

**UNIVERSIDADE NOVE DE JULHO PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO**

MICHELE LACERDA DE ANDRADE

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO POR
APLICATIVO NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM
COVID-LONGA- ENSAIO CLÍNICO, RANDOMIZADO E CEGO**

São Paulo, SP

2025

MICHELE LACERDA DE ANDRADE

**EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FISICO POR
APLICATIVO NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM
COVID-LONGA- ENSAIO CLÍNICO, RANDOMIZADO E CEGO**

Tese

apresentada ao Programa de Doutorado e
Mestrado em Ciências da Reabilitação da
Universidade Nove de Julho como requisito para obtenção
do título de Doutor (a) em Ciências da Reabilitação

Orientador: Prof. Dra. Fernanda Ishida Corrêa.

Co-orientador: Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti Dias

São Paulo, SP

2025

FICHA CATALOGRÁFICA

Andrade, Michele Lacerda de.

Efeitos de um programa de treinamento físico por aplicativo na capacidade funcional de indivíduos com covid-longa-ensaio clínico, randomizado e cego. / Michele Lacerda de Andrade. 2025.

95 f.

Tese (Doutorado) - Universidade Nove de Julho - UNINOVE, São Paulo, 2025.

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Fernanda Ishida Corrêa.

1. COVID-longa. 2. Treinamento físico. 3. Tecnologias. 4. Capacidade funcional. 5. Validação. 6. Vinculação.

I. Corrêa, Fernanda Ishida.

II. Título.

CDU 615.8

São Paulo, 17 de junho de 2025.

TERMO DE APROVAÇÃO

Aluno(a): **MICHELE LACERDA DE ANDRADE**

Título da Tese: **"EFEITOS DE UM PROGRAMA DE TREINAMENTO FÍSICO POR APLICATIVO NA CAPACIDADE FUNCIONAL DE INDIVÍDUOS COM COVID LONGA- ENSAIO CLÍNICO, RANDOMIZADO E CEGO"**

Documento assinado digitalmente
 **FERNANDA ISHIDA CORREIA**
Data: 23/06/2025 11:05:17-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Presidente: PROF(A). DR(A). FERNANDA ISHIDA CORRÊA _____

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA MARIA MALOSA SAMPAIO JORGE**
Data: 23/06/2025 10:46:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro: PROF(A). DR(A). LUCIANA MARIA MALOSÁ SAMPAIO JORGE _____

Documento assinado digitalmente
 **RODRIGO SUDATTI DELEVATTI**
Data: 18/06/2025 15:23:17-0300
CPF: ***.424.240-**
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Membro: PROF(A). DR(A). RODRIGO SUDATTI DELEVATTI _____

RESUMO

Introdução: A COVID-longa constitui uma condição de saúde caracterizada por sintomas multissistêmicos, destacando-se a fadiga e a dispneia, as quais podem reduzir a capacidade funcional dos indivíduos afetados. A prática de exercício físico tem sido reconhecida como uma estratégia eficaz para a melhora da capacidade funcional, contudo, a adesão a essa prática permanece limitada devido a fatores como a escassez de tempo e dificuldades de acesso às atividades presenciais. Nesse contexto, torna-se relevante inovar os métodos de reabilitação, incorporando recursos tecnológicos, como aplicativos de exercícios para dispositivos móveis. Assim, o **objetivo** deste estudo foi avaliar o efeito do treinamento físico realizado por meio de um aplicativo de celular na capacidade funcional de indivíduos acometidos por COVID-longa. **Metodologia:** Trata-se de um ensaio clínico, controlado, randomizado e cego envolvendo 31 indivíduos com COVID-longa com queixas de fadiga e dispneia. Os participantes foram distribuídos aleatoriamente em dois grupos: o grupo Controle recebeu uma cartilha com recomendações de atividades físicas baseadas nas diretrizes do Ministério da Saúde, e o grupo Experimental realizou o treinamento físico por meio do aplicativo Recovery App. No aplicativo, os participantes realizaram exercícios físicos, três vezes por semana, durante 12 semanas, totalizando 36 sessões de aproximadamente 40 minutos cada. Os participantes do grupo Controle realizaram os exercícios na mesma frequência do grupo Experimental. A avaliação da capacidade funcional foi conduzida antes e após o período de intervenção utilizando os testes da Caminhada de Seis Minutos (TC6), teste de Sentar e Levantar e do Teste de atividade de vida diária Glittre (AVD Glittre). Além disso, foram aplicados questionários específicos para avaliar os níveis de fadiga, dispneia, Escala de Estado Funcional Pós-COVID-19 (PCFS- do inglês *Post-COVID-19 Functional Status*) e Escala de Adesão ao Exercício dos Participantes. **Resultados:** Houve melhoras significativas na execução dos testes AVD Glittre (pré 237 segundos para o pós 217 segundos) e Sentar e levantar (pré 18 subidas para o pós 20 subidas), no entanto, não houve melhora significativa na distância percorrida no TC6 (pré 454 metros para o pós 468 metros) e nos questionários de fadiga, dispneia, PCFS e adesão ao exercício, no grupo Experimental. **Conclusão:** O programa de exercícios por aplicativo promoveu melhoras funcionais em atividades de vida diária e força muscular. A baixa adesão pode ter limitado os efeitos da intervenção.

Palavras Chaves: COVID-longa; Treinamento Físico; Tecnologias; Capacidade funcional

Abstract:

Introduction: Long COVID is a health condition characterized by multisystemic symptoms, notably fatigue and dyspnea, which may lead to a reduction in the functional capacity of affected individuals. Physical exercise has been recognized as an effective strategy to improve functional capacity; however, adherence to this practice remains limited due to factors such as lack of time and difficulties accessing in-person activities. In this context, it becomes relevant to innovate rehabilitation methods by incorporating technological tools, such as mobile exercise applications. Thus, the aim of this study is to evaluate the effect of physical training delivered through a mobile app on the functional capacity of individuals affected by long COVID. **Methodology:** This is a randomized, controlled, and blinded clinical trial involving 31 individuals with long COVID reporting fatigue and dyspnea. Participants were randomly assigned to two groups: the Control group received a booklet with physical activity recommendations based on the guidelines of the Brazilian Ministry of Health, and the Experimental group underwent physical training through the *Recovery App*. Using the app, participants performed physical exercises three times per week for 12 weeks, totaling 36 sessions of approximately 40 minutes each. Control group participants performed the exercises with the same frequency as the experimental group. Functional capacity was assessed before and after the intervention period using the Six-Minute Walk Test (6MWT), the Sit-to-Stand Test, and the Glittre Activities of Daily Living test (Glittre ADL test). In addition, specific questionnaires were applied to assess levels of fatigue, dyspnea, the Post-COVID-19 Functional Status Scale (PCFS), and exercise adherence. **Results:** There were significant improvements in the performance of the Glittre ADL test (from 237 seconds pre-intervention to 217 seconds post-intervention) and the Sit-to-Stand test (from 18 repetitions pre-intervention to 20 repetitions post-intervention). However, there was no significant improvement in the distance covered in the 6-Minute Walk Test (from 454 meters pre-intervention to 468 meters post-intervention) or in the fatigue, dyspnea, PCFS, and exercise adherence questionnaires in the Experimental group.

Conclusion: The exercise program delivered through the app led to functional improvements in activities of daily living and muscle strength. Low adherence may have limited the effects of the intervention

Keywords: Pos-Acute COVID-19 Syndrome; Exercise; Technology; Functional capacity;

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

alphaCoV – Alphacoronavír

ATS – American Thoracic Society

App - Aplicativo

AVD Glittre – Teste de Atividade de Vida Diária Glittre

betaCoV – Betacoronavírus

CAAE – Certificado de Apresentação para Apreciação Ética

CONSORT – Consolidated Standards of Reporting Trials

COVID-19 – Coronavirus Disease 2019

deltaCoV – Deltacoronavírus

DPOC – Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica

EARS-Br- Escala de Avaliação de Adesão ao Exercício

FC – Frequência Cardíaca

F/M: Feminino e Masculino

FR – Frequência Respiratória

FTSST - Five-Time Sit-to-Stand Test

gamaCoV – Gammacoronavírus

GC – Grupo Controle

GE – Grupo Experimental

HR – Heart Rate

ITT - Intention-to-Treat

Kg - Kilograma

M - Metro

MERS-CoV – Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus

mmHg - milímetros de mercúrio

mMRC – Modified Medical Research Council

mHealth – *Mobile Health (Saúde Móvel)*

MMIs – Membros Inferiores

NICE – *National Institute for Health and Care Excellence*

N - Número de participantes

n (%) - número total de indivíduos/ porcentagem de indivíduos

O2- Oxigênio

OMS – Organização Mundial da Saúde

PAD – Pressão Arterial Diastólica

PAS – Pressão Arterial Sistólica

PCFS - *Post-COVID-19 Functional Status*

SARS-CoV – *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus*

SARS-CoV-2 – *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*

SDRA – Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo

SpO₂ – Saturação Periférica de Oxigênio

SUS – Sistema Único de Saúde

TC6 – Teste da Caminhada de Seis Minutos

UBS – Unidade Básica de Saúde

UFPE – Universidade Federal de Pernambuco

UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina

UFRN – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

UNINOVE – Universidade Nove de Julho

***RNA** – Ácido Ribonucleico*

RT-PCR – Transcrição Reversa seguida de Reação em Cadeia da Polimerase

(%) - por cento

***+ssRNA** – Positive-Sense Single-Stranded RNA*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Teste de Caminhada de Seis Minutos.

Figura 2: Teste de atividade de vida diária Glittre (AVD Glittre).

Figura 3.:Teste Sentar e Levantar.

Figura 4: Interface do Aplicativo.

Figura 5: 5A Imagem ilustrando o vídeo do treinamento de alongamento; 5B Imagem ilustrando o vídeo do treinamento de fortalecimento; 5C Imagem ilustrando o vídeo do treinamento Aeróbico.

Figura 6: Interface das conquistas e evolução do treino.

Figura 7: Fluxograma do estudo. Número de participantes (n), Teste de caminhada de 6 minutos (TC6), Oxigênio (O2)

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
1.1 COVID 19.....	13
1.3 Capacidade Funcional.....	16
1.4 Exercício Físico	18
1.5 Exercícios por meio de plataformas digitais	18
1.6 Justificativa	20
2. OBJETIVO	21
3. MÉTODOS.....	21
3.1 Desenho do estudo	21
3.2 Aspectos éticos	23
3.3 Participantes	23
3.5 Procedimentos.....	24
3.4 Intervenções	29
3.6. Randomização.....	32
3.7. Cegamento.....	32
3.8. Análise de Dados.....	32
6. Referências	52
Apêndice II.....	62
Apêndice III	73
Anexo I.....	77
Anexo II	78
Anexo III.....	79
Anexo IV.....	81
AnexoV	80
Material Suplementar I.....	83
Material Suplementar II	92

1. INTRODUÇÃO

1.1 COVID 19

A *coronavirus disease 2019 (COVID-19)* é uma doença causada pela infecção por SARS-CoV-2 (*Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2*), um coronavírus que é transmitido pelo contato direto ou de gotículas respiratórias (MURBE et al., 2021) e apresenta um longo período de incubação. O SARS-CoV-2 começou a se disseminar rapidamente em 2019, numa província de Hubei, na cidade de Wuhan, na China (SINGH; YI, 2021).

Os coronavírus são vírus de Ácido Ribonucleico (RNA) de fita simples e positiva (+ssRNA), nomeados devido à sua aparência de coroa devido à presença de glicoproteínas de espícula (*spike*) em seu envelope. A subfamília *Orthocoronavirinae*, pertencente à família *Coronaviridae* (ordem *Nidovirales*), é classificada em quatro gêneros: *Alphacoronavirus* (*alphaCoV*), *Betacoronavirus* (*betaCoV*), *Deltacoronavirus* (*deltaCoV*) e *Gammacoronavirus* (*gamaCoV*) (SINGH; YI, 2021). O SARS-CoV-2 é o mais recente *betaCoV*, pertencente ao mesmo subgênero do coronavírus da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV) e do coronavírus da síndrome respiratória do Oriente Médio (MERS-CoV), ambos responsáveis por epidemias de doenças respiratórias no passado (HIGGINS et al., 2021).

Os efeitos do SARS-CoV-2 variam desde uma infecção assintomática até uma doença multissistêmica. Nos casos graves, a COVID-19 pode levar a complicações típicas da Síndrome do Desconforto Respiratório Agudo (SDRA), caracterizada por intensa dificuldade respiratória em cerca de 20% dos pacientes. Entre os sintomas comuns estão a saturação de oxigênio (SpO₂) abaixo de 95% em ar ambiente, sinais de desconforto respiratório ou aumento da frequência respiratória (FR), infecções sistêmicas e complicações pulmonares. Essas condições não só aumentam a mortalidade, mas também elevam o risco de complicações cardiovasculares, frequentemente exigindo internação hospitalar (GÓMEZ et al., 2020). Os sintomas severos da COVID-19 são resultado da invasão do vírus nas células epiteliais alveolares do tipo II, o que desencadeia a liberação de citocinas e outros marcadores inflamatórios. Esse processo atrai neutrófilos e células T ao local da infecção, causando danos significativos ao tecido pulmonar e uma inflamação intensa, que podem evoluir para a síndrome do desconforto respiratório agudo (XU et al., 2020).

Existe um risco aumentado de doença grave com a idade avançada, porém, há um subconjunto de indivíduos jovens e de meia-idade que apresenta a forma grave da

COVID-19, caracterizados por respostas inflamatórias maciças no pulmão (BRODIN, 2021). Outras comorbidades (doenças crônicas pré-existent) também estão correlacionadas com a gravidade da doença. Pacientes com diabetes, hipertensão ou doença pulmonar crônica têm maior risco de desenvolver a forma grave da doença (KUMAR; THAKUR, 2020).

No início de 2020, esse vírus se espalhou rapidamente pelo mundo, levando a Organização Mundial da Saúde (OMS) a declarar uma pandemia global no dia 12 de março (HU et al., 2021; NING et al., 2021). Dentre as recomendações para evitar o contágio do vírus, como quarentena, distanciamento social, uso de máscaras e higienização, também foi proposta a aceleração de vacinas, medidas terapêuticas e diagnósticos (World Health Organization, 2021). No final do ano de 2020, a OMS emitiu a liberação de uso emergencial para a vacina da empresa Pfizer e logo em seguida, em fevereiro de 2021, a vacina Astra-Zeneca/Oxford recebeu aprovação para uso emergencial (SOHEILI et al., 2023). Com os esforços progressivos de vacinação, as taxas de incidência de casos diminuíram em 2022 (BARANAUSKAS; CARTER, 2022).

Embora a maioria dos pacientes tenham se recuperado nas semanas seguintes à infecção aguda, casos de pacientes que relataram a persistência ou o aparecimento de novos sintomas com intensidade variável, independentemente da gravidade inicial da COVID-19 começaram a ser relatados (SUDRE et al., 2021). A esses sintomas persistentes ou que se desenvolvem após a COVID-19 aguda, durando mais de 4 semanas deu-se o nome de COVID-Longa.

1.2 COVID-longa

A COVID-longa pode ser subdividida em duas categorias: COVID-19 sintomática contínua que descreve pacientes com sintomas persistentes entre 4 à 12 semanas após a infecção inicial, e Síndrome pós-COVID-19 que se aplica àqueles que continuam a apresentar sintomas por mais de 12 semanas desde o início da doença, sem que esses sintomas sejam explicados por outra condição médica (NICE, 2024).

Ainda há pouco conhecimento do motivo da persistência dos sintomas; mas diante do aumento do número de casos, várias hipóteses foram levantadas. Uma das possíveis explicações é a persistência da replicação contínua do vírus em determinados tecidos, resultando em um estímulo viral prolongado. SWANK et al. (2022) identificaram a presença da proteína *spike* do SARS-CoV-2 em pacientes com COVID-longa até 12

meses após o diagnóstico, sugerindo a existência de um reservatório viral ativo e duradouro (SWANK et al., 2022).

Outra possibilidade é a ocorrência de um dano sistêmico secundário a uma resposta inflamatória exacerbada, resultante da síndrome da tempestade de citocinas inflamatórias (ORONSKY et al., 2023). Além disso, a exaustão imunológica crônica associada à COVID-19 caracterizada pela disfunção das células imunológicas específicas devido à estimulação prolongada por antígenos é outra hipótese considerada para explicar a COVID-Longa (JARROTT et al., 2022; SAEIDI et al., 2018). Entre as principais características da exaustão das células T, destacam-se a redução na produção de citocinas, a limitação na expansão clonal, alterações no metabolismo e comprometimento da proliferação das células de memória (SCHIETINGER; GREENBERG, 2014).

Outras pesquisas também indicam que a permanência do vírus nos pulmões pode estar associada a lesões pulmonares prolongadas (YAO et al., 2020). O tropismo do SARS-CoV-2 pelas células pulmonares é uma possível justificativa para os sintomas respiratórios persistentes observados a longo prazo na COVID-19 (GAO et al., 2021). Além disso, há a possibilidade de que a presença de autoanticorpos contribua para a condição, os quais podem estar relacionados a quadros mais graves na fase aguda da infecção e também foram identificados em pacientes com COVID-longa (SEEBLE et al., 2022). Essas autoimunidades compartilham semelhanças com doenças autoimunes, sendo mais frequentes em mulheres, podendo provocar sintomas musculoesqueléticos como fadiga e dores musculares, além da presença de autoanticorpos circulantes. Contudo, é importante destacar que esses anticorpos também podem ser encontrados em indivíduos saudáveis, o que reforça a necessidade de estudos com grupos controle bem definidos e dados clínicos precisos para estabelecer uma relação definitiva com a COVID-longa (SEEBLE et al., 2022).

Os fatores de risco associados ao desenvolvimento da COVID-longa ainda não estão completamente claros, sendo tema de investigação contínua na literatura científica. Sabe-se, no entanto, que a condição pode manifestar-se mesmo em indivíduos que apresentaram quadros leves da infecção e que não necessitaram de hospitalização (FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, 2022; NEHME et al., 2021; PETERSEN et al., 2020). Diversos estudos apontam possíveis preditores para o desenvolvimento da síndrome, como estudo de CROOK et al. (2021) que descrevem que indivíduos com comorbidades, especialmente doenças cardiovasculares e respiratórias, bem como aqueles que enfrentaram quadros graves de COVID-19, apresentam maior probabilidade de

desenvolver sintomas persistentes; YONG (2021) identificou uma incidência mais elevada da condição em pessoas com idade avançada e histórico de transtornos psicológicos; JONES et al. (2021) relataram maior prevalência da COVID-longa em mulheres com mais de 40 anos, que foram hospitalizadas e apresentaram síndrome da fragilidade durante a fase aguda da doença; NOTARTE et al. (2022) apontaram outros fatores de risco relevantes, como o sexo feminino, a presença de diabetes mellitus e a obesidade, por fim, SEN et al. (2023) sugerem que a infecção pela cepa original do SARS-CoV-2 está associada a uma maior incidência da síndrome pós-COVID-19, em comparação com infecções causadas pelas variantes Alpha, Delta ou Ômicron.

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2021), não há uma quantidade mínima de sintomas exigida para caracterizar a COVID-longa. Diversas manifestações clínicas têm sido relatadas, incluindo alterações nos sistemas neurológico e respiratório (WANG, KREAM & STEFANO, 2020). Enquanto alguns indivíduos continuam apresentando sintomas desde a fase aguda da infecção, outros relatam o surgimento de novos sintomas semanas ou até meses após a recuperação inicial (OMS, 2021). No estudo realizado por LOPEZ-LEON et al. (2021) que abrangeu mais de 3.700 indivíduos de 56 países com diagnóstico confirmado ou suspeito de COVID-19, constatou-se que os indivíduos podem sofrer com mais de 200 sintomas distintos, persistindo por mais de seis meses, mesmo sem terem desenvolvido formas graves da doença.

