

# Aspectos Clínicos e Utilitários do Capacete ELMO na Covid-19: Ensaio Teórico

*Dr. Cesario Rui Callou Filho*

*Universidade de Fortaleza – UNIFOR*

*Dra. Camille Maria de Holanda Angelim Alves*

*Centro Universitário - UNIATENEU*

*Davi da Silva Lins*

*Centro Universitário - UNIATENEU*

*Juliana Pinto Montenegro*

*Universidade de Fortaleza – UNIFOR*

*Vanessa Ximenes Farias*

*Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ*

<https://revistas.uece.br/index.php/inovacaotecnologiasocial/article/view/8839>

## Resumo

Este trabalho pretende descrever aspectos clínicos e utilitários do capacete ELMO. Trata-se de um ensaio teórico desenvolvido no período de agosto de 2021 a março de 2022. Adotou-se como critérios de inclusão textos científicos que apresentavam no título a expressão “capacete ELMO” e no resumo abordavam as questões clínicas e/ou utilitárias acerca do equipamento. Foram aplicadas estratégias de buscas na Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), National Library of Medicine (PubMed) e Scientific Electronic Library Online (Scielo). Viuse que a ventilação não-invasiva foi adotada como uma opção para evitar a intubação orotraqueal e suas complicações, evitando a rápida propagação do vírus, diminuindo o risco de aerossolização e a contaminação dos profissionais da saúde. O capacete ELMO teve veementemente valorizada a sua utilização, melhorando significativamente a oxigenação. Adicionalmente, mostrou-se viável e eficaz na entrega de pressão positiva contínua em vias aéreas de alto fluxo (CPAP) em pacientes com insuficiência respiratória aguda (IRA), causada pela COVID-19 fora da unidade de terapia intensiva (UTI). Seu uso foi considerado confortável e não foram observados efeitos adversos excessivos. Na cidade de Fortaleza, cerca de 60% das pessoas que utilizaram a tecnologia não precisaram ser intubadas, fato que lhe rendeu prêmios nacionais, dentre eles o título de projeto mais inovador no 9º Congresso Brasileiro de Inovação da Indústria, em 2022. O uso do capacete ELMO demonstrou efeitos determinantes para a eficácia do tratamento de pacientes acometidos pela COVID-19, bem como a dispensa da ventilação mecânica invasiva (intubação), prevenindo suas consequências danosas.

**Palavra-chave** modalidades de fisioterapia; respiração artificial; covid-19.

## Abstract

This work aims to describe clinical and utilitarian aspects of the ELMO helmet. This is a theoretical essay developed from August 2021 to March 2022. Scientific texts were adopted as inclusion criteria that presented in the title the expression "HELMET ELMO" and in the abstract addressed the clinical and/or utilitarian issues about the equipment. Search strategies were applied in the Virtual Health Library (VHL), National Library of Medicine (PubMed) and Scientific Electronic Library Online (Scielo). Noninvasive ventilation was seen as an option to avoid orotracheal intubation and its complications, avoiding the rapid spread of the virus, reducing the risk of aerosolization and contamination of health professionals. The ELMO helmet has strongly valued its use, significantly improving oxygenation. Additionally, it has been shown to be viable and effective in delivering continuous positive pressure in high-flow airways (CPAP) in patients with acute respiratory failure (AKI), caused by COVID-19 outside the intensive care unit (ICU). Its use was considered comfortable and no excessive adverse effects were observed. In the city of Fortaleza, about 60% of the people who used the technology did not need to be intubated, a fact that earned it national awards, among them the title of most innovative project at the 9th Brazilian Congress of Industry Innovation, in 2022. The use of the ELMO helmet demonstrated decisive effects for the efficacy of the treatment of patients affected by COVID-19, as well as the dispensation of invasive mechanical ventilation (intubation), preventing its harmful consequences

**Key-word** physical therapy modalities; artificial respiration; covid-19.

## Introdução

A doença COVID-19 culminou em pandemia no ano de 2020, declarada pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (Lima, Buss & Paes-Sousa, 2020). Seu agente causador é um novo coronavírus, o SARS-CoV-2, (Cavalcante, Cardoso-dos-Santos, Bremm, Lobo, Macário, Oliveira & França, 2020), de contaminação e disseminação rápidas (Silva, Neves & Forgiarini Junior, 2020). Consequentemente, autoridades foram provocadas a agir com medidas de combate rapidamente, desenvolvendo recursos e equipamentos para minimizar os danos no trato respiratório provocados por este vírus (Holanda, 2021).

