

Perfil da mecânica pulmonar de pacientes com diagnóstico de infecção pelo SARS-CoV-2 admitidos e ventilados mecanicamente em unidade de terapia intensiva de um hospital do interior da Amazônia Legal

Pulmonary mechanics profile of patients diagnosed with SARS-CoV-2 infection admitted and mechanically ventilated in an intensive care unit of a hospital in the interior of the Legal Amazon

Perfil mecánico pulmonar de pacientes diagnosticados de infección SARS-CoV-2 ingresados y ventilados mecánicamente en una unidad de cuidados intensivos de un hospital del interior de la Amazonía Legal

Recebido: 28/10/2021 | Revisado: 06/11/2021 | Aceito: 08/11/2021 | Publicado: 12/11/2021

Samuel Amorim Dias

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8122-7826>
Hospital Regional de Cacoal, Brasil
E-mail: samuelurupa@gmail.com

Olavo Silva Valente

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3409-4810>
Hospital Regional de Cacoal, Brasil
E-mail: olavovalente@hotmail.com

Geovana Dombrowski Andrade

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5152-1717>
Hospital Regional de Cacoal, Brasil
E-mail: geovanna.dombrowski@gmail.com

Gabriella Tito Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8590-5957>
Hospital Regional de Cacoal, Brasil
E-mail: gabi.titoo@gmail.com

Resumo

Este estudo objetiva analisar o perfil da mecânica pulmonar de pacientes que evoluíram com a forma grave da COVID-19 e hospitalização em uma UTI do interior sul do estado de Rondônia. Trata-se de um estudo de campo com abordagem quantitativa, transversal do tipo descritivo, documental, retrospectivo e prospectivo de cunho exploratório por análise de informações secundárias de prontuários médicos, enfermagem e de fisioterapia, acerca dos dados demográficos, epidemiológicos, terapêuticos e desfecho clínico de pacientes com RT-PCR positivo para SARS-CoV-2 tratados com VM nos primeiros seis meses de atendimento a pandemia. Foram agrupadas 70 amostras, destas 57,14% eram do sexo masculino com idade média de $63,06 \pm 14,95$ anos, altura de $166,1 \pm 9,09$ cm e PBW de $60,54 \pm 9,78$ kg. As comorbidades mais encontradas foram, HAS (61,43%), obesidade (38,57%), DM (32,86%) e cardiopatia (15,71%). Quanto a mecânica pulmonar, foram encontrados valores médios de PEEP Total $8,24 \pm 0,58$ cmH₂O, Cst $30,42 \pm 10,07$ ml/cmH₂O, Pplatô $19,93 \pm 3,43$ cmH₂O, Rwa $13,56 \pm 5,44$ cmH₂O/L.s e DP de $11,82 \pm 3,47$. Observou-se nesta amostra que os pacientes com SDRA secundária a COVID-19 apresentaram mecânica pulmonar semelhante a SDRA clássica não havendo diferenciação de fenótipos ou padrão na mecânica que indicasse probabilidade de desfecho clínico (alta/óbito) entre os pacientes.

Palavras-chave: Mecânica respiratória; COVID-19; Síndrome do desconforto respiratório; Respiração artificial; Unidades de Terapia Intensiva.

Abstract

This study aims to analyze the profile of pulmonary mechanics in patients who developed the severe form of COVID-19 and were hospitalized in an ICU in the southern interior of the state of Rondônia. This is a field study with a quantitative, cross-sectional descriptive, documentary, retrospective and prospective exploratory approach by analyzing secondary information from medical, nursing and physiotherapy records about demographic data, epidemiological, therapeutic, and clinical outcome of patients with positive RT-PCR for SARS-CoV-2 treated with MV within the first six months of pandemic care. Seventy samples were grouped, of which 57.14% were male with a mean age of 63.06 ± 14.95 years, height of 166.1 ± 9.09 cm and PBW of 60.54 ± 9.78 kg. The most common comorbidities were, SAH (61.43%), obesity (38.57%), DM (32.86%) and heart disease (15.71%). As for pulmonary mechanics, mean values of

Total PEEP were found $8.24 + 0.58$ cmH₂O, Cst $30.42 + 10.07$ ml/cmH₂O, Pplateau $19.93 + 3.43$ cmH₂O, Rwa $13.56 + 5.44$ cmH₂O /Ls and SD of $11.82 + 3.47$. It was observed in this sample that patients with ARDS secondary to COVID-19 had pulmonary mechanics similar to classic ARDS, with no differentiation of phenotypes or pattern in mechanics that would indicate a probability of clinical outcome (discharge/death) among patients.

