

## Ventilação mecânica em pacientes portadores de COVID-19

Gabriel Antonio Roberto<sup>1</sup>, Carolina Magalhães Britto Rodrigues<sup>1</sup>, Leandro Oliveira Dallacqua<sup>2</sup>, Livia Maria Garcia Melro<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Faculdade de Medicina – UNILAGO, União das Faculdades dos Grandes Lagos 15030070 São José do Rio Preto, Brasil, <sup>2</sup> Hospital Samaritano Paulista 01317-002, São Paulo, Brasil

[autor correspondente.LMGM:liviamelro@gmail.com]

### RESUMO

Dez a 15% dos pacientes hospitalizados com COVID-19 irão necessitar de internação nas unidades de terapia intensiva devido ao quadro de insuficiência respiratória aguda. Esse paciente geralmente apresenta aumento da frequência respiratória (>24 incursões respiratórias por minuto, hipoxemia, saturação de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) <90% em ar ambiente, necessitando de oxigênio nasal de baixo fluxo (até 5 litros/minuto). Dos pacientes com infecção pelo corona vírus, cerca de 59% apresentam alterações radiológicas que consistem de vidro fosco periférico (20,1%), infiltrados algodonosos focos (28,1%), infiltrados algodonosos bilaterais (36,5%) e infiltrados intersticiais (4,4%). Os pacientes deverão ser internados, de preferência, em leitos de isolamento com pressão negativa (se disponível) e os profissionais de saúde deverão utilizar vestimenta de isolamento para gotículas ou para aerossóis, de acordo com o procedimento a ser realizado pelo profissional, conforme regulamentação do Ministério da Saúde. Para tanto, deve-se atender as metas de VM, bem como, conhecer as possíveis variáveis que acompanham esses pacientes para conseguirmos vencer a insuficiência respiratória causada pela COVID-19

**Palavras-chave:** Ventilação Mecânica; Insuficiência Respiratória; Pneumonia Aguda; Síndrome Respiratória Aguda Grave; Coronavírus; COVID-19

### ABSTRACT

10 to 15% of patients with COVID-19 will need to be admitted to the intensive care units due to acute respiratory failure. This patient usually has an increased respiratory rate (> 24 breaths per minute, hypoxemia, oxygen saturation (SpO<sub>2</sub>) <90% in room air, requiring low-flow nasal oxygen (up to 5 liters / minute). All the patients infected by the coronavirus, approximately 59% have radiological changes that consist of peripheral ground glass (20.1%), focal cotton (infiltrated) flocculates (28.1%), bilateral cotton infiltrates (36.5%) and interstitial infiltrates (4.4%). Patients should preferably be hospitalized in isolation beds with negative pressure (if available) and healthcare professionals should wear protective clothing for droplets or aerosols, according to the procedure to be performed by the professional, according to the regulations issued by Ministry of Health. To do so, one must meet the goals of MV, as well as, know the possible variables that accompany these patients to be able to overcome the respiratory insufficiency caused by COVID-19

**Key words:** Mechanical ventilation; Respiratory Insufficiency; Acute Pneumonia; Severe Acute Respiratory Syndrome; Coronavirus; COVID-19

## INTRODUÇÃO

A ventilação mecânica (VM) substitui e auxilia a ventilação espontânea e está indicada para casos de insuficiência respiratória tanto hipercápnica quanto hipoxêmica. Pode ser não invasiva (VNI) com máscaras faciais ou invasivas (VMI), com o auxílio de tubo endotraqueal ou cânula de traqueostomia. O objetivo é melhorar as trocas gasosas, reduzir o trabalho respiratório, aumentar a oxigenação, reduzir a hipercapnia e acidose metabólica além de melhorar a relação ventilação/perfusão (V/Q) pulmonar.<sup>[1,2]</sup>

As recomendações atuais sugerem a intubação precoce de pacientes com COVID19 principalmente por dois motivos:

1) Hipoxemia grave com PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> frequentemente <200 mm Hg, cumprindo os critérios de Berlim de síndrome do estresse respiratório moderado a severo (SDRA). Vale ressaltar, que a “falta de ar” não é causada por hipoxemia, mas por hipercapnia<sup>[1]</sup>.

2) Proteger os funcionários da transmissão viral<sup>[1]</sup>.

