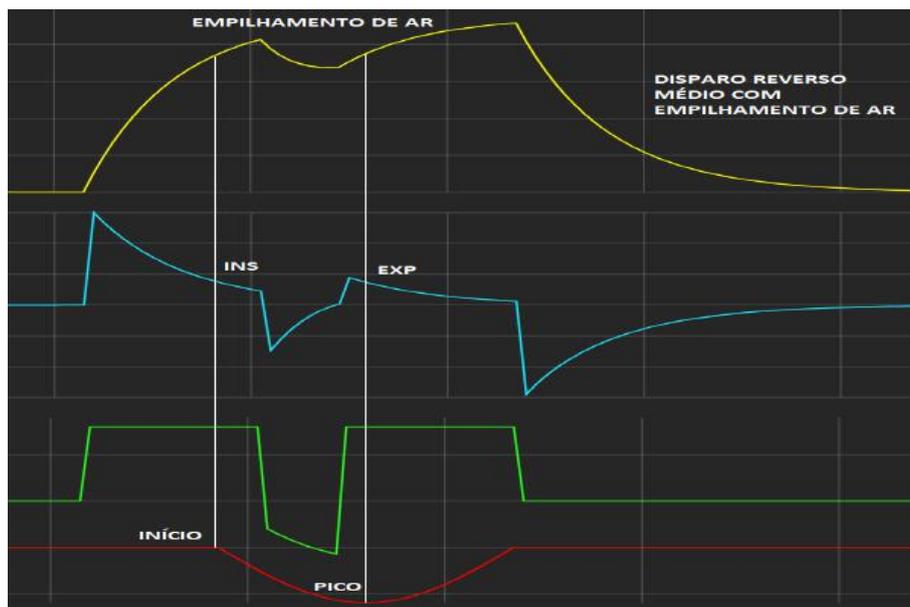
Figura 12 - Fenótipo do disparo reverso médio.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

De forma similar, na Figura 12 verifica-se que a inspiração inicia na fase inspiratória e o pico ocorre na fase expiratória.

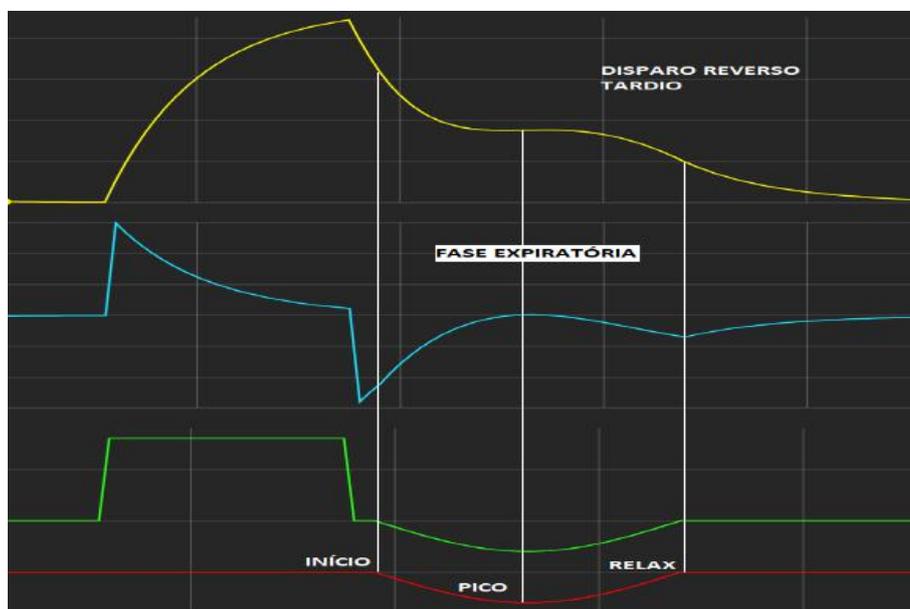
Figura 13 - Fenótipo do disparo reverso médio com empilhamento de ar.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Ainda sobre o disparo reverso entre ciclos (fase inspiratória e expiratória) na Figura 13 verifica-se que a inspiração inicia na fase inspiratória e o pico ocorre na fase expiratória, atingindo o limiar de sensibilidade do ventilador mecânico, causando um empilhamento de ar.