Keywords: Respiratory mechanics; COVID-19; Respiratory distress syndrome; Respiration, artificial; Intensive Care Units.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo analizar el perfil de la mecánica pulmonar en pacientes que desarrollaron la forma severa de COVID-19 y fueron hospitalizados en una UCI en el interior sur del estado de Rondônia. Se trata de un estudio de campo con abordaje cuantitativo, descriptivo transversal, documental, retrospectivo y prospectivo exploratorio mediante el análisis de información secundaria de registros médicos, de enfermería y fisioterapia sobre datos demográficos, resultado epidemiológico, terapéutico y clínico de pacientes con RT-PCR positiva para SARS-CoV-2 tratados con VM dentro de los primeros seis meses de atención pandémica. Se agruparon setenta muestras, de las cuales el 57,14% fueron varones con una edad media de $63,06 \pm 14,95$ años, talla de $166,1 \pm 9,09$ cm y PBW de $60,54 \pm 9,78$ kg. Las comorbilidades más frecuentes fueron HSA (61,43%), obesidad (38,57%), DM (32,86%) y cardiopatía (15,71%). En cuanto a la mecánica pulmonar, los valores medios de PEEP Total se encontraron $8,24 + 0,58$ cmH₂O, Cst $30,42 + 10,07$ ml / cmH₂O, Pplateau $19,93 + 3,43$ cmH₂O, Rwa $13,56 + 5,44$ cmH₂O / Ls y SD de $11,82 + 3,47$. Se observó en esta muestra que los pacientes con SDRA secundario a COVID-19 tenían una mecánica pulmonar similar al SDRA clásico, sin diferenciación de fenotipos o patrón en la mecánica que indicaría una probabilidad de resultado clínico (alta / muerte) entre los pacientes.

Palabras clave: Mecánica respiratoria; COVID-19; Síndrome de dificultad respiratoria; Respiración artificial; Unidades de Cuidados Intensivos.

1. Introdução

Em dezembro de 2019 em Wuhan, capital da província de Hubei, no centro da China, teve início o surto de um novo tipo de coronavírus, o SARS-CoV-2 (Zhu, et al., 2020; Tan, et al., 2020). Em 30 de janeiro de 2020 foi declarado pelo Comitê de Emergência da Organização Mundial de Saúde (OMS) estado de emergência de saúde global baseando-se nas notificações crescentes de novos casos em território chinês e também internacional. Embora acredita-se que o vírus seja de origem zoonótica, a propagação entre humanos ultrapassou 400 milhões de casos em mais de 190 países e regiões, contabilizando mais de três milhões e 200 mil óbitos em todo mundo em pouco mais de um ano de pandemia (Croda, et al., 2020; Bernheim, et al., 2020).

A COVID-19 é na maioria das vezes uma doença aguda que cursa com sintomas leves, no entanto a evolução da doença de forma grave pode resultar em morte. Segundo dados fornecidos pela OMS, a doença apresenta seu curso de forma semelhante a pneumonia viral, cursando da forma leve a crítica, podendo ainda ser observada em indivíduos assintomáticos. Aproximadamente 80% dos pacientes diagnosticados com COVID-19 evoluem com sintomas leves, sem complicações, 15% cursam com necessidade de hospitalização e oxigenoterapia e 5% necessitam de atendimento em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) e assistência ventilatória (Noronha, 2020).

A ventilação mecânica baseia-se na assistência fornecida ao paciente em insuficiência respiratória aguda ou crônica agudizada, oferece apoio ventilatório apropriado por meio de aparelhos que trabalham de forma descontínua, onde ocorre a insuflação dos pulmões com determinados volumes de ar e da velocidade em que esse ar irá penetrar nas vias aéreas, dessa forma produzindo pressões positivas (inspiratória e expiratória) e promovendo assim a manutenção da vida. Entretanto, a assistência ventilatória pode levar ao desenvolvimento de lesões pulmonares ou ainda agravar lesões prévias (Sarmiento, et al., 2011; Tallo, et al., 2013).

Dessa forma, faz-se necessário a avaliação da mecânica pulmonar, uma ferramenta importante para manter uma ventilação protetora, minimamente lesiva ao pulmão, independentemente da fase em que se encontra o paciente. Sendo assim, essa pesquisa busca maiores informações a respeito da mecânica pulmonar de pacientes diagnosticados com infecção por SARS-CoV-2. O presente estudo é justificado pela necessidade de compreensão da mecânica pulmonar para definição de estratégias

específicas e individualizadas para o melhor prognóstico e consequente redução no tempo de internação desses pacientes, contribuindo assim, com o enfrentamento à pandemia da COVID-19.