Entretanto, a indicação de intubação orotraqueal (IOT) se torna bastante difícil, na prática, em pacientes não intubados, em virtude do modo inespecífico para calcular a verdadeira relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>. Fator este que necessita de critérios mais palpáveis. O fenômeno conhecido como “hipoxêmico feliz” leva alguns pacientes a maior tolerabilidade da hipoxemia sem necessidade de ser intubados. Portanto, o padrão de esforço ventilatório é o principal norte para intubar esses pacientes, além de rebaixamento do nível de consciência e acidose respiratória importante (pH < 7,3 com PCO<sub>2</sub> maior que 45<sup>[2,3]</sup>).

A VM não pode corrigir a resposta fisiológica à hipoxemia aumentada causada pelo vírus (inflamação, febre alta e aumento pela demanda de oxigênio). Do contrário, pode até piorar essas disfunções devido à lesão pulmonar induzida por ventilação mecânica (VILI). Além disso, lesões pulmonares também podem estar associadas ao uso da VM espontânea, graças ao

estresse e à tensão no pulmão associados a volume corrente elevado somados ao esforço inspiratório aumentado, configurando lesão pulmonar auto-induzida pelo paciente (P-SILI). De fato, a VM pode ser causa de lesão pulmonar; apesar da melhora na sobrevida, seu efeito sobre a mortalidade desses pacientes ainda é desconhecido<sup>[3]</sup>. Desse modo, a VM tem o papel de manter o paciente vivo com o mínimo de geração de lesão, mesmo que às custas de uma fisiologia perturbadora (pH de 7,2, PO<sub>2</sub> de 40 e relação PaO<sub>2</sub> / FiO<sub>2</sub> baixa), até que a resposta inflamatória contra o vírus reduza<sup>[1,3]</sup>.

## METODOLOGIA

Este é um estudo de revisão da literatura, elaborado a partir de pesquisas nas bases de dados PubMed e Scielo, entre março e junho do ano de 2020, durante a pandemia do COVID-19. Após análise minuciosa, foram selecionados 15 artigos para realização deste trabalho. Os descritores utilizados para pesquisa dos artigos foram: “Mechanical ventilation”, “Respiratory Insufficiency”, “Severe Acute Respiratory Syndrome” e “COVID-19”

## CONCEITOS BÁSICOS EM VM

- **Fração inspirada de oxigênio (FiO<sub>2</sub>):** fração inspirada de oxigênio. No ar ambiente a FiO<sub>2</sub> é de 21% (0,21).
- **Volume corrente:** corresponde a quantidade de ar ofertada pelo ventilador a cada ciclo ventilatório.
- **Pressão positiva ao final da expiração (PEEP):** fisiologicamente existe uma PEEP que é causada pelo fechamento da epiglote e represamento de ar no sistema respiratório. Tal pressão varia de 2 a 4 cmH<sub>2</sub>O e impede que atelectasias ocorram e quando os pacientes estão intubados ou com traqueostomia há perda deste mecanismo, sendo necessário que o ventilador mecânico forneça uma PEEP adequada.

- **Pressão de platô:** pressão de pausa inspiratória em modo de volume controlado. Deve manter-se abaixo de 30 cmH<sub>2</sub>O
- **Pressão de distensão alveolar/Driving Pressure:** é a pressão de platô menos a PEEP em modo de volume controlado. Deve manter-se abaixo de 15 cmH<sub>2</sub>O, a fim de reduzir a tensão alveolar.
- **Relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub>:** relação da pressão parcial de oxigênio arterial (gasometria) com a fração inspirada de oxigênio (ofertado). É utilizada como um dos parâmetros para classificar a síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA).

Uma parcela dos pacientes com COVID-19 desenvolve insuficiência respiratória e necessitam de VM cumprindo frequentemente os critérios para síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA). Portanto, faz-se necessário conhecer os parâmetros de oxigenação dado pela relação PaO<sub>2</sub>/FiO<sub>2</sub> classificar os pacientes. Os resultados da relação são dados em mmHg<sup>[1,4]</sup>.

- **Leve:**  $200 < PaO_2/FiO_2 \leq 300$  com PEEP ou CPAP  $\geq 5$ cmH<sub>2</sub>O
- **Moderada:**  $100 < PaO_2/FiO_2 \leq 200$  com PEEP  $\geq 5$ cmH<sub>2</sub>O
- **Severa:**  $PaO_2/FiO_2 \leq 100$  com PEEP  $\geq 5$ cmH<sub>2</sub>O

## POSIÇÃO PRONA

Em situações de pacientes sedados pode ocorrer atelectasias por forças gravitacionais em regiões pulmonares dependentes, tornando reduzida a região pulmonar disponível para trocas gasosas. A posição prona melhora a oxigenação e ventila de modo menos prejudicial, tolerando melhor a VNI. Justifica-se por causa de uma maior densidade de vasos pulmonares na região dorsal, independentemente da gravidade, há aumento relativo da ventilação nessa região resultando em uma melhor relação V/Q. Vale a pena