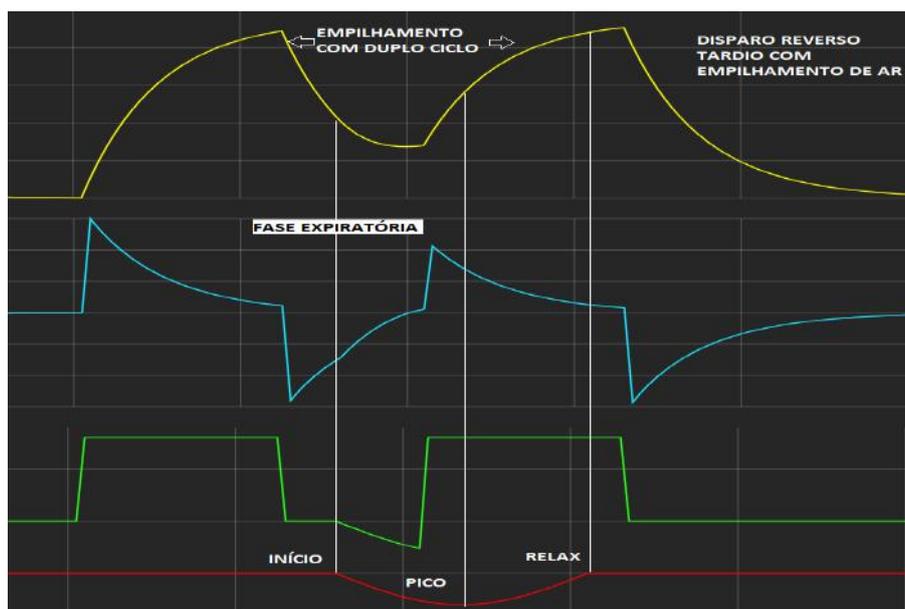
Figura 14 - Fenótipo do disparo reverso: Tardio.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Para exemplificar o disparo reverso com maior atividade na fase expiratória na Figura 14 verifica-se que toda a atividade diafragmática (início, pico e relaxamento), ocorre unicamente da fase expiratória do ciclo, sem alcançar o limiar de sensibilidade do ventilador mecânico.

Figura 15 - Fenótipo do disparo reverso tardio.



Fonte: SIM4VENT simulador virtual.

Por fim, na Figura 15 verifica-se que toda a atividade diafragmática (início, pico e relaxamento), ocorre unicamente da fase expiratória do ciclo, alcançando o limiar de sensibilidade do ventilador mecânico, gerando um novo ciclo ventilatório (empilhamento aéreo).

O objetivo inicial desta pesquisa é traçar o perfil ventilatório das principais assincronias e/ou dissincronias encontradas com maior frequência em pacientes neurocríticos na UTI adulto do hospital em questão, pontualmente em ampla análise geral (média/total geral), para futuramente, em continuidade deste estudo, lançar mão de medidas resolutivas a partir destas anormalidades gráficas evidenciadas.

2. Metodologia

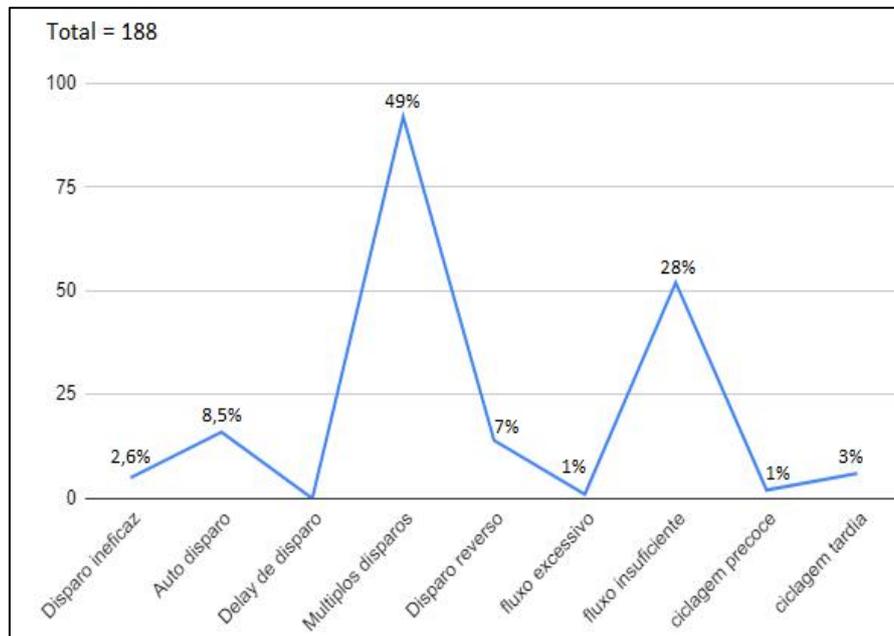
Trata-se de uma pesquisa descritiva com uma abordagem quantitativa, onde foram coletadas 188 amostras de assincronias de 47 indivíduos neurocríticos no período de 01.01.2022 a 30.12.2022 de um hospital referência do norte do país. A coleta de dados foi realizada através de prontuários eletrônicos no programa TASY, que é um software de gestão hospitalar da empresa Philips, que possui controle clínico amplo dentro das rotinas clínicas, cuja finalidade é auxiliar e disponibilizar controle de ocorrências, entrada, gerenciamento, finalização e manutenção de dados multidisciplinares (Estrela, 2018).

Os profissionais responsáveis pelo cuidado e gerenciamento ventilatório da proposta terapêutica traçada, alimentam uma coluna informativa das assincronias observadas, dentro do programa TASY, onde lá classificam o tipo de assincronia ventilatória mais evidente em suas rotinas clínicas setoriais.