2. Método

Trata-se de um estudo de campo com abordagem quantitativa, transversal do tipo descritivo, documental, retrospectivo de cunho exploratório composto por pacientes com COVID-19, com RT-PCR positivo para síndrome respiratória aguda grave coronavírus 2 (SARS-CoV-2) que evoluíram com necessidade de assistência ventilatória como forma de tratamento (Estrela, 2018).

Para a elaboração desta pesquisa foram extraídos e analisados dados secundários de prontuários médicos, de enfermagem e de fisioterapia, acerca dos dados demográficos, epidemiológicos, terapêuticos e desfecho clínico. Inicialmente avaliaram-se 84 pacientes internados no período de um de julho de 2020 a 31 de janeiro de 2021. Destes, 14 foram excluídos da pesquisa por falta de informações ou coleta sob circunstâncias que invalidaram os dados. Após processo de seleção foram reunidos dados a respeito da mecânica pulmonar nas primeiras 24 horas de ventilação mecânica e desfecho clínico de um total de 70 doentes críticos, internados nos primeiros seis meses de atendimento em um hospital público de referência em atendimento de média e alta complexidade, referência também em tratamento de casos suspeitos e confirmados de COVID-19 no período de pandemia.

Para agregar maior confiabilidade a pesquisa, foram excluídas as amostras com dados de ventilação mecânica incompleta, dados coletados de doentes mal sedados, intubados e ventilados mecanicamente por período maior que 24 horas, pacientes em posição prona e coleta realizada com parâmetros ventilatórios diferentes dos definidos pela instituição como sendo os admissionais (modo ventilatório VCV, VC 6ml/kg de acordo com o PBW, FiO₂ necessária para manter saturação periférica satisfatória, PEEP de 8 cmH₂O, Tempo Inspiratório de 1.00 segundo, sensibilidade a fluxo de 2.0 l/min e FR de 20 incursões respiratórias por minuto). A Driving Pressure (DP) foi calculada considerando a PEEP Total em decorrência de eventual PEEP intrínseca ou perda da PEEP.

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Biomédicas de Cacoal - FACIMED (CAAE 39370820.0.0000.5298). Visto o desenho observacional do estudo foi dispensada a necessidade de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), contudo foi assegurado a confidencialidade em relação à identidade das amostras. Para análise dos dados foi realizada uma análise descritiva, com variáveis contínuas expressas por média, mediana, desvio padrão, e as variáveis categóricas por frequência e percentual.

3. Resultados

Para a elaboração desse estudo foram agrupadas 70 amostras, destes, 57,14% eram do sexo masculino com idade média de 63,06 + 14,95 anos, sendo que, 61,43% dos pacientes tinham mais de 60 anos de idade, a altura média encontrada foi de 166,1 + 9,09 cm e peso predito médio de 60,54 + 9,78 kg, submetidos ao procedimento de intubação orotraqueal (IOT) decorrente de complicações da COVID-19.

Em relação às comorbidades encontradas na amostra, 32,86% apresentaram 3 ou mais comorbidades, em contrapartida 4,29% não apresentaram nenhuma. As comorbidades mais encontradas foram, HAS (61,43%), obesidade (38,57%), DM (32,86%), cardiopatia (15,71%) e pneumopatia (14,29%) (Tabela 1).

Tabela 1 - Comorbidades mais encontradas nos pacientes internados em um Hospital Público do interior da Amazônia Legal nos primeiros 6 meses de atendimento a pandemia, compreende o período de 01 de julho de 2020 a 31 de janeiro de 2021.

COMORBIDADES	N (%)
HAS	43 (61,43)
Obesidade	27 (38,57)
Diabetes Mellitus	23 (32,86)
Cardiopatía	11 (15,71)
Pneumopatía	10 (14,29)

Legenda: HAS: Hipertensão Arterial Sistêmica. Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Quanto a mecânica pulmonar, foram encontrados valores médios de PEEP Total $8.24 + 0,58$ cmH₂O, Cst $30,42 + 10,07$ ml/cmH₂O, pressão de platô $19,93 + 3,43$ cmH₂O, Rwa $13,56 + 5,44$ cmH₂O/L.s e DP de $11,82 + 3,47$, destes, 21,43% apresentaram valores superiores a 15 cmH₂O. As DP superiores a 15 cmH₂O foram encontradas predominantemente nos pacientes que foram intubados entre o 7º e 10º dias após o início dos sintomas, não apresentando piora significativa na mecânica dos pacientes que necessitam de assistência ventilatória tardiamente (>15 dias de sintomas) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios encontrados na mensuração da mecânica pulmonar de pacientes internados em um Hospital Público do interior da Amazônia Legal nos primeiros 6 meses de atendimento a pandemia, compreende o período de 01 de julho de 2020 a 31 de janeiro de 2021.