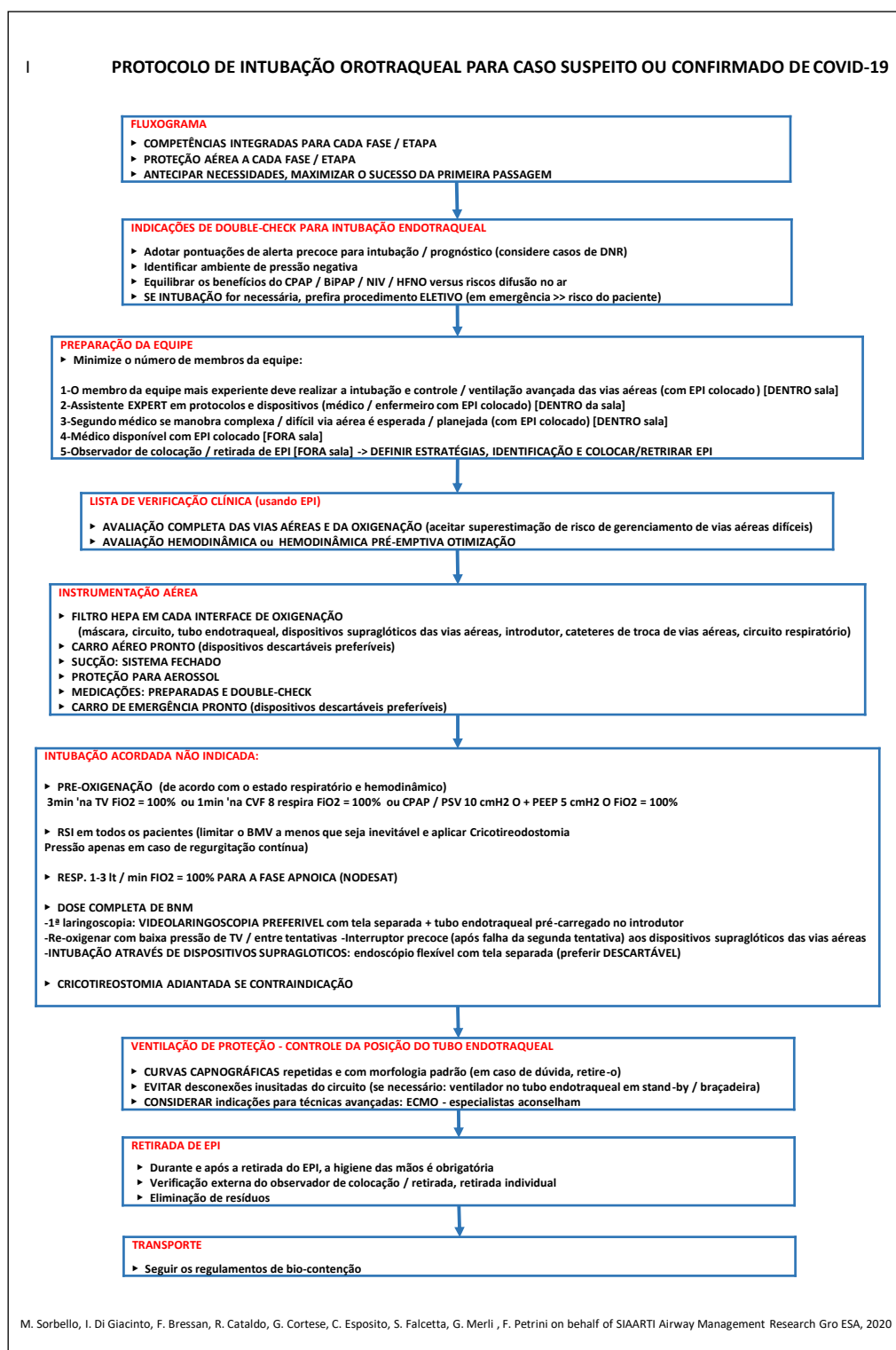
mencionar que já foi descrito a redução significativa da mortalidade em pacientes portadores de SDRA após o uso da prona, o que inclina a lançar mão de seu uso em UTI<sup>[5]</sup>.

