

Repercussões de técnicas de fisioterapia respiratória em pacientes com histórico de Covid-19 no interior da Amazônia

Repercussions of respiratory physiotherapy techniques in patients with a history of Covid-19 in the interior of the Amazon

Repercusiones de las técnicas de fisioterapia respiratoria en pacientes con antecedentes de Covid-19 en el interior de la Amazonia

Recebido: 29/11/2022 | Revisado: 14/12/2022 | Aceitado: 16/12/2022 | Publicado: 21/12/2022

Ana Paula Lemos Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8196-8539>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: fisiopaulalemos@gmail.com

Elmmer Santos de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7658-1206>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: elmmer.sousa23@gmail.com

Byanca Soares da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2885-5567>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: byancasilva613@gmail.com

Juarez Rebelo de Araujo

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9230-2801>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: juarezrebelo@hotmail.com

Carlos Eduardo Amaral Paiva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0774-3459>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: fisiocarlospaiva@gmail.com

Luis Afonso Ramos Leite

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5700-5521>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: luis.leite@uepa.br

Milena de Sousa Vasconcelos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0450-0849>
Universidade do Estado do Pará, Brasil
E-mail: milenasvasconcelos34@gmail.com

Resumo

Introdução: A Covid-19 é uma infecção com caráter multissistêmico, onde manifestações tardias como fadiga, dispneia, perda do condicionamento aeróbico e massa muscular são comuns até em pacientes que não desenvolveram a forma grave da doença, e com isso se faz necessário recursos terapêuticos que tratem esses sintomas remanescentes. **Objetivo:** Investigar as repercussões imediatas de técnicas de fisioterapia respiratória realizadas através de uma sessão em pacientes com histórico de Covid-19 no interior da Amazônia. **Metodologia:** Tratou-se de um estudo experimental randomizado, de abordagem quantitativa, realizado na Universidade do Estado do Pará. Participaram 76 voluntários com histórico de Covid-19 que foram randomizados em quatro grupos, sendo um grupo controle e três experimentais. Os três grupos experimentais foram submetidos a técnicas de fisioterapia respiratória e as variáveis utilizadas foram a pressão inspiratória (Pimax) e expiratória máxima (Pemax) e o teste de caminhada de 6 minutos (TC6M). **Resultados e Discussão:** Os resultados demonstraram significância da ventilação não invasiva (VNI) sobre a variável Pimax na melhora da força muscular inspiratória. A VNI associada ao cicloergômetro e aos exercícios respiratórios demonstraram resultados significativos no TC6M, apresentando melhora na tolerância do exercício. Não houve resultado significativo na comparação entre os grupos. **Considerações finais:** As técnicas em fisioterapia respiratória podem ser benéficas na aquisição de tolerância ao exercício e na melhora da força muscular inspiratória.

Palavras-chave: Covid-19; Fisioterapia; Reabilitação.

Abstract

Introduction: Covid-19 is a multisystemic infection, where late manifestations such as fatigue, dyspnea, loss of aerobic conditioning and muscle mass are common even in patients who have not developed the severe form of the

disease, and therefore therapeutic resources are needed to treat these remaining symptoms. Objective: Investigate the immediate repercussions of respiratory physiotherapy techniques performed through a session on patients with a history of Covid-19 in the interior of the Amazon. Methodology: This is a randomized experimental study, with a quantitative-qualitative approach, carried out at the University of the State of Pará. 76 volunteers with a history of Covid-19 participated who were randomized into four groups, one control group and three experimental groups. The three experimental groups were submitted to respiratory physiotherapy techniques and the variables used were the inspiratory pressure (Pimax) and maximum expiratory pressure (Pemax) and the Six-minute walk test (6MWT). Results and Discussion: The results demonstrated the significance of non-invasive ventilation (NIV) on the PiMAX variable in improving inspiratory muscle strength. NIV associated with cycle ergometer and breathing exercises showed significant results in the 6MWT, showing improvement in exercise tolerance. There was no significant result in the comparison between groups. Final considerations: Techniques in respiratory physiotherapy can be beneficial in acquiring exercise tolerance and improving inspiratory muscle strength, but further studies should be encouraged with better methodological designs.

Keywords: Covid-19; Physiotherapy; Rehabilitation.

Resumen

Introducción: El Covid-19 es una infección multisistémica, donde las manifestaciones tardías como fatiga, disnea, pérdida de acondicionamiento aeróbico y de masa muscular son comunes incluso en pacientes que no han desarrollado la forma grave de la enfermedad, por lo que se necesitan recursos terapéuticos para tratarla. estos síntomas restantes. Objetivo: Investigar las repercusiones inmediatas de las técnicas de fisioterapia respiratoria realizadas a través de una sesión en pacientes con antecedentes de Covid-19 en el interior de la Amazonía. Metodología: Se trata de un estudio experimental aleatorio, con enfoque cuantitativo-cualitativo, realizado en la Universidad del Estado de Pará. Participaron 76 voluntarios con antecedentes de Covid-19 que fueron aleatorizados en cuatro grupos, un grupo control y tres grupos experimentales. Los tres grupos experimentales fueron sometidos a técnicas de fisioterapia respiratoria y las variables utilizadas fueron la presión inspiratoria (PiMAX), la presión espiratoria máxima (Pemax) y la prueba de caminata de 6 minutos (6MWT). Resultados y discusión: Los resultados demostraron la importancia de la ventilación no invasiva (VNI) en la variable PiMAX para mejorar la fuerza de los músculos inspiratorios. La VNI asociada a cicloergómetro y ejercicios respiratorios mostró resultados significativos en la PM6M, mostrando una mejora en la tolerancia al ejercicio. No hubo resultado significativo en la comparación entre grupos. Consideraciones finales: Las técnicas en fisioterapia respiratoria pueden ser beneficiosas para adquirir tolerancia al ejercicio y mejorar la fuerza de los músculos inspiratorios, pero se deben fomentar más estudios con mejores diseños metodológicos.

Palabras clave: Covid-19; Fisioterapia; Rehabilitación.

1. Introdução

Em dezembro de 2019, a cidade de Wuhan, na China, registrou o que posteriormente seria considerado como primeiro surto de infecção por SARS-Cov-2 (Síndrome Respiratória Aguda do Coronavírus-2), um patógeno da família Coronaviridae que, assim como os outros vírus pertencentes a ela, são transmitidos principalmente quando aerossóis infectados entram em contato com as mucosas do organismo, acometendo principalmente o sistema respiratório (Avelino, et al., 2022; Geraldo & Martinello, 2020; Nogueira, et al., 2021).