Após a alimentação dos dados no programa, esses valores são enviados em tempo real, ao BI (“*business intelligence*”) que traduz os dados em resultados de acompanhamento que ficam com gerenciamento “*on time*” pela equipe responsável por esse controle. Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade do Estado do Pará (UEPA) obtendo o número de parecer 5.727.678.

3. Resultados e Discussão

Figura 16 - Relatório de Assincronias ventilatórias no período de 2022.



Fonte: Pesquisa de campo (2023).

Na Figura 16 é exemplificado a incidência de assincronias, onde as alterações gráficas mais encontradas são os múltiplos disparos e fluxo insuficiente com 49% e 28% das ocorrências resultantes no BI, e as demais permanecem na faixa inferior a 10% das ocorrências.

Em ordem crescente as assincronias de ciclagem precoce e fluxo excessivo com valor aproximado de 1%, ciclagem tardia e disparo ineficaz com valores similares à 3%, disparo reverso e auto disparo com valores próximos entre si, 7% e 8,5% respectivamente, fluxo insuficiente com 28% e múltiplos disparos com 49% das ocorrências aqui analisadas.

As assincronias ventilatórias se referem a uma condição em que o suporte ventilatório fornecido ao paciente não está em perfeita sincronia com sua necessidade respiratória. Embora os ventiladores modernos sejam projetados para fornecer suporte adequado aos pacientes, as assincronias podem ocorrer devido a vários fatores, resultando em efeitos adversos e deletérios (MacIntyre et al., 1997; Branson, 1997).

Os efeitos adversos das assincronias ventilatórias podem variar de leves a graves, dependendo da gravidade e da duração da condição. Alguns dos efeitos adversos comuns incluem (Branson, 1997):

- Desconforto do paciente: Quando o suporte ventilatório não está sincronizado com a necessidade respiratória do paciente, pode levar a desconforto respiratório, sensação de sufocamento e dificuldade em respirar. Isso pode aumentar a ansiedade do paciente e dificultar sua recuperação.
- Falha na ventilação adequada: Se houver uma desconexão entre o ciclo inspiratório do ventilador e o ciclo respiratório do paciente, pode ocorrer uma ventilação inadequada. Isso resulta em volume de ar insuficiente fornecido aos pulmões, o que pode levar a hipoxemia (baixo nível de oxigênio no sangue) e hipercapnia (aumento de dióxido de carbono no sangue).
- Barotrauma e lesão pulmonar: Assincronias ventilatórias podem causar pressões excessivas nas vias respiratórias e nos pulmões. Isso pode levar a barotrauma, que é o dano aos tecidos pulmonares devido à pressão excessiva. A

barotrauma pode resultar em pneumotórax (acúmulo de ar entre os pulmões e a parede torácica) ou lesões pulmonares graves.

- Fadiga muscular respiratória: Quando o suporte ventilatório não está sincronizado com os esforços respiratórios do paciente, pode ocorrer fadiga muscular respiratória. Isso ocorre porque os músculos respiratórios precisam trabalhar contra a pressão do ventilador para realizar uma respiração eficaz. A fadiga muscular respiratória pode levar à diminuição da capacidade pulmonar, intolerância ao esforço e comprometimento geral da função respiratória.

É importante ressaltar que as assincronias ventilatórias podem ser evitadas ou minimizadas com o ajuste adequado dos parâmetros do ventilador e a escolha do modo ventilatório mais apropriado para cada paciente. O monitoramento contínuo do paciente e a colaboração entre médicos e profissionais de saúde também desempenham um papel crucial na prevenção e tratamento dessas complicações (Beitler et al., 2016).

Analisando tal cenário, busca-se com os dados coletados nesta pesquisa, traçar um perfil inicialmente das ocorrências de assincronias mais encontradas dentro da rotina clínica de forma geral, a propor futuramente medidas educativas e treinamentos técnicos específicos que busquem minimizar essas eventualidades, e propor a melhor terapêutica aos pacientes. Desta forma, podemos analisar cuidadosamente os dados aqui coletados.

As assincronias de fluxo excessivo encontradas podem causar deformação pulmonar abrupta, “strain rate” com potencial de lesão a ser considerado. Dentro dessa amostra um valor próximo de 1% apresentou essa assincronia, sendo uma das de menor ocorrência neste perfil clínico em pesquisa. Além do fluxo excessivo, outra assincronia que manteve resultado semelhante de ocorrência foi a ciclagem precoce.

Particularmente um valor próximo de 1% para uma assincronia de ajuste de “*timing*” entre máquina e paciente, como a ciclagem precoce, requer nível de expertise considerável, dado esta vantajosa frente as informações captadas no programa TASY. A ciclagem precoce é uma assincronia altamente lesiva, por manter a atividade diafragmática excêntrica (músculo contraído na expiração) numa fase importante do ciclo ventilatório, a expiração, que normalmente deve ser passiva e sem gasto energético.