A exemplo de avanço da ciência, no início do ano de 2021 surge o capacete de respiração assistida ELMO, advindo de pesquisadores de instituições cearenses (Holanda, 2021). Sua eficácia na aplicação resultou na obtenção do atestado da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para utilização em pacientes com insuficiência respiratória. Assim, atualmente, este recurso de tratamento atinge outras regiões do Brasil (Holanda, 2021).

Como critérios de indicação de melhoria clínica, viu-se que o ELMO possibilita uma significativa melhora na oxigenação, com redução da FiO<sub>2</sub>. Do mesmo modo, o equipamento evita a intubação orotraqueal, tão presente na primeira onda da doença (Betina, 2021; Braga & Miranda, 2021).

Esta tecnologia rendeu diversos prêmios aos seus idealizadores, como o de projeto mais inovador no 9º Congresso Brasileiro de Inovação da Indústria (60% dos votos entre 25 concorrentes), Prêmio de Inovação SUMMIT Senai P&D + Impacto) e Prêmio João Pedroso 2021, dado pela Associação Brasileira de Engenharia Clínica (ABEClin) (Diário do Nordeste, 2022; Siqueira, V. 2021).

O presente trabalho objetivou descrever aspectos clínicos e utilitários do capacete ELMO.

## Métodos

Trata-se de um estudo do tipo ensaio teórico, desenvolvido no período de agosto a maio de 2022, apresentando a pergunta norteadora: “que aspectos clínicos e utilitários norteiam o uso do capacete ELMO para combater as sequelas pulmonares causadas pela infecção do vírus da COVID-19?”.

Inicialmente, escolheram-se os seguintes sites de pesquisa: Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), Scientific Electronic Library Online (Scielo), e National Library of Medicine (PubMed) e Google Acadêmico. Após esta delimitação, que ocorreu de forma intencional, os termos de busca basearam-se no site dos Descritores em Ciências da Saúde (Decs), sendo eles: “respiração com pressão positiva” e “COVID-19”. Adicionalmente, foi utilizada a palavra-chave “capacete ELMO”. Para trabalhos em inglês, utilizaram-se vocábulos com base no Medical Subject Headings (Mesh): “positive-pressure respiration” e “COVID-19”; e “helmet ELMO”. A busca se deu com a expressão AND entre os termos.

Com os descritores inseridos na busca dos sites, a procura pelos artigos ocorreu de forma independente (entre os pares). Em caso de dúvida entre os pesquisadores deste estudo, um terceiro pesquisador foi acionado para esclarecer qualquer questão. Assim, este possuiu o poder da decisão.

Foram incluídas publicações que apresentaram no título a expressão “capacete ELMO” e no resumo abordaram as questões clínicas e/ou utilitárias acerca do equipamento. Desse modo, o artigo foi lido na íntegra para observar se os resultados do estudo estavam citados de acordo com a proposta deste estudo.

Excluíram-se trabalhos que não continham simultaneamente informações sobre a estratégia de ventilação pulmonar por meio do capacete ELMO; fabricação e construção do capacete ELMO; sobrevida/óbito em decorrência da utilização do capacete ELMO; e o desmame/intubação vinculados ao capacete ELMO.

Durante a análise dos dados extraídos da pesquisa, os autores preencheram um documento no drive para a construção dos resultados.

## Resultados e Discussão

### Construção e Aplicabilidade do Capacete Elmo

A partir de um estudo no Ceará de Silva e colaboradores (2022) pôde-se observar que o avanço da pandemia provocaria desdobramentos no âmbito social, econômico e político. Repercussões severas foram identificadas nos serviços de saúde público e privado (Pai, Gemelli, Boufleuer, Finckler, Miorin, Tavares & Cenci, 2021). Nesses serviços, apontaram-se danos físicos nos profissionais da linha de frente (Lima, Callou Filho, Neri, Sousa, Melo & Saintrain, 2021), sobretudo nos usuários infectados, que manifestaram sequelas graves, principalmente as de cunho respiratório.