## PACIENTES COM BAIXA E ALTA COMPLACÊNCIA

Padrão pulmonar em pacientes com COVID-19

Os pacientes de UTI contaminados pelo SARS-CoV-2 apresentam dois padrões distintos de insuficiência respiratória grave, a descrever:

- Pacientes com alta complacência pulmonar acometidos por pneumonia viral isolada: o principal achado neste grupo é a vasoconstrição hipóxica que justifica a hipoxemia grave. A principal questão é em relação à perfusão uma vez que os pulmões inflados aumentam a PEEP, fato não colaborativo. A utilização de PEEP elevada não reativa as áreas colapsadas, apenas ajustam a perfusão pulmonar. Além disso, há comprometimento de câmara cardíaca direita no uso de PEEP com níveis  $\geq 15$  cmH<sub>2</sub>O, tornando maior a necessidade de líquidos e/ou droga vasoativa. Se o nível de PaO<sub>2</sub> estiver em torno de 60 mmHg os pacientes devem ser levemente sedados. Na tomografia desses pacientes nota-se desvio de até 50%<sup>[6,7]</sup>.
- Pacientes que foram tratados com capacete de CPAP e baixa complacência: nesse grupo nota-se alto esforço inspiratório e pressão intratorácica extremamente negativa. Além da pneumonia viral, sugere-se que estes pacientes tenham lesão pulmonar induzida por ventilador auto-infligido com redução da complacência (valores inferiores a 40 mL/cmH<sub>2</sub>O) e edema em lobos inferiores. Nestes pacientes nota-se um padrão semelhante à SDRA e podem se beneficiar da PEEP e da posição em prona<sup>[3,7]</sup>.



**FIGURA 1.** Protocolo de intubação orotraqueal para caso suspeito ou confirmado de Covid-

**METAS DE VENTILAÇÃO**

- **Volume corrente**  $\leq 8\text{ml/kg}$  em modo volume ou pressão controlada (VCV ou PCV), em paciente com complacência  $> 40$ , devido ao conceito de padrão de distúrbio V/Q, vascular maior quando comparado ao ventilatório. Para pacientes com complacência reduzida  $< 40$ , pode-se lançar mão de uma estratégia mais segura a "hipercapnia permissiva", em que, as metas de volume corrente de até  $6\text{ ml/kg}$  e frequência ventilatória, mantenham o  $\text{pH} > 7,2$ .
- **Pressão de platô menor que 30 cmH<sub>2</sub>O**, com pressão de distensão ou "driving pressure" (Pressão de platô menos a PEEP) menor que  $15\text{ cmH}_2\text{O}$ .
- **SpO<sub>2</sub> entre 90-95%, com FiO<sub>2</sub> < 60%** manter menor PEEP eficiente (em casos de necessidade de FIO<sub>2</sub> acima de 60%, utilizar tabela PEEP/FIO<sub>2</sub>)
- **Frequência respiratória** entre 20 e 35 respirações por minuto para manter ETCO<sub>2</sub> entre 30 e 45 e/ou PaCO<sub>2</sub> entre 35 e 50 mmHg.
- **Posição prona** por no mínimo 16 horas associada à VM nos casos de PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> menores que 150, com PEEP adequada pela tabela PEEP/FIO<sub>2</sub>.
- **Decúbito supino** após reversão de prona, deverá obter PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>  $> 150$ , do contrário, retomar posição prona.
- **Complacência estática pós posição prona**, utilizar Volume Corrente de até  $8\text{ml/kg}$  de peso predito.
- **ECMO (Oxigenação por membrana extracorporal)** veno-venosa ou veno-arterial nos casos de **hipoxemia refratária** com PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub>  $< 80$  por 3 horas e / ou  $< 100$  por 6 horas.

Deve-se indicar ECMO a pacientes jovens, com hipoxemia refratária, para reduzir a pressão do ventilador e melhorar o pulmão colocando-o em by-pass (modo de descanso)<sup>[1,3,4,8,9,10]</sup>.