MECÂNICA	N
PEEP Total	8.24
Cst	30.42
Pressão de Platô	19.93
Rwa	13.56
Driving Pressure	11.82

Legenda: PEEP Total: Pressão expiratória Final Positiva Total; Cst: Complacência Estática; Rwa: Resistência das vias aéreas. Fonte: Dados da pesquisa (2021).

O período de permanência de internação em leito de UTI obteve média de 24.7 dias, onde 32 (45,71%) pacientes receberam alta da UTI para a clínica COVID-19, destes 50% (n=16) eram do sexo feminino e 50% (n=16) do sexo masculino. Em contrapartida, 54,29% (n=38) da amostra evoluíram com óbito em uma média de 14,41 dias de tratamento em UTI.

4. Discussão

Um projeto intitulado O Impacto MR, dirigido pelo Programa de Apoio ao Desenvolvimento Institucional do Sistema Único de Saúde (Proadi-SUS), coletou dados sobre o aparecimento de infecção pela COVID-19 em hospitais da rede pública e privada (70% e 30% respectivamente). Fizeram parte dessa amostra mais de 50 UTIs do Brasil, agrupando um total de 550 pacientes suspeitos e diagnosticados com a COVID-19. Foram apresentados resultados semelhantes aos encontrados neste estudo quanto aos dados demográficos, obtendo idade média de 58 anos, maioria do sexo masculino, portando HAS, diabetes e alguma doença respiratória (63,6%, 40% e 14,6% respectivamente) como comorbidades prévias, os pacientes que evoluíram com necessidade de IOT apresentaram tempo médio de 11 dias portando VAA e permanência em UTI de 11,6 dias, onde 36,3% dos pacientes vieram a óbito na UTI.

Outros autores também evidenciaram resultados parecidos quanto ao perfil dos pacientes que evoluem com a forma grave da doença, apontam que as manifestações clínicas apresentadas em pacientes com pneumonia por SARS-CoV-2, são mais comuns em pacientes adultos do sexo masculino, onde os idosos são mais afetados, podendo ter relação com a associação de maior número de comorbidades. Dessa forma, pode-se traçar o perfil mais susceptível a contrair o vírus, como: idosos do sexo masculino, portadores de doenças crônicas subjacentes, como hipertensão, obesidade, diabetes ou doenças cardiovasculares (Lai, et al., 2020; Yang, et al., 2020; Wang, et al., 2020; Grasselli, et al., 2020; Goyal, et al., 2020).

De acordo com Gattinoni et al. (2020a), a doença normalmente apresenta dois perfis evolutivos, onde os acometimentos pulmonares se diferenciam, no primeiro, o tipo I ou fenótipo “L”, considerada a forma mais “leve”, foi observado alta Complacência Estática (Cst), relação ventilação/perfusão diminuída, redução da elasticidade, menor peso pulmonar e consequente baixo potencial de recrutamento alveolar, sendo comum a presença da chamada “hipoxemia silenciosa”. Já o segundo foi denominado tipo II ou fenótipo “H” que é parecido com a tradicional Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), evoluindo então com complacência reduzida, alta elasticidade, maior peso pulmonar, aumento na área de shunt direito-esquerdo e alto potencial de recrutamento. Indo de encontro com o estudo supracitado, este estudo não apresentou diferenciação de fenótipos, uma vez que todas as amostras demonstraram perfil clínico e evolutivo compatível apenas com o “fenótipo H”, ou seja, semelhante a tradicional SDRA, apresentando diferenciação na Cst significativa apenas nos pacientes dpcoticos (Gattinoni, et al., 2020a).