Diante deste contexto pandêmico, com o aumento exponencial de infectados apresentando sintomas respiratórios graves, a busca pelos serviços de urgência cresceu significativamente, assim como a ampliação de leitos de enfermagem e Unidade de Terapia Intensiva (UTI). Os serviços de alta complexidade precisaram se adaptar à uma nova realidade para prestar assistência (Almeida, Lima, Costa, Costa, Carneiro, Santos & Macêdo, 2017).

Assim, surge como uma ferramenta para tentar minimizar esses sintomas respiratórios, o capacete ELMO. A tecnologia constitui-se de uma cúpula transparente, em PVC atóxico autoclavável com altura de 270 mm e diâmetro de 290mm. Nessa cúpula é conectado um tubo flexível chamado de “traqueia”, através do qual ocorre a entrada do O<sub>2</sub> e do ar comprimido. A fixação localiza-se no pescoço por um selo em silicone, presa a uma base rígida de polipropileno (Tomaz et al, 2022).

A traqueia permite a distribuição do fluxo de gás contínuo para oxigenar o sangue e expandir os pulmões. Entradas para a insuflação e exalação direcionam o gás para dentro e para fora do capacete, respectivamente, através de orifícios feitos na parte póstero-superior (inspiratório) e na parte contralateral anteroinferior (expiratório) (Tomaz et al, 2022; Gomes, Braide, Fontenele, Dantas & Pinheiro, 2021).

O silicone que envolve o pescoço é marcado com medidas que apresentam comprimentos de circunferências variadas, permitindo seu uso em diversos pacientes. Por ser não-invasivo, evita vazamentos e dispersão de gotículas, assim como oferta níveis de pressão positiva contínua em vias aéreas de alto fluxo (CPAP) até 10-15cm H<sub>2</sub>O. Este recurso de tratamento apresenta uma série de atributos que o tornam especialmente interessante para uso em pacientes com COVID-19 que requerem oxigenoterapia (Gomes, Braide, Fontenele, Dantas & Pinheiro, 2021).

### **Condições Clínicas dos Pacientes e o Capacete ELMO**

O manejo fisioterapêutico para intervir na Insuficiência Respiratória Aguda (IRA) causada pela COVID-19, especialmente na primeira onda e perpetuando até início da segunda, foi desafiador (Pereira, Oliveira & Almeida, 2021). Para impedir a proliferação do vírus, buscava-se minimizar a dispersão de aerossóis, evitando como técnicas que produzissem a tosse dos pacientes, o uso da Ventilação Não Invasiva (VNI) e aerossolterapia (Spadari & Gardenghi, 2020).

Desse modo, a ciência não parou um só momento e no estado do Ceará pesquisadores desenvolveram uma tecnologia que, apesar atuar de forma não-invasiva, contava com o mínimo de dispersão de aerossóis, permitindo a reversibilidade do quadro de debilidade pulmonar (Tomaz et al, 2022; (Tomaz, Gomes, Lino, Menezes, Soares, Furtado ... Holanda, 2022).

Nos relatos prévios advindos do uso do capacete ELMO em pacientes com episódios de hipoxemia devido a complicações da COVID-19, a tecnologia manifestava boa efetividade para ser usada durante o manejo da doença (Braga & Miranda, 2021).

Corroborando a ideia anterior, sabe-se que este capacete de respiração assistida reduz o avanço de complicações respiratórias dos pacientes acometidos com a COVID-19. Considera-se que sua utilização diminui o período de hospitalização e favorece a sobrevivência dos infectados (Tomaz, Gomes, Lino, Menezes, Soares, Furtado ... Holanda, 2022).

A taxa de sucesso é definida como desmame da oxigenoterapia ou retirada total do suporte de oxigênio, descontinuando a terapia do capacete ELMO nos pacientes que apresentam baixo nível de oxigenação (hipoxemia) causada pela COVID-19. Protocolos permitem a identificação da falha ou sucesso da terapia promovendo utilização eficaz do capacete em pacientes com COVID-19 (Freitas, Sena, Oliveira Junior & Damasceno, 2021).