Os sintomas mais comuns e persistentes incluíram fadiga, afetando 98,3% dos indivíduos; mal-estar após esforço físico (89%) e disfunção cognitiva, também conhecida como "névoa cerebral" afetando 85,1% dos entrevistados, sendo, portanto, considerada uma doença multissistêmica (GREENHALGH et al., 2020). Outro sintoma recorrente é a dispneia, que pode persistir por até mais de três meses, é considerada um sintoma decorrente da combinação de patologia pulmonar, cardíaca e neuromuscular, já que a carga de sintomas muitas vezes não se correlaciona consistentemente com déficits de função pulmonar ou radiográfica (HUANG et al., 2021).

Diante dessas alterações provenientes e multissistêmica encontradas na COVID-longa, a capacidade funcional desses indivíduos pode ser prejudicada.

1.3 Capacidade Funcional.

A capacidade funcional pode ser definida como a capacidade de um indivíduo, sob condições controladas, de realizar tarefas e atividades necessárias ou desejáveis em suas

vidas seja no domínio físico ou mental de forma independente (PATTERSON; MAUSBACH, 2010). A diminuição ou perda da capacidade funcional ocorre por diversos fatores, como a perda de massa muscular, restrições de mobilidade, perda de habilidades e dificuldades ou incapacidades em executar as atividades de vida diária (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013; FERREIRA, 2012).

Há diversas formas para se avaliar a capacidade funcional de um indivíduo, que pode ser por meio da aplicação de questionários ou avaliações físicas (KOCKS et al., 2011). Dentre as avaliações físicas, destaca-se o Teste da caminhada de seis minutos (TC6) (ATS, 2002), o qual é considerado o padrão ouro para esse desfecho. O TC6 é um protocolo internacionalmente aceito, o qual foi elaborado pela *American Thoracic Society* (ATS, 2002) e consiste em avaliar a distância percorrida em um corredor, em metros, no ritmo máximo tolerado pelo indivíduo por um período de seis minutos. Trata-se de um teste simples de se aplicar, de baixo custo e considerado um teste submáximo, que pode ser utilizado também na avaliação cardiorrespiratória.

Outro teste utilizado para medir a capacidade funcional é o *Glittre Activities of Daily Living Test*, que foi desenvolvido e validado para avaliar a capacidade funcional de pacientes com doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (JOSÉ and DAL CORSO, 2015), para indivíduos com acidente vascular encefálico (COSTA et al., 2023) e idosos saudáveis (GOMES et al., 2022). Durante sua execução, a capacidade funcional é avaliada pelo tempo gasto para realizar um circuito que consiste em atividades globais como caminhar, subir e descer degraus de uma escada, movimentos com o tronco e membros superiores. O menor tempo gasto indica melhor condição funcional (CORRÊA et al., 2011). É considerado um teste representativo da funcionalidade do indivíduo, uma vez que envolve um conjunto de tarefas comuns na vida diária (SKUMLIEN et al., 2006).

Uma das formas de melhorar a capacidade funcional é com a reabilitação por meio do treinamento físico (THEOU et al., 2011). De forma geral a recomendação de práticas de atividades físicas é direcionada para melhorar a capacidade funcional em vários aspectos, como capacidade aeróbica (FLEG, 2012), equilíbrio postural (DONATH; RÖSSLER; FAUDE, 2016), melhora de mobilidade funcional (PAHOR et al., 2014), força muscular (KIM et al., 2012) e prevenir o declínio funcional e cognitivo (BUFORD et al., 2014; THEOU et al., 2011). Uma revisão sistemática com meta-análise, divulgada em 2024, destacou os benefícios dos exercícios físicos na capacidade funcional de pessoas com condições como hipertensão, diabetes tipo 2 e doença cardiovascular. Tanto o

exercício aeróbico dinâmico quanto o exercício de força mostraram sua eficácia nos diversos aspectos da capacidade funcional (RIJAL et al., 2024).

1.4 Exercício Físico

O Exercício Físico pode ser entendido como qualquer atividade física que é realizada de forma planejada e sistematizada, com metas específicas, visando melhorar ou manter o condicionamento físico. Ele pode incluir exercícios de resistência, força, flexibilidade ou aeróbicos (GOMEZ-PINILLA; HILLMAN, 2013; SINGH et al., 2014; VOSS et al., 2013).

Quanto a sua fisiologia, ela envolve todos os processos que ocorrem no corpo humano durante o esforço físico (GARBER et al., 2011; SWAIN, 2000). Esses processos se caracterizam por um aumento significativo na demanda de energia, levando a alterações que podem ser tanto agudas (de curto prazo) quanto crônicas (de longo prazo). A demanda energética aumenta aproximadamente 15-20 vezes acima do valor de repouso do corpo humano, por meio de ajustes cardiovasculares, pulmonares, circulatórios e metabólicos. Assim, o organismo precisa se adaptar rapidamente ao aumento da demanda em curto e médio prazo (efeitos agudos e subagudos). Essa exigência em curto e médio prazo leva o organismo a tornar alguns desses mecanismos fisiológicos mais eficientes ao longo do tempo (efeito crônico) (HAWLEY et al., 2014; SWAIN, 2000).

De acordo com a revisão sistemática conduzida por De ANDRADE et al. (2025) (material suplementar I) cujo objetivo foi investigar os efeitos do exercício físico em indivíduos com COVID-longa, com ênfase na capacidade funcional, sintomas depressivos, qualidade de vida e fadiga, constatou-se uma heterogeneidade nos protocolos de intervenção quanto à duração, frequência e modalidade do exercício físico, abrangendo tanto o treinamento aeróbico quanto o resistido. Os resultados indicaram melhorias significativas em diversos desfechos, incluindo qualidade de vida, força muscular, agilidade/mobilidade, aptidão cardiorrespiratória, além da redução de sintomas de depressão, ansiedade, fadiga e dispneia. Destaca-se, ainda, que aproximadamente 50% dos estudos analisados empregaram estratégias de treinamento remoto, seja por meio de protocolos não supervisionados, seja por telereabilitação supervisionada

1.5 Exercícios por meio de plataformas digitais

A utilização de tecnologias digitais na promoção da atividade física insere-se no campo da saúde movel (mHealth), caracterizado pelo uso de recursos de informação e

comunicação práticas em saúde pública. Essa abordagem abrange desde ações clínicas até áreas emergentes como big data, genômica e inteligência artificial, com ênfase no uso de dispositivos móveis e conectividade sem fio (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2019).

Nesse contexto, os programas de exercício físico são ofertados por meio de plataformas digitais que viabilizam a prática orientada de atividades físicas. Essas intervenções são disponibilizadas em formatos variados, como aplicativos, websites e softwares online, e podem ser acessadas por dispositivos compatíveis, como smartphones, tablets, computadores e televisores inteligentes, desde que haja conexão à internet.

Essas plataformas podem incluir vídeos gravados, sessões ao vivo com profissionais da saúde, programas personalizados, recursos de realidade virtual e sistemas interativos com feedback em tempo real. Os programas de exercícios podem ser genéricos ou personalizados, conforme as necessidades específicas do usuário. A prescrição dos exercícios pode ser feita por um profissional de saúde ou gerada automaticamente por algoritmos incorporados no próprio aplicativo. Os conteúdos podem ser acessados por meio de sites ou aplicativos, que geralmente estão disponíveis para download direto (muitos de forma gratuita) em dispositivos móveis (AMINI et al., 2021; LEWKOWICZ et al., 2021).

Além disso, eles ajudam a reduzir despesas, como os custos de transporte até academias ou centros de treinamento, e também economizam tempo, permitindo que as pessoas treinem no conforto de suas casas ou em horários mais flexíveis (BENNELL et al., 2017; MARQUES et al., 2022).

Estima-se que os serviços de monitoramento por smartphones tenham crescido quase 50% entre 2014 e 2020 (GRAND VIEW RESEARCH, 2015 apud BIRKHOFF; SMELTZER, 2017), com um mercado projetado para alcançar 151,57 bilhões de dólares até 2025 (GRAND VIEW RESEARCH, 2018). A evolução desse campo e o acesso à Internet crescendo em nível mundial dão à saúde móvel um papel fundamental na educação em saúde nos próximos anos, podendo transformar as intervenções dos profissionais da área (BOULOS et al., 2011). Uma revisão sistemática, que avaliou a eficácia de aplicativos que fornecem exercícios por meio de vídeo personalizados, concluiu que esses exercícios melhoram a aptidão física além de melhorar a confiança do indivíduo durante o desempenho do exercício. Apesar disso, o nível de evidência da revisão foi baixo, necessitando de mais estudos robustos para confirmar esses resultados (DAVERGNE et al., 2023).

1.6 Justificativa

Apesar da redução no número de casos de infecção pelo vírus da COVID-19 e do fim da pandemia declarado pela OMS, as complicações persistem entre os indivíduos que foram infectados pelo vírus (OMS, 2023). Vários estudos (BECKER, 2020; HOONG et al., 2021; HUANG et al., 2021; SCOPPETTUOLO; BORRELLI; NAEIJE, 2020) têm documentado as alterações que os pacientes experimentam após a fase aguda da infecção, e esses sintomas podem persistir por semanas a meses, exercendo influência direta sobre a capacidade funcional.

Os programas de treinamento físico podem melhorar estes sintomas, no entanto, mostram baixa adesão e aderência por parte dos usuários (LOPES et al., 2021). Dentre as barreiras para a realização desses programas destaca-se a falta de tempo, a necessidade de deslocamento até um local para a prática, a falta de dinheiro e a indisponibilidade de locais que oferecem esse serviço nas imediações (DESVEAUX et al., 2016). Assim, estratégias que possam minimizar tais barreiras são fundamentais para ampliar a prática de exercícios, como o uso de tecnologias (GARCÍA-BRAVO et al., 2021; KOUSHYAR et al., 2017).

Neste contexto, a reabilitação por meio de aplicativos tem sido bastante difundida, pois por meio dela é possível incentivar a prática de exercícios físicos ao adaptar-se à rotina e ambiente de cada indivíduo, assegurando uma adesão mais consistente por parte de praticantes de todas as idades (RATHBONE; PRESCOTT, 2017).

Diante disso, nosso grupo de pesquisa desenvolveu um aplicativo direcionado para a reabilitação na COVID-Longa. Esse aplicativo foi desenvolvido a partir de dois ensaios clínicos prévios que tinham como objetivo analisar o efeito de um programa de reabilitação na saúde de pacientes com COVID-longa. O primeiro ensaio clínico foi realizado de forma supervisionada e seguinte realizado de forma semi-supervisionada (uma sessão supervisionada para cada cinco sessões não supervisionadas), após a finalização dos ensaios clínicos, o aplicativo foi desenvolvido, sendo necessário testar sua efetividade num contexto de mundo real.

A disponibilidade de um aplicativo de treinamento de forma gratuita para a população tem uma importância social significativa, pois promove o acesso democrático à atividade física e ao bem-estar, independentemente das condições financeiras dos usuários. O aplicativo pode contribuir para a melhoria da saúde pública, principalmente para a população que não tem acessos a academias ou programas de treinamento pagos,

fortalecendo a consciência sobre a importância da atividade física, promovendo a inclusão social e possibilitando que indivíduos de diferentes faixas etárias e socioeconômicas adotem um estilo de vida mais ativo e saudável.

2. OBJETIVO

Avaliar o efeito do treinamento físico por meio de um aplicativo de celular na capacidade funcional de indivíduos com COVID-longa.

3. MÉTODOS

3.1 Desenho do estudo

A proposta envolveu a participação de quatro Programas de Pós-Graduação: Ciências da Reabilitação da Universidade Nove de Julho (UNINOVE), Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Educação Física da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), estruturada em quatro fases, cada uma desenvolvida em um centro distinto. Três fases abrangeram ensaios clínicos que ocorreram na UFSC, UFRN e UNINOVE, e uma foi dedicada ao desenvolvimento de uma plataforma de reabilitação remota para pacientes com COVID-longa, na UFPE.

Os ensaios clínicos compartilharam o mesmo desfecho primário que foi a capacidade funcional, avaliada por meio do teste de caminhada de seis minutos, e apresentaram desfechos secundários semelhantes como força muscular de membros inferiores, nível de fadiga, dispneia, fragilidade, presença de sarcopenia, sintomas de ansiedade e depressão, barreiras à prática de atividade física, nível de atividade física medido por acelerômetro e função autonômica cardíaca (variabilidade da frequência cardíaca e pressão arterial).

Os critérios de elegibilidade foram padronizados, e as intervenções apresentaram similaridade em relação à duração (12 semanas), intensidade (leve a moderada) e tipos de exercícios (aeróbicos, de força, alongamentos, equilíbrio e relaxamento). As principais diferenças entre os programas residiram na forma de administração da intervenção: supervisionada (em ambiente altamente controlado), remota com supervisão semi-presencial (mais adequada ao contexto das Unidades Básicas de Saúde – UBS) e remota não supervisionada, via plataforma digital (voltada para aplicação em larga escala).

Fase 1 – Programa de Reabilitação Supervisionado

Essa fase foi conduzida no Centro de Reabilitação do Centro de Desportos da Universidade Federal de Santa Catarina, em parceria com o Hospital Universitário. O programa teve duração de 24 semanas, com duas a três sessões semanais, cada uma com duração entre 40 e 60 minutos. As atividades incluíram exercícios aeróbicos, de força, equilíbrio, alongamentos e relaxamento, todos supervisionados por profissionais de educação física. A intensidade inicial foi leve, com progressão gradual para intensidade moderada ao longo das semanas (progressão de volume e intensidade ao longo das 24 semanas).

Fase 2 – Programa de Reabilitação Semi-Supervisionado

O programa foi realizado em duas UBS da cidade de Natal-RN (Distrito Sul – Vila de Ponta Negra e Distrito Oeste), além de duas UBS em Fortaleza-CE. Com duração de 10 semanas e três sessões semanais, os exercícios seguiram os mesmos princípios da Fase 1. A cada 15 dias, os participantes compareceram às UBS para:

- Receber orientações sobre os exercícios,
- Realizar o upload dos vídeos com as atividades a serem praticadas nos 15 dias seguintes,
- Executar uma sessão supervisionada com base no vídeo, sob orientação de um pesquisador.

Fase 3 – Desenvolvimento da Plataforma Digital de Reabilitação

Foi desenvolvida uma plataforma digital com ferramentas multicomponentes voltadas à reabilitação de pacientes com COVID-longa com base nos protocolos testados nas Fases 1 e 2. O processo de criação ocorreu de forma colaborativa, envolvendo profissionais da saúde e usuários do Sistema Único de Saúde (SUS). Foram realizados grupos focais com usuários que tiveram COVID-19, com o objetivo de compreender suas percepções, usabilidade e experiências com a plataforma. Também foram identificadas barreiras, dúvidas e dificuldades de utilização, cujas informações foram utilizadas para o aprimoramento da solução tecnológica.

Fase 4 – Avaliação dos Efeitos do treinamento físico por meio da Plataforma Digital na capacidade funcional

Essa fase foi conduzida na Universidade Nove de Julho (UNINOVE). O grupo Aplicativo (App) participou de um programa treinamento físico não supervisionado com duração de 12 semanas, realizando no mínimo três sessões semanais. Os exercícios (aeróbicos, de força, equilíbrio, alongamentos e relaxamento) foram orientados exclusivamente por meio da plataforma digital desenvolvida na Fase 3. Já o Grupo Cartilha recebeu orientações de atividade física baseadas nas recomendações do Ministério da Saúde.

Metodologia da Fase 4.

Nosso estudo, tratou-se de um ensaio clínico controlado, randomizado, com dois grupos paralelos e avaliador cego, conduzido de acordo com as diretrizes do *Consolidated Standards of Reporting Trials (CONSORT)* (SCHULZ; ALTMAN; MOHER, 2010). O projeto de pesquisa foi desenvolvido no Laboratório do Programa de Mestrado e Doutorado da UNINOVE em conformidade com a Declaração de Helsinque e com a Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Brasil, tendo sido iniciado apenas após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Nove de Julho (CAAE: 75363623.6.0000.5511) e registro na plataforma *ClinicalTrials.gov* (NCT06168006).

3.2 Aspectos éticos

3.3 Participantes

Participaram do estudo indivíduos com diagnóstico de COVID-longa, residentes na cidade de São Paulo. Todos os participantes foram recrutados por meio de um banco de dados de estudos prévios conduzidos pelo grupo de pesquisa com pessoas acometidas pela COVID-19, por divulgação nas imediações da UNINOVE e por anúncios nas redes sociais.

Para inclusão no estudo, os participantes deveriam apresentar idade mínima de 18 anos, sem um limite máximo de idade, e diagnóstico laboratorial prévio de COVID-19 confirmado por Teste de Transcrição Reversa seguido de Reação em Cadeia da Polimerase (RT-PCR), SWAB ou sorologia, realizado há pelo menos três meses. Deveriam apresentar como sintoma fadiga igual ou superior a 8 pontos avaliada pela Escala de Chalder (Cho et al., 2007) (Anexo I) e/ou dispneia entre os níveis 2 e 4 na escala *Modified Medical Research Council* – mMRC (KOVELIS et al., 2008) (Anexo II). Os indivíduos deveriam ser capazes de sentar-se e levantar-se sozinhos, manter o equilíbrio

na posição em pé e apresentar função cognitiva preservada, avaliada por meio do Mini Exame do Estado Mental, com ponto de corte ajustado à escolaridade: 20 pontos para analfabetos; 25 pontos para escolaridade entre 1 e 4 anos; 27 pontos entre 5 e 8 anos; 28 pontos entre 9 e 11 anos; e 29 pontos para escolaridade superior a 11 anos (Brucki et al., 2003) (Anexo III). Além disso, os participantes deveriam ter acesso a um smartphone e ser capazes de operá-lo de forma independente.

Foram excluídos do estudo indivíduos com hipertensão arterial não controlada, insuficiência cardíaca grave, uso contínuo de oxigênio, diagnóstico prévio de acidente vascular encefálico, doença de Parkinson, doença de Alzheimer, câncer, contraindicação médica para a prática de exercícios físicos ou risco aumentado de quedas, avaliado por meio da Escala de Morse (considerando-se risco médio entre 25 e 44 pontos como ponto de corte) (DE SOUZA URBANETTO et al., 2013) (Anexo IV).

No primeiro dia de contato, todos os participantes foram informados sobre os objetivos e demais aspectos relevantes do estudo e receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice I). Os procedimentos experimentais foram iniciados somente após a assinatura do referido termo.

3.5 Procedimentos

Avaliações de desfechos

As avaliações foram divididas em 2 dias. No primeiro dia foi aplicado um questionário para caracterização da amostra (Apêndice II) contendo informações sociodemográficas, histórico de doenças, características do estilo de vida e dados relacionados à infecção por COVID-19. Em seguida, foram aplicados o Teste de Caminhada de Seis Minutos e os questionários de fadiga e dispneia. Após essa etapa, o participante foi orientado a retornar em um prazo de sete dias para a realização do teste AVD Glittre.

Todos os questionários e testes foram aplicados no momento pré-intervenção e após o término do protocolo de atividades físicas de 12 semanas.

Desfecho primário

Capacidade Funcional

O Teste de Caminhada de Seis Minutos foi conduzido em um corredor plano, com percurso de 30 metros em linha reta conforme descrito no *American Thoracic Society ATS Statement: Guidelines for the Six-Minute Walk Test* (2002).