O disparo ineficaz surgiu com apenas 2,6% dos casos, esta que por sua vez, apresenta risco de lesão pliométrica diafragmática, algo semelhante apresentado na assincronia de ciclagem precoce, pois nos 2 exemplos citados, o diafragma contrai numa fase em que este deveria estar relaxando, havendo hiperatividade diafragmática, com perfil de contração excêntrica. Estes dados, vislumbrando o total de eventos, provêm de bom gerenciamento por partes dos operadores de ventilação mecânica, minimizando tal risco de assincronia.

Assim como na ciclagem tardia, que necessita de alto grau de conhecimento aprofundado em manejo ventilatório, principalmente por se tratar de uma dissociação de tempos (máquina vs paciente), a ciclagem tardia também mostrou um baixo nível de ocorrência, dado apenas 3% correspondente para a amostra total.

Vale salientar que métodos atuais de interpretação gráfica estão com tendências positivas na classificação desta assincronia (ciclagem tardia), uma vez que o “spike” pode ser ilusório aos olhos, pois existem outras cargas ventilatórias que provocam a subida da pressão ao final do tempo expiratório, como a P_{mus} e Elastância pulmonar (quando os músculos inspiratórios relaxam), além da atividade muscular expiratória contra a válvula fechada.

Outro achado interessante é que apesar das inúmeras pesquisas e embates a respeito das formas de disparo reverso, tal dissincronismo apresentou um valor baixo de casos, mantendo-se com apenas 7% da amostra em questão. Isso mostra-se importante, uma vez que as possíveis causas dos DR, ainda serem desconhecidas, algumas associações já nos direcionam para alterações de parâmetros resolutivos, principalmente na forma de baixo drive ventilatório.

Auto disparo apesar de ser altamente lesivo tanto ao diafragma quanto ao risco de ergotraumas (lesão inflamatória pulmonar causada por dissipação de cargas energéticas) pelo conceito de *MECHANICAL POWER*, manteve-se com 8,5% de ocorrências nos casos analisados.

Até este ponto da avaliação dos resultados, todas assincronias/dissincronias mencionadas mostraram-se reversíveis no enfrentamento diário, norteadas aos resultados aqui obtidos com valor inferior a 9% de todas as ocorrências registradas no programa TASY e BI.

Porém, as 2 últimas assincronias nos remetem a reflexões profundas das medidas que futuramente deverão ser tomadas, para sanar riscos potenciais frente a estes dados, onde medidas já estão em ação e planejamento de treinamento técnico especializado direcionamento a demanda e perfil clínico de cada setor.

O fluxo insuficiente com 28% das ocorrências aqui analisadas, associa-se ao risco de P-SILI (Lesão pulmonar autoinflingida), que por sua vez promove uma cascata de alterações negativas para o desfecho e sucesso no processo de desmame ventilatório, havendo risco de aumento do trabalho respiratório, risco hemodinâmico e multifatoriais.

Para sanar este desarranjo, as variáveis de mecânica pulmonar ativa, tais quais, P01, PMI, DPOCC/Pmus, *Flow-index* e DPLdyn (driving pressure transpulmonar dinâmica), farão parte do treinamento de monitorização ventilatória, já em calendário iminente, buscando corrigir tal advento (Schmidt et al., 2011; Mellutt et al., 2014; Beitler et al., 2016).

E com 49% das ocorrências das assincronias ventilatórias avaliadas, os múltiplos disparos destacam-se pela maior frequência % muito além das demais. Apesar das variáveis lesivas de VILLI (lesão pulmonar causada pelo ventilador mecânico) associadas aos múltiplos disparos, tal achado clínico justifica-se facilmente, pois talvez esta seja uma das assincronias com etiologias diversas, que estudos atuais comprovam isso, a difícil interpretação de cada causa, a propor a correção desses duplos disparos.

Uma das causas mais conhecidas é a ciclagem precoce, na qual é necessário o ajuste de tempo da máquina, para sincronizar com o *timing* neural do paciente, aumentando o tempo inspiratório nos modos ciclados a tempo e o ajustando o fluxo (diminuindo) nos ciclados a volume, além de ajuste indireto de tempo pelo % de ciclagem em modo espontâneo com redução desta medida para aumentar também o tempo inspiratório (Ramirez et al., 2017; Wunsch et al., 2010).

O auto disparo também pode ser uma causa de múltiplos disparos, principalmente se por motivos de vazamentos aéreos, associado a sensibilidade superficializada, provocando um ritmo ventilatório com janela de tempo reduzida e impactando no conceito de *MECHANICAL POWER* (Pohlman et al., 2008; MacIntyre et al., 1997).