Uma pesquisa realizada durante a pandemia em um hospital público de referência em Fortaleza admitia pacientes com sequelas da COVID-19 destacando-se, em alguns, o efeito positivo do capacete ELMO na melhora pulmonar para evitar a intubação. Em determinado momento, observou-se uma paciente com 50% dos pulmões comprometidos utilizando o capacete durante 15 dias. Devido a este procedimento, constatou-se a melhora do seu quadro clínico, sem a necessidade de intubação. Ao final, os autores concluíram que o capacete ELMO pode, em determinada situação, contribuir para menor tempo de internação hospitalar (Freitas et al, 2021).

A intervenção consiste na aplicação da interface capacete ELMO integrado a fluxômetros de oxigênio e ar comprimido de 30L/min, cada, e a uma válvula PEEP capaz de oferecer níveis de CPAP de 8 a 15 cm H<sub>2</sub>O. Os dados foram registrados antes e após uma hora de uso do dispositivo, enquanto o paciente era monitorado acerca dos parâmetros cardiorrespiratórios, eventos adversos e conforto (Holanda, Tomaz, Menezes, Lino & Gomes, 2021).

Foram considerados tratamentos bem-sucedidos com o capacete ELMO os casos em que houve redução da necessidade de oxigenoterapia, caracterizada por uso de cateter nasal

de oxigênio em baixo fluxo < 3L/min ou retirada total do suporte de oxigênio e não necessidade de intubação orotraqueal. Dez pacientes completaram o protocolo, apresentando boa tolerância sem efeitos adversos relevantes observados. Seu uso foi viável fora da UTI por tempo prolongado, com sucesso em boa parte dos pacientes (Tomaz, 2021).

Um CPAP de 10 cm H<sub>2</sub>O com o fluxo de gás total de 56 a 60L/min melhorou a oxigenação após uma hora de uso, permitindo uma redução no FIO<sub>2</sub> estimada ( $p = 0,014$ ), aumentando a PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> estimada de 88 [80,5-126] para 212 [131- 290,5] ( $p = 0,008$ ), na primeira hora, sem causar reinalação de CO<sub>2</sub> ou hipercapnia. Em conclusão, o uso do dispositivo capacete ELMO é viável e eficaz na entrega de CPAP de alto fluxo a pacientes com IRA causada por COVID-19 fora da UTI, sem grandes efeitos adversos e com bom conforto. Sua aplicação melhorou significativamente a oxigenação, o que contribuiu para reduzir a FIO<sub>2</sub> sem reinalação de CO<sub>2</sub>. A taxa de sucesso geral foi de 60% neste estudo piloto (Tomaz, 2021).

Desse modo, com relação a não reinalação de CO<sub>2</sub> quando comparado a outros dispositivos de oxigenoterapia, o capacete ELMO mostrou-se superior dado ao aumento do seu volume interno. Tal fato está associado aos seguintes fatores: quantidade de CO<sub>2</sub> produzida pelo paciente e quantidade de gás que passa pelo capacete (Tomaz et al, 2022).

A equipe multidisciplinar e pacientes ressaltam que os benefícios do suporte para a respiração trazidos pelo capacete ELMO reduz a necessidade de intubação de pacientes com COVID-19 e evita sequelas do procedimento (Evangelista, Domingos, Siqueira & Braga, 2016). Este recurso facilita a entrada de oxigênio em pacientes com quadro clínico moderado e grave (Siqueira, L. 2022).

O capacete ELMO é, portanto, uma nova interface para a aplicação de pressão positiva contínua em vias aéreas de alto fluxo por meio da oferta da mistura de gases (O<sub>2</sub> e ar comprimido). Ele é capaz de gerar uma pressão positiva (acima da pressão atmosférica), apresentando mínimos efeitos adversos e boa eficácia quanto à aplicação dessa pressão (Tomaz, 2021). É capaz de permitir completa vedação e isolamento respiratório da cabeça do paciente, possibilitando a aplicação dessa terapia na via aérea sem intubação. Por isso, torna-se um recurso de tratamento bem utilizado em pacientes com insuficiência respiratória (Holanda, 2021).