Os participantes foram orientados a caminhar a maior distância possível, no ritmo mais rápido que conseguissem manter durante os seis minutos, sem correr. A frequência cardíaca (FC), a saturação periférica de oxigênio (SpO₂), a pressão arterial (PA) e a percepção de esforço pela escala de Borg foram registradas imediatamente antes e após o término do teste. O procedimento foi interrompido caso o participante apresentasse mal-estar, náuseas, dispneia ou fadiga extrema. Ao final, foi registrada a distância total percorrida.

Cada participante realizou o teste duas vezes, com um intervalo de 30 minutos entre as tentativas, a fim de minimizar o efeito de aprendizado e obter a melhor medida de desempenho. Ao final do teste foi registrada a distância percorrida em metros.

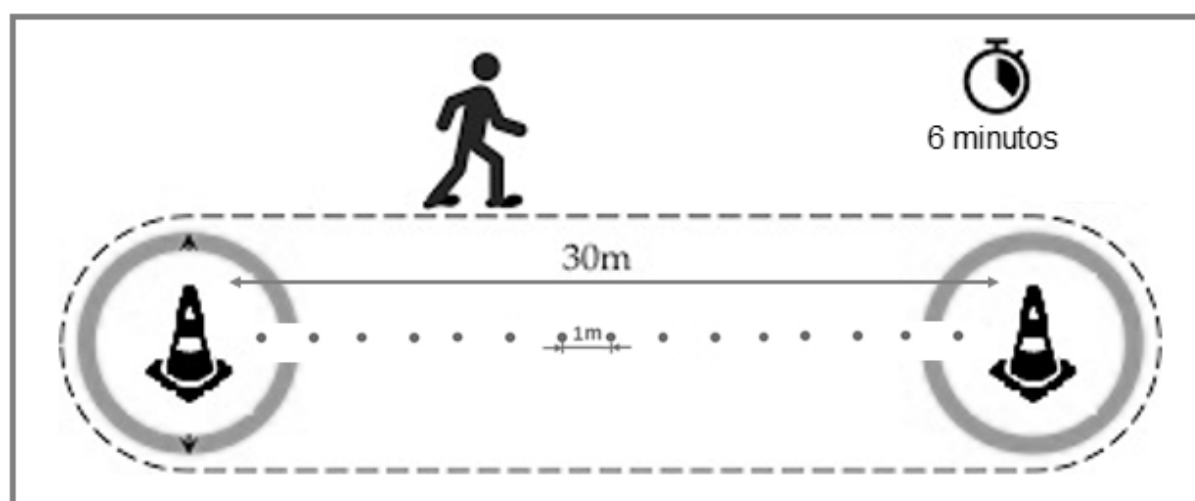


Figura 1: Teste de Caminhada de Seis Minutos. Fonte própria.

Desfechos secundários

Capacidade Funcional

Teste de atividade de vida diária Glittre (AVD Glittre)

O teste AVD-Glittre consiste em um conjunto padronizado de movimentos que simulam atividades de vida diária, validado previamente para indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) (KARLOH et al., 2016), e posteriormente para outras condições como asma (CAVALHEIRO PUZZI et al., 2023) e idosos (GOMES et al., 2023). Para a realização do teste, o participante levanta-se de uma cadeira utilizando uma mochila nas costas (contendo um peso de 5 kg para homens e 2,5 kg para mulheres),

caminha por um percurso de 10 metros até alcançar uma escada. Em seguida, deve subir e descer dois degraus (com 17 cm de altura e 27 cm de profundidade cada) e prosseguir até uma estante com três prateleiras. Na estante, o participante deve transferir três objetos (1 kg cada), um de cada vez, com as duas mãos da prateleira superior (na altura dos ombros) para a inferior (na altura da cintura pélvica), e, posteriormente, para o chão. Após essa etapa, os objetos devem ser colocados sequencialmente da prateleira inferior para a intermediária e superior finalizando essa atividade. Em seguida o participante retorna o percurso de 10 metros, passando novamente pela escada e finaliza o teste quando senta-se na cadeira onde iniciou o percurso.

Os participantes foram instruídos a realizar o teste no menor tempo possível. O teste é considerado completo após a realização de cinco voltas consecutivas, e o tempo total de execução é cronometrado em segundos.

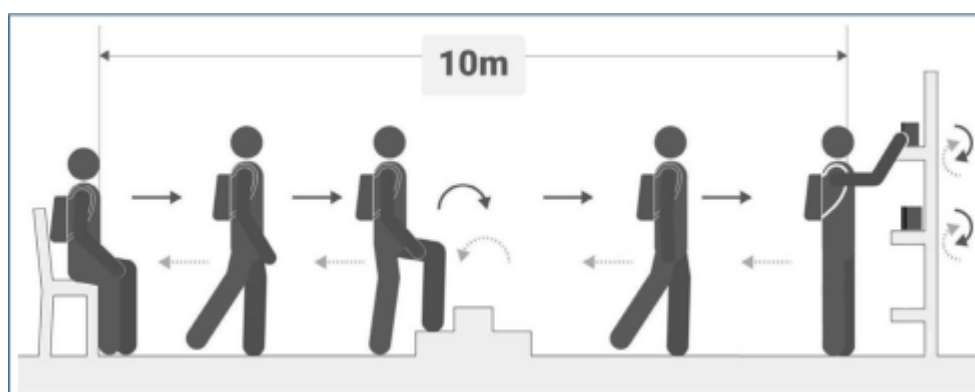


Figura 2: Teste de atividade de vida diária Glittre (AVD Glittre) (Gomes et al., 2023).

Teste de Sentar e Levantar

O Teste de Sentar e Levantar (RIKLI & JONES, 2013) consiste em levantar-se de uma cadeira com encosto e sem apoio de braços o maior número de vezes possível no intervalo de 30 segundos. O participante deve iniciar o teste na posição sentada, com as costas eretas, os pés apoiados no chão, aproximadamente na largura dos ombros e os braços cruzados sobre o peito. Ao sinal do avaliador, o participante levanta-se para a posição bípede e, em seguida, retorna à posição sentada. Esse movimento deve ser repetido continuamente pelo período de 30 segundos.

O teste foi realizado duas vezes, com intervalo de descanso de 1 minuto entre as repetições. Foi registrado o número total de repetições em cada tentativa, sendo considerado para análise o melhor número de subidas obtido entre os dois testes.

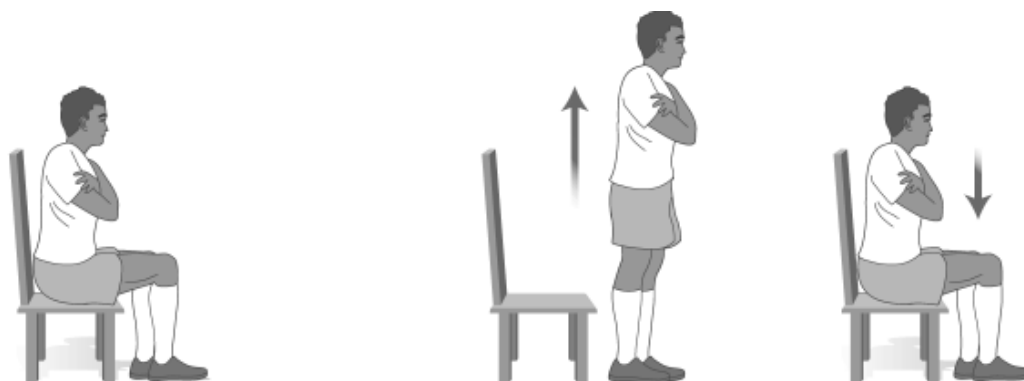


Figura 3. Teste de Sentar e Levantar. O GLOBO. [Disponível em: <https://oglobo.globo.com/saude/bem-estar/desempene-medicos-alertam-sobre-os-danos-causados-no-corpo-pelo-sedentarismo-agravado-na-pandemia-25144147>. Acesso em: 28 abr. 2025.

Dispneia

A dispneia foi avaliada pré e pós intervenção por meio da Escala de Dispneia Modificada do Medical Research Council (Mmrc) (BESTALL et al., 1999). Essa escala é composta por cinco itens, nos quais o participante escolhe o item que corresponde ao grau de limitação da dispneia em suas atividades diárias. O participante relata seu grau subjetivo de dispneia, escolhendo um valor entre 1 e 5, conforme descrito a seguir: 1 (sofre de falta de ar durante exercícios intensos), 2 (sofre de falta de ar quando andando apressadamente ou subindo uma rampa leve), 3 (anda mais devagar do que pessoas da mesma idade devido à falta de ar ou precisa parar para respirar, mesmo ao andar devagar), 4 (após andar menos de 100 metros ou após alguns minutos, necessita parar para respirar) e 5 (sente tanta falta de ar a ponto de não sair de casa ou de sentir falta de ar ao se vestir). Quanto maior a pontuação obtida, pior é a dispneia relatada.

Fadiga

A fadiga foi avaliada pré e pós intervenção pela Escala de Fadiga Física de Chalder (CHO et al., 2007), composta por oito afirmações específicas sobre fadiga física. Para cada afirmação, o participante escolhe uma das três opções de resposta: nunca, um pouco

ou com frequência, que foram pontuadas com 0, 1 e 2 pontos, respectivamente. A soma dos pontos obtidos nas respostas indica a presença de fadiga física, sendo necessária uma pontuação final igual ou superior a oito pontos para confirmar a presença de fadiga.

Escala do estado funcional Pós-COVID-19

A Escala do estado funcional Pós-COVID-19 (PCFS- do inglês Post-COVID-19 Functional Status) (KLOK et al., 2020) avalia as limitações após a infecção por SARS-Cov-2. A escala é composta por uma extensão de desfechos funcionais, com foco nas limitações de tarefas/atividades diárias em casa ou no trabalho/escola, assim como mudanças no estilo de vida dos indivíduos após a infecção. A escala tem 6 possibilidades de gradação de 0 (zero - sem sintomas), 1 (um – presença de sintomas, mas sem impacto no dia a dia), 2 (dois- sintomas leves), 3 (três- sintomas moderados), 4 (quatro- limitação funcional grave), 5 (cinco-morte).

Escala de Avaliação de Adesão ao Exercício (EARS-Br)

Para avaliar esse desfecho foi utilizada a Escala de Avaliação de Adesão ao Exercício (EARS-Br) (DE LIRA et al., 2020), composta por três seções:

1- Seção A: questionário sobre exercícios prescritos, composto por 6 questões, sendo 4 de múltipla escolha e 2 descritivas. As perguntas abordam o tipo de prescrição de exercício físico já recebida pelo indivíduo, a frequência semanal recomendada, se o indivíduo consegue realizar os exercícios na frequência indicada e, em caso negativo, qual o motivo. A Seção A foi utilizada somente para captar informações complementares.

2- Seção B: avalia o comportamento de adesão ao exercício, com questões sobre a frequência e regularidade da prática conforme prescrito. Composta por 6 questões de múltipla escolha.

3- Seção C: investiga os motivos da adesão, incluindo fatores pessoais, emocionais e contextuais que influenciam a prática dos exercícios., composta por 10 questões de múltipla escolha.

Os 16 itens foram avaliados por meio de uma escala ordinal com cinco opções de resposta, variando de 0 (concordo completamente) a 4 (discordo totalmente). O escore total é obtido pela soma das respostas de cada item, calculado separadamente para cada seção do instrumento: a Seção B (comportamento de adesão) apresenta pontuação entre

0 e 24, enquanto a Seção C (razões para adesão) varia de 0 a 40 pontos. Escores mais elevados indicam maior nível de adesão do indivíduo à prática de exercício físico.

3.4 Intervenções

Grupo App – Uso do aplicativo Recovery

Os participantes que foram alocados neste grupo realizaram os exercícios por meio de um aplicativo gratuito para celular denominado *Recovery App*, um módulo do aplicativo *Gymtime Go* (*Gymtime Go*®, *Gymtime*®, versão 3.6.0, 2021) (Figura 4), disponível para sistemas iOS e Android. O aplicativo foi desenvolvido em colaboração com uma empresa privada, utilizando as linguagens *JavaScript/TypeScript*.

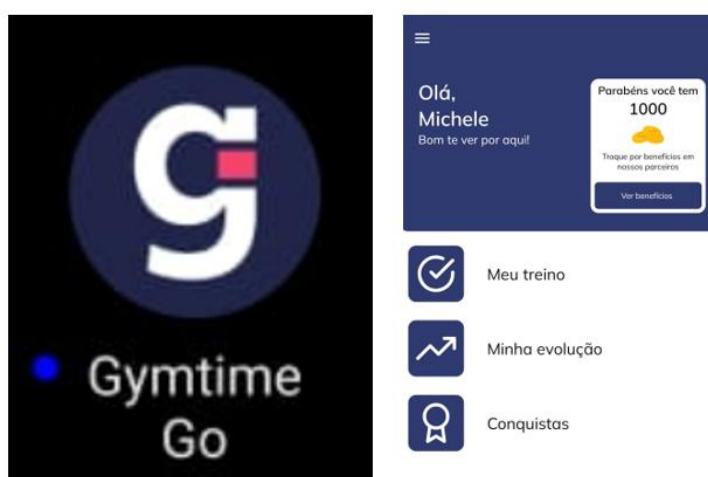


Figura 4: Interface do Aplicativo. Fonte: Recovery App.

Para utilizar o *Recovery App* o usuário precisava se cadastrar e responder a um questionário sobre seu estado de saúde, incluindo presença de comorbidades, prática de exercícios físicos, sintomas durante a realização de atividades físicas e a persistência de sintomas após a recuperação da COVID-19, tais como dispneia, tosse, febre, anosmia, ageusia, mialgia, fadiga, perda de memória e cefaleia, e informações pessoais como idade, sexo.

Em seguida o usuário teve acesso ao programa de exercícios composto por atividades de flexibilidade, exercícios de força utilizando o peso corporal e exercícios aeróbicos. Para cada exercício havia um vídeo disponível no aplicativo o qual ilustrava a forma correta de execução (Figuras 5).



Figura 5: 5A Imagem ilustrando o vídeo do treinamento de alongamento; 5B Imagem ilustrando o vídeo do treinamento de fortalecimento; 5C Imagem ilustrando o vídeo do treinamento aerobico. Fonte: Recovery App.

Para o treinamento de flexibilidade foram realizados 4 exercícios de alongamento, tanto para membros superiores (bíceps, tríceps, deltóides e trapézio superior do pescoço) quanto para membros inferiores (como quadríceps, isquiotibiais). O participante foi orientado a manter cada alongamento por 30 segundos, realizando três séries, com descanso de um minuto entre cada série.

Para o treinamento de força muscular foram realizados 7 exercícios de força divididos em membros superiores (bíceps, tríceps, deltóides e trapézio superior) e membros inferiores (quadríceps, isquiotibiais, glúteos). Foram realizados exercícios dinâmicos e de isometria, com 12 a 15 repetições. Entre cada série foi solicitado que o indivíduo descansasse por 1 minuto, e repetisse os exercícios por mais duas vezes.

Por fim, o treinamento aeróbico foi realizado por meio do exercício marcha estacionária no qual o indivíduo deveria andar sem sair do lugar, esse treino foi realizado com a duração de três minutos, seguida por um período de descanso de dois minutos. O exercício deveria ser realizado mais quatro vezes.

As duas primeiras semanas do programa foram destinadas à fase de adaptação, durante a qual o usuário realizou um número reduzido de exercícios, com duração aproximada de 30 minutos, e intensidade e dificuldade mais baixas. Após esse período, o treinamento foi ajustado automaticamente, com aumento da duração para cerca de 60 minutos, bem como da intensidade e da complexidade dos exercícios. Após seis semanas

de uso, o treinamento foi novamente modificado, intensificando-se ainda mais os exercícios e mantendo a duração em aproximadamente 64 minutos. E as últimas três semanas, o exercício aeróbico foi modificado para uma intensidade maior, totalizando 21 minutos, enquanto os demais exercícios foram mantidos para flexibilidade e força (aproximadamente 57 minutos por sessão).

Com o objetivo de tornar o uso do aplicativo mais estimulante para os usuários, foi adotada a estratégia de gamificação. Nessa abordagem, os participantes foram recompensados com insígnias ao completarem diferentes etapas do treinamento, tais como a frequência semanal, o tempo de uso do aplicativo e a progressão nos treinos, entre outros critérios (Figura 6).



Figura 6: Interface das conquistas e evolução do treino. Fonte: *Recovery App*.

Grupo Cartilha – Exercícios com orientação por cartilha

Os participantes alocados para este tipo de intervenção receberam uma cartilha de exercícios físicos baseada nas Recomendações Brasileiras de Atividade Física (Ministério da Saúde, 2021), que orientam a prática de 150 minutos semanais de atividade física de intensidade moderada ou 75 minutos semanais de atividade vigorosa (Anexo V).

Antes do início do período de treinamento, os participantes foram instruídos quanto ao uso da cartilha e informados de que não receberiam acompanhamento durante as 12

semanas de intervenção. No entanto, teriam disponível um canal de comunicação com os pesquisadores, no qual poderiam, por meio de chamadas telefônicas ou mensagens via WhatsApp, esclarecer eventuais dúvidas.

Ao final das 12 semanas, os participantes retornaram ao laboratório para a reavaliação. Após o encerramento do estudo, o acesso ao *Recovery App* foi disponibilizado a esses participantes, acompanhado de orientações para instalação e uso, caso desejassem iniciar os exercícios propostos pela plataforma digital.

3.6. Randomização

Os pacientes elegíveis foram alocados randomicamente, por um pesquisador não envolvido no recrutamento, para os grupos: Aplicativo (grupo exercício por aplicativo) ou Cartilha (cartilha de exercício físico baseado nas Recomendações Brasileiras de Atividade Física), estratificados em blocos com relação 1:1 por sexo e idade. O processo de randomização foi realizado no site www.randomizer.org.

3.7. Cegamento

Todas as avaliações foram realizadas por avaliadores experientes. Estes foram cegos quanto ao grupo de treinamento físico no qual o participante foi alocado.

3.8. Análise de Dados

O cálculo do tamanho da amostra considerou como variável principal a distância percorrida em metros no teste de caminhada de seis minutos. Foi analisada a partir da mudança da distância de 50 metros no teste de caminhada de 6 minutos intragrupos e intergrupos de indivíduos com COVID-longa observada no estudo de LIU et al. (2020b), com nível de significância de 0,05, poder de 80%, coeficiente de correlação de 0,5 e acréscimo de 30% para perdas. Dessa forma, o número total de sujeitos necessário para a intervenção foi de 60 pacientes (30 por grupo).

No entanto, devido à taxa de desistência superior a 20% observada durante o período de intervenção, optou-se por realizar uma análise por intenção de tratar (*Intention-to-Treat – ITT*), a fim de preservar os benefícios da aleatorização e reduzir possíveis vieses decorrentes das perdas amostrais. Para os participantes que não conseguiram finalizar a intervenção ou não compareceram à avaliação pós-tratamento, com o intuito de minimizar os efeitos do tratamento, evitando uma superestimação dos

resultados, foi adotada a estratégia de repetição dos valores do pré-tratamento na avaliação pós.

O banco de dados foi construído e analisado pelo software SPSS versão 22.0. As variáveis contínuas de caracterização da amostra foram testadas quanto à normalidade e homogeneidade pelos testes de Shapiro-Wilk, respectivamente. As variáveis classificadas como não-paramétricas foram descritas por mediana e intervalo interquartil. As variáveis categóricas de caracterização da amostra foram descritas por frequência absoluta (n amostral) e relativa (%).

Assumindo distribuição não paramétrica, foi utilizado o teste estatístico de equações de estimativa generalizadas para medições repetidas, tratando grupo e tempo como fatores. Um valor de p menor que 0,05 foi considerado estatisticamente significativo. Os resultados foram descritos em mediana [Q1–Q3].