Diante da disseminação crescente e descontrolada do novo coronavírus, a Organização Mundial da Saúde (OMS) reconheceu oficialmente em março de 2020, o estado de pandemia (Avelino, et al., 2022). Desde então, a Covid-19 (Doença por Coronavírus 19) tornou-se motivo de preocupação para a população global, dada sua complexidade, altas taxas de transmissão e morbimortalidade (Nunes, et al., 2022).

A apresentação clínica da Covid-19 abrange um espectro variado de sintomas devido seu caráter multissistêmico (Nunes, et al., 2022). Entretanto, após diversos mapeamentos, pôde-se inferir que a evolução da doença ocorre em fases, começando pela infecção das vias aéreas superiores com sintomas gripais como febre, coriza, mal estar e dores generalizadas. Posteriormente, ocorrem quadros de desconforto respiratório em razão da pneumonia causada pelo vírus, associada a resposta hiperinflamatória que desencadeia altos níveis de citocinas no organismo como tentativa de combater a infecção viral. Por fim, o paciente pode sofrer múltiplas descompensações e não resistir, ou apresentar melhora e recuperação progressiva (Lima, et al., 2022).

No entanto, os desafios dos profissionais de saúde no enfrentamento à pandemia vão além da fase aguda da infecção,

pois mesmo diante do avanço no tratamento e maior sobrevida dos pacientes, a comunidade científica ainda busca esclarecer as complicações e sequelas da doença (Batista, et al., 2022). Até então, com base no monitoramento a longo prazo, sabe-se que sintomas como fadiga, dispneia, perda do condicionamento aeróbico e massa muscular são manifestações tardias comuns da Covid-19 e podem ocorrer mesmo nos pacientes acometidos pela forma leve da enfermidade (Nunes, et al., 2022; Silva, et al., 2022).

A assistência ao paciente infectado por SARS-Cov-2 perpassa por diferentes níveis de complexidade de acordo com o quadro clínico. E dentre os profissionais inseridos na equipe de atendimento às vítimas de Covid-19 está o fisioterapeuta, que desempenha importante função não só na fase aguda e no ambiente hospitalar, mas também nas intervenções necessárias durante a fase tardia a nível ambulatorial (Nunes, et al., 2022; Batista, et al., 2022). Neste contexto, técnicas de ventilação não invasiva (VNI), cinesioterapia e exercícios respiratórios apresentam-se como opções de recursos fisioterapêuticos promissores no tratamento e prevenção de sintomas cardiopulmonares remanescentes (Quixaba, et al., 2022; Tozato, et al., 2021; Raposo & Sousa, 2020).

Tendo em vista que apesar da relevância, ainda são escassas as pesquisas sobre a utilização de recursos fisioterapêuticos na reabilitação pós-Covid-19, o presente estudo objetivou investigar as repercussões imediatas de técnicas de fisioterapia respiratória realizadas através de uma sessão em pacientes com histórico de Covid-19 no interior da Amazônia.

2. Metodologia

Trata-se de um estudo experimental randomizado, de abordagem quantitativa, que consiste em coletar de dados sobre os fenômenos em estudo, interpretá-los com auxílio de métodos estatísticos para posteriormente discuti-los (Nedel & Silveira, 2016; Pereira, et al., 2018).

O local da pesquisa foi o ambulatório de fisioterapia da Universidade do Estado do Pará (UEPA), em Santarém – Pará, entre os meses de janeiro e novembro de 2021. O projeto de pesquisa foi devidamente submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Estado do Pará (Campus XII), CAAE 38419420.5.000.5168. E em respeito aos protocolos éticos, todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Participaram da pesquisa 76 adultos com confirmação de síndrome pós-Covid-19. Os critérios de inclusão foram indivíduos de ambos os sexos, com idade igual ou superior a 18 anos, sem dependência farmacológica nos últimos 30 dias e que tenham histórico progresso de infecção por SARS-Cov-2. Já os critérios de exclusão foram desconforto claustrofóbico, instabilidade hemodinâmica, rebaixamento do nível de consciência, trauma ou deformidade facial, dificuldade de deambulação ou quadros patológicos que alterem a interpretação de comandos e a marcha, angina instável, hipertensão arterial sistêmica (HAS), taquicardia e oximetria com medida instável. Os voluntários incluídos na pesquisa foram randomizados em quatro grupos, sendo um grupo controle e três experimentais.

Grupo controle (GC): 19 voluntários com histórico de infecção pelo Covid-19 realizaram a avaliação inicial (pré-teste) das seguintes variáveis: força muscular respiratória através da manovacuometria, distância percorrida pelo teste de caminhada de seis minutos (TC6M) e desgaste e cansaço através da escala de Borg para dispnéia, além da verificação dos sinais vitais antes e após cada procedimento. Como trata-se de um grupo controle, nenhuma intervenção fisioterapêutica foi realizada e após um lapso temporal de 45 minutos houve reavaliação (pós-teste). Posteriormente, os voluntários foram referenciados ao atendimento de fisioterapia cardiorrespiratória promovido pelo estágio da UEPA – Santarém para continuidade da reabilitação.

Grupo experimental 1 (GE-1): 19 participantes realizaram a manovacuometria (pré e pós), o TC6M (pré e pós) e foram verificados os escores da escala de Borg para dispneia referidos pelo participante, além dos sinais vitais antes e após cada procedimento. Os voluntários realizaram uma sessão de fisioterapia respiratória através da VNI, na modalidade CPAP,

por 45 minutos de forma contínua. O tempo foi dividido em orientação sobre o procedimento, em avaliação prévia, intervenção fisioterapêutica e avaliação posterior, totalizando, aproximadamente, uma hora por participante.

Grupo experimental 2 (GE-2): 19 participantes realizaram a manovacuometria (pré e pós), o TC6M (pré e pós) e a escala de Borg para dispneia (pré e pós), também foram verificados os sinais vitais antes e após cada procedimento. Os voluntários realizaram uma sessão de cinesioterapia respiratória, na qual a técnica de VNI é associada a uma atividade aeróbica. Neste caso, utilizou-se o cicloergômetro por 10 minutos de acordo com as Diretrizes de Mobilização Precoce em Unidade de Terapia Intensiva (2019), respeitando parâmetros de segurança para o voluntário tais como $SpO_2 > 92\%$ e condicionamento físico com frequência cardíaca reserva entre 50% a 60%. Sendo assim, o tempo foi dividido em três fases: a) orientações e avaliação; b) intervenção: VNI por 20 minutos na forma contínua + VNI associado ao cicloergômetro por 10 min + VNI na forma contínua até completar 45 minutos, o tempo total de atendimento; c) reavaliação.