Além das citadas, o disparo reverso pode ocasionar múltiplos disparos se a contração diafragmática reflexa ou por baixo drive, atingirem o limiar de sensibilidade da máquina, havendo um empilhamento de ar. Sabemos que solucionar disparo reverso não é uma tarefa fácil, principalmente por seu aspecto etiológico distinto, e umas das possíveis correções para isto, a liberação de ciclo ativos, em muitas situações serem contraindicadas em virtude da complexidade dos casos, restando apenas a opção em último caso de bloquear o paciente (Sieck et al., 2013; Rittayamai et al., 2016).

E a última causa descrita para o desencadear os duplos e múltiplos disparos é a Pmus sustentada, muitas vezes causada por situações de subassistência mecânica, porém em outras não. Sabemos que o uso indiscriminado de opioides flutuam o padrão respiratório do paciente, principalmente se este por sua vez também apresentar ritmos respiratórios transitórios, como disautonomias e padrões neurológicos, aumentando a ocorrência de múltiplos disparos, como demonstrado nestes dados (Ninane et al., 1992; Yonis et al., 2015; Beitler et al., 2016).

Sabe-se do risco decorrente de empilhamento de ar, e para isso medidas cabíveis de orientação e treinamento ventilatório específico serão tomadas e apresentados nos estudos subsequentes a este (Blanch et al., 2015; Beitler et al., 2016).

4. Conclusão

Com base no banco de dados e gerenciamento das análises na alimentação do programa TASY, e em conformidade com os resultados apresentados *on time* no programa BI, os gerenciadores destas ferramentas encontraram maiores ocorrências do perfil de classificação das assincronias, o fluxo insuficiente e o múltiplo disparo, também conhecido como duplo disparo.

Primeiramente a respeito do manejo e correções de fluxo insuficiente, a monitorização da mecânica ventilatória ativa, como: P01 (pressão de oclusão nos primeiros 100ms), PMI (índice muscular de pressão), Flow-index (índice de fluxo inspiratório), DPOCC (pressão de oclusão estimada) / Pmus (pressão muscular estimada) e DPLdyn (driving pressure transpulmonar dinâmica), são variáveis de controle que tornaram-se extremamente importantes para o gerenciamento e correção desta assincronia, tornando-as ferramentas primordiais principalmente nos últimos anos, necessitando de maior tempo de aplicação para qualificar os profissionais vigentes, e aumentar a expertise técnica específica de monitorização (Schmidt et al., 2011; Mettott et al., 2014; Beitler et al., 2016).

A partir disto, a assincronia com maior ocorrência de gerenciamento foi o duplo disparo. O empilhamento de ar como fator de risco, levando a eventualidades clínicas importantes, nos remetem, em futuro prévio, dar continuidade de treinamento específico e setorial, para sanar tal assincronia (Beitler et al., 2016).

O duplo disparo é a assincronia com maior fator etiológico, causas diversas são associadas ao surgimento desta assincronia, e em muitas vezes associado como assincronia secundária a outra, sendo aí a maior dificuldade de correção desta importante alteração do padrão de normalidade entre a interação paciente-ventilador. Ciclagem precoce, auto disparo, disparo reverso e Pmus excessivamente sustentada, combinadas ou não à fatores clínicos associados à dissautonomias ventilatórias, padrões respiratórios neurológicos, distúrbios metabólicos importantes, ou qualquer outro fator clínico que possa hiperestimular o drive ventilatório, além de fármacos opioides como o fentanil, surgem também como causas associadas que podem desencadear duplos disparos (Gurevitch & Golmoont, 1989; Schimidt et al., 2011).

Conclui-se que as alterações mecânicas com maior ocorrência na avaliação do perfil das assincronias ventilatórias desta amostra em análise, são as assincronias de fluxo insuficiente e duplos disparos, havendo necessidade futura prévia, propor medidas de controle e treinamento para a equipe de gerenciamento responsável, como o aperfeiçoamento de monitorização ventilatória ativa, já que ambas possuem padrão de classificação relaciona a atividade participativa do paciente. Desta forma o gerenciamento de software de tecnologia inteligência foi eficaz para traçar o perfil das assincronias aqui avaliadas. Isto posto, sugere-se novos estudos para refutar os dados apresentados e para uma maior fonte de dados em relação ao tema proposto.