4. RESULTADOS

Um total de 114 indivíduos foram convidados a participar do estudo. Desses 48 aceitaram inicialmente, porém apenas 33 compareceram à avaliação inicial. Dois participantes foram excluídos, um devido ao uso de oxigênio suplementar e outro por óbito antes da realização das avaliações, resultando em 31 indivíduos incluídos. Ao final das 12 semanas de intervenção, apenas 7 participantes de cada grupo completaram o protocolo. Ainda assim, todos os 31 participantes foram incluídos na análise final por intenção de tratar, sendo 15 analisados no grupo cartilha e 16 no grupo aplicativo. O fluxograma do estudo é apresentado na figura 7.

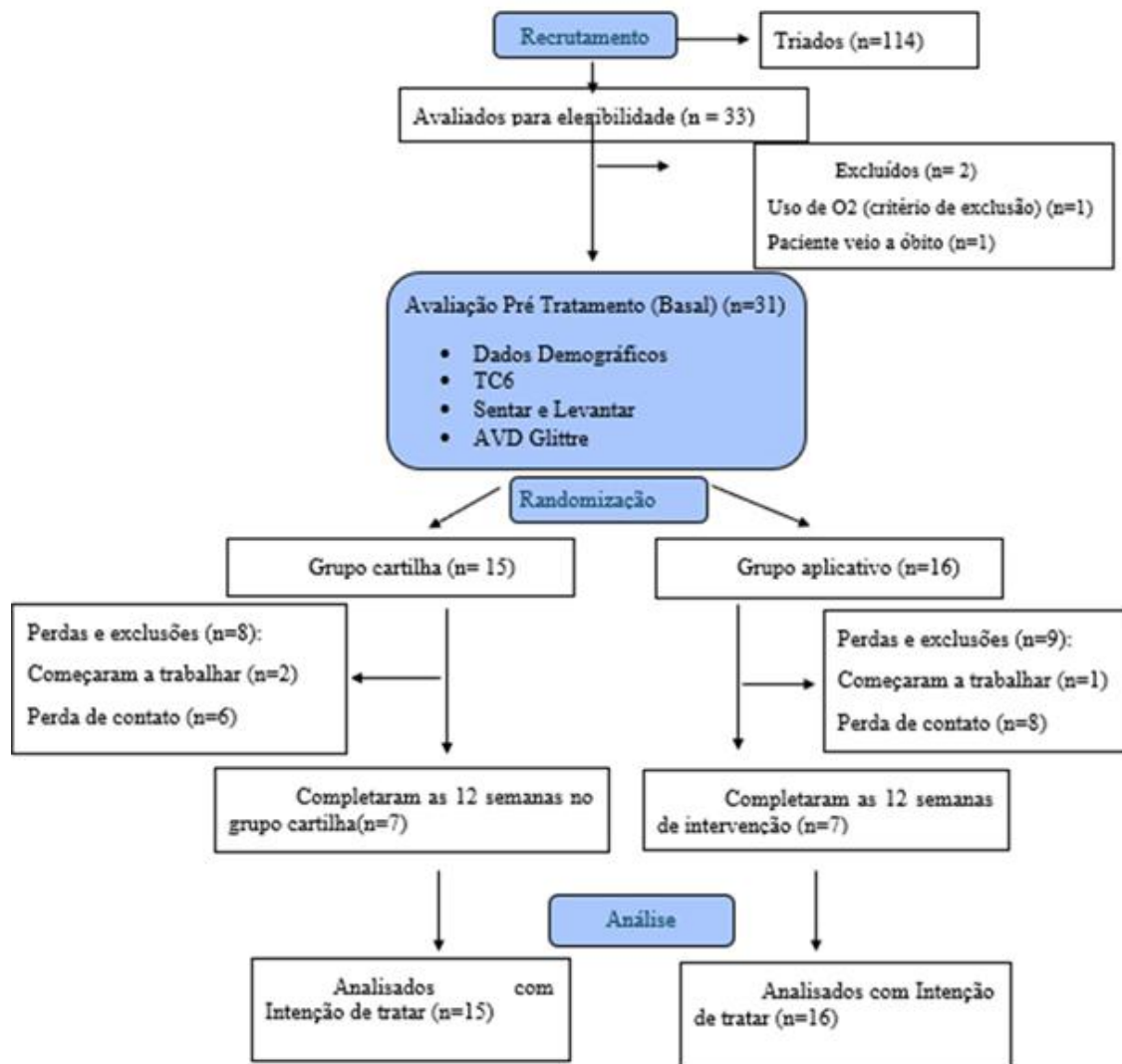


Figura7: Fluxograma do estudo. Fonte própria, com base no modelo de fluxograma do CONSORT. Número de participantes (n); Teste da Caminhada de 6 minutos (TC6); Oxigênio (O2). Teste de Atividade de vida diária (AVD Glittre)

As características clínico demográficas dos indivíduos estão descritas na Tabela 1:

Tabela 1: Caracterização dos participantes com COVID-longa (N=31).

Variáveis	Grupo Cartilha (n=15)	Grupo Aplicativo (n=16)	P
Idade (anos)	51(47-60)	57(47-71)	0,433
Sexo (F/M), n	14/01	13/3	0,316
Altura (m)	1,62(47-60)	1,50 (1,55-1,61)	0,458
Peso (kg)	84(69-112)	81 (56-96)	0,324
Fadiga (score)	26(19-30)	28(22-30)	0,565
Fadiga Física	17(10-20)	17(11-20)	0,952
Fadiga Mental	9(7-11)	11(9-12)	0,396
Dispneia, score	2(1-4)	2(1-3)	0,870
Comorbidades, n	14(93)	11(68,8)	
Hipertensão, n (%)	7(46)	6(37)	
Hipotensão, n (%)	1(6)	2(12,5)	
Diabetes, n (%)	3(20)	1(6,3)	
Arritmia, n (%)	2(13)	2(12,5)	
Hipertireoidismo, n (%)	1(6)	0(0)	
Hipotireoidismo, n (%)	3(20)	2(12,5)	
Dislipidemia, n (%)	1(6)	1(6,3)	
Asma, n (%)	3(20)	1(6,3)	
Depressão, n (%)	0(0)	4(6,3)	
Ansiedade, n (%)	0(0)	3(18,8)	
Vacinação contra COVID-19			
Primeira dose, n (%)	15 (100)	16(100)	0,340
Segunda Dose, n (%)	15 (100)	16(100)	0,989
Terceira Dose, n (%)	15 (100)	16(100)	0,278
Quarta Dose, n (%)	11(73,3)	11(68,8)	0,921

Legenda: (F/M): Feminino e Masculino; m: metro; (Kg): Kilograma; (n/%): número total de indivíduos/ porcentagem de indivíduos; TC6: Teste de caminhada de 6 minutos. Dados apresentados como mediana [Q1–Q3], conforme a distribuição. Variáveis categóricas em n (%)

Observa-se que os grupos eram homogêneos em relação aos dados demográficos e antropométricos e em relação às comorbidades. Quanto ao histórico vacinal, todos os participantes receberam 3 doses e uma minoria deixou de receber a quarta dose. Em relação a fadiga, ambos os grupos apresentavam fadiga leve, tanto pelo score total, quanto nas subescalas físicas e mental.

Os resultados da distância percorrida no Teste de Caminhada de Seis Minutos (em metros) pelos participantes dos Grupos Cartilha e App, avaliados nos momentos pré e pós-intervenção estão descritos na Tabela 2. Os dados foram analisados por intenção de tratar.

Tabela 2. Resultados do Teste da Caminhada de seis minutos Grupo Cartilha e o Grupo App, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=15)		Grupo aplicativo (n=16)				
	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Efeito tempo	Efeito grupo	Efeito da Interação
Distância (m)	509(384-570)	509(384-561)	454(434-519)	468(434-522)	0,930	0,560	0,462
PAS basal (mmhg)	113(103-120)	118(112-130)	123(114-141)	123(114-136)	0,310	0,260	0,021*
PAD basal (mmhg)	81(73-97)	86(80-93)	88(83-96)	88(83-92)	0,390	0,682	0,024*
FC basal (bpm)	74(64-85)	79(69-90)	78(69-86)	79(67-87)	0,094	0,838	0,316
SpO2 basal (%)	97(96-98)	98(97-98)	97(96-98)	97(97-98)	0,507	0,279	0,795
Borg dispneia basal (escore)	0(0-0)	0(0-0)	0,25(0-1,75)	0,25(0-2)	0,555	0,584	0,555
Borg MMII basal (escore)	0(0-0)	0(0-0)	1(0-3,5)	1(0-4,25)	0,179	0,901	0,914
PAS pós teste(mmhg)	117(115-124)	120(115-124)	129(121-147)	129(121-147)	0,104	0,002*	0,491
PADpos teste (mmhg)	80(75-89)	80(76-91)	92(80-96)	89(80-99)	0,240	0,536	0,493
FC pós teste (bpm)	83(74-102)	87(73-102)	87(81-101)	83(78-107)	0,435	0,573	0,523
Spo2 pós teste (%)	97(96-98)	98(97-98)	98(96-98)	98(96-98)	0,575	0,879	0,575
Borg dispneia pós teste (escore)	3(2-5)	2(2-3)	2(1-3,75)	2(2-3,75)	0,680	0,954	0,507
Borg MMII pós teste (escore)	3(2-4)	3(2-5)	4(2,25-4,75)	3(2-5)	0,914	0,118	0,185

Legend: Metros (m); Pressão Arterial Sistólica (PAS); Pressão Arterial Diastólica (PAD); Frequência Cardíaca (FC); Saturação de oxigênio periférica (SpO₂); por cento (%); Membros inferiores (MMIIs); batimentos por minuto (bpm); milímetros de mercúrio (mmHg); *p< 0,005. Análise por intenção de tratar.

A análise dos dados obtidos por meio do TC6M indicou que não houve diferenças estatisticamente significativas na distância percorrida ao longo das 12 semanas, tanto no Grupo Cartilha quanto no Grupo App. A comparação entre os grupos também não revelou diferenças significativas.

Com relação aos parâmetros hemodinâmicos, observou-se um aumento na PAS basal no grupo Cartilha, e manutenção no grupo Aplicativo com diferença significativa entre os grupos. Contudo, a comparação entre grupos indicou diferença significativa na PAS basal. Um padrão semelhante foi observado para a PAD basal, com o grupo Cartilha apresentando um aumento em comparação ao grupo Aplicativo.

A PAS pós-teste aumentou significativamente apenas no Grupo Cartilha. Não foram observadas alterações significativas nas variáveis de FC, SpO₂, ou nos escores da Escala de Borg (dispneia e fadiga de membros inferiores) entre os grupos ou ao longo do tempo.

Tabela 3. Resultados do Teste AVD Glittre no grupo Cartilha e grupo Aplicativo, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=15)		Grupo aplicativo (n=16)				
	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Efeito do tempo	Efeito do Grupo	Efeito da Interação
Tempo (segundos)	242(178-268)	221(178-259)	237 (206-272)	217(197-249)	0,000*	0,626	0,617
PAD basal (mmhg)	120(112-129)	121(107-129)	132(112-154)	127(113-142)	0,020*	0,194	0,257
PAD basal(mmhg)	82(77-88)	79(75-89)	91(71-98)	88(77-95)	0,011*	0,635	0,969
FC basal (bpm)	69(65-86)	77(66-86)	73(68-82)	73(64-87)	0,060	0,773	0,222
SpO2 basal (%)	97(96-97)	97(96-98)	97(96-97)	97(96-98)	0,262	0,163	0,504
Borg dispneia basal (escore)	0(0-2)	0(0-2)	0(0-2,25)	0(0-2,25)	0,322	0,415	0,322
Borg MMII basal (escore)	1(0-2)	1(0-2)	0,75(0-2,75)	0(0-2,75)	0,498	0,914	0,498
PAS pos teste(mmhg)	133(120-139)	134(124-145)	137(125-157)	140(125-157)	0,982	0,127	0,410
PAD pos teste (mmhg)	86(74-90)	84(78-89)	86(76-102)	90(76-97)	0,328	0,791	0,542
FC pos teste (bpm)	91(76-95)	91(76-95)	95(81-100)	90(77-109)	0,189	0,320	0,117
Spo2 pos teste (%)	97(95-98)	97(95-98)	98(96-98)	98(97-98)	0,090	0,020*	0,373
Borg dispneia pos teste (escore)	4(3-5)	3(2-5)	3,5(2,25-5)	3,5(1,5-5)	0,519	0,550	0,513
Borg MMII pos test (escore)	4(3-5)	4(1-5)	3,5(1,5-8,25)	3(1-1,75)	0,126	0,538	0,390

Legend: Pressão Arterial Sistólica (PAS); Pressão Arterial Diastólica (PAD); Frequência Cardíaca (FC); Saturação de oxigênio periférica (SpO₂); por cento (%); Membros inferiores (MMIIs); batimentos por minuto (bpm); milímetros de mercúrio (mmHg); *:p< 0,005. Análise por intenção de tratar.

A análise do desempenho no teste Glittre evidenciou uma melhora significativa no tempo total de execução da tarefa após a intervenção em ambos os grupos, com efeito do tempo estatisticamente significativo. Não foram observadas diferenças significativas entre os grupos ou na interação tempo $\times$ grupo, indicando que ambos os métodos de intervenção promoveram ganhos semelhantes na capacidade funcional.

No que se refere aos parâmetros hemodinâmicos de repouso, observou-se redução significativa da PAS e diastólica no tempo, independentemente do grupo. A FC basal apresentou tendência à elevação, porém, sem significância estatística. A SpO₂ em repouso manteve-se estável ao longo do tempo, sem diferença entre os grupos.

Os escores de dispneia e fadiga em membros inferiores permaneceram inalterados após a intervenção, sem diferenças estatisticamente significativas para tempo, grupo ou interação.

A PAS e PAD pós-teste não sofreram alterações significativas com o tempo ou entre os grupos. A frequência cardíaca pós-teste apresentou elevação numérica, porém sem significância estatística. Observou-se tendência de melhora na SpO₂ após o teste no grupo Cartilha e estabilidade no grupo App, com efeito de grupo significativo, indicando melhores níveis de oxigenação neste último.

Os escores de dispneia e fadiga em MMII após o esforço permaneceram inalterados em ambos os grupos e períodos, não havendo diferença significativa entre os momentos.

Tabela 4. Resultados do Teste Sentar e levantar (30segundos) no grupo Cartilha e grupo Aplicativo, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=15)		Grupo aplicativo (n=16)				
	Pré Tratamento (mediana- 25- 75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25- 75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Efeito tempo	Efeito do grupo	Efeito da Interação
Subidas	16(12-21)	16(14-22)	18(15-20)	20(16-21)	0,000*	0,740	0,677
PAD basal (mmhg)	117(112-130)	120(112-130)	122(116-134)	125(118-135)	0,411	0,442	0,945
PAD basal(mmhg)	82(77-89)	81(77-89)	85(71-92)	84(72-95)	0,707	0,826	0,831
FC basal(bpm)	82(75-92)	81(72-89)	80(71-91)	79(70-96)	0,586	0,528	0,849
SpO2 basal (%)	98(98-98)	98(98-99)	98(96-98)	98(97-98)	0,018*	0,876	0,042*
Borg dispneia basal (escore)	1(0-3)	0(0-2)	0(0-2,75)	2(2-2,75)	0,121	0,088	0,205
Borg MMIIs basal (escore)	2(1-4)	1(1-2)	1,5(0-4,5)	2(0-4,5)	0,024*	0,120	0,024*
PAS pos teste(mmhg)	125(116-130)	128(121-131)	136(122-148)	137(122-147)	0,067	0,022*	0,874
PAD pos teste (mmhg)	81(72-87)	83(75-89)	81(65-94)	79(64-91)	0,466	0,822	0,176
FC pos teste (bpm)	93(78-105)	93(78-105)	89(83-104)	90(84-106)	0,014*	0,580	0,634
Spo2 pos teste (%)	97(95-98)	97(96-98)	97(96-98)	97(96-98)	0,166	0,480	0,248
Borg dispneia pos teste (escore)	3(2-4)	2(2-3)	1,50(0,25-3,75)	3(0,75-4)	0,506	0,743	0,014*
Borg MMII pos teste (escore)	4(3-5)	3(3-4)	3(2-5)	4(2,25-5)	0,667	0,587	0,694

Legend: Pressão Arterial Sistólica (PAS); Pressão Arterial Diastólica (PAD); Frequência Cardíaca (FC); Saturação de oxigênio periférica (SpO₂); por cento (%); Membros inferiores (MMII); batimentos por minuto (bpm); milímetros de mercúrio (mmHg); *:p< 0,005. Análise por intenção de tratar.

Na avaliação funcional por meio do teste de sentar e levantar, observou-se aumento significativo no número de subidas realizadas após a intervenção em ambos os grupos, com efeito significativo do tempo, mas sem diferenças significativas entre os grupos ou na interação tempo $\times$ grupo.

A SpO₂ em repouso apresentou elevação significativa ao longo do tempo, com interação significativa, indicando que a resposta ao tratamento foi distinta entre os grupos. A frequência cardíaca pós-teste também aumentou significativamente após a intervenção, com efeito significativo interação.

Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, não foram observadas alterações significativas na PAD em repouso ou após o teste. Entretanto, a PAS pós-teste foi significativamente maior no grupo App em comparação ao grupo Cartilha, independentemente do tempo.

A percepção subjetiva de esforço, avaliada pela escala de Borg, demonstrou melhora significativa nos escores de fadiga em membros inferiores em repouso no Grupo cartilha, com efeito de interação significativo. Por outro lado, o escore de dispneia pós-teste apresentou interação significativa, evidenciando que os grupos responderam de maneira distinta ao esforço após a intervenção, ainda que não tenham ocorrido efeitos principais do tempo ou do grupo.

Tabela 5. Resultados dos questionários de Fadiga, dispneia, Escala Funcional Pós COVID-19 e Adesão ao Exercício nos grupos Cartilha e App, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=15)		Grupo aplicativo (n=16)				
	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós-tratamento (mediana- 25-75)	Efeito do tempo	Efeito do Grupo	Efeito da Interação
Fadiga (escore)	50(19-31)	28(20-29)	27(23-30)	19(16-26)	0,178	0,480	0,127
Fadiga Física	16(9-19)	15(10-19)	12(10-19)	10(10-16)	0,520	0,444	0,318
Fadiga Mental	8(7-12)	8(6-10)	11(8-12)	9(3-11)	0,080	0,838	0,807
Dispneia(escore)	1(1-2)	1(0-2)	1(1-3)	1(1-3)	0,441	0,137	0,074
PCFS (escore)	1 (1-1)	1 (1-1)	1(0-1)	1(0-1)	0,182	0,427	0,985
Escala de Adesão (escore)	35 (31-46)	35 (31-41)	33 (29-38)	31 (26-36)	0,178	0,062	0,407

Legenda: PCFS: Escala Funcional Pós COVID-19 (PCFS- do inglês *Post-COVID-19 Functional Status*). Análise por intenção de tratar.

Houve uma redução nos escores totais de fadiga no grupo aplicativo; no entanto, essa mudança não foi estatisticamente significativa entre os momentos pré e pós-intervenção. Da mesma forma, não foram observadas alterações significativas nos escores de dispneia entre os grupos ao longo do tempo.

Na Escala Funcional Pós-COVID-19, a maioria dos participantes foi classificada no grau 1: presença de sintomas, mas sem impacto relevante nas atividades do cotidiano, e não foram detectadas mudanças significativas entre os grupos após a intervenção.

Em relação à escala de adesão ao exercício, as pontuações foram altas, sugerindo uma boa adesão ao protocolo proposto, sem diferenças significativas entre os grupos.