Grupo experimental 3 (GE-3): 19 participantes realizaram a manovacuometria (pré e pós), o TC6M (pré e pós) e a escala de Borg para dispneia (pré e pós), também foram verificados os sinais vitais antes e após cada procedimento. Os voluntários realizaram uma sessão de VNI associada a exercícios respiratórios conforme descrito a seguir:

- a) Ajustou-se cuidadosamente a máscara de VNI no modo CPAP junto à face do voluntário, evitando vazamento ou escape de ar, a técnica começava com dez incursões respiratórias de maneira contínua;
- b) Retirou-se a máscara de VNI, e foram contados, dez incursões respiratórias sem intervenção fisioterapêuticas;
- c) Aplicou-se a máscara de VNI no modo CPAP junto à face do voluntário, evitando vazamento ou escape de ar, em seguida, houve o comando para realização de 10 inspirações sustentadas;
- d) Retirou-se a máscara de VNI, e foram contados, dez incursões respiratórias sem intervenção fisioterapêutica;
- e) Aplicou-se a máscara de VNI no modo CPAP junto à face do voluntário, evitando vazamento ou escape de ar, em seguida, houve o comando para realização de 10 incursões respiratórias de modo fracionado.

Repetiu-se os passos na ordem b, c, d, e; e conclui-se com mais dez incursões respiratórias de forma contínua. Após a sessão de fisioterapia respiratória (CPAP e exercícios respiratórios), o voluntário descansou por 5 minutos adicionais para aplicar novamente a manovacuometria, o TC6M e a escala de Borg para dispneia, e foram verificados os sinais vitais antes e após o procedimento. O tempo foi dividido em orientação sobre o procedimento, avaliação prévia, intervenção fisioterapêutica e avaliação posterior, totalizando aproximadamente uma hora por participante.

Os dados obtidos foram previamente analisados e tabulados no programa Microsoft Excel Office 2019 (Windows), em seguida, transferidos para o aplicativo Bioestat 9.0, para posterior análise e associação entre as variáveis encontradas no estudo. Foram elaborados tabelas e gráficos para apresentação dos resultados relevantes da pesquisa. No que diz respeito à avaliação quantitativa, os dados coletados foram tratados a partir de procedimentos estatísticos e porcentagem compreendendo medidas de tendência central e de dispersão (média, moda, mediana, desvio padrão) de acordo com suas especificidades. Posteriormente, a avaliação, interpretação e correlação/comparação das informações coletadas foi realizada a discussão dos resultados com outros estudos presentes na literatura.

3. Resultados e Discussão

Um total de 76 indivíduos foram incluídos neste estudo, sendo 46 mulheres (60,53%) e 30 homens (39,47%). Quanto à faixa etária predominante, apesar de tanto a média geral quanto a média específica de todos os grupos estarem próximas aos 40 anos, 30,26% dos participantes encontravam-se entre 18 a 28 anos, revelando número importante de adultos jovens acometidos por sequelas do Covid-19. Ademais, o desvio padrão indica uma heterogeneidade na amostra, que foi constituída por indivíduos de idades variadas. O índice de massa corpórea (IMC) de 40,79% da amostra foi de 25 a $< 30 \text{ kg/m}^2$, o que demonstrou prevalência de pessoas com sobrepeso. No que se refere aos sinais vitais e pontuação da escala de Borg, não

houveram variações significativas, indicando estabilidade dos participantes durante toda avaliação e intervenção. A Tabela 1 apresenta em detalhes os dados sociodemográficos e antropométricos da amostra.

Tabela 1 - Dados demográficos e antropométricos dos participantes.

VARIÁVEIS	GC (N= 19)	G1 (N= 19)	G2 (N= 19)	G3 (N= 19)	TOTAL (N= 76)
SEXO MASCULINO (N)	7	7	8	8	30
SEXO FEMININO (N)	12	12	11	11	46
IDADE (MÉDIA-ANOS/ \pm)	40,37 \pm 14,92	40.79 \pm 15,53	43.11 \pm 17,17	39.32 \pm 17,12	40,89 \pm 15,95
IMC (MÉDIA / \pm)	27,20 \pm 3,45	27,66 \pm 4,09	26,78 \pm 3,28	27,70 \pm 5,43	27,34 \pm 4,08

GC: grupo controle; G1: Ventilação não invasiva (VNI), na modalidade CPAP, por 45 minutos de forma contínua; G2: VNI (CPAP) com cicloergômetro, G3: exercícios respiratórios associados a VNI (CPAP); \pm : desvio padrão; IMC: Índice de massa corporal; n: número de participantes. Fonte: Próprios autores (2022).

A predominância do sexo feminino na amostra do presente estudo corrobora com achados da pesquisa realizada por Jimeno-Almazán, et al. (2022) que, assim como esta, aborda possíveis tratamentos para pacientes com sequelas remanescentes da infecção por Sars-Cov-2, apesar de levantamentos epidemiológicos evidenciarem que a maioria dos indivíduos acometidos pela Covid-19 são homens (Megiorni, et al., 2021; Gao, et al., 2021).

Segundo Megiorni, et al. (2021), uma provável explicação para esse paradoxo é o fato de que sexo e gênero são conceitos diferentes, visto que o sexo biológico compreende o conjunto de características anatômicas e fisiológicas determinantes na resposta imunológica perante a infecção. Nesse contexto, acredita-se que, dentre outros fatores, os hormônios femininos podem estimular uma reação mais enérgica contra o patógeno, diminuindo as chances de transmissão e desenvolvimento da forma severa da doença. Porém, embora essa estratégia busque ser resolutiva na fase aguda, pode se tornar exacerbada e acarretar prolongamento dos sintomas e prejuízos funcionais a longo prazo (Bai, et al., 2021).

Em contrapartida, o gênero abrange comportamentos construídos em meio ao contexto social no qual o indivíduo está inserido, influenciando assim na forma como ele se comporta durante o processo de adoecimento. Diante disso, pode-se observar que mulheres geralmente são mais atentas ao seu próprio estado de saúde e têm o hábito de buscar atendimento para solucionar o distúrbio causador dos sintomas que estejam apresentando (Megiorni, et al., 2021; Aksoyalp & Nemutlu-Samur, 2021).

Quanto à idade, inicialmente acreditava-se que a população idosa era a mais acometida pela pandemia, devido os efeitos deletérios da senescência, como a atenuação do sistema imunológico, além do processo senil prevalente durante essa fase. Atualmente, entretanto, a incidência de casos de Covid-19 está se expandindo para faixas etárias cada vez mais jovens em razão de outros fatores como maior exposição a aglomerações e hábitos de vida não saudáveis (Guimarães, et al., 2021; Gao, et al., 2021). Sendo assim, pode-se considerar que o alto número de participantes mais jovens referido na tabela 1 reflete essa tendência. A média do índice de massa corporal encontrada pela presente pesquisa é bastante aproximada à referida no estudo de Nopp et al. (2022), cuja amostra era composta por indivíduos acometidos pela forma longa da Covid-19.