Referências

- Almeida M. R., Horta J. G. Á., de Matos N. A., de Souza A. B. F., de Freitas C. T., da Silva C. L., et al. (2020). The effects of different ventilatory modes in female adult rats submitted to mechanical ventilation. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, 284(1), 103583. <https://doi.org/10.1016/j.resp.2020.103583>.
- Appendini, L., Patessio, A., Zanaboni, S., Carone, M., Gukov, B., Donner, C. F., & Rossi, A. (1994). Physiologic effects of positive end-expiratory pressure and mask pressure support during exacerbations of chronic obstructive pulmonary disease. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 149(5), 1069–1076. <https://doi.org/10.1164/ajrccm.149.5.8173743>.
- Baydur, A., Behrakis, P. K., Zin, W. A., Jaeger, M., & Milic-Emili, J. (1982). A simple method for assessing the validity of the esophageal balloon technique. *The American review of respiratory disease*, 126(5), 788–791. <https://doi.org/10.1164/arrd.1982.126.5.788>
- Beitler, J. R., Sands, S. A., Loring, S. H., Owens, R. L., Malhotra, A., Spragg, R. G., Matthay, M. A., Thompson, B. T., & Talmor, D. (2016). Quantifying unintended exposure to high tidal volumes from breath stacking dyssynchrony in ARDS: the BREATHE criteria. *Intensive care medicine*, 42(9), 1427–1436. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4423-3>
- Blanch, L., Villagra, A., Sales, B., Montanya, J., Lucangelo, U., Luján, M., García-Esquirol, O., Chacón, E., Estruga, A., Oliva, J. C., Hernández-Abadia, A., Albaiceta, G. M., Fernández-Mondejar, E., Fernández, R., Lopez-Aguilar, J., Villar, J., Murias, G., & Kacmarek, R. M. (2015). Asynchronies during mechanical ventilation are associated with mortality. *Intensive care medicine*, 41(4), 633–641. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-3692-6>
- Branson R. D. (2011). Patient-ventilator interaction: the last 40 years. *Respiratory care*, 56(1), 15–24. <https://doi.org/10.4187/respcare.00937>