Análises suplementares

As tabelas com as análises dos participantes que retornaram após as 12 semanas (n=14), grupo Cartilha (n=7) e grupo Aplicativo (n=7) estão disponíveis como material suplementar II.

Assim como na análise por intenção de tratar, observou-se um aumento na distância percorrida no grupo aplicativo, porém sem significância estatística. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, houve aumento significativo da PAS em ambos os grupos, além de um aumento da PAD no grupo cartilha e uma diminuição da PAD no grupo aplicativo, ambos significativos. Observou-se ainda uma diferença significativa no efeito de grupo nos escores de Borg para dispneia e membros inferiores.

No teste AVD Glittre, manteve-se uma melhora significativa no tempo no grupo aplicativo em ambas as análises. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, no efeito tempo, houve melhora da PAD em ambos os grupos, além de uma melhora da FC no grupo aplicativo e uma piora no grupo Cartilha. Observou-se também uma diminuição significativa nos escores de Borg dispneia pré-teste no efeito tempo, e uma diferença significativa entre os grupos no Borg de dispneia pós teste.

O teste de sentar e levantar apresentou melhora significativa no efeito tempo em ambos os grupos. Em relação aos parâmetros hemodinâmicos, a SpO₂ mostrou melhora ao longo do tempo no grupo cartilha. Houve ainda uma diferença significativa entre os grupos no Borg de dispneia e um efeito de interação no Borg de dispneia pós-teste.

Entre os questionários, apenas o de dispneia apresentou melhora significativa no efeito de interação, em favor do grupo cartilha. Os demais questionários não mostraram modificações significativas.

5. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de um programa de treinamento físico, mediado por aplicativo móvel, sobre a capacidade funcional de indivíduos com COVID-longa. Nosso resultado sugere que, embora as intervenções propostas, por meio de cartilha ou aplicativo, possam ter contribuído para a manutenção da capacidade funcional, não foram suficientes para promover melhora significativa dessa variável em ambos os grupos. Essa limitação pode estar relacionada à baixa adesão ao protocolo de treinamento, observada nos dois grupos. É importante destacar que não foram relatados eventos adversos durante o período de intervenção, o que indica que o protocolo foi clinicamente seguro. No entanto, a ausência de efeitos colaterais também pode estar parcialmente associada à baixa frequência da realização dos exercícios, o que reduziu o impacto potencial da intervenção.

O desfecho principal, avaliado pelo teste da caminhada de seis minutos, não obteve resultados significativos em ambos os grupos. Estes resultados corroboram com os achados de TEIXEIRA DO AMARAL et al. (2022), que também investigaram os efeitos de um programa de treinamento domiciliar em indivíduos com COVID-longa e não observaram melhora significativa na distância percorrida no TC6. Por outro lado, o estudo conduzido por IBRAHIM et al. (2023) demonstraram que indivíduos submetidos a um programa presencial de exercícios aeróbicos de baixa e moderada intensidade, apresentaram aumento significativo na distância percorrida, quando comparados ao grupo Cartilha.

Uma possível explicação para a semelhança entre os nossos achados e os de TEIXEIRA DO AMARAL et al. (2022) e a divergência em relação ao estudo de IBRAHIM et al. (2023) pode estar relacionada ao tipo de intervenção, tanto o nosso estudo, quanto o de TEIXEIRA DO AMARAL et al. (2022) aplicaram programas domiciliares, sem supervisão presencial direta, o que pode ter limitado a intensidade e a progressão dos exercícios. Já no estudo de IBRAHIM et al. (2023), o treinamento foi realizado de forma presencial, com acompanhamento profissional, o que possivelmente

garantiu maior controle sobre a execução, intensidade e aderência ao protocolo, favorecendo a melhora na distância percorrida do TC6.

A ausência de supervisão presencial pode ter influenciado os resultados obtidos, especialmente no que diz respeito à adesão. O exercício supervisionado tende a gerar melhoras na força muscular em comparação àqueles realizados de forma autônoma em casa (Lacroix et al., 2016). Uma Revisão Sistemática com meta-análise realizada por Fisher et al. (2022) demonstraram que o exercício de resistência supervisionado resultou em ganhos de força muscular ligeiramente maiores do que o exercício não supervisionado em adolescentes e adultos. Esses achados sugerem que a presença de um profissional pode contribuir para a execução mais adequada, maior controle da intensidade e aumento da motivação, fatores que, em conjunto, podem impactar diretamente os desfechos funcionais. Portanto, a falta de supervisão presencial no protocolo utilizado neste estudo pode ser considerada uma limitação relevante, especialmente diante da baixa adesão observada e da ausência de melhora significativa em algumas variáveis.

No que se refere aos parâmetros hemodinâmicos, observou-se um aumento significativo da PAS basal no grupo Cartilha, enquanto no grupo App a PAS foi mantida, com diferença significativa entre os grupos ao final do protocolo. Esses achados sugerem um melhor desempenho no formato digital em evitar elevações da pressão arterial de repouso, o que pode ser associado a uma melhor autorregulação cardiovascular ou a maior adesão à prática de exercícios em intensidades controladas (DAVERGNE et al., 2023). A elevação da PAS pós-teste exclusivamente no grupo Cartilha também pode indicar menor condicionamento cardiovascular ou maior esforço percebido durante o teste.

Por outro lado, não foram identificadas alterações significativas nas demais variáveis analisadas, como FC, SpO₂, nem nos escores de dispneia e fadiga de membros inferiores. Tais resultados indicam que, independentemente do tipo de intervenção, os participantes mantiveram níveis estáveis de resposta fisiológica ao esforço submáximo, sem evidência de piora perceptível na tolerância ao exercício. Entretanto, a ausência de melhora também sugere que os programas, em sua configuração atual, podem não ter oferecido estímulo suficiente para promover adaptações perceptíveis nesses parâmetros.

Teste de Atividade de vida diária Glittre

Os resultados obtidos no Teste de AVD Glittre, indicaram uma melhora significativa no tempo total de execução da tarefa após o período de intervenção em ambos os grupos. O efeito estatisticamente significativo do tempo, independentemente da abordagem utilizada (cartilha ou aplicativo), evidencia que as intervenções propostas foram eficazes na promoção de ganhos funcionais.

Até o onde se sabe, este é o primeiro estudo a avaliar o desempenho no Teste AVD Glittre em indivíduos com COVID-longa após 12 semanas de intervenção por exercício físico. No entanto, esse teste já foi utilizado em estudos transversais para avaliar a capacidade funcional nessa população, como no estudo DE OLIVEIRA et al. (2022), que, ao analisarem mulheres não hospitalizadas com diagnóstico de COVID-longa, identificaram um tempo médio de execução do teste de 248 segundos (aproximadamente 4,8 minutos), valor semelhante ao encontrado na linha de base da presente amostra. Em contraste, SILVA et al. (2024), que avaliaram exclusivamente homens até três anos após a infecção por COVID-19, relataram um tempo médio significativamente inferior, de 183 segundos (3,3 minutos). A discrepância de execução do teste entre os resultados pode ser atribuída às diferenças na composição das amostras, especialmente quanto ao sexo dos participantes. Considerando que 87,1% da amostra deste estudo é composta por mulheres, os dados se aproximam mais dos valores relatados por DE OLIVEIRA et al. (2022). Estudos anteriores já demonstraram que o desempenho no Teste Glittre tende a ser superior em homens, possivelmente em função de variáveis como composição corporal e força muscular (HORA et al., 2018; MENDES et al., 2020).

No que tange aos parâmetros hemodinâmicos de repouso, observou-se redução significativa da PAS e PAD ao longo do tempo em ambos os grupos. Esse achado indica um possível efeito positivo da prática regular de exercícios físicos sobre o controle da pressão arterial, o que já é amplamente documentado na literatura (PASANEN et al., 2017). A frequência cardíaca (FC) basal apresentou tendência de elevação, porém sem significância estatística, o que pode refletir a variabilidade individual na resposta cardiovascular à atividade física de baixa intensidade, característica comum em programas não supervisionados.

A estabilidade da SpO₂ em repouso e dos escores de dispneia e fadiga sugere boa tolerância ao esforço físico, embora possa refletir limitação na progressão da intensidade

do exercício. Observou-se tendência de melhora da SpO₂ pós-teste no grupo Cartilha e estabilidade no grupo App, com efeito de grupo significativo, indicando resposta mais eficiente de oxigenação ao esforço no grupo App, possivelmente devido a melhor controle ou adesão ao protocolo.

Teste de sentar e levantar

O desempenho no teste de sentar e levantar de 30 segundos apresentou melhora significativa em ambos os grupos, corroborando a literatura. Estudos prévios demonstraram resultados semelhantes em indivíduos com COVID-longa com diferentes tipos e durações de intervenção, como programas domiciliares e telereabilitação de 14 a 16 semanas (LONGOBARDI et al., 2023; RODRIGUEZ-BLANCO et al., 2023), presenciais com exercícios aeróbicos (IBRAHIM et al., 2023).

Apesar das variações nos métodos e no tempo de intervenção, tanto abordagens supervisionadas quanto domiciliares mostraram-se eficazes na melhora desse desfecho funcional. A exceção foi o estudo de TEXEIRA DO AMARAL et al. (2022) que utilizaram o *Five-Time Sit-to-Stand Test (FTSST)*, o qual avalia o tempo necessário para realizar cinco repetições do movimento, diferente do teste de 30 segundos, que quantifica o número de repetições realizadas dentro do intervalo de tempo. Por avaliarem aspectos distintos da capacidade funcional, os resultados não são diretamente comparáveis.

Neste estudo, a capacidade funcional foi avaliada por meio de três instrumentos, o TC6, o Teste AVD Glittre e o Teste de Sentar e Levantar em 30 segundos. Observou-se melhora significativa apenas nos testes de AVD Glittre e Sentar e Levantar, enquanto o TC6 não apresentou alterações relevantes. Essa diferença pode ser atribuída à natureza distinta dos componentes avaliados por cada instrumento. O TC6 mensura predominantemente a resistência aeróbica e a capacidade cardiorrespiratória (ATS 2002), enquanto o teste AVD Glittre, por integrar múltiplas tarefas funcionais, reflete de forma mais abrangente as demandas das atividades da vida diária (AVDs), envolvendo tanto o sistema cardiorrespiratório quanto o musculoesquelético (MONTEIRO et al., 2017). Já o teste de Sentar e Levantar avalia força e resistência muscular dos membros inferiores (RIKLI; JONES, 1999), o que pode explicar a sensibilidade dos dois últimos testes em detectar os ganhos obtidos com a intervenção.

Dessa forma, é possível hipotetizar que a diferença observada entre os resultados dos testes esteja associada à estrutura do protocolo de intervenção adotado, o qual teve ênfase no treinamento de força muscular, composto por sete exercícios de força, quatro de flexibilidade e apenas um aeróbico. Esse enfoque pode ter favorecido a melhora na capacidade funcional em domínios relacionados à força e à execução de atividades de vida diária, como evidenciado pelos ganhos no teste AVD Glittre e no teste de Sentar e Levantar. No entanto, tal configuração pode não ter sido suficiente para promover melhorias significativas na resistência cardiorrespiratória avaliada pelo TC6. Ainda assim, a inclusão do TC6 se justifica por sua importância clínica e por fazer parte do protocolo de avaliação padronizado nas fases anteriores do estudo multicêntrico, o que garante coerência metodológica e comparabilidade entre os centros participantes.

Os resultados obtidos no questionário PCFS não apresentaram diferenças significativas após a intervenção em nenhum dos grupos. Esse achado contrasta com os estudos prévios que demonstraram melhorias funcionais em indivíduos com COVID-longa após programas de exercício físico (LONGOBARDI et al., 2023; IBRAHIM et al., 2023). Tal divergência pode estar relacionada ao perfil clínico da amostra que, neste estudo, apresentou escore médio correspondente ao grau 1 da escala PCFS, indicando sintomas leves, sem impacto funcional relevante. Em contraste, os participantes dos estudos citados apresentavam níveis mais elevados de comprometimento funcional, o que pode ter favorecido a detecção de efeitos positivos. Assim, a ausência de melhora significativa em nossa amostra pode refletir a baixa limitação funcional inicial, reduzindo o potencial de variação na escala.

Seguindo a mesma lógica, não foram observadas diferenças significativas nos escores dos questionários de fadiga e dispneia, o que pode ser atribuído à baixa intensidade inicial desses sintomas na amostra, limitando a detecção de efeitos da intervenção. Da mesma forma, os escores da escala EARS, aplicada para avaliar a adesão ao exercício, não apresentaram variações significativas entre os grupos. Apesar da pontuação de adesão ao exercício ser considerada alta, não houve mudanças de valores em relação do momento pré intervenção com o pós intervenção, o que propôs que o protocolo não interferiu na adesão dos participantes. Isso pode estar relacionada à elevada taxa de desistência, visto que apenas 14 dos 31 participantes inicialmente incluídos (menos de 45%) completaram o protocolo. Além disso, o número de participantes foi

inferior ao estimado, sendo planejada uma amostra de 60 indivíduos (30 por grupo), mas apenas 31 aceitaram participar. Apesar das melhorias observadas em desfechos como o tempo no Teste AVD Glittre e o número de repetições no Teste de Sentar e Levantar, os dados indicam dificuldades na adesão ao protocolo.

Esse cenário reflete um desafio amplamente descrito na literatura, que aponta a adesão ao exercício físico como uma preocupação global. Embora os benefícios da atividade física sejam amplamente reconhecidos, os índices de inatividade permanecem elevados e os níveis de sedentarismo ainda não foram adequadamente reduzidos (COLLADO-MATEO et al., 2021; BOOTH et al., 2012).

A baixa adesão pode comprometer diretamente os resultados de ensaios clínicos, mesmo diante de protocolos bem estruturados, uma vez que interfere na efetividade das intervenções (JOHNSTON et al., 2019). Estratégias como o uso de tecnologias e a introdução de modalidades alternativas de exercício físico já foram propostas para melhorar este cenário, embora com resultados ainda limitados (GARCÍA-BRAVO et al., 2021; KOUSHYAR et al., 2017). A adesão ao exercício é influenciada por múltiplos fatores como crenças pessoais, hábitos culturais, estilo de vida e percepção de saúde (LOPES et al., 2021), fatores que podem ser ainda mais desafiadores em indivíduos com COVID-longa, devido à presença de sintomas flutuantes e limitações físicas e emocionais persistentes. Tais aspectos, associados ao formato remoto e à ausência de supervisão direta, podem ter possivelmente contribuíram para a alta taxa de abandono observada neste estudo.

Por fim, concluímos que esses dados evidenciam a importância de ajustes nos protocolos de intervenção remota, como intensificação do volume e da intensidade dos exercícios, além do acompanhamento mais frequente da execução das atividades propostas. Ademais, o uso de tecnologias interativas, como aplicativos que possibilitem feedback em tempo real, pode representar uma estratégia promissora para melhorar a adesão e a efetividade das intervenções domiciliares.

Limitações e pontos fortes:

A principal limitação refere-se à baixa adesão ao protocolo de exercícios, o que pode ter comprometido o empenho adequado dos participantes à intervenção e, consequentemente, reduzido seu impacto sobre os desfechos avaliados. Além disso, a ausência de supervisão presencial pode ter influenciado negativamente tanto a adesão quanto a correta execução dos exercícios, limitando os potenciais benefícios do programa. Outra limitação importante foi o tamanho reduzido da amostra, o que restringe a generalização dos resultados e reduz o poder estatístico para detectar diferenças mais sutis entre os grupos. A escolha do TC6 como desfecho primário, embora coerente com o protocolo multicêntrico do qual este estudo faz parte, pode não ter sido a medida mais sensível aos efeitos do programa, uma vez que o protocolo proposto teve ênfase nos exercícios de força e AVDs.

Por outro lado, o estudo apresenta pontos fortes relevantes, como o desenho experimental controlado e randomizado, que confere maior robustez metodológica. A utilização de instrumentos de avaliação funcional validados e a aplicação de um protocolo de exercícios baseado em diretrizes clínicas também contribuem para a relevância dos achados. Destaca-se, ainda, a melhora significativa observada em desfechos secundários, como o desempenho nos testes de Sentar e Levantar e AVD Glittre, indicando efeitos positivos do protocolo sobre aspectos funcionais relacionados à força muscular e à realização de atividades da vida diária. Além disso, o caráter inovador da intervenção remota, especialmente em uma população com COVID-longa, representa uma contribuição importante para a literatura, ampliando o conhecimento sobre estratégias de reabilitação viáveis e seguras em contextos com restrição de acesso presencial.

6. Referências

AMINI, H. *et al.* COVID-19 pandemic-induced physical inactivity: the necessity of updating the Global Action Plan on Physical Activity 2018-2030. *Environmental Health and Preventive Medicine*BioMed Central Ltd, , 1 dez. 2021.

BARANAUSKAS, Marissa N.; CARTER, Stephen J. Evidence for impaired chronotropic responses to and recovery from 6-minute walk test in women with post-acute COVID-19 syndrome. *Experimental Physiology*, v. 107, n. 7, p. 722–732, 1 jul. 2022.

BECKER, Richard C. Anticipating the long-term cardiovascular effects of COVID-19. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*Springer, , 1 out. 2020.

BENNEL, Kim L. *et al.* Telephone Coaching to Enhance a Home-Based Physical Activity Program for Knee Osteoarthritis: A Randomized Clinical Trial. *Arthritis Care and Research*, v. 69, n. 1, p. 84–94, 1 jan. 2017.

BIANCA TIRIBA GOMES; *et al.* View of Validation and reliability of the test of daily Activities-GLITTRE (GLITTRE-ADL TEST) to evaluate functional capacity in older adults. 2022.

BOOTH, Frank W.; ROBERTS, Christian K.; LAYE, Matthew J. Lack of exercise is a major cause of chronic diseases. *Comprehensive Physiology*, v. 2, n. 2, p. 1143–1211, abr. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. SECRETARIA DE ATENÇÃO À SAÚDE. DEPARTAMENTO DE AÇÕES PROGRAMÁTICAS ESTRATÉGICAS. Diretrizes de Atenção à Reabilitação da Pessoa com Acidente Vascular Cerebral. [S.l.: S.n.].

BRODIN, Petter. Immune determinants of COVID-19 disease presentation and severity. *Nature Medicine*Nature Research, , 1 jan. 2021.

COLLADO-MATEO, Daniel *et al.* Key factors associated with adherence to physical exercise in patients with chronic diseases and older adults: An umbrella review. *International Journal of Environmental Research and Public Health* MDPI AG, , 2 fev. 2021.

COSTA, Glaucio Carneiro *et al.* Validation and reproducibility of the Glittre activities of the daily living test for evaluation of functional capacity after a stroke. *Physiotherapy Theory and Practice*, v. 39, n. 4, p. 887–894, 2023.

CRAPO, ROBERTO *et al.* American Thoracic Society ATS Statement : Guidelines for the Six-Minute Walk Test. v. 166, p. 111–117, 2002.

CROOK, Harry *et al.* Long covid - Mechanisms, risk factors, and management. *The BMJ* BMJ Publishing Group, , 26 jul. 2021.

DAVERGNE, Thomas *et al.* The Effectiveness of Digital Apps Providing Personalized Exercise Videos: Systematic Review With Meta-Analysis. *Journal of Medical Internet Research* JMIR Publications Inc., , 2023.

DE ANDRADE, Michele Lacerda *et al.* Effects of Physical Exercise on Functional Physical Performance in Individuals With Long COVID. *Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation and Prevention*, 23 maio 2025.