**TABELA 1.** Ajuste para PEEP ARDsNET**PEEP versus FiO<sub>2</sub> para utilização em situações de SDRA leve**

0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0
5	5	8	8	10	10	10	12	14	14	14	16	18	18<->24

FiO<sub>2</sub> – fração inspirada de Oxigênio; PEEP: pressão expiração final positiva

Adaptado de The acute respiratory syndrome network. Ventilation With lower tidal volumes as compared with traditional tidal volumes for acute lung injury and the acute respiratory distress syndrome. N Engl J Med. 2000; 342(18): 1301-8

**DESMAME**

O processo de retirada da ventilação invasiva "desmame" segue os mesmos passos e critérios

dos pacientes com SARA ou Insuficiência Respiratória grave. É preciso assegurar-se da melhora clínica para iniciar a realização do

Teste de Respiração Espontânea (TRE). Para isto os seguintes critérios devem ser preenchidos<sup>[4,9,11,12]</sup>:

- Oxigenação e ventilação satisfatórias com FIO<sub>2</sub><40% e PaO<sub>2</sub>>70-80mmHg com PEEP < 8cmH<sub>2</sub>O, pH > 7,34;
- Capacidade de disparar o ventilador em modo de ventilação com pressão de suporte sem BNM, sem sedação IV contínua.
- Estabilidade hemodinâmica;
- Escore de coma de Glasgow > 8.

Não é recomendável o uso de Tubo em T, devido à aerossolização gerada neste método.

Deve-se usar o modo de Pressão de Suporte (PSV), da forma como sugerido no fluxograma da figura 2.

Em casos de sucesso no TRE, o paciente deverá ser extubado (ou desconectado do ventilador, se traqueostomizado) e colocado em suplemento de O<sub>2</sub>. Recomenda-se cateter nasal de O<sub>2</sub> com fluxo máximo de 5l/min a fim de evitar a aerossolização. Para traqueostomizados, priorizar filtro HME apropriado, com entrada lateral para fluxo de oxigênio suplementar, e evitar máscara tipo “tenda” devido a aerossolização. Nos casos específicos, a critério clínico, poderá lançar mão da Ventilação Não-Invasiva ou do Cateter Nasal de Alto Fluxo<sup>[13]</sup>.

## APRV

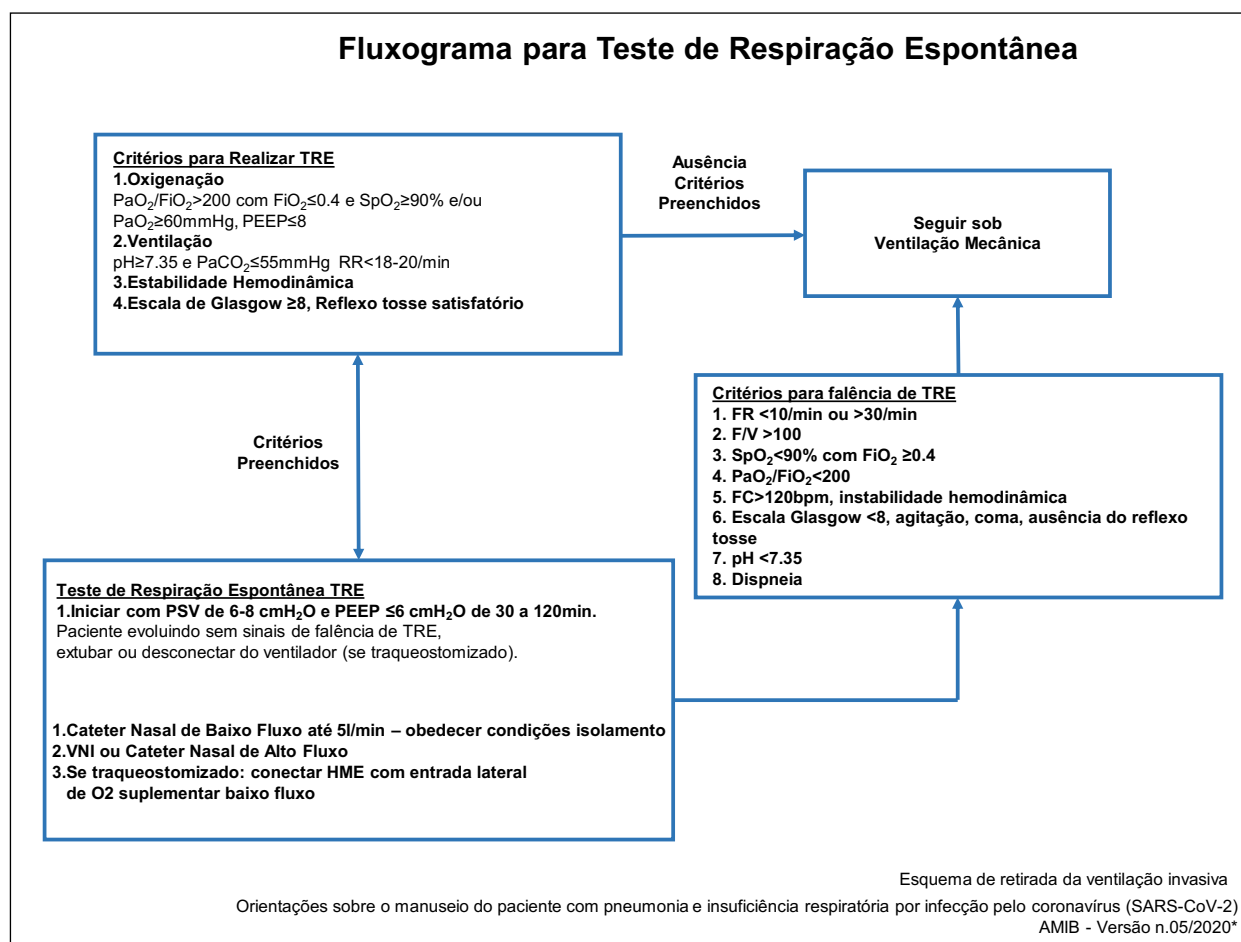
No modo APRV, o ventilador trabalha em dois níveis de pressão. A intervalos pré-definidos ocorre alívio transitório do limite superior para o inferior e, posteriormente, também após tempo pré-determinado, restabelece-se a pressão mais alta. Para pacientes que não têm esforços espontâneos, o modo APRV é semelhante ao modo pressão controlada com relação TI/TE que pode ser ou não invertida, distinguindo-se apenas por permitir ciclos