O IMC é um parâmetro frequentemente mencionado pelos estudos como um dos preditores de risco para evolução crítica da infecção por Sars-Cov-2, pois apesar de não haver consenso absoluto entre os autores, observou-se que pacientes não somente com obesidade, mas também sobrepeso estão suscetíveis a complicações e sequelas remanescentes, visto que o acúmulo exacerbado de gordura é comumente associado a maus hábitos alimentares e sedentarismo, que resultam em baixa imunidade por carência nutricional e condicionamento cardiopulmonar reduzido mesmo antes da Covid-19. Ademais, o teor elevado de gordura retido nos adipócitos desencadeia produção de substâncias pró inflamatórias e, uma vez infectado, as

chances de o paciente desenvolver algum nível de comprometimento cardiopulmonar aumentam significativamente. Isso sem falar no fato de que o IMC também pode interferir negativamente na mecânica respiratória, em função das forças compressivas que a gordura em excesso pode exercer sobre a caixa torácica (Gao, et al., 2021).

A seguir, a Tabela 2 ilustra os resultados concernentes à pressão inspiratória e expiratória máxima (Pimáx e Pemáx) obtidas por meio da manovacuometria, além dos valores resultantes do TC6M. Pode-se observar que, dentre as variáveis mensuradas pela manovacuometria, somente o valor da Pimáx, referente ao G1, indicou significância estatística. Quanto a Pemáx, apesar de demonstrar aumento após as intervenções, obteve valores de $p > 0,05$, logo, sem significância estatística. Já em relação ao TC6M, os três grupos de intervenção evidenciaram resultado positivo e significativo, com destaque para G2 (0,0001), seguido de G3 (0,0001) e G1 (G1: 0,0048), respectivamente.

Tabela 2 - Resultados do GC; G1; G2; G3 antes e após intervenção avaliados pelas Pressões inspiratórias (PIMAX) e expiratórias (PEMAX) máximas e o teste de caminhada de 6 minutos (TC6M).

	GC	G1	G2	G3
PIMAX PRÉ	88,23 ±30,68	85,40± 40,70	75,22±27,42	98,92±935,81
PIMAX PÓS	90,32 ± 33,62	98,21± 41,18	79,43± 37,04	104,54±43,86
P	0,98	0,001	0,09	0,09
PEMAX PRÉ	76,30 ± 21,7	70,83±34,42	74,17±32,64	82,43±28,42
PEMAX PÓS	75,73±25,59	75,76±32,62	78,03±39,24	93,32±38,52
P	>0,99	0,06	>0,99	0,62
TC6M PRÉ	451,35±67,55	448,48±48	422,12±54,33	441,23±39,02
TC6M PÓS	452,78±70,55	474,81±52,58	466,72±54,56	475,74±44,74
P	0,99	0,0048	< 0,0001	0,0001

GC grupo controle; G1: Ventilação não invasiva (VNI), na modalidade CPAP, de forma contínua; G2: VNI + cicloergômetro, G3: exercícios respiratórios associados a VNI (CPAP); ±: desvio padrão; PIMAX: pressão inspiratória máxima; PEMAX: pressão expiratória máxima; TC6M: teste de caminhada de 6 minutos; $p < 0,5$. Fonte: Próprios autores (2022).

Para compreender as variáveis mencionadas acima e discutir de que forma as intervenções propostas pelo presente estudo repercutem sobre elas, faz-se necessário uma contextualização sobre aspectos fisiopatológicos da Covid-19 e como ela deteriora a força muscular respiratória e capacidade funcional.

À princípio, o vírus invade os pneumócitos tipo II, visto que eles são uma das células portadoras do principal receptor de Sars-Cov-2 – a enzima conversora de angiotensina 2 (ACE 2). Automaticamente, o sistema imunológico é acionado, liberando uma cascata de reações mediadas por células de defesa, quimiocinas e citocinas capazes de induzir a apoptose das células acometidas e posteriormente, ocorre o processo de reparo e cicatrização das lesões pulmonares (Batah & Fabro, 2021).

Diante dessa intrincada resposta inflamatória ao microorganismo, cabe mencionar os danos colaterais inerentes a ela. Resumidamente, durante a fase em que o sistema imunológico tenta conter o patógeno, também chamada de fase exsudativa, ocorre edema intersticial e rompimento da barreira alvéolo-capilar, gerando edema e deposição de fibrina no interior dos alvéolos, os quais, por conta da morte dos pneumócitos II, podem vir a apresentar deficiência de surfactante e posteriormente colapsar, gerando áreas de atelectasia. Em seguida, inicia-se a etapa proliferativa, na qual o organismo tenta reparar as áreas comprometidas. Entretanto, devido a intensa multiplicação de fibroblastos, a cicatrização ocorre através da deposição de material fibroso nos espaços antes ocupados por tecido pulmonar funcional (Batah & Fabro, 2021; Attaway, et al., 2021).

Diante disso, Attaway, et al. (2021) enfatizam que um importante sinal de alerta para risco de dano pulmonar decorrente da infecção por Sars-Cov-2 é a transformação de áreas com atelectasia em áreas fibrosadas, visto que causam distúrbio à mecânica respiratória. Além disso, Batah & Fabro (2021) destacam que além de não se tratar de um processo