DE LIRA, Mariana Romano *et al.* The Brazilian Portuguese version of the Exercise Adherence Rating Scale (EARS-Br) showed acceptable reliability, validity and responsiveness in chronic low back pain. *BMC Musculoskeletal Disorders*, v. 21, n. 1, 12 maio 2020.

DE OLIVEIRA, Tatiana Conceição Pereira *et al.* The Glittre-ADL test in non-hospitalized patients with post-COVID-19 syndrome and its relationship with muscle strength and lung function. *Clinical Biomechanics*, v. 100, 1 dez. 2022.

FERNÁNDEZ-DE-LAS-PEÑAS, César. Long COVID: current definition...Akbaraliabad H, Taghrir MH, Abdollahi A, et al. Long COVID, a comprehensive systematic scoping review. *Infection*. 2021;49(6):1163-1186. *Infection*, v. 50, n. 1, p. 285–286, fev. 2022.

FERREIRA, Rafael Frantz. Aplicação do Questionário Internacional de Atividades Físicas para validação do nível de atividades físicas nas pessoas portadoras de Síndrome de Down. p. 2–7, 2012.

GAO, Zhiru *et al.* A systematic review of asymptomatic infections with COVID-19. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection* Elsevier Ltd, , 1 fev. 2021.

GARCÍA-BRAVO, Sara *et al.* Virtual reality and video games in cardiac rehabilitation programs. A systematic review. *Disability and Rehabilitation* Taylor and Francis Ltd., , 2021.

GÓMEZ, CÉSAR CINESI *et al.* Clinical Consensus Recommendations Regarding Non-Invasive Respiratory Support in the Adult Patient with Acute Respiratory Failure Secondary to SARS-CoV-2 infection. *Archivos de Bronconeumologia*, v. 56, p. 11–18, 2020.

GOMEZ-PINILLA, Fernando; HILLMAN, Charles. The influence of exercise on cognitive abilities. *Comprehensive Physiology*, v. 3, n. 1, p. 403–428, 2013.

GREENHALGH, Trisha *et al.* Management of post-acute covid-19 in primary care. *The BMJ*, v. 370, 11 ago. 2020.

HIGGINS, Victoria *et al.* Anti-SARS-CoV-2 IgM improves clinical sensitivity early in disease course. *Clinical Biochemistry*, v. 90, p. 1–7, 1 abr. 2021.

HOONG, Caroline Wei Shan *et al.* Viral arthralgia a new manifestation of COVID-19 infection? A cohort study of COVID-19-associated musculoskeletal symptoms. *International Journal of Infectious Diseases*, v. 104, p. 363–369, 1 mar. 2021.

HORA, Ádrea L. *et al.* The relationship between muscle function, lung function and quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Isokinetics and Exercise Science*, v. 26, n. 1, p. 17–27, 2018.

HUANG, Chaolin *et al.* 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *The Lancet*, v. 397, n. 10270, p. 220–232, 16 jan. 2021.

IBRAHIM, AA *et al.* A randomized controlled trial examining the impact of low vs. moderate-intensity aerobic training in post-discharge COVID-19 older subjects. *European Review for Medical and Pharmacological Sciences*, v. 27, p. 4280–4291, 2023.

JARROTT, Bevyn *et al.* “LONG COVID”—A hypothesis for understanding the biological basis and pharmacological treatment strategy. *Pharmacology Research and Perspectives* John Wiley and Sons Inc, , 1 fev. 2022.

JOHNSTON, Craig A. *et al.* Levels of adherence needed to achieve significant weight loss. *International Journal of Obesity*, v. 43, n. 1, p. 125–131, 1 jan. 2019.

JOSÉ, Anderson; DAL CORSO, Simone. Reproducibility of the six-minute walk test and Glittre ADL-test in patients hospitalized for acute and exacerbated chronic lung disease. *Brazilian Journal of Physical Therapy*, v. 19, n. 3, p. 235–242, 14 jul. 2015.

KLOK, Frederikus A. *et al.* The post-COVID-19 functional status scale: A tool to measure functional status over time after COVID-19. *European Respiratory Journal* European Respiratory Society, , 1 jul. 2020.

KOUSHYAR, Hoda *et al.* Relative Strength at the Hip, Knee, and Ankle Is Lower among Younger and Older Females Who Are Obese. *Journal of Geriatric Physical Therapy*, v. 40, n. 3, p. 143–149, 2017.

KUMAR, Mukesh; THAKUR, Ajit Kumar. Neurological manifestations and comorbidity associated with COVID-19: an overview. *[S.d.]*.

LACROIX, André *et al.* Effects of a supervised versus an unsupervised combined balance and strength training program on balance and muscle power in healthy older adults: A randomized controlled trial. *Gerontology*, v. 62, n. 3, p. 275–288, 1 abr. 2016.

LEWKOWICZ, Daniel *et al.* Digital therapeutic care and decision support interventions for people with Low Back Pain: Systematic review. *JMIR Rehabilitation and Assistive Technologies* JMIR Publications Inc., , 1 out. 2021.

LIU, Kai *et al.* Respiratory rehabilitation in elderly patients with COVID-19: A randomized controlled study. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, v. 39, 1 maio 2020.

LONGOBARDI, Igor *et al.* Effects of a 16-week home-based exercise training programme on health-related quality of life, functional capacity, and persistent symptoms in survivors of severe/critical COVID-19: a randomised controlled trial. *British Journal of Sports Medicine*, p. bjsports-2022-106681, 10 maio 2023.

LOPES, Susana *et al.* Determinants of exercise adherence and maintenance among patients with hypertension: a narrative review. *Reviews in Cardiovascular Medicine* IMR Press Limited, , 22 dez. 2021.

LOPEZ-LEON, S. *et al.* More than 50 long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Scientific reports*, v. 11, n. 1, p. 16144, 2021.

MARQUES, Andréa *et al.* Effectiveness of remote care interventions: a systematic review informing the 2022 EULAR Points to Consider for remote care in rheumatic and musculoskeletal diseases. *RMD Open*BMJ Publishing Group, , 2022.

MENDES, Liliane P. de Souza *et al.* Validity and Responsiveness of the Glittre-ADL Test without a Backpack in People with Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *COPD: Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, v. 17, n. 4, p. 392–400, 3 jul. 2020.

MONTEIRO, Fabiane *et al.* Physical Function, Quality of Life, and Energy Expenditure During Activities of Daily Living in Obese, Post-Bariatric Surgery, and Healthy Subjects. *Obesity Surgery*, v. 27, n. 8, p. 2138–2144, 1 ago. 2017.

MURBE, Dirk *et al.* Aerosol emission of adolescents voices during speaking, singing and shouting. *PLoS ONE*, v. 16, n. 2 February, p. 1–10, 2021.

NEHME, Mayssam *et al.* Covid-19 symptoms: Longitudinal evolution and persistence in outpatient settings. *Annals of Internal Medicine*American College of Physicians, , 1 maio 2021.

NOTARTE, Kin Israel *et al.* Age, Sex and Previous Comorbidities as Risk Factors Not Associated with SARS-CoV-2 Infection for Long COVID-19: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Clinical Medicine*MDPI, , 1 dez. 2022.

OMS, Organização Mundial de Saúde; OMS declara fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional referente à COVID-19. Disponível em: <<https://www.paho.org/pt/news/30-1-2020-who->>.

ORONSKY, Bryan *et al.* A Review of Persistent Post-COVID Syndrome (PPCS). *Clinical Reviews in Allergy and Immunology* Springer, , 1 fev. 2023.

PASANEN, Tero *et al.* Exercise therapy for functional capacity in chronic diseases: An overview of meta-analyses of randomised controlled trials. *British Journal of Sports Medicine* BMJ Publishing Group, , 1 out. 2017.

PATTERSON, Thomas L.; MAUSBACH, Brent T. Measurement of functional capacity: A new approach to understanding functional differences and real-world behavioral adaptation in those with mental illness. *Annual Review of Clinical Psychology*, 27 abr. 2010.

PETERSEN, Eskild *et al.* Comparing SARS-CoV-2 with SARS-CoV and influenza pandemics. *n. January*, p. 19–21, 2020.

RIJAL, Anupa *et al.* Effect of exercise on functional capacity and body weight for people with hypertension, type 2 diabetes, or cardiovascular disease: a systematic review with meta-analysis and trial sequential analysis. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v. 16, n. 1, 1 dez. 2024.

RIKLI, Roberta E.; JONES, C. Jessie. Development and validation of a Functional Fitness test for Community-Residing older Adults. *Journal of aging and Physical Activity*, v. 28, n. 7, p. 129–161, 1999.

RODRIGUEZ-BLANCO, Cleofas *et al.* A 14-Day Therapeutic Exercise Telerehabilitation Protocol of Physiotherapy Is Effective in Non-Hospitalized Post-COVID-19 Conditions: A Randomized Controlled Trial. *Journal of Clinical Medicine*, v. 12, n. 3, 1 fev. 2023.

SAEIDI, Alireza *et al.* T-cell exhaustion in chronic infections: Reversing the state of exhaustion and reinvigorating optimal protective immune responses. *Frontiers in Immunology*, v. 9, n. NOV, 9 nov. 2018.

SCHIETINGER, Andrea; GREENBERG, Philip D. Tolerance and exhaustion: Defining mechanisms of T cell dysfunction. *Trends in Immunology*, fev. 2014.

SCHULZ, Kenneth F.; ALTMAN, Douglas G.; MOHER, David. CONSORT 2010 Statement: Updated guidelines for reporting parallel group randomised trials. *Trials*, v. 11, 24 mar. 2010.

SCOPPETTUOLO, Pasquale; BORRELLI, Serena; NAEIJE, Gilles. Neurological involvement in SARS-CoV-2 infection: A clinical systematic review. *Brain, Behavior, and Immunity - Health* Elsevier Inc., , 1 maio 2020.

SEEBLE, J. *et al.* Persistent Symptoms in Adult Patients 1 Year after Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Prospective Cohort Study. *Clinical Infectious Diseases*, v. 74, n. 7, p. 1191–1198, 2022.

SILVA, Mayra Gomes Soares *et al.* Evaluating performance on the Glittre-ADL test in men with long COVID 3 years after a SARS-CoV-2 infection. *Journal of Exercise Science and Fitness*, v. 22, n. 4, p. 271–277, 1 out. 2024.

SINGH, Amaya M. *et al.* Aerobic exercise modulates intracortical inhibition and facilitation in a nonexercised upper limb muscle. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, v. 6, n. 1, 21 jun. 2014.

SINGH, Devika; YI, Soojin V. On the origin and evolution of SARS-CoV-2. *Experimental and Molecular Medicine* Springer Nature, , 1 abr. 2021.

SOHEILI, Marzieh *et al.* The efficacy and effectiveness of COVID-19 vaccines around the world: a mini-review and meta-analysis. *Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials*, v. 22, n. 1, 1 dez. 2023.

SUDRE, Carole H. *et al.* Attributes and predictors of long COVID. *Nature Medicine*, v. 27, n. 4, p. 626–631, 1 abr. 2021.

SWANK, Zoe *et al.* Persistent circulating SARS-CoV-2 spike is associated with post-acute COVID-19 sequelae. , 16 jun. 2022. Disponível em: <<http://medrxiv.org/lookup/doi/10.1101/2022.06.14.22276401>>

TEIXEIRA DO AMARAL, Vanessa *et al.* Cardiovascular, Respiratory, and Functional Effects of Home-Based Exercise Training after COVID-19 Hospitalization. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, v. 54, n. 11, p. 1795–1803, 1 nov. 2022.

THEOU, Olga *et al.* The effectiveness of exercise interventions for the management of frailty: A systematic review. *Journal of Aging Research*, 2011.

VENKATESAN, P. NICE guideline on long COVID. *The Lancet. Respiratory medicine*, v. 9, n. 2, p. 129, 2021.

VOSS, Michelle W. *et al.* Bridging animal and human models of exercise-induced brain plasticity. *Trends in Cognitive Sciences*, out. 2013.

WORLD HEALTH ORGANIZATION; WHO guideline Recommendations on Digital Interventions for Health System Strengthening. [S.l.: S.n.].

WORLD HEALTH ORGANIZATION, WHO. Timeline: WHO response COVID-19. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/interactive-timeline> (acessado em 02/Dez/2020). p. 2019–2021, 2021.

XU, Zhe *et al.* Pathological findings of COVID-19 associated with acute respiratory distress syndrome. *Lancet Respir Med.*, v. 8, n. feb 25, p. 420–22, 2020.

YAO, Xiao Hong *et al.* Pathological evidence for residual SARS-CoV-2 in pulmonary tissues of a ready-for-discharge patient. *Cell Research* Springer Nature, , 1 jun. 2020.

YONG, Shin Jie. Long COVID or post-COVID-19 syndrome: putative pathophysiology, risk factors, and treatments. *Infectious Diseases* Taylor and Francis Ltd., , 2021.

Apêndice I

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Nome do Participante: _____

Endereço: _____

Cidade: _____

CEP: _____

Telefone para contato: _____ E-mail: _____

1. Título do Trabalho: Efeitos de um programa de treinamento físico por aplicativo na funcionalidade e função cardiovascular de indivíduos com síndrome pós-COVID19 (pessoas que apresentam sintomas após período do contágio da doença).

2. Objetivo: Verificar se um programa de treinamento com exercícios utilizando um aplicativo no celular são eficazes para melhorar a capacidade funcional (capacidade de realizar atividades do dia a dia) e cardiovascular (no coração) sem supervisão terapêutica em pessoas com sequelas da COVID-19.

3. Justificativa: A síndrome pós-COVID19 vem apresentando diversas sequelas que afetam os pacientes em realizar atividades do dia a dia, especialmente indivíduos que tiveram infecção por COVID19 de forma moderada e grave. A reabilitação física por meio do exercício físico pode ajudar nessa recuperação. Entretanto, ainda não sabemos se essa prática de exercícios com orientações por meio de um aplicativo do celular resultará em melhoras para esses pacientes. Nosso estudo testará essa proposta.

4. Procedimentos da Fase Experimental: Procedimentos da Fase Experimental:

O(a) senhor(a) está sendo convidado a participar deste estudo e ao concordar em participar, o(a) senhor(a) realizará algumas avaliações físicas e deverá responder alguns questionários. O estudo durará 16 semanas, sendo as duas primeiras semanas de avaliação presencial, aqui na UNINOVE vergueiro, 12 semanas de treinamento online na sua residência e após o treinamento o(a) retorna para mais duas semanas de reavaliação conosco. Os nossos encontros estão descritos a seguir.

● **No primeiro encontro** (hoje), estamos apresentando este termo e explicando para o(a) senhor(a) todos os procedimentos do estudo. Nosso primeiro encontro durará em média duas horas. No entanto, o(a) senhor (a) poderá realizar todas as avaliações no tempo que achar necessário. Qualquer dúvida pode nos interromper e perguntar. Após essa primeira fase seguiremos com os seguintes procedimentos:

1. Aplicaremos um questionário a fim de obter informações sobre você como: gênero, idade, educação, profissão, ocupação, nível de renda familiar e estado civil, seu histórico de doenças, seu estilo de vida e dados relacionados à infecção por COVID-19. A aplicação deste questionário durará em média 30 de minutos.
2. Perguntaremos sobre seu bem-estar no dia a dia, se você consegue morar sozinho e realizar qualquer atividade dentro de casa sozinho (a) sem nenhuma ajuda e sobre sua funcionalidade nas atividades do dia a dia (iremos perguntar de 3 a 5 atividades que você considera importante no seu dia a dia mas que não consegue realizar, logo após, para cada atividade que você nos disse, você irá nos dar uma nota de 0 a 10, quanto maior a nota, melhor é a forma que você consegue realizar essa atividade). A aplicação deste questionário durará em média 20 minutos.
3. Perguntaremos também sobre como está a sensação de falta de ar e dor ao respirar, se o senhor(a) apresenta sintomas de cansaço, ansiedade e depressão, se o(a) senhor(a) consegue caminhar sozinho, levantar de uma cadeira, subir escadas ou se apresentou alguma queda nos últimos 12 meses. A aplicação deste questionário durará em média 20 minutos.
4. Perguntaremos sobre a prática de atividade física que o(a) senhor(a) realiza. Se faz ou não exercícios, frequência que realiza, se consegue encaixar o exercício físico na sua rotina, se sente alguma dificuldade para realizá-lo. Se tem dificuldade para realizar alguma atividade física, como falta de segurança no local, falta de lugares para descanso ao sentir dor. A aplicação deste questionário durará aproximadamente 20 minutos.
5. Neste dia entregaremos ao(a) senhor(a) um relógio que monitorará a quantidade de atividade física que você faz no dia a dia. O relógio será colocado no braço não dominante, e o(a) senhor(a) deverá usá-lo durante todo o dia, por sete dias seguidos, só retirando o aparelho para dormir, tomar banho, ou atividades que possam molhar o aparelho. Não se preocupe, o(a) senhor(a) receberá todas as orientações de como utilizá-lo e como guardar o aparelho.

6. Por fim, avaliaremos o funcionamento de uma parte do seu cérebro responsável por seus movimentos. Para isso utilizaremos um aparelho (equipamento de Estimulação Magnética Transcraniana) que emite ondas eletromagnéticas (como as que são emitidas em exames de ressonância magnética). Neste exame você permanecerá sentado e aproximaremos uma parte do equipamento que chama bobina, ela ficará próximo a sua cabeça, sem encostar, você não sentirá dor, nem choque, e talvez sinta apenas um pequeno movimento no músculo tibial anterior (músculo da canela). O pesquisador que realizará a avaliação é habilitado para o manuseio deste equipamento. Ele emitirá 20 pulsos e você perceberá por meio de um barulho pequeno. Tempo estimado para esta avaliação é de 15 minutos. O uso do equipamento é considerado seguro. E como será apenas uma aplicação para diagnóstico os riscos são mínimos, mas você poderá sentir após a avaliação dor de cabeça, desconforto no local, dor cervical, dor de dente, formigamento, alterações transitórias na audição, todos estes sintomas poderão durar poucos minutos e melhorará espontaneamente. Caso você tenha algum implante metálico no crânio e/ou cérebro (cabeça), implante coclear (aparelho auditivo), marca-passo (aparelho no coração), ter histórico de síncope (mal-estar) ou desmaio, será excluído dessa avaliação, mas não do estudo.

● **No segundo encontro**, que ocorrerá pelo menos uma semana após o primeiro encontro, iremos verificar se o senhor(a) está usando corretamente o relógio e realizaremos diversas as medidas especificadas a seguir. Esse nosso segundo encontro durará cerca de três horas:

1. Iremos avaliar seu peso corporal e estatura com uma balança e uma fita métrica adequada.
2. Logo após perguntaremos sobre sua qualidade de vida com perguntas como: como está sua saúde, se o(a) senhor(a) acha que a sua saúde hoje dificulta alguma atividade do dia a dia, com perguntas relativas a problemas emocionais como calma, tranquilidade, depressão e desanimo. Esse questionário dura em média 15 minutos.
3. Será colocada uma cinta no seu peito para medir os batimentos do coração e o (a) senhor(a) ficará deitado numa maca por 15 minutos.