O equipamento demonstrou eficácia em pacientes com comprometimento da oxigenação do sangue, reduzindo a demanda de pacientes para UTIs e, conseqüentemente, atenuando a sobrecarga no sistema de saúde. O capacete ELMO está entre as tecnologias desenvolvidas para ser utilizada no processo/intervenção do cuidado ao paciente doente, em especial na COVID-19 (Holanda, 2021).

Analisando os efeitos do capacete ELMO na função cardiovascular, foram observadas diminuição da frequência cardíaca, diminuição dos níveis de lactato sanguíneo e melhora na oxigenação, com significativo aumento da relação PaO<sub>2</sub>/FIO<sub>2</sub> mantendo-se acima de 150 mmHg na primeira semana. Posteriormente, a necessidade de intubação dos pacientes foi reduzida em 91%. (Tomaz et al, 2022).

Profissionais atuantes na linha de frente na UTI COVID-19 relataram, por meio de fontes informais, a redução da alcalose respiratória na gasometria. O fato apresentado ocorre em virtude da aplicação deste novo recurso tecnológico.

O capacete ELMO, além de aplicar-se em pacientes com IRA hipoxêmica causada pela COVID-19, é, também, um recurso de oxigenioterapia acessível fora da UTI (Freitas, Sena, Oliveira Junior & Damasceno, 2021).

## Conclusão

O capacete ELMO é um equipamento de ventilação não-invasiva, com baixo risco de aerossolização, que oferece CPAP para pacientes com IRA e mostra boa efetividade durante o manejo das complicações da COVID-19. Seu uso foi considerado confortável, seguro, prático e sem efeitos adversos excessivos.

## Referências bibliográficas

- Almeida, I. C. N., Lima, G. M., Costa, L. R. N., Costa, L. A., Carneiro, L. M., Santos, M. I. G., & Macêdo, R. C. (2017). Atuação da fisioterapia na urgência e emergência de um hospital referência em trauma e queimados de alta e média complexidade. *Revista Vale*, 15(1):791-805. doi: <http://dx.doi.org/10.5892/ruvrd.v15i1.3490>
- Braga, M. J. C., & Miranda, R. S. (2021). Vivência da fisioterapia com utilização do capacete ELMO na emergência de um hospital de referência em Fortaleza-CE. *Cadernos ESP*, 15(2):23-26. doi: <https://doi.org/10.54620/cadesp.v15i2.647>
- Cavalcante, J. R., Cardoso-dos-Santos, A. C., Bremm, J. M., Lobo, A. P., Macário, E. M., Oliveira, W. K., & França, G. V. A. (2020). COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020. *Epidemiol. Serv. Saúde*, 29(4): e2020376. doi: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400010>
- Evangelista, V. C., Domingos, T. S., Siqueira, F. P. C., & Braga, E. M. (2016). Equipe multiprofissional de terapia intensiva: humanização e fragmentação do processo de trabalho. *Rev. Bras. Enferm. [online]*, 69(6):1099-1107. doi: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2016-0221>
- Freitas, F. C. R., Sena, R. S., Oliveira Junior, A. S., & Damasceno, L. S. (2021). ELMOCPAP e a terapia de alto fluxo de oxigênio em pacientes com coinfeção HIV/COVID-19. *Cadernos ESP*, 15(2):10-16. doi: <https://doi.org/10.54620/cadesp.v15i2.646>
- Gomes, J. E. S., Braide, A. S. G., Fontenele, S. M. A., Dantas, F. R. P., & Pinheiro, C. P. O. (2021). Elmoterapia: simulação realística como ferramenta de ensino em saúde. *Cadernos ESP*, 15(2):32-36. doi: <https://doi.org/10.54620/cadesp.v15i2.662>
- Holanda, M. A. (2021). Uma brisa no ELMO, um sopro de vida na COVID-19. *Cadernos ESP*, 15(2):8-10. doi: <https://doi.org/10.54620/cadesp.v15i2.754>
- Holanda, M. A., Tomaz, B. S., Menezes, D. G. A., Lino, J. A., & Gomes, G. C. (2021). Desenvolvimento de um capacete para oferta de CPAP e oxigenoterapia com alto fluxo: ELMO 1.0. *J Bras Pneumol*, 47(3): e20200590.
- Lima, A. O. P., Callou Filho, C. R., Neri, A. K. M., Sousa, F. D. S., Melo, A. K. S., & Saintrain, M. V. L. (2021). Repercussões na saúde dos profissionais pela proteção excessiva de equipamentos no combate ao Coronavírus: revisão sistemática. *Arq. Catarin. Med.*, 50(2):339-350.
- Lima, N. T., Buss, P. M., & Paes-Sousa, R. (2020). A pandemia de COVID-19: uma crise sanitária e humanitária. *Cadernos de Saúde Pública [online]*, 36(7):e00177020. doi: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00177020>
- Pai, D. D., Gemelli, M. P., Boufleuer, E., Finckler, P. V. P. R., Miorin, J. D., Tavares, J. P., & Cenci, D. C. (2021). Repercussões da pandemia pela COVID-19 no serviço pré-hospitalar de urgência e a saúde do trabalhador. *Esc Anna Nery*, 25 (spe): e20210014. doi: <https://doi.org/10.1590/2177-9465-EAN-2021-0014>
- Pereira, H. M. J., Oliveira, T. A. C., & Almeida, L. A. (2021). Manejo fisioterapêutico ao paciente com COVID-19 em Unidade de Terapia Intensiva. *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento.*, 06(01-01):123-138. doi: [10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/saude/manejo-fisioterapeutico](https://doi.org/10.32749/nucleodoconhecimento.com.br/saude/manejo-fisioterapeutico)