- Chanques, G., Kress, J. P., Pohlman, A., Patel, S., Poston, J., Jaber, S., & Hall, J. B. (2013). Impact of ventilator adjustment and sedation-analgesia practices on severe asynchrony in patients ventilated in assist-control mode. *Critical care medicine*, 41(9), 2177–2187. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31828c2d7a>
- Chao DC, Scheinhorn DJ (2016). Ventilatory Asynchrony. *Clin Chest Med*. 37(4):677-86. doi: 10.1016/j.ccm.2016.06.007.
- Colombo, D., Cammarota, G., Bergamaschi, V., De Lucia, M., Corte, F. D., & Navalesi, P. (2008). Physiologic response to varying levels of pressure support and neurally adjusted ventilatory assist in patients with acute respiratory failure. *Intensive care medicine*, 34(11), 2010–2018. <https://doi.org/10.1007/s00134-008-1208-3>
- Costa, R., Spinazzola, G., Cipriani, F., Ferrone, G., Festa, O., Arcangeli, A., Antonelli, M., Proietti, R., & Conti, G. (2011). A physiologic comparison of proportional assist ventilation with load-adjustable gain factors (PAV+) versus pressure support ventilation (PSV). *Intensive care medicine*, 37(9), 1494–1500. <https://doi.org/10.1007/s00134-011-2297-y>
- de Wit, M., Miller, K. B., Green, D. A., Ostman, H. E., Gennings, C., & Epstein, S. K. (2009). Ineffective triggering predicts increased duration of mechanical ventilation. *Critical care medicine*, 37(10), 2740–2745. <https://doi.org/10.1097/ccm.0b013e3181a98a05>
- Demoule, A., Clavel, M., Rolland-Debord, C., Perbet, S., Terzi, N., Kouatchet, A., Wallet, F., Roze, H., Vargas, F., Guerin, C., Dellamonica, J., Jaber, S., Brochard, L., & Similowski, T. (2016). Neurally adjusted ventilatory assist as an alternative to pressure support ventilation in adults: a French multicentre randomized trial. *Intensive care medicine*, 42(11), 1723–1732. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4447-8>
- Estrela, C. (2018). Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa. Editora Artes Médicas.
- Ferreira, J. C., Chipman, D. W., Hill, N. S., & Kacmarek, R. M. (2009). Bilevel vs ICU ventilators providing noninvasive ventilation: effect of system leaks: a COPD lung model comparison. *Chest*, 136(2), 448–456. <https://doi.org/10.1378/chest.08-3018>
- Gay, P. C., Rodarte, J. R., & Hubmayr, R. D. (1989). The effects of positive expiratory pressure on isovolume flow and dynamic hyperinflation in patients receiving mechanical ventilation. *The American review of respiratory disease*, 139(3), 621–626. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/139.3.621>
- Gong MN, Thompson BT. (2015). Patient-Ventilator Asynchrony in Acute Respiratory Distress Syndrome. *Am J Respir Crit Care Med*. 189(6):628-34. doi: 10.1164/rccm.201307-1349CI.
- Gurevitch, M. J., & Gelmont, D. (1989). Importance of trigger sensitivity to ventilator response delay in advanced chronic obstructive pulmonary disease with respiratory failure. *Critical care medicine*, 17(4), 354–359. <https://doi.org/10.1097/00003246-198904000-00011>
- Hubmayr RD. (1994). Setting the ventilator. In: Tobin MJ, ed. Principles and practice of mechanical ventilation. New York: McGraw-Hill. 191-206.
- Luo, X. Y., He, X., Zhou, Y. M., Wang, Y. M., Chen, J. R., Chen, G. Q., Li, H. L., Yang, Y. L., Zhang, L., & Zhou, J. X. (2020). Patient-ventilator asynchrony in acute brain-injured patients: a prospective observational study. *Annals of intensive care*, 10(1), 144. <https://doi.org/10.1186/s13613-020-00763-8>
- Lynch-Smith, D., Thompson, C. L., Pickering, R. G., & Wan, J. Y. (2016). Education on Patient-Ventilator Synchrony, Clinicians' Knowledge Level, and Duration of Mechanical Ventilation. *American journal of critical care : an official publication, American Association of Critical-Care Nurses*, 25(6), 545–551. <https://doi.org/10.4037/ajcc2016623>
- MacIntyre, N. R., McConnell, R., Cheng, K. C., & Sane, A. (1997). Patient-ventilator flow dyssynchrony: flow-limited versus pressure-limited breaths. *Critical care medicine*, 25(10), 1671–1677. <https://doi.org/10.1097/00003246-199710000-00016>
- Mellott, K. G., Grap, M. J., Munro, C. L., Sessler, C. N., Wetzel, P. A., Nilsestuen, J. O., & Ketchum, J. M. (2014). Patient ventilator asynchrony in critically ill adults: frequency and types. *Heart & lung : the journal of critical care*, 43(3), 231–243. <https://doi.org/10.1016/j.hrtlng.2014.02.002>
- Messinger, G., Banner, M. J., Blanch, P. B., & Layon, A. J. (1995). Using tracheal pressure to trigger the ventilator and control airway pressure during continuous positive airway pressure decreases work of breathing. *Chest*, 108(2), 509–514. <https://doi.org/10.1378/chest.108.2.509>
- Musick, S., & Alberico, A. (2021). Neurologic Assessment of the Neurocritical Care Patient. *Frontiers in neurology*, 12, 588989. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.588989>
- Nava, S., Bruschi, C., Fracchia, C., Braschi, A., & Rubini, F. (1997). Patient-ventilator interaction and inspiratory effort during pressure support ventilation in patients with different pathologies. *The European respiratory journal*, 10(1), 177–183. <https://doi.org/10.1183/09031936.97.10010177>
- Nava, S., Bruschi, C., Rubini, F., Palo, A., Iotti, G., & Braschi, A. (1995). Respiratory response and inspiratory effort during pressure support ventilation in COPD patients. *Intensive care medicine*, 21(11), 871–879. <https://doi.org/10.1007/BF01712327>
- Nguyen, Q. T., Pastor, D., Lellouche, F., & L'her, E. (2013). Mechanical ventilation system monitoring: automatic detection of dynamic hyperinflation and asynchrony. *Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference, 2013*, 5207–5210. <https://doi.org/10.1109/EMBC.2013.6610722>
- Ninane, V., Rypens, F., Yernault, J. C., & De Troyer, A. (1992). Abdominal muscle use during breathing in patients with chronic airflow obstruction. *The American review of respiratory disease*, 146(1), 16–21. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/146.1.16>
- Oliveira, L. P., Ferreira, M. J. S.; Pantoja, A. J. C.; Costa, K. T. A. (2021). Tracheostomized patients profile in an adult Intensive Care Unit . *Research, Society and Development*, 10 (15), e280101522996. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i15.22996>.
- Patel, H., & Yang, K. L. (1995). Variability of intrinsic positive end-expiratory pressure in patients receiving mechanical ventilation. *Critical care medicine*, 23(6), 1074–1079. <https://doi.org/10.1097/00003246-199506000-00013>
- Petrof, B. J., Legaré, M., Goldberg, P., Milic-Emili, J., & Gottfried, S. B. (1990). Continuous positive airway pressure reduces work of breathing and dyspnea during weaning from mechanical ventilation in severe chronic obstructive pulmonary disease. *The American review of respiratory disease*, 141(2), 281–289. <https://doi.org/10.1164/ajrccm/141.2.281>