4. Um aparelho de medida de pressão arterial será colocado no seu braço e vamos realizar várias vezes as medidas em seu braço. Tempo aproximado de 10 minutos.
5. Iremos também medir a função das suas artérias e o quanto elas estão se adaptando à novas condições. Para isso usaremos um ultrassom e uma braçadeira igual a que utilizamos para a medida da pressão arterial, no entanto dessa vez essa braçadeira estará no seu antebraço. O ultrassom será posicionado na artéria do seu braço e vamos obter imagens e sons da sua artéria. Depois de um período, a braçadeira do seu antebraço irá apertar o(a) senhor(a), muito forte, impedindo a passagem de sangue para a sua mão, por 5 minutos. A sua mão vai começar a ficar dormente, formigando, mas não se preocupe, esse exame é seguro para o(a) senhor(a). Depois dos 5 minutos a pressão na braçadeira será liberada e o sangue vai fluir normalmente pela sua artéria. Nós filmaremos com o ultrassom a adaptação das suas artérias nesse momento. Apesar de parecer dolorido, esse exame é muito bem tolerado por muitas pessoas. Caso o(a) senhor(a) sentir muita dor e não quiser continuar, nós interromperemos o exame assim que necessário. Tempo aproximado de 15 minutos.
6. Logo em seguida, iremos avaliar a função dos seus pulmões por meio de um aparelho que o(a) senhor(a) colocará na boca, o seu nariz será fechado por um clipe (uma peça que parece um pregador de roupa) e em seguida iremos orientar a puxar o ar o máximo que conseguir e logo após soltar o ar. Esse teste tem duração de 10 minutos.

Em seguida, o(a) senhor(a) irá realizar um teste físico. O(a) senhor(a) irá levantar-se de uma cadeira com uma mochila nas costas (contendo um peso de 5 kg para homens e 2,5 kg para mulheres), caminhar por um percurso de 10 metros, até chegar a uma escada, deverá subir e descer na escada que contém dois degraus, irá caminhar até uma estante com três prateleiras. Na estante o (a) senhor (a) deverá transferir três objetos (1 kg cada), um de cada vez, com as duas mãos, da prateleira superior para a prateleira inferior e em seguida para o chão. Feito isto o(a) senhor(a) deverá retornar os objetos da prateleira inferior, para a do meio e por fim para a superior, após isso, o(a) senhor(a) deverá retornar o percurso de 10 metros, subindo e descendo novamente a escada e sentar-se na cadeira. Este trajeto deverá ser realizado 5 vezes. O resultado do teste será o tempo gasto para realizá-lo, portanto, o tempo gasto será o tempo que o senhor conseguir executá-lo de forma segura e confortável.

7. Após iremos coletar os seus sinais de vida, como pressão arterial e frequência cardíaca (métodos similares aos itens 3 e 4 da visita anterior), e saturação de oxigênio com um oxímetro (sensor que indica a oxigenação do seu sangue) logo após iremos instruir o(a) senhor(a) a caminhar por um corredor reto, durante um total de seis minutos, realizando um percurso de ida e volta durante a caminhada.
8. Logo após deverá também realizar um teste para medir a força muscular das suas pernas, no qual durante 30 segundos o(a) senhor(a) irá sentar e levantar de uma cadeira o máximo de vezes que conseguir.
9. Após 30 minutos de descanso, iremos repetir ambos os testes.

Ao término de todas as avaliações iremos sortear o tratamento que o senhor (a) irá realizar, que poderá ser o programa de treinamento físico por meio de um aplicativo de celular ou um programa de treinamento físico por meio de cartilha exemplificando os exercícios que o senhor (a) deverá realizar. Para qualquer dúvida ou esclarecimentos de qualquer tratamento que o(a) senhor(a) for sorteado, estaremos sempre disponíveis para orientá-lo. O intuito é que o(a) senhor(a) consiga usar o aplicativo diariamente, durante dozes semanas sem nenhum auxílio, bem como os exercícios por meio da cartilha. Independentemente, do grupo selecionado, o(a) senhor(a) irá receber o relatório completo de todas as avaliações às quais será submetido. Caso senhor (a) seja alocado no grupo que realizará os exercícios por meio da cartilha, além de receber o relatório completo das suas avaliações, receberá uma cartilha que conterá informações sobre exercícios físicos que deverá realizar diariamente em casa durante 12 semanas. Ao término do estudo caso o(a) senhor(a) queira será disponibilizado o aplicativo de treinamento.

No Treinamento por aplicativo:

Nas primeiras duas semanas, você fará quatro exercícios de flexibilidade (que é quando a gente estica um músculo por um determinado tempo), sete de força e um aeróbico (são exercícios de movimentos que fazem seu coração bater mais rápido), totalizando cerca de 30 minutos por sessão. Após as duas primeiras semanas, a intensidade e a quantidade de exercícios aumentarão, chegando a 56 minutos até a sexta semana e 64 minutos após a sexta semana. A frequência semanal no qual o senhor(a) deverá realizar os exercícios, ficará ao seu total critério.

O treino de flexibilidade envolverá alongamentos para o pescoço, como tentar encostar sua orelha no seu ombro, alongamento dos seus braços, no qual, você irá esticar os braços

pra frente, cruzando os dedos e virando as mãos pra fora, o próximo alongamento, você irá ficar de pé e se segurar numa cadeira para se equilibrar, irá puxar o seu pé tentando encostar ele no seu bumbum. Em outro exercício, você irá ficar sentado e esticará uma perna e tentar tocar os dedos das mãos nos dedos dos pés. Cada exercício de alongamento deverá ser realizado por 30 segundos, com um descanso de 1 minuto e realizado novamente mais duas vezes, totalizando três series de cada alongamento.

Para o treino de força nas pernas: O primeiro exercício, você irá fingir que irá sentar em uma cadeira sem encostar no acento da cadeira, depois irá levantar novamente e repetir esse processo durante 12 até 15 vezes, você irá descansar por 1 minuto e repetir novamente o exercício mais duas vezes. O próximo exercício, você irá ficar encostado numa parede, como se estivesse sentado numa cadeira imaginária, com os braços cruzados no peito, você irá dobrar os joelhos, como se estivesse fazendo um agachamento, e se mantém nessa posição por 40 segundos, você irá descansar por 2 minutos e irá repetir novamente o exercício mais duas vezes. O terceiro exercício, você ficará em pé e irá levantar uma perna para o lado, como se estivesse dando um passo para o lado, mantendo o apoio na cadeira para não perder o equilíbrio, você irá repetir esse movimento de 10 a 15 vezes e depois irá fazer o mesmo movimento com a outra perna, quando terminar, irá descansar 1 minuto e irá repetir o exercício mais duas vezes, totalizando três vezes. O próximo exercício, é como se você fosse chutar uma bola, você irá balançar a sua perna para frente e para trás, você repetirá esse movimento de 12 a 15 vezes e depois realizará o mesmo movimento com a outra perna, quando terminar, irá descansar 1 minuto e repetir o exercício mais duas vezes, totalizando três vezes.

Para o treino de força dos braços: O exercício que você irá realizar a seguir, primeiro, faz um 'Y' com os braços, como se estivesse se esticando todo pra cima. Depois, faz um 'T', estendendo os braços pros lados, e por fim, faz um 'W', dobrando os cotovelos e levando as mãos pra perto do peito. É como desenhar essas letras com os braços, você irá repetir o movimento por 12 a 15 vezes, e depois irá descansar 1 minuto e repetir o exercício mais duas vezes, totalizando três vezes.

Para fazer o exercício de flexão de braços, você irá ficar na frente da parede e colocará as mãos nela, seus pés ficarão com um espaço de aproximadamente um pé e meio da parede, você irá fazer o movimento de dobrar e esticar o cotovelo, como se estivesse empurrando a parede, você irá repetir esse movimento de 8 a 12 vezes, e depois irá descansar 1 minuto e repetir o exercício mais duas vezes, totalizando três vezes.

O exercício que chamamos de Superman, você irá ficar deitado de barriga para baixo, esticar os braços pra frente e as pernas pra trás, como o herói voando, irá levantar os braços e as pernas ao mesmo tempo, como se estivesse voando alto. você irá repetir o movimento por 10 a 15 vezes, e depois irá descansar 2 minutos e repetir o exercício mais duas vezes, totalizando três vezes.

Por fim, o treino aeróbico, no qual, você ficará de pé, levantará os joelhos um de cada vez, como se estivesse marchando, mas sem sair do lugar, por três minutos, seguido por um período de descanso de dois minutos. Esse ciclo será repetido quatro vezes.

Após o término de 12 semanas, o senhor(a) irá retomar para o nosso quarto encontro.

- **No quarto encontro**, que ocorrerá após o término das 12 semanas de treinamento, iremos realizar todas as avaliações, similar ao primeiro encontro.

- **O quinto encontro** será similar ao segundo encontro.

5. Desconforto ou riscos esperados e suas respectivas medidas protetivas:

a) Nas avaliações

- Durante as entrevistas com questionários o(a) senhor(a) pode se sentir constrangido em alguma pergunta. Mas não se preocupe, elas serão realizadas em um ambiente reservado. O(a) senhor(a) também poderá ficar cansado ou incomodado ao responder os vários questionários da pesquisa. É importante esclarecer que o(a) senhor(a) não é obrigado a responder todas as perguntas e, sempre que necessário, poderá solicitar uma pausa para descansar.

- Nas avaliações que envolvem testes físicos (com algum exercício), o(a) senhor(a) poderá vir a desequilibrar ou ter quedas. Mas, todos os testes serão monitorados com um profissional experiente ao seu lado para evitar qualquer dano.

- O uso do equipamento Estimulação Magnética Transcraniana é considerado seguro. E como será apenas uma aplicação para diagnóstico os riscos são mínimos, mas você poderá sentir após a avaliação dor de cabeça, desconforto no local, dor cervical, dor de dente, formigamento, alterações transitórias na audição, todos estes sintomas poderão durar poucos minutos e melhorará espontaneamente.

- Nas avaliações Pulmonares, o(a) senhor(a) poderá sentir cansaço, tontura e/ou falta de ar, mas, todos os testes serão monitorados com um profissional experiente ao seu lado para evitar qualquer dano e todos estes sintomas poderão durar poucos minutos e melhorará espontaneamente.

- Na medida da pressão arterial você estará com uma braçadeira ao redor do seu braço que poderá apertá-lo fortemente, mas não é diferente do método que você normalmente usa para avaliar a sua pressão arterial nas consultas de rotina. Se essa medida o incomodar (a) muito, podemos interrompê-la.

- Nas medidas da pressão arterial central e rigidez arterial (com o aparelho que parece uma caneta), você pode ficar constrangido por estar de roupas íntimas, mas o método é indolor. Se o(a) senhor(a) achar necessário, podemos cobri-lo (a) com um lençol que nós providenciaremos.

- Na medida da função das suas artérias em que o sangue será impedido de passar para sua mão por 5 minutos, apesar da descrição ser assustadora, é um exame simples, difundido em todo mundo e bem tolerado. O(a) senhor(a) pode sentir desconforto e incômodo. Caso queira, podemos interromper o exame a qualquer momento.

b) Nos treinamentos

Durante o treinamento pode haver riscos de quedas, fadiga ou desconforto respiratório. As sessões de exercício e todas as medidas a serem realizadas no estudo, são bem toleradas e apresentam baixos riscos, mas, especialmente no início do programa de reabilitação, você poderá se sentir um pouco cansado na realização dos exercícios. Caso isso ocorra, você poderá diminuir a intensidade do exercício ou pedir para descansar e/ou interromper o esforço a qualquer momento.

Se por acaso, você apresentar algum sintoma/desconforto incomum a equipe envolvida no estudo dará todo o suporte necessário.

6. Medidas protetivas aos riscos: Caso haja grave intercorrência durante as avaliações, será acionada uma equipe médica para pronto atendimento. Os questionários serão aplicados de forma individual, em sala fechada, onde o participante terá privacidade para responder aos questionamentos. Durante as avaliações pode haver risco de quedas, portanto, para evitar qualquer risco o pesquisador e pelo menos 2 estudantes de fisioterapia irão acompanhar de perto cada movimento do participante. Recomendamos

para que o(a) senhor(a) realize os exercícios em casa sempre com a presença de uma segunda pessoa que possa socorrê-lo caso sinta-se indisposto ou sofra quedas. Caso o(a) senhor(a) apresente alguns sintomas diferente do que o habitual durante o exercício será solicitado que suspenda os exercícios e permaneça em repouso até passar os sintomas e entre em contato com os pesquisadores. Por sermos profissionais de saúde, agiremos de acordo com as recomendações para a sua estabilização e possível atendimento emergencial. Caso qualquer sintoma aconteça durante a avaliação com o equipamento de Estimulação Magnética Transcraniana e for intolerável a você, iremos interromper a avaliação imediatamente. Iremos acompanhá-lo até que os efeitos cessem e se necessário iremos encaminhá-lo para atendimento médico.

7. Benefícios da Pesquisa: Como benefícios, o(a) senhor(a) receberá uma avaliação ampla da sua saúde funcional, clínica e psicossocial, além de um programa completo de exercícios físicos individualizados com enfoque na reabilitação dos prejuízos provocados pela COVID-19.

8. Métodos Alternativos Existentes: A alternativa para o treinamento por meio de aplicativos ou pela cartilha, seria um treinamento realizado de maneira presencial em ambulatórios e academias.

9. Retirada do Consentimento: Em qualquer momento do estudo o(a) senhor(a) poderá suspender as atividades sob quaisquer motivos, não sendo penalizado por isso. Pedimos que aos desistentes, caso possível informar os motivos de sua desistência para analisarmos posteriormente com os dados de todos os outros desistentes.

10. Garantia do Sigilo: Todos os dados obtidos neste estudo não farão menção ao nome do participante, garantindo total sigilo e anonimato. Os dados serão armazenados em um banco de dados no qual somente o pesquisador responsável terá acesso.

11. Formas de Ressarcimento das Despesas decorrentes da Participação na Pesquisa: O participante não receberá nenhuma compensação em dinheiro pela participação do estudo. Da mesma forma o treinamento será oferecido gratuitamente e os custos gerados por ele ficaram sob responsabilidade do pesquisador, não havendo nenhum

custo para o participante. É direito do participante, se necessário, solicitar ressarcimento, inclusive para seus acompanhantes, tais como transporte e alimentação.

12. Local da Pesquisa: As avaliações do estudo serão realizadas no Laboratório de Pós-Graduação Mestrado e Doutorado, no primeiro subsolo, da Universidade Nove de Julho, campus Vergueiro, localizado na Rua Vergueiro, 247-Liberdade-São Paulo - SP, 01525-000. Mas os treinamentos serão realizados em sua casa.

13. Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) é um colegiado interdisciplinar e independente, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes de pesquisas em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos – Res. CNS nº 466/12 e Res. CNS 510/2016). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa no que corresponde aos aspectos éticos. **Endereço do Comitê de Ética da Uninove: Rua. Vergueiro nº 235/249 – 12º andar – Liberdade – São Paulo – SP CEP. 01504-001. Telefone: 3385-9010. E-mail: comitedeetica@uninove.br**

Horários de atendimento do Comitê de Ética: segunda-feira a sexta-feira – Das 11h30 às 13h00 e Das 15h30 às 19h00.

14. Nome Completo e telefones dos Pesquisadores (Orientadores e Alunos) para Contato: Prof. Dra. Fernanda Ishida de Corrêa (011) 97344-0380; Prof. Dr. Raphael Mendes Ritti-Dias (19) 99940-6878; Prof.^a Dr.^a Marília de Almeida Correia (11) 99971-1669; Aluna: Michele Lacerda de Andrade - (011) 96425-0724; Aluno: Renan Massena Costa (11) 98401-2106; Aluna: Janaina Ferreira de Moraes -(11) 94057-2404.

15. Eventuais intercorrências que vierem a surgir no decorrer da pesquisa poderão ser discutidas pelos meios próprios.

16. Consentimento Pós-Informação:

São Paulo, de de .

Eu, _____, após leitura e compreensão deste termo de informação e consentimento, entendo que minha participação é voluntária, e que posso sair a qualquer momento do estudo, sem prejuízo algum. Confirmo que recebi uma via deste termo de consentimento, e autorizo a realização do trabalho de pesquisa e a divulgação dos dados obtidos somente neste estudo no meio científico.

Assinatura do Participante

17. Eu, _____ (Pesquisador do responsável desta pesquisa), certifico que:

- a) Esta pesquisa só terá início após a aprovação do(s) referido(s) Comitê(s) de Ética em Pesquisa o qual o projeto foi submetido.
- b) Considerando que a ética em pesquisa implica o respeito pela dignidade humana e a proteção devida aos participantes das pesquisas científicas envolvendo seres humanos;
- c) Este estudo tem mérito científico e a equipe de profissionais devidamente citados neste termo é treinada, capacitada e competente para executar os procedimentos descritos neste termo;

Assinatura do Pesquisador Responsável

Apêndice II

AVALIAÇÃO FUNCIONAL - Recovery Trial

ID: ___ Data da avaliação: ___/___/___ Horário: _____

Avaliador: _____

Data de nascimento: ___/___/___ Idade: _____ Sexo: M() F() Estado civil: _____

Endereço: _____

Região: _____

Escolaridade: () Ensino Fundamental () Ensino Médio () Superior () Completo () Incompleto Ocupação: _____

PRÉ ☐

PÓS ☐

Já tomou a vacina e está imunizado contra o COVID? () SIM () NÃO

1º Dose	2º Dose	3º Dose	4º Dose
() CoronaVac	() CoronaVac	() CoronaVac	() CoronaVac
() Astrazeneca	() Astrazeneca	() Astrazeneca	() Astrazeneca
() Janssen	() Janssen	() Janssen	() Janssen
() Pfizer	() Pfizer	() Pfizer	() Pfizer

Quantas vezes testou positivo para COVID? _____

Data testou positivo para COVID: _____

Internação hospitalar: () SIM () NÃO

Quantos dias: _____

Ficou na UTI: () SIM () NÃO Quantos dias: _____

Foi entubado: () SIM () NÃO

Fez uso de Ventilação Mecânica: () SIM () NÃO

Comentários:

—

Outras doenças:

() Hipertensão Arterial (Pressão Alta)

() Hipotireoidismo

() Hipotensão arterial (pressão baixa)

() Hipertireoidismo

() Diabetes

() Alergias:

() Doenças Cardíacas

() Outros

Especifique: _____

Faz uso de Medicamentos: () SIM () NÃO

Entregou a lista de medicamentos: () SIM () NÃO

Você considera seus hábitos alimentares saudáveis: () SIM () NÃO

Você realiza alguma atividade física? () SIM () NÃO Qual: _____

Frequência: _____

Você Fuma: () SIM () NÃO

Quanto tempo: _____ Se parou, por quanto tempo foi fumante? _____ Há quanto tempo parou: _____

TMS

Ingere bebidas alcoólicas: () SIM () NÃO Frequência: _____

TMS: () SIM () NÃO

Você tem epilepsia ou tem ou já teve uma convulsão: () SIM () NÃO

Você tem implantes cocleares: () SIM () NÃO

Você está grávida ou apresenta alguma chance de estar: () SIM () NÃO () TALVEZ

Você tem algum objeto metálico no cérebro, crânio ou em qualquer outra parte do corpo (como estilhaços, fragmentos, cliques etc) () SIM () NÃO

Se sim, especifique o tipo de metal: _____

Você tem marcapasso cardíaco ou linhas intracardíacas: () SIM () NÃO

A300

Data inicial: _____ Hora Inicial: _____

Data final: _____ Hora final: _____

Sentar e Levantar

1º teste

Basal

PAS _____ PAD _____ FC _____

Spo2 _____ Borg - Dispneia _____ MMII _____

Nº de subidas: _____

Motivo da interrupção: _____

PAS _____ PAD _____ FC _____

Spo2 _____ Borg - Dispneia _____ MMII _____

2º teste

Basal

PAS _____ PAD _____ FC _____

Spo2 _____ Borg - Dispneia _____ MMII _____

Nº de subidas: _____

Motivo da interrupção: _____

PAS _____ PAD _____ FC _____

Spo2 _____ Borg - Dispneia ____ MMII _____

Teste de caminhada – 6 minutos

1º Teste: PAS _____ PAD _____ FC _____ Spo2 _____ Borg – Dispneia _____ MMII _____

30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
330	360	390	420	450	480	510	540	570	600
630	660	690	720	750	780	810	840	870	900

Motivo	da
Interrupção: _____	
nº	de
volts: _____	

Pós: PAS _____ PAD _____ FC _____ Spo2 _____ Borg – Dispneia _____ MMII _____

Após 30 minutos.