espontâneos nos dois níveis de pressão quando o paciente for capaz de dispará-los<sup>[14]</sup>.

- **Vantagens:** pode produzir os efeitos benéficos de elevados níveis pressóricos (melhora da troca gasosa e redução do espaço morto);
- **Desvantagens:** o volume corrente é dependente da mecânica respiratória, do tempo de liberação da pressão e do esforço do paciente. Durante a liberação da pressão pode ocorrer derrecrutamento cíclico.

*Biphasic Intermittent Positive Airway Pressure* (BIPAP) é uma modificação do APRV (ciclos espontâneos possíveis em dois níveis de pressão basal), diferindo deste pela relação TI:TE, que é normal, e pela possibilidade de sincronia parcial com o esforço inspiratório do paciente, permitindo que o tempo inspiratório e expiratório seja reduzido até 25% baseado no esforço inspiratório do paciente. Sem respiração espontânea, o BIPAP é semelhante ao modo pressão controlada. Apresenta vantagens e desvantagens semelhantes ao APRV. BIPAP (também chamado PCV+) é disponível no Drager Evita 4. É também disponível como BiLevel no Puritan-Bennett 840. BIPAP não deve ser confundido com BiPAP (nome comercial de um ventilador portátil para ventilação não invasiva)<sup>[14]</sup>.

Este método moderno proporciona melhor performance dos doentes acometidos pela COVID-19, permitindo melhor suporte, apoio e sucesso na extubação desses pacientes, evitando paralisia, pronação, sedação profunda, vasodilatadores pulmonares inalados ou ECMO. Os pacientes geralmente podem ser desmamados de 100% de FiO<sub>2</sub> a 50% de FiO<sub>2</sub> no APRV dentro de 6 a 12 horas, à medida que recrutam lentamente. Assim, o APRV pode ser um modo econômico que pode reduzir os gastos com medicamentos (por exemplo, cisatracúrio) e limitar o gasto com EPIs (por exemplo, declarar que um paciente expõe muitas pessoas repetidamente e consome muitos EPIs)<sup>[14]</sup>.



**FIGURA 2.** Fluxograma para teste de respiração espontânea

## PROGNÓSTICO

Recomenda-se utilizar critérios seriados para avaliação prognóstica e tomada de decisões, dentre estes devem-se incluir:

- SPICT positivo
- Marcadores genéricos de insuficiência multiorgânica (perda peso maior que 10% nos últimos 6 meses, admissões hospitalares recorrentes, albumina sérica < 2,5g/l);
- Avaliação das condições prévias à internação (idade avançada, fragilidade, funcionalidade ruim);
- Fatores relacionados a doenças pré-existentes (múltiplas comorbidades, paciente sob cuidados paliativos, indicação

prévia de não mudança, doenças crônicas graves);

- Evolução da doença crítica (avaliação sequencial do SOFA, choque irreversível, falência de mais de 2 órgãos por mais de 5 dias).