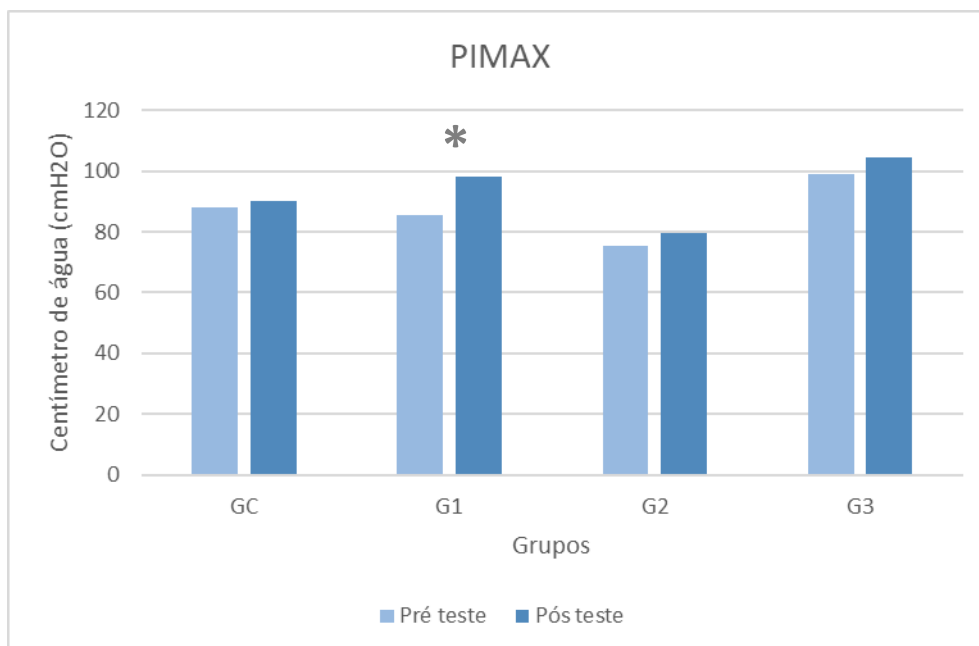
patológico linear, também tende a se desenvolver de forma silenciosa, já que mesmo com dificuldades ventilatórias é comum não apresentar aumento na frequência cardíaca nem dispnéia até que o estágio da doença esteja relativamente avançado.

Estudos sugerem que o mecanismo de perda da força muscular tanto periférica quanto respiratória em pacientes acometidos por Covid-19, geralmente acontece através da liberação de altos níveis de creatina quinase e lactato desidrogenase mediante o processo inflamatório. Além disso, durante a internação em Unidade de Terapia Intensiva (UTI) – especialmente em casos que necessitam de uso de betabloqueadores para realização da ventilação mecânica, sedativos e longos períodos imobilidade no leito – aumentam as probabilidades de complicações que levam a um prognóstico disfuncional (Silva, et al., 2022). Entretanto, fatores de risco para descondicionamento muscular não se limitam ao paciente crítico no ambiente hospitalar, deve-se considerar também o impacto de longos meses em isolamento social, que pode ter induzido a uma rotina mais sedentária, na qual o organismo se tornou cada vez mais suscetível à perda da força muscular respiratória e periférica (Cacau, et al., 2020).

Outro aspecto frequentemente comprometido é a capacidade funcional, também referida como tolerância ao exercício. Supõe-se que fatores como danos na relação ventilação-perfusão, atelectasia e fibrose, possam acarretar déficit no aporte ventilatório essencial ao suprimento das demandas do organismo diante de atividades mais intensas. Desse modo, a troca gasosa ineficiente resulta em baixa oferta de oxigênio e acúmulo de metabólitos. Essa disfunção aciona uma resposta fisiológica de vasoconstrição da musculatura esquelética, na tentativa de redirecionar e resguardar o aporte sanguíneo limitado pelo menos aos órgãos vitais, priorizando-os, já que não há o bastante para irrigar todas as estruturas. Todavia, um paciente nessas condições encontra-se com capacidade funcional significativamente reduzida (Del Corral, 2022).

Para facilitar a visualização da repercussão de cada intervenção, os valores de pré e pós teste já apresentados na Tabela 2, também foram ilustrados através de gráficos. Começando pela manovacuometria, as figuras 1 e 2 retratam os resultados da pressão inspiratória máxima e pressão expiratória máxima, respectivamente, bem como suas respostas após cada tipo de tratamento.

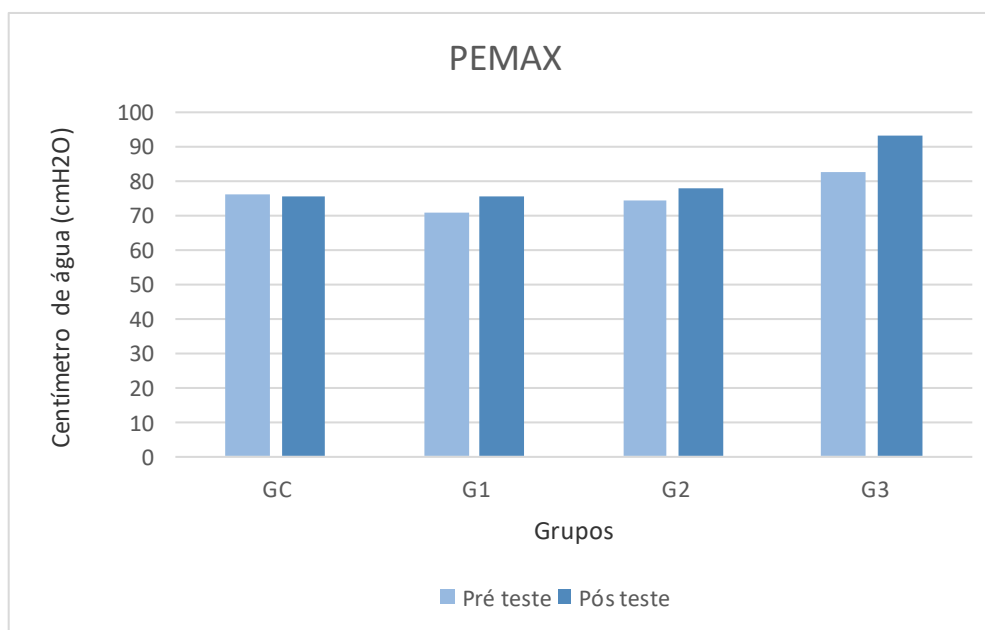
Figura 1 - Comparação em gráficos entre os grupos GC, G1, G2, G3 sobre a pressão inspiratória máxima (Pimáx).



GC: grupo controle; G1: Ventilação não invasiva (VNI), na modalidade CPAP, de forma contínua; G2: VNI + cicloergômetro; G3: exercícios respiratórios associados a VNI (CPAP); PIMAX: pressão inspiratória máxima; *: $p = 0,001$; Fonte: Próprios autores (2022).

A partir da avaliação, verificou-se que a pressão inspiratória máxima obteve melhora no pós-teste de todos os pacientes, até mesmo no grupo controle. Entretanto, o único grupo com valor de p significativo foi o G1, que realizou 45 minutos de VNI na modalidade CPAP contínua. O G3 apresentou a segunda melhor repercussão da intervenção sobre a variável em questão, entretanto, assim como o G2, não obteve $p < 0,05$.

Figura 2 - Comparação em gráficos entre os grupos GC, G1, G2, G3 sobre a pressão expiratória máxima (Pemax).