Silva, J. G., Branco, J. G. O., Callou Filho, C. R., Abdon, A. P. V., Silva, C. A. B., & Brillhante, A. V. M. (2022). Concepções de adultos e idosos brasileiros sobre a pandemia da Covid-19 e suas interfaces sociais e políticas. *Saúde em Debate [online]*, 46(n. spe1):78-92. doi: <https://doi.org/10.1590/0103-11042022E105>

Silva, V. Z. M., Neves, L. M. T., & Forgiarini Junior, L. A. (2020). Recomendações para a utilização de oxigênio suplementar (oxigenoterapia) em pacientes com COVID-19. *ASSOBRAFIR Ciência*, 11(Supl 1):87-91. doi: <http://dx.doi.org/10.47066/2177-9333.AC20.covid19.008>

Siqueira, L. (2021). *Capacete Elmo reduz em 60% necessidade de internação em leitos de Unidade de Tratamento Intensivo (UTI)*. LARISSA Saúde Digital. Recuperado de <http://lariissasaudedigital.com/news/2021-04-09-56-239-noticias/>

Siqueira, V. (2021). *Cearense ganha prêmio nacional por desenvolver capacete Elmo. O Estado*. Recuperado de <https://oestadoce.com.br/geral/cearense-ganha-premio-nacional-por-desenvolver-capacete-elmo/>

Spadari, J. A. A., & Gardenghi, G. (2020) Aspectos fisiopatológicos do COVID-19 e uso de ventilação não invasiva. É possível? *Rev. Pesqui. Fisioter.*, 10(3):372-375 doi: <https://doi.org/10.17267/2238-2704rpf.v10i3.3036>

Tomaz, B. S. (2021). *Eficácia de um novo tipo de capacete para oferta de CPAP, o ELMO, no tratamento da insuficiência respiratória aguda hipoxêmica secundária à COVID-19* (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

Tomaz, B. S., Gomes, G. C., Lino, J. A., Menezes, D. G. A., Soares, J. B., Furtado, V., Soares Júnior, L., Farias, M. S. Q., Lima, D. L. N., Pereira, E. D. B., & Holanda, M. A. (2022). ELMO, a new helmet interface for CPAP to treat COVID-19-related acute hypoxemic respiratory failure outside the ICU: a feasibility study. *J Bras Pneumol. [online]*, 48(1): e20210349. doi: <https://doi.org/10.36416/1806-3756/e20210349>.