2º Teste: PAS _____ PAD _____ FC _____ Spo2 _____ Borg – Dispneia _____ Borg – MMII _____

30	60	90	120	150	180	210	240	270	300
330	360	390	420	450	480	510	540	570	600
630	660	690	720	750	780	810	840	870	900

Motivo	da
Interrupção: _____	
nº	de
volts: _____	

Pós: PAS _____ PAD _____ FC _____ Spo2 _____ Borg – Dispneia _____ Borg - MMII _____

Glitre-ADL

Basal: PAS _____ PAD _____ FC _____ Spo2 _____ Borg – Dispneia _____ Borg - MMII _____

	1º volta	2º Volta	3º Volta	4º Volta	5º Volta
Tempo					
SpO2					
FC					

Pós: PAS _____ PAD _____ FC _____ Spo2 _____ Borg – Dispneia _____ Borg - MMII _____

Motivo da interrupção: _____

Anexo I

Escala de Fadiga de Chalder				
FADIGA FÍSICA	Nunca (0)	Raramente (1)	Às vezes (2)	Sempre (3)
Eu me cansei facilmente				
Precisei descansar mais				
Estive sonolento				
Não consegui iniciar nada				
Estive com falta de ânimo				
Senti menos força nos músculos				
Me senti fraco				
FADIGA MENTAL				
Tive problemas de concentração				
Tive dificuldade para pensar claramente				
Tive dificuldade para encontrar a palavra certa				
Tive problemas de memória				

Anexo II

Dispneia	
Classificação	Características
Grau I	Falta de ar surge quando realiza atividade física intensa
Grau II	Falta de ar surge quando caminha de maneira apressada no plano ou quando caminha em subidas
Grau III	Anda mais devagar do que pessoas da mesma idade devido á falta de ar ou quando caminha no plano, no próprio passo, interrompe para respirar.
Grau IV	Após andar menos de 100 metros ou alguns minutos, precisar parar para respirar
Grau V	Falta de ar impede que saia de sua casa

Anexo III

Mini Exame do Estado Mental		
AVALIAÇÃO	NOTA	VALOR
ORIENTAÇÃO TEMPORAL		
. Que dia é hoje?		1
. Em que mês estamos?		1
. Em que ano estamos?		1
. Em que dia da semana estamos?		1
. Qual a hora aproximada? (Considere a variação de mais ou menos uma hora)		1
ORIENTAÇÃO ESPACIAL		
. Em que local nós estamos? (Consultório, enfermaria, andar)		1
. Qual é o nome deste lugar? (Hospital)		1
. Em que cidade estamos?		1
. Em que estado estamos?		1
. Em que país estamos?		1
MEMÓRIA IMEDIATA		
Eu vou dizer três palavras e você irá repeti-las a seguir, preste atenção, pois depois você terá que repeti-las novamente (Dê 1 ponto para cada palavra). Use palavras não relacionadas.		3
ATENÇÃO E CÁLCULO		
5 séries de subtrações de 7 (100-7, 93-7, 86-7, 79-7, 72-7, 65). (Considere 1 ponto para cada resultado correto. Se houver erro, corrija-o e prossiga. Considere correto se o examinado espontaneamente se autocorrigir). Ou: Soletrar a palavra MUNDO ao contrário		5
EVOCAÇÃO		
Pergunte quais as três palavras que o sujeito acabara de repetir (1 ponto para cada palavra)		3
NOMEAÇÃO		
Peça para o sujeito nomear dois objetos mostrados (1 ponto para cada objeto)		2
REPETIÇÃO		
Preste atenção: vou lhe dizer uma frase e quero que você repita depois de mim: Nem aqui, nem ali, nem lá. (Considere somente se a repetição for perfeita)		1
COMANDO		
Pegue este papel com a mão direita (1 ponto), dobre-o ao meio (1 ponto) e coloque-o no chão (1 ponto). (Se o sujeito pedir ajuda no meio da tarefa não dê dicas)		3
LEITURA		
Mostre a frase escrita: FECHE OS OLHOS. E peça para o indivíduo fazer o que está sendo mandado. (Não auxilie se pedir ajuda ou se só ler a frase sem realizar o comando)		1
FRASE ESCRITA		
Peça ao indivíduo para escrever uma frase. (Se não compreender o significado, ajude com: alguma frase que tenha começo, meio e fim; alguma coisa que aconteceu hoje; alguma coisa que queira dizer. Para a correção não são considerados erros gramaticais ou ortográficos)		1
CÓPIA DO DESENHO		

Mostre o modelo e peça para fazer o melhor possível. Considere apenas se houver 2 pentágonos interseccionados (10 ângulos) formando uma figura de quatro lados ou com dois ângulos 		1
TOTAL		

Anexo IV

Escala de Morse		
1. Histórico de quedas		
Não	Paciente sem história de quedas nos últimos três meses	0
Sim	Paciente caiu durante o período da internação hospitalar ou se tem histórico recente (até três meses de quedas por causas fisiológicas tais como convulsões ou marcha comprometida antes da admissão hospitalar)	25
2. Diagnóstico Secundário		
Não	Apenas um diagnóstico médico	0
Sim	Mais de um diagnóstico médico	15
3. Auxílio na deambulação		
Nenhum/acamado/ Auxiliado pelo profissional de saúde	Paciente deambula sem equipamento auxiliar (multa, bengala ou andador) ou deambula com a ajuda de um membro da equipe de saúde, ou usa cadeira de rodas ou se está acamado e não sai da cama sozinho.	0
Muletas/bengala	Paciente utiliza muletas, bengala ou andador	15
Mobiliário/parede	Paciente movimenta-se apoiando-se no mobiliário/paredes.	30
4. Terapia Endovenosa/dispositivo endovenoso salinizado ou heparinizado		
Sim	Se o paciente não usa dispositivo endovenoso. Nota: Quando o paciente usa dispositivo totalmente implantado, considera-se pontuação zero, quando não estiver em uso.	0
Não	Se o paciente usa dispositivo endovenoso com infusão contínua ou não (salinizado ou heparinizado).	20
5. Marcha		
Sem deambulação, acamado, cadeira de rodas	Uma marcha normal é caracterizada pelo andar de cabeça ereta, braços balançando livremente ao lado do corpo e passos largos, sem hesitação. Também recebe a mesma pontuação se o paciente está acamado e/ou usa cadeira de rodas (sem deambulação).	0
Fraca	Os passos são curtos e podem ser vacilantes. Quando a marcha é fraca, embora o paciente incline-se para frente enquanto caminha, é capaz de levantar a cabeça sem perder o equilíbrio. Além disso, caso ele faça uso de algum mobiliário como apoio, este apoio se dá de maneira leve somente para se sentir seguro, não para se manter ereto.	10
Comprometida/ cambaleante	O paciente dá passos curtos e vacilantes e pode ter dificuldade de levantar da cadeira, necessidade de se apoiar nos braços da cadeira para levantar e/ou impulsionar o corpo (faz várias tentativas para se	10

	levantar impulsionando o corpo). Com esse tipo de marcha, a cabeça do paciente fica abaixada e ele olha para o chão. Devido à falta de equilíbrio, o paciente agarra-se ao mobiliário, a uma pessoa ou utiliza algum equipamento de auxílio à marcha (muletas, bengalas, andadores) para se segurar e não consegue caminhar sem essa ajuda. Quando ajuda estes pacientes a caminhar, o membro da equipe de saúde nota que o paciente realmente se apoia nele e que, quando o paciente se apoia em um corrimão ou mobília, ele o faz com força até que as articulações de seus dedos das mãos fiquem brancas.	
6. Estado Mental		
Orientado/capaz quanto a sua capacidade/limitação	Ao perguntar ao paciente "Você é capaz de ir ao banheiro sozinho ou precisa de ajuda?" verifique se a resposta é consistente com as informações constantes no prontuário e/ou com sua avaliação. Em caso positivo, o paciente é classificado como capaz.	0
Superestima capacidade/esquece limitações	Ao perguntar ao paciente "Você é capaz de ir ao banheiro sozinho ou precisa de ajuda?" verifique se a resposta não é consistente com as informações do prontuário e/ou com sua avaliação ou se a avaliação do paciente é irreal. Se isto acontecer, este paciente está superestimando suas habilidades e esquecendo suas limitações.	15
		Total

Anexo V: Guia de Atividade Física para a População Brasileira

DISQUE SAÚDE 136

GUIA DE ATIVIDADE FÍSICA PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA



Evite comportamento sedentário

A cada **1** hora movimente-se **5** minutos

Icons: flaticon.com

ATIVIDADE FÍSICA PARA ADULTOS

150 pelo menos minutos por semana

ou

75 pelo menos minutos por semana

ou

Combine atividades físicas moderadas + vigorosas

Inclua em pelo menos **2** dias na semana

Reduza o tempo em que você permanece **sentado ou deitado**, assistindo à TV ou usando o celular.

Atividades físicas moderadas

A sua respiração e os batimentos do seu coração vão aumentar moderadamente.

Atividades físicas vigorosas

A sua respiração será mais rápida e os batimentos do seu coração vão aumentar muito.

Fortalecimento de músculos e ossos

SUS + MINISTÉRIO DA SAÚDE

Governo Federal



Artigo publicado na revista J Cardiopulm Rehabil Prev.
DOI: [10.1097/HCR.0000000000000950](https://doi.org/10.1097/HCR.0000000000000950), como parte desta tese.

Scientific Review

Effects of Physical Exercise on Functional Physical Performance in Individuals With Long COVID

A SYSTEMATIC REVIEW

Michele Lacerda de Andrade, MSc; Adão Luis do Monte, MSc; Aline Mendes Gerage, PhD; Leony Morgana Galliano, PhD; Eduardo Caldas Costa, PhD; Raphael Mendes Ritti Dias, PhD; Fernanda Ishida Corrêa, PhD

Purpose: To analyze the effect of physical exercise on functional parameters in individuals with long coronavirus disease-2019 (COVID-19).

Review Methods: A search in MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scielo, and EBSCO was carried out in October 2022, and it was updated in June 2024. For inclusion, studies should have involved physical training without pulmonary rehabilitation, have involved individuals who had long COVID-19, and were prospective trials, clinical trials, or controlled trials. Two reviewers independently performed data extraction and assessed the risk of bias. Seven studies were reviewed, three of high methodological quality. Participants with long COVID-19 were hospitalized in two studies. Interventions lasted 2 to 16 weeks, with frequencies of 2 to 7 days per week, often involving resistance exercise. Strength improved in 67% of studies, cardiorespiratory fitness in 50%, and agility/mobility in 60%. Anxiety improved in 25% of studies, while depression improved in 75%. Quality of life improved across all studies, with dyspnea and fatigue improving in 40% and 80%, respectively.

Summary: Results suggest potential benefits of exercise training for subjects with long COVID-19 in several outcomes, mainly in functional capacity, depression symptoms, quality of life, and fatigue.

Key Words: cardiopulmonary • dyspnea • fatigue • functional physical performance • physical activity • rehabilitation

Long coronavirus disease-2019 (COVID-19) refers to symptoms that persist for more than 4 weeks after the diagnosis of COVID-19.¹ It was first described in 2020² and is considered a multisystem disease, with more

KEY PERSPECTIVES

What is novel?

- This review highlights the impact of structured physical exercise interventions on long coronavirus disease-2019 (COVID-19), a condition with emerging evidence.

What are the clinical and/or research implications?

- Resistance training is the mode of exercise most used in the exercise programs in patients with long COVID-19.
- The study shows benefits of exercise training on functional parameters like strength, cardiorespiratory fitness and agility, depression symptoms, anxiety, and quality of life in these patients.

than 200 persistent symptoms identified, even after a mild COVID-19 diagnosis.³ The most common symptoms include dyspnea, fatigue, chest pain, headaches, neurocognitive difficulties, gastrointestinal disorders, skin rashes, and metabolic problems.⁴ In addition, there is a high prevalence of persistent symptoms related to the musculoskeletal system, such as muscle pain (myalgia), muscle weakness (mild to severe), fatigue, and exercise intolerance, which can persist more than 24 months after COVID-19 diagnosis, reducing physical function, daily activities, and quality of life.^{5,6}

Therefore, interventions that aim to rehabilitate and promote the health of patients with long COVID-19 have been studied, such as pulmonary rehabilitation⁷⁻⁹ and exercise training. Specifically, the latter has been studied for its effects on various health outcomes and, despite the limited number of studies, has been recommended for the prevention and rehabilitation of long COVID-19.^{10,11} In addition, studies have presented a wide variety of design, intervention strategies, and outcomes, creating a challenge to analyze and interpret the current knowledge on the topic. In this way, the objective of this systematic review is to identify the effects of physical exercise on the functional performance of patients with long COVID-19.

METHODS

This systematic review was conducted following the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) and registered on the Prospero (Opinion number [CRD42022359493]).

Author Affiliations: Doctoral and Master's Program in Rehabilitation Science, Nove de Julho University, São Paulo, São Paulo, Brazil (Ms de Andrade and do Monte and Drs Ritti Dias and Corrêa); Physical Education Programs, Federal University of Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, Santa Catarina, Brazil (Dr Gerage); and ExCE Research Group, Department of Physical Education, Federal University of Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brazil (Drs Galliano and Costa).

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior—Brasil (CAPES)—for the first author: 88887.70618/2022-00 and 88887-84819/2023-00 the second author, Edital Impactos da Pandemia #0057/2022 for the main project.

The authors declare no conflicts of interest.

Correspondence: Raphael Mendes Ritti Dias, PhD, Doctoral and Master's Program in Rehabilitation Science, Nove de Julho University, Rua Vergueiro, 235/249—Liberdade, São Paulo, SP 01504-001, Brazil (raphaelritt@gmail.com).

Copyright © 2025 Wolters Kluwer Health, Inc. All rights reserved.
DOI: 10.1097/HCR.0000000000000950

SEARCHING STRATEGY AND ELIGIBILITY CRITERIA

For this review, the researchers utilized MEDLINE, EMBASE, Web of Science, Scielo, SPORTDiscus (EBSCO), and CINAHL (EBSCO) databases without publication date restriction. The literature search was carried out in October 2022, and it was updated in June 2024. Intervention studies were included using previously established eligibility criteria according to the acronym PICO¹²: P (population) – adult participants (≥18 years old) of both sexes, with long COVID-19; I (intervention) – exercise training. For comparator (C) and outcome (O), it did not define the terms to make the search more comprehensive. The details of the search strategy are in Table 1.

After removing duplicate studies, through EndNote® software, two independent reviewers, M.L.A. and R.M.R.D., retrieved all records from the search strategy by title and abstract, retrieved the full text of potentially eligible studies, and evaluated the same for inclusion criteria.

Studies published in English that met the following inclusion criteria were included: (1) involved physical training without pulmonary rehabilitation, (2) involved individuals who had COVID-19, and (3) were prospective trials, clinical trials, or controlled trials.

DATA EXTRACTION

The two independent reviewers read the full articles selected and systematically extracted data from each study, reaching a consensus on all items. The extracted data were: (1) participant characteristics; (2) study characteristics (design, sample size); (3) intervention protocol like training type, intensity, frequency and duration, number of sets, and exercises; (4) results of functional physical performance, cardiovascular, respiratory, and fatigue measures; and (5) adverse effects of the exercise sessions.

METHODOLOGICAL QUALITY

To ensure that the results found in the studies were of good quality, the Physiotherapy Evidence Database (PEDro) was used.¹³ The PEDro scale determines the methodological quality of the articles based on a list of 11 criteria, including external (criterion 1) and internal (criteria 2 to 9) validity, and also assesses whether sufficient statistical information was described to make the results interpretable (criteria 10

and 11). Criterion 1 (the eligibility criteria were specified) related to external validity was retained for the completeness questionnaire but is not used to calculate the PEDro score. In this way, the articles were classified with a score between 0 and 10 points; those with a score equal to or greater than six were classified as high quality and those with less than six as low quality.¹⁴

RESULTS

The review process began with a search in the databases that resulted in 2033 articles. After analyzing the title and summary of each article, 2000 articles were excluded, resulting in 33 to be read in full. Of these 33 articles, 10 were excluded because their main therapy was pulmonary rehabilitation, 5 were excluded because they were systematic reviews, 10 articles were excluded because they were not randomized studies, and 1 was excluded because it was a duplicate. The remaining 7 articles were considered for review, as illustrated in the Study Flowchart (Figure 1).

CHARACTERISTICS OF THE SAMPLE

The sample characteristics of the studies included in this review are presented in Table 2. Among the 7 studies included, 2 of them evaluated patients with long COVID-19 who were hospitalized,¹⁵⁻¹⁷ 3 studies evaluated patients with long COVID-19 who were not hospitalized,¹⁸⁻²⁰ and only 1 did not report hospitalization of the participants.²¹ The sample size of the studies ranged from 32 to 80 subjects, and the average age of the sample ranged from 39 to 63 years. The results of the PEDro scale are in Table 3.

The PEDro scores for the methodological quality of the selected articles ranged from 4 to 10 points. Only 29% of the articles were considered as a low-quality score,^{17,19} 71% obtained a high-quality score,^{15,16,18,20,21} and 14% of the results were able to score on all scale items.²¹

CHARACTERISTICS OF THE OUTCOMES

Functional capacity was measured by different physical fitness components. The most used component was the lower limbs muscle strength using sit-to-stand test in different variations (1 minute, 30 seconds, and 5 repetitions) followed by the isometric and dynamic maximal strength tests.^{15,17-21} The handgrip isometric test was used to assess upper limb strength.^{15,17-19} The walking/cardiorespiratory fitness capacity was assessed using the 6-minute walking test and maximal and submaximal standardized tests on a treadmill or cycle ergometer.^{15,17-21} Agility and speed were assessed using Timed-up and Go test.^{15,17} To describe the functional capacity limitations due to COVID-19, the post-COVID Functional Scale was used in four studies.^{15,18,19,21}

Anxiety was assessed in 4 studies^{15,18,19,21} using specific questionnaires, while depression was assessed in 4 studies^{15,18,19,21} using the Patient Health Questionnaire-9, Hamilton Anxiety and Depression Scale, and Beck Depression Inventory. Quality of life was assessed in 5 studies,^{15,16,18,19,21} 3 of these studies^{16,18,19} used the Short Form Health Survey, while the remaining 2 studies^{15,21} applied the Short Form Health Survey 36 questionnaire.

Fatigue and dyspnea were the outcomes more frequently assessed among studies. General fatigue was assessed using the Chalder Fatigue Scale,^{18,19} Fatigue Severity Scale,^{15,18,19} and Visual Analog Fatigue Scale.²⁰ Dyspnea was assessed using the Modified Medical Research Council Dyspnea Scale, Multidimensional Dyspnea Profile, and Multidimensional Dyspnea-12 questionnaire. Symptoms of COVID-19 were

Table 1
Searching Strategy for this Scientific Review of Physical Exercise on Functional Physical Performance in Individuals With Long COVID-19

Descriptors	
Population	("long COVID" OR "chronic COVID syndrome" OR "chronic COVID-19" OR "COVID long-hauler" OR "COVID-19 long-hauler" OR "long haul COVID" OR "long hauler COVID" OR "post COVID 19 syndrome" OR "post-COVID impairment" OR "post COVID syndrome" OR "post-acute COVID syndrome" OR "post-acute COVID-19" OR "post-acute sequelae of SARS-CoV-2 infection" OR "post-acute COVID19 syndrome")
Intervention	("Rehab" OR "Exercise Therapy