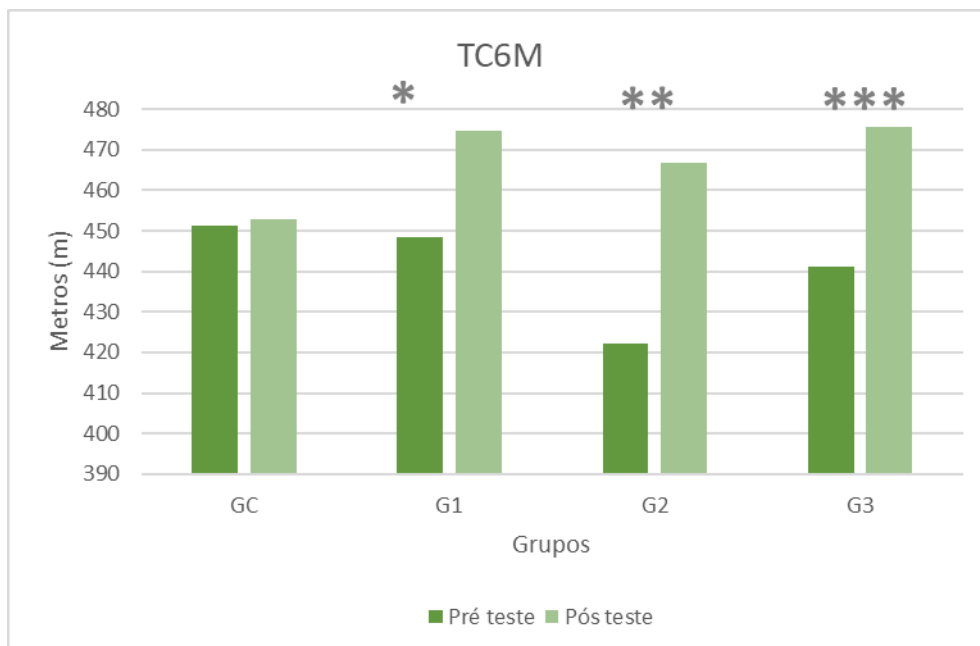


GC: grupo controle; G1: Ventilação não invasiva (VNI), na modalidade CPAP, de forma contínua; G2: VNI + cicloergômetro, G3: exercícios respiratórios associados a VNI (CPAP); PEMAX: pressão expiratória máxima. Fonte: Próprios autores (2022).

Em relação a Pemax, não houve nenhum resultado significativo, mas ao serem analisados, os dados indicam que somente o grupo controle apresentou discreta perda no pós-teste, enquanto os demais demonstraram aumento dos valores obtidos na avaliação após as intervenções. O grupo G3, cuja terapia foi VNI associado aos exercícios respiratórios, obteve a melhora mais expressiva no pós-teste, conforme pode ser notado no gráfico acima. Quanto aos grupos de VNI contínua (G1) e VNI associada a cicloergômetro (G2), estes obtiveram ganhos mais discretos na Pemax, em comparação ao G3.

Os resultados apresentados anteriormente se referem à manovacuometria, método que avalia a função correspondente a força muscular respiratória. Ao verificar os valores de pressões respiratórias máximas de estudos de outros autores, percebe-se um padrão comum de perda geral da força muscular tanto inspiratória quanto expiratória (Ricotta, et al., 2022), mas também, ainda que mais raramente e pouco discutidos, existem trabalhos com valores atípicos, como o caso de Çelik, et al. (2021), que chegou a mencionar a existência de indivíduos da amostra com alterações obstrutivas na função pulmonar ao exame espirométrico. Como já descrito nos resultados, VNI obteve uma boa performance na aquisição de força inspiratória. Segundo Cunha et. al., os efeitos fisiológicos da VNI na modalidade CPAP ajuda a manter as vias aéreas pèrvias através da pressão positiva, assim como auxilia no recrutamento alveolar em áreas com atelectasia.

Figura 3 - Comparação em gráficos entre os grupos GC, G1, G2, G3 sobre a variável do Teste de caminhada de 6 minutos (TC6M).



GC: grupo controle; G1: Ventilação não invasiva (VNI), na modalidade CPAP, de forma contínua; G2: VNI + cicloergômetro, G3: exercícios respiratórios associados a VNI (CPAP); TC6M: teste de caminhada de 6 minutos; *: $p=0,0048$; **: $p < 0,0001$; ***: $p =0,0001$.
Fonte: Próprios autores (2022).

O gráfico acima (Figura 3) apresenta dados referentes à capacidade funcional verificada pelo TC6M. Se comparados os valores do pré e pós-teste de cada grupo experimental (G1, G2, G3), é possível observar a melhora significativa após as intervenções em todos eles, especialmente para G2 (VNI e cicloergômetro) no qual, além de oferecer suporte ventilatório e recrutar as unidades funcionais pulmonares, também estimulam a resistência aeróbica através do cicloergômetro, aumentando atividade mitocondrial oxidativa, irrigação sanguínea dos músculos acionados, otimizando o tempo de recuperação e o limiar de tolerância ao exercício (Hockele, et al., 2022; Alves & Avanzi, 2016).

Conforme ilustrado no gráfico acima, o grupo G3 (VNI e exercícios respiratórios) apresentou o segundo melhor desfecho, acredita-se que os efeitos fisiológicos dos exercícios respiratórios podem potencializar a recuperação, manutenção ou aquisição da capacidade aeróbica de um indivíduo, visto que, a função pulmonar depende tanto de componentes parenquimatosos, recrutáveis através da administração de pressão positiva contínua, quanto de componente muscular, que por sua vez é acionado através de exercícios respiratórios (Del Corralet al., 2022; Hockele et al., 2022).

Quanto ao G1 (VNI contínua), apesar de menor repercussão em relação aos outros, também obteve resultados positivos. Isso pode indicar que a VNI por CPAP pode ser um elemento válido na aquisição da tolerância ao exercício, uma vez que ajuda a ventilar melhor os pulmões e consequentemente beneficiar a capacidade aeróbica através de uma melhor oxigenação dos tecidos do corpo todo, evitando sobrecarga cardíaca (Alves & Avanzi, 2016).

Tabela 3 - Comparação dos resultados do grupo GC com os grupos G1, G2, G3.