Em outra publicação também de Gattinoni et al. (2020b) onde relata sua experiência no norte da Itália, ressalta novamente uma dissociação entre a hipoxemia grave e mecânica pulmonar consideravelmente boa (Cst de $50,2 \pm 14,3$ ml/cmH₂O), contrastando com os casos da tradicional SDRA. Em contrapartida, este estudo evidenciou que o perfil da mecânica pulmonar dos pacientes do interior da Amazônia legal não apresenta Cst preservada ($30,42 + 10,07$ ml/cmH₂O) sendo compatível com a SDRA tradicional (Gattinoni, et al., 2020c).

Indo ao encontro dos resultados encontrados neste estudo, Panwar et al. (2020), dirigiu um grande estudo com 1.117 pacientes diagnosticados com SDRA por COVID-19, concluindo que a média da Cst foi de 30 ml/cmH₂O. No entanto, observou-se que os pacientes com SDRA não evidenciaram relação entre o grau de hipoxemia e Cst, sendo assim, tanto a SDRA por COVID como a tradicional pode-se observar a combinação de boa Cst e hipoxemia. Concluem dizendo que com base em evidências científicas, estratégias de ventilação protetora já aplicadas anteriormente ao COVID, continuam sendo indicadas na SDRA por COVID-19.

Em outro estudo, desta vez dirigido por Chiumello et al. (2020), que buscou diferir a SDRA COVID-19 da SDRA clássica observou que na COVID-19 a Cst permanecia relativamente preservada quando comparada a SDRA clássica, contudo a coorte estudado pelo autor conta com um número pequeno de amostras (n = 32), onde a mediana encontrada de Cst foi de 50 ml/cmH₂O, valor significativamente maior quando comparado a este e outros estudos recentes que avaliaram a mecânica pulmonar na COVID-19, Ferrando et al. (2020) e Ziehr et al. (2020) analisaram 296 e 66 amostras respectivamente onde

encontraram um valor médio para Cst de 35 ml/cmH₂O, Botta et al. (2020) reuniu 533 amostras e o valor médio para Cst foi de 32 ml/cmH₂O, Schenck et al. (2020) em sua coorte de 267 amostras trouxe valor médio de 28 ml/cmH₂O de Cst, Cummings et al. (2020) abordou em seu estudo um total de 257 amostras e encontrou um Cst de em média 27 ml/cmH₂O. Com base nos dados supracitados, Goligher et al. (2020) classificou os pacientes de Chiumello et al. (2020) como um grupo atípico de SDRA por COVID-19.

5. Considerações Finais

Frente a emergência de uma pandemia global causada pelo SARS-CoV-2, onde pouco se conhecia ou conhece sobre esses pacientes foi possível com este estudo identificar o perfil mais predisposto a evoluir de forma grave da doença no interior da Amazônia Legal como sendo homens de idade superior a 60 anos com três ou mais comorbidades preexistentes, entre elas a hipertensão e a obesidade.

Observou-se nesta amostra que os pacientes com SDRA secundária a COVID-19 apresentaram mecânica pulmonar semelhante a SDRA clássica não havendo diferenciação de fenótipos ou padrão na mecânica que indicasse probabilidade de desfecho clínico (alta/óbito) entre os pacientes.

Contudo, embora o tema seja bastante abordado e discutido atualmente, faz-se necessário estudos futuros abordando o tema. Frente aos resultados e escassez de estudos encontrados a respeito da mecânica pulmonar desses pacientes, sugerimos estudos futuros abordando o fator de proteção na injúria pulmonar (Driving Pressure), comparando a SDRA clássica descrita por Berlim.