- Pohlman, M. C., McCallister, K. E., Schweickert, W. D., Pohlman, A. S., Nigos, C. P., Krishnan, J. A., Charbeneau, J. T., Gehlbach, B. K., Kress, J. P., & Hall, J. B. (2008). Excessive tidal volume from breath stacking during lung-protective ventilation for acute lung injury. *Critical care medicine*, 36(11), 3019–3023. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31818b308b>
- Ramirez, I. I., Arellano, D. H., Adasme, R. S., Landeros, J. M., Salinas, F. A., Vargas, A. G., Vasquez, F. J., Lobos, I. A., Oyarzun, M. L., & Restrepo, R. D. (2017). Ability of ICU Health-Care Professionals to Identify Patient-Ventilator Asynchrony Using Waveform Analysis. *Respiratory care*, 62(2), 144–149. <https://doi.org/10.4187/respcare.04750>
- Rittayamai, N., Wilcox, E., Drouot, X., Mehta, S., Goffi, A., & Brochard, L. (2016). Positive and negative effects of mechanical ventilation on sleep in the ICU: a review with clinical recommendations. *Intensive care medicine*, 42(4), 531–541. <https://doi.org/10.1007/s00134-015-4179-1>
- Robba C., Bonatti G., Battaglini D., Rocco P. R. M. & Pelosi P. (2019). Mechanical ventilation in patients with acute ischaemic stroke: from pathophysiology to clinical practice. *Critical Care*, 23, 388. <https://doi.org/10.1186/s13054-019-2662-8>.
- Roche-Campo, F., Thille, A. W., Drouot, X., Galia, F., Margarit, L., Córdoba-Izquierdo, A., Mancebo, J., d'Ortho, M. P., & Brochard, L. (2013). Comparison of sleep quality with mechanical versus spontaneous ventilation during weaning of critically III tracheostomized patients. *Critical care medicine*, 41(7), 1637–1644. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e318287f569>
- Schmidt, M., Demoule, A., Polito, A., Porchet, R., Aboab, J., Siami, S., Morelot-Panzini, C., Similowski, T., & Sharshar, T. (2011). Dyspnea in mechanically ventilated critically ill patients. *Critical care medicine*, 39(9), 2059–2065. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31821e8779f>
- Sieck, G. C., Ferreira, L. F., Reid, M. B., & Mantilla, C. B. (2013). Mechanical properties of respiratory muscles. *Comprehensive Physiology*, 3(4), 1553–1567. <https://doi.org/10.1002/cphy.c130003>
- Sinderby, C., Liu, S., Colombo, D., Camarotta, G., Slutsky, A. S., Navalesi, P., & Beck, J. (2013). An automated and standardized neural index to quantify patient-ventilator interaction. *Critical care (London, England)*, 17(5), R239. <https://doi.org/10.1186/cc13063>
- Spahija, J., de Marchie, M., Albert, M., Bellemare, P., Delisle, S., Beck, J., & Sinderby, C. (2010). Patient-ventilator interaction during pressure support ventilation and neurally adjusted ventilatory assist. *Critical care medicine*, 38(2), 518–526. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181cb0d7b>
- Tallo, F. S., de Campos Vieira Abib, S., de Andrade Negri, A. J., Cesar, P., Filho, Lopes, R. D., & Lopes, A. C. (2017). Evaluation of self-perception of mechanical ventilation knowledge among Brazilian final-year medical students, residents and emergency physicians. *Clinics (Sao Paulo, Brazil)*, 72(2), 65–70. [https://doi.org/10.6061/clinics/2017\(02\)01](https://doi.org/10.6061/clinics/2017(02)01)
- Terzi, N., Piquilloud, L., Rozé, H., Mercat, A., Lofaso, F., Delisle, S., Jolliet, P., Sottiaux, T., Tassaux, D., Roesler, J., Demoule, A., Jaber, S., Mancebo, J., Brochard, L., & Richard, J. C. (2012). Clinical review: Update on neurally adjusted ventilatory assist--report of a round-table conference. *Critical care (London, England)*, 16(3), 225. <https://doi.org/10.1186/cc11297>
- Thille, A. W., Rodriguez, P., Cabello, B., Lellouche, F., & Brochard, L. (2006). Patient-ventilator asynchrony during assisted mechanical ventilation. *Intensive care medicine*, 32(10), 1515–1522. <https://doi.org/10.1007/s00134-006-0301-8>
- Varon J, Fromm R, Rodarte J, et al. (1994) Prevalence of patient ventilator asynchrony in critically ill patients [abstract]. *Chest*. 106:141S
- Vasconcelos, R.dosS., Melo, L. H., Sales, R. P., Marinho, L. S., Deulefeu, F. C., Reis, R. C., Alves-de-Almeida, M., & Holanda, M. A. (2013). Effect of an automatic triggering and cycling system on comfort and patient-ventilator synchrony during pressure support ventilation. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 86(6), 497–503. <https://doi.org/10.1159/000353256>
- Warnke C, Heine A, Müller-Heinrich A, Knaak C, Friesecke S, Obst A, et al. (2020). Predictors of survival after prolonged weaning from mechanical ventilation. *Journal of Critical Care*, 60: 212-217. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2020.08.010>.
- Wunsch, H., Linde-Zwirble, W. T., Angus, D. C., Hartman, M. E., Milbrandt, E. B., & Kahn, J. M. (2010). The epidemiology of mechanical ventilation use in the United States. *Critical care medicine*, 38(10), 1947–1953. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e3181ef4460>
- Yonis, H., Crognier, L., Conil, J. M., Serres, I., Rouget, A., Virtos, M., Cougot, P., Minville, V., Fourcade, O., & Georges, B. (2015). Patient-ventilator synchrony in Neurally Adjusted Ventilatory Assist (NAVA) and Pressure Support Ventilation (PSV): a prospective observational study. *BMC anesthesiology*, 15, 117. <https://doi.org/10.1186/s12871-015-0091-z>
- Younes M. (1993). Patient -ventilator interaction with pressureassisted modalities of ventilatory support. *Semin Respir Med*. 14:299-322.