	GC (N: 19)	G1 (N: 19)	G2 (N: 19)	G3 (N: 19)
PIMAX PRÉ	88,23	85,40	75,22	98,92
PIMAX PÓS	90,32	98,21	79,43	104,54
DIFERENÇA	2,09	12,80	4,21	5,62
P		0,92	0,08	0,14
PEMAX PRÉ	76,30	70,83	74,17	82,43
PEMAX PÓS	75,73	75,76	78,03	93,32
DIFERENÇA	-0,57	4,93	5,89	10,88
P		0,7	>0,9	0,43
TC6 PRÉ	451,35	448,48	422,12	441,23
TC6 PÓS	452,78	474,81	466,72	475,74
DIFERENÇA	1,43	26,33	44,6	34,51
P		0,81	0,96	0,95

GC: grupo controle; G1: Ventilação não invasiva (VNI), na modalidade CPAP, de forma contínua; G2: VNI (CPAP) com cicloergômetro, G3: exercícios respiratórios associados a VNI (CPAP); \pm : desvio padrão; PIMAX: pressão inspiratória máxima; PEMAX: pressão expiratória máxima; TC6: teste de caminhada de 6 minutos; $p < 0,5$; n: número de participantes. Fonte: Próprios autores (2022).

Quando comparados ao grupo controle (CG), os grupos de intervenção (G1; G2; G3) não conseguiram obter diferença significativa na análise estatística da força muscular respiratória (Pimax e Pemax) e condicionamento aeróbico (TC6M) mediante uma única sessão. Entretanto, se forem considerados os resultados anteriormente apresentados, nos quais os valores do pré e pós-teste de cada grupo são analisados individualmente e demonstram repercussões consistentes, pode-se inferir que essas técnicas têm potencial para reabilitar, contudo, seus efeitos requerem mais sessões para alcançar efeitos com significância estatística, como diversos estudos cujo o objetivo é reabilitar pacientes convalescentes da Covid-19 (Hockele et al., 2022; Nopp et al., 2022; da Costa, et al., 2022; Del Corralet al., 2022).

Dentre as limitações deste estudo, destaca-se ao número e heterogeneidade da amostra, visto que cada variável analisada após as intervenções pode sofrer influência de fatores como idade, sexo, comorbidades, história clínica do Sars-Cov-2, se houve internação, uso de ventilação mecânica e hábitos de vida.

4. Considerações Finais

Os resultados do presente estudo demonstraram que as técnicas utilizadas obtiveram repercussões imediatas e positivas mediante apenas uma sessão. Segundo os dados estatísticos, pode-se inferir que a VNI contínua tem capacidade de melhorar a Pimax, sendo indicada para pacientes com perda de complacência e força muscular inspiratória. A VNI associada ao cicloergômetro, oferecem suporte ventilatório enquanto estimulam o ganho de condicionamento aeróbico para pacientes com baixa tolerância a exercício. Já a VNI intermitente associada a exercícios respiratórios, demonstra-se como um recurso terapêutico alternativo para pacientes que apresentem algum desconforto ao uso contínuo da VNI, como claustrofobia e ansiedade. Entretanto, apesar de boa repercussão, sabe-se que para alcançar os objetivos terapêuticos, é necessário um maior número de sessões de acordo com o quadro clínico do paciente. Dentre as limitações deste estudo, destaca-se ao número e heterogeneidade da amostra, visto que cada variável analisada após as intervenções pode sofrer influência de fatores como idade, sexo, comorbidades, história clínica do Sars-Cov-2, histórico de internação, uso de ventilação mecânica e hábitos de

vida. Por fim, incentiva-se a realização de novas pesquisas que abordem as repercussões de técnicas de fisioterapia respiratória em pacientes com histórico de Covid-19, de modo a investigar os efeitos das intervenções em populações específicas, e assim aprofundar a discussão sobre o tema.