Em pacientes gravemente enfermos acometidos pela COVID-19 os Cuidados Paliativos devem ser oferecidos, pois apresentam alto risco de morte com alta carga de sintomas. A adequada avaliação prognóstica e à garantia dos cuidados paliativos devem ser baseadas em prognóstico, valores e contexto. Portanto, sendo a COVID-19 uma doença grave e ameaçadora à vida, é imperativo que os Cuidados Paliativos façam parte do plano de tratamento do paciente vitimado por essa infecção, não só no que tange o controle de sintomas, mas também em relação ao cuidado dos pacientes e de sua família<sup>[1,3,4,8]</sup>.

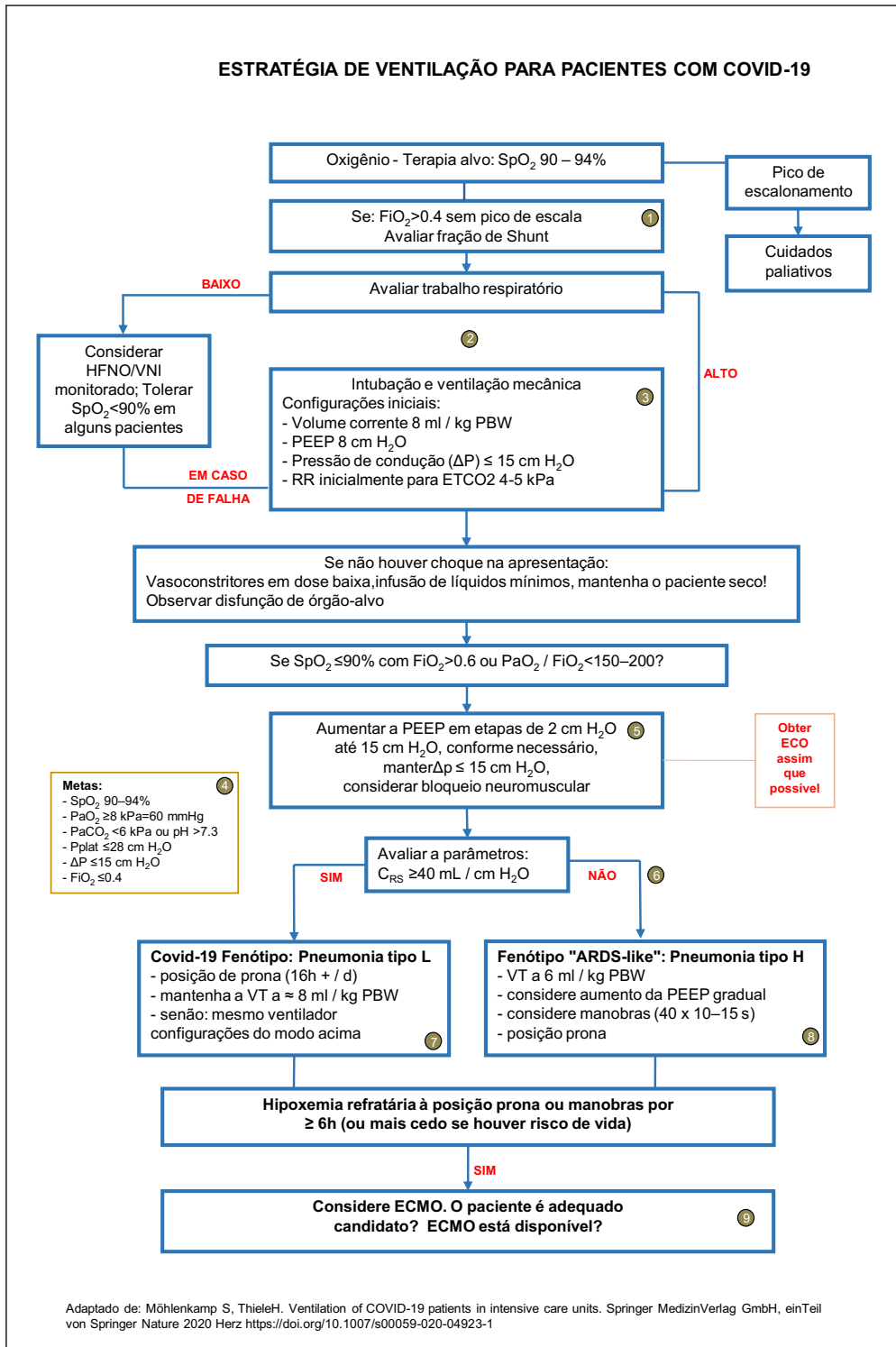


FIGURA 3. Estratégia de ventilação para pacientes com Covid-19



## REFERÊNCIAS

1. Carlos Roberto Ribeiro de Carvalho, Carlos Toufen Junior, Suelene Aires Franca. Ventilação mecânica: princípios, análise gráfica e modalidades ventilatórias. **III Consenso Brasileiro de Ventilação Mecânica**. J Bras Pneumol. 2007;33(Supl 2):S 54-S 70
2. Eduardo Mireles-Cabodevila, SiddharthDugar, Robert L. Chatburn. APRV for ARDS: the complexities of a mode and how it affects even the best trials. **J Thorac Dis** 2018;10(Suppl 9):S1058-S1063<http://dx.doi.org/10.21037/jtd.2018.03.156>
3. Tommaso Mauri, Elena Spinelli, Eleonora Scotti, Giulia Colussi, Maria Cristina Basile, StefaniaCrotti, Daniela Tubiolo, Paola Tagliabue, Alberto Zanella, GiacomoGrasselli, AntonioPesenti. Potential for Lung Recruitment and Ventilation-Perfusion Mismatch in Patients With the Acute Respiratory Distress Syndrome From Coronavirus Disease 2019. **Copyright © 2020 by the Society of Critical Care Medicine and Wolters Kluwer Health, Inc.** AllRightsReserved. DOI: 10.1097/CCM.0000000000004386
4. Recomendações da Associação de Medicina Intensiva Brasileira para a abordagem do COVID-19 em medicina intensiva: **AMIB – Atualização**. Abril, 2020
5. Irene Telias, Bhushan H. Katira, Laurent Brochard. Is the Prone Position Helpful During Spontaneous Breathing in Patients With COVID-19? **JAMA Published online** May 15, 2020
6. M. Sorbello, I. Di Giacinto, F. Bressan, R. Cataldo, G. Cortese, C. Esposito, S. Falcetta, G. Merli, F. Petrini.SIAARTI Airway Management ResearchGro ESA, 2020. Disponível em: <https://www.esahq.org/esa-news/covid-19-airway-management/>