Referências

- Bernheim, A., Mei, X., Huang, M., Yang, Y., Fayad, Z.A., Zhang, N., & Chung, M. (2020). Achados de TC de tórax na doença coronavírus-19 (COVID-19): relação com a duração da infecção. *Radiology*, 200463.
- Botta, M., Tsonas, A. M., Pillay, J., Boers, L. S., Algera, A. G., Bos, L. D., & van Zanten, A. R., (2021). Gerenciamento da ventilação e resultados clínicos em pacientes ventilados invasivamente com COVID-19 (PRoVENT-COVID): um estudo de coorte nacional, multicêntrico e observacional. *The lancet Respiratory medicine*, 9 (2), 139-148.
- Brasil, MS., (2020). Programa de apoio de desenvolvimento do SUS. <https://hospitais.proadi-sus.org.br/covid19/conheca-as-iniciativas-da-forca-tarefa/21/impacto-mr>.
- Croda, J., Oliveira, W. K. D., Frutuoso, R. L., Mandetta, L. H., Baia-da-Silva, D. C., Brito-Sousa, J. D., & Lacerda, M. V. G. (2020). COVID-19 no Brasil: vantagens de um sistema único de saúde socializado e preparação para contenção de casos. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 53.
- Cummings, M. J., Baldwin, M. R., Abrams, D., et al., (2020) Epidemiologia, curso clínico e resultados de adultos gravemente enfermos com COVID-19 na cidade de Nova York: um estudo de coorte prospectivo. *The Lancet* (edição britânica) 395: 1763–1770.
- Estrela, C. (2018). Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa. Editora Artes Médicas.
- Ferrando, C., Suarez-Sipmann, F., Mellado-Artigas, R., Hernández, M., Gea, A., Arruti, E., & Villar, J. (2020). Clinical features, ventilatory management, and outcome of ARDS caused by COVID-19 are similar to other causes of ARDS. *Intensive care medicine*, 46(12), 2200-2211.
- Gattinoni, L., Chiumello, D., & Rossi, S., (2020a). COVID-19 pneumonia: ARDS or not?. *Crit Care* 24, 154.
- Gattinoni, L., Chiumello, D., Caironi, P., et al., (2020b). Pneumonia COVID-19: diferentes tratamentos respiratórios para diferentes fenótipos? *Intensive Care Med* 46, 1099-1102.
- Gattinoni, L., Coppola, S., Cressoni, M., Busana, M., Rossi, S., & Chiumello, D. (2020c). COVID-19 não leva a uma síndrome de dificuldade respiratória aguda "típica". *Jornal americano de medicina respiratória e de cuidados intensivos*, 201 (10), 1299-1300.
- Goligher, E. C., Ranieri, V. M., & Slutsky, A. S., (2021). A pneumonia COVID-19 grave é uma forma típica ou atípica de SDRA? E isso importa? *Intensive Care Med* 47, 83–85.
- Goyal, P., Choi, J. J., Pinheiro, L. C., Schenck, E. J., Chen, R., Jabri, A., & Safford, M. M. (2020). Clinical characteristics of Covid-19 in New York city. *New England Journal of medicine*, 382(24), 2372-2374.
- Grasselli, G., Zangrillo, A., Zanella, A., Antonelli, M., Cabrini, L., Castelli, A., & Zoia, E. (2020). Características basais e desfechos de 1.591 pacientes infectados com SARS-CoV-2 internados em UTIs da região da Lombardia, Itália. *Jama*, 323 (16), 1574-1581.

Morsch, K. T., Leguisamo, C. P., Camargo, M. D., Coronel, C. C., Mattos, W., Ortiz, L. D., & Lima, G. G. D. (2009). Perfil ventilatório dos pacientes submetidos a cirurgia de revascularização do miocárdio. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*, 24, 180-187.

Noronha, K. V. M. D. S., Guedes, G. R., Turra, C. M., Andrade, M. V., Botega, L., Nogueira, D., & Ferreira, M. F. (2020). Pandemia por COVID-19 no Brasil: análise da demanda e da oferta de leitos hospitalares e equipamentos de ventilação assistida segundo diferentes cenários. *Cadernos de Saúde Pública*, 36, e00115320.

Sarmento, G. J., Papa, D. C., & Raimundo, R. D. (2011). Princípios e práticas de ventilação mecânica em pediatria e neonatologia. *PRINCÍPIOS*, 8, 12.

Schenck, E. J., Hoffman, K., Goyal, P., Choi, J., Torres, L., Rajwani, K., & Berlin, D. A. (2020). Respiratory mechanics and gas exchange in COVID-19-associated respiratory failure. *Annals of the American Thoracic Society*, 17(9), 1158-1161.

Tallo, F. S., Vendrame, L. S., Lopes, R. D., & Lopes, A. C. (2013). Ventilação mecânica invasiva na sala de emergência: uma revisão para o clínico. *Rev Bras Clin Med*. São Paulo, jan-mar, 11(1), 48-54.

Tan, W., Zhao, X., Ma, X., Wang, W., Niu, P., Xu, W., & Wu, G. (2020). Um novo genoma de coronavírus identificado em um grupo de casos de pneumonia - Wuhan, China, 2019-2020. *China CDC semanal*, 2 (4), 61-62.

Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., & Tan, W. (2019). T. Research; China Novel Coronavirus Investigating and Research Team. *A novel coronavirus from patients with pneumonia in China*, 727-733.

Ziehr, D. R., et al., (2020). Fisiopatologia respiratória de pacientes ventilados mecanicamente com COVID-19: Um estudo de coorte. *Sou. J. Respir. Crit. Care Med*. 201, 1560-1564.