Referências

- Aksoyalp, Z. Ş., & Nemutlu-Samur, D. (2021). Sex-related susceptibility in coronavirus disease 2019 (COVID-19): Proposed mechanisms. *European journal of pharmacology*, 912, 174548. <https://doi.org/10.1016/j.ejphar.2021.174548>.
- Alves, V. L. D. S., & Avanzi, O. (2016). Respiratory muscle strength in idiopathic scoliosis after training program. *Acta ortopedica brasileira*, 24(6), 296–299. <https://doi.org/10.1590/1413-785220162406120752>
- Aquim, E. E., Bernardo, W. M., Buzzini, R. F., Azeredo, N. S. G. D., Cunha, L. S. D., Damasceno, M. C. P., ... & Verona, C. (2020). Diretrizes brasileiras de mobilização precoce em unidade de terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 31, 434-443.
- Attaway, A. H., Scheraga, R. G., Bhimraj, A., Biehl, M., & Hatipoğlu, U. (2021). Severe covid-19 pneumonia: pathogenesis and clinical management. *BMJ (Clinical research ed.)*, 372, n436. <https://doi.org/10.1136/bmj.n436>.
- Avelino, J. K. A., Pinto, A. C. M., de Lima, C. B. V., de Sousa Roberto, S. V., & de Moura, M. D. F. L. (2022). Manifestações orais e COVID-19: uma revisão de literatura. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (13), e42111334976-e42111334976.
- Bai, F., Tomasoni, D., Falcinella, C., Barbanotti, D., Castoldi, R., Mulè, G., Augello, M., Mondatore, D., Allegrini, M., Cona, A., Tesoro, D., Tagliaferri, G., Viganò, O., Suardi, E., Tincati, C., Beringheli, T., Varisco, B., Battistini, C. L., Piscopo, K., Vegni, E., ... Monforte, A. D. (2022). Female gender is associated with long COVID syndrome: a prospective cohort study. *Clinical microbiology and infection: the official publication of the European Society of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 28(4), 611.e9–611.e16. <https://doi.org/10.1016/j.cmi.2021.11.002>
- Batah, SS, & Fabro, AT (2021). Patologia pulmonar da SDR em COVID-19: Uma revisão patológica para médicos. *Medicina respiratória*, 176, 106239. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2020.106239>.
- Batista, A. R., Mendes, D. S., de Lima, F. A., da Silva, G. G., Marcate, T. B., & Boaretto, F. R. F. (2022). Protocolo de reabilitação da síndrome pós-COVID-19 na atenção primária. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (13), e342111335400-e342111335400.
- Cacau, L. D. A. P., Mesquita, R., Furlanetto, K. C., Borges, D. L. S., Forgiarini Junior, L. A., Maldaner, V., Souza, Y. D., Cipriano Júnior, G., Carvalho, C., Nogueira, I. C., Tomazi, L., & Karsten, M. (2020). Avaliação e intervenção para a reabilitação cardiopulmonar de pacientes recuperados da COVID-19. *ASSOBRAFIR Ciência*, 11(Sup11), 183. <https://doi.org/10.47066/2177-9333.ac20.covid19.018>.
- Çelik, Z., Güzel, N. A., Kafa, N., & Köktürk, N. (2022). Respiratory muscle strength in volleyball players suffered from COVID-19. *Irish journal of medical science*, 191(5), 1959–1965. <https://doi.org/10.1007/s11845-021-02849-z>.
- da Costa, CAJ, Ferreira, WX, Veríssimo, ADOL, da Costa Torres, D., Ribeiro, BC, & de Figueiredo, TS (2021). Efeitos da Reabilitação Cardiopulmonar em Paciente com Artrite Reumatóide e Pós Co-infecção por Tuberculose Pulmonar e COVID-19: Um estudo de caso. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 10 (8), e38510816860-e38510816860.
- Cunha, V. C. F. A Utilização do CPAP (Pressão Positiva Contínua nas Vias Aéreas) em Neonatos Pela Fisioterapia Como Manobra Respiratória e suas Complicações.
- Del Corral, T., Garrido, R. F., Plaza-Manzano, G., Fernández-de-Las-Peñas, C., Navarro-Santana, M., & López-de-Uralde-Villanueva, I. (2022). Home-based respiratory muscle training on quality of life and exercise tolerance in long-term post-COVID-19: Randomized controlled trial. *Annals of physical and rehabilitation medicine*, 101709. Advance online publication. <https://doi.org/10.1016/j.rehab.2022.101709>.
- Gao, M., Piernas, C., Astbury, N. M., Hippisley-Cox, J., O’Rahilly, S., Aveyard, P., & Jebb, S. A. (2021). Associations between body-mass index and COVID-19 severity in 6.9 million people in England: a prospective, community-based, cohort study. *The lancet. Diabetes & endocrinology*, 9(6), 350–359. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(21\)00089-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(21)00089-9).
- Geraldo, A., & Martinello, F. (2020). A relação entre o sistema sanguíneo ABO e a COVID-19: uma revisão sistemática. *RBAC*, 52(2), 143-8.
- Guimarães, R. M., Portela, M. C., Villela, D. A. M., Correa Matta, G., & de Freitas, C. M. (2021). Younger Brazilians hit by COVID-19 - What are the implications? *Lancet Regional Health. Americas*, 1, 100014. <https://doi.org/10.1016/j.lana.2021.100014>.
- Hockele, L. F., Sachet Affonso, J. V., Rossi, D., & Eibel, B. (2022). Pulmonary and Functional Rehabilitation Improves Functional Capacity, Pulmonary Function and Respiratory Muscle Strength in Post COVID-19 Patients: Pilot Clinical Trial. *International journal of environmental research and public health*, 19(22), 14899. <https://doi.org/10.3390/ijerph192214899>.
- Jimeno-Almazán, A., Franco-López, F., Buendía-Romero, Á., Martínez-Cava, A., Sánchez-Agar, J. A., Sánchez-Alcaraz Martínez, B. J., Courel-Ibáñez, J., & Pallarés, J. G. (2022). Rehabilitation for post-COVID-19 condition through a supervised exercise intervention: A randomized controlled trial. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 32(12), 1791–1801. <https://doi.org/10.1111/sms.14240>.
- Lima, B. C. M., Santos, A. A., Rosa, V. O., Junior, I. J. X., de Lima, C. R., Cardoso, R. S., & da Silva, G.B. (2021). COVID-19. *Brazilian Journal of Development*, 7(11), 107710-107722.
- Megiorni, F., Pontecorvi, P., Gerini, G., Anastasiadou, E., Marchese, C., & Ceccarelli, S. (2021). Sex-Related Factors in Cardiovascular Complications Associated to COVID-19. *Biomolecules*, 12(1), 21. <https://doi.org/10.3390/biom12010021>.

- Nedel, W. L., & Silveira, F. D. (2016). Os diferentes delineamentos de pesquisa e suas particularidades na terapia intensiva. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 28, 256-260.
- Nogueira, T. L., da Silva, S. D. A., da Silva, L. H., Leite, M. V. S., da Rocha, J. F. A., & Andreza, R. S. (2021). Pós covid-19: as sequelas deixadas pelo Sars-Cov-2 e o impacto na vida das pessoas acometidas. *Archives of Health*, 2(3), 457-471.
- Nopp, S., Moik, F., Klok, F. A., Gattinger, D., Petrovic, M., Vonbank, K., Koczulla, A. R., Ay, C., & Zwick, R. H. (2022). Outpatient Pulmonary Rehabilitation in Patients with Long COVID Improves Exercise Capacity, Functional Status, Dyspnea, Fatigue, and Quality of Life. *Respiration; international review of thoracic diseases*, 101(6), 593–601. <https://doi.org/10.1159/000522118>.
- Nunes, M. C., Alves, O. N., de Santana, L. C., & Nunes, L. T. D (2022). Síndrome da COVID longa: uma revisão integrativa. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (13), e572111335990-e572111335990.
- Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica.
- Quixaba, V. M. S., da Silva, K. C. C., & Gardenghi, G. (2022). O Fisioterapeuta conhecendo o momento ideal de iniciar a VNI e quando saber se fracassou a intervenção no Covid-19?. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (4), e2411426809-e2411426809.
- Raposo, P., & Sousa, L. M. M. (2020). Intervenção do enfermeiro especialista em reabilitação na dispneia da pessoa com COVID-19: Relato de Caso. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, 3(Sup 2), 5-15.
- Ricotta, ACG, Nunes, GB, de Almeida, AF, Gonzaga, FMG, Licurci, MDGB, & Nogueira, DV (2022). Efeitos pós-Covid na mecânica respiratória, função pulmonar, resposta ao exercício físico e qualidade de vida. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (15), e324111537053-e324111537053.
- Silva, B. S., Sousa, F. V. V., Leite, L. A. R., Marinho, D. F., Ribeiro, A. P. L., de Sousa, E. S., Reis, J. M. F., Silva, L. M. S., Vinhote, P. A. C., & Paiva, C. E. A. (2022). A importância da atuação da fisioterapia na reabilitação de pacientes pós-infecção por COVID-19 em um ambulatório no interior da Amazônia: um relato de experiência. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 11 (12), e371111234545-e371111234545.
- Silva, H. B. de M. M. e, Santos, D. M. de O., Soares, L. O., Cacau, L. de A. P., & Costa, A. C. S. de M. (2022). Análise do perfil de pacientes pós-COVID-19: um estudo de correlação entre força muscular respiratória e força muscular periférica. *ASSOBRAFIR Ciência*, 13, e44656. <https://doi.org/10.47066/2177-9333.ac.2020.0038>.
- Tozato, C., Ferreira, B. F. C., Dalavina, J. P., Molinari, C. V., & Alves, V. L. D. S. (2021). Reabilitação cardiopulmonar em pacientes pós-COVID-19: série de casos. *Revista Brasileira de Terapia Intensiva*, 33(1), 167-171.