7. Martin J. Tobin. Basing Respiratory Management of Coronavirus on Physiological Principles. **AJRCCM Articles in Press. American Thoracic Society** Published April 13, 2020 as 10.1164/rccm.202004-1076ED
8. Orientações sobre o manuseio do paciente com pneumonia e insuficiência respiratória por infecção pelo coronavírus (SARS-CoV-2). **AMIB - Versão n.05/2020**
9. Joshua L. Santarpia, Danielle N. Rivera, Vicki Herrera, M. Jane Morwitzer, Hannah Creager, George W. Santarpia, Kevin K. Crown, David M. Brett-Major, Elizabeth Schnaubelt, M. Jana Broadhurst, James V. Lawler, St. Patrick 5 Reid, and John J. Lowe. Transmission Potential of SARS-CoV-2 in Viral Shedding Observed at the University of Nebraska Medical Center. **medRxiv**. June 03, 2020.<https://doi.org/10.1101/2020.03.23.20039446>.
10. Gattinoni L. Redacted from notes from Milan – Italy. PRELIMINARY OBSERVATIONS ON THE VENTILATORY MANAGEMENT OF ICU COVID-19 PATIENTS. EXPERIENCE FROM LOMBARDY, ITALY March 2020
11. Chun Pan, Lu Chen, Cong Lu, Wei Zhan5, Jia-An Xia, Michael C. Sklar, Bin Du, Laurent Brochard, HaiboQiu. Lung Recruitability in SARS-CoV-2 Associated Acute Respiratory Distress Syndrome: A Single-center, Observational Study. **AJRCCM Articles in Press the American Thoracic Society**. Published March 23, 2020 as 10.1164/rccm.202003-0527LE
12. Takeshi Yoshida. The Dark Side of Spontaneous Breathing During Non-invasive Ventilation: From Hypothesis to Theory. **AJRCCM Articles in Press. American Thoracic Society** Published May 20, 2020 as 10.1164/rccm.202005-1612ED
13. Recomendações da Associação de Medicina Intensiva Brasileira para a abordagem do COVID-19 em medicina intensiva: **AMIB – Atualização** Abril, 2020
14. Josh Farkas. The Internet Book of Critical Care. is an online textbook an associate professor of Pulmonary and Critical Care Medicine at the University of Vermont. April 2020. Disponível em <https://emcrit.org/ibcc/covid-aprv/>
15. Möhlenkamp S, Thiele H. Ventilation of COVID-19 patients in intensive care units. Springer MedizinVerlag GmbH, einTeil von **Springer Nature** 2020 Herz <https://doi.org/10.1007/s00059-020-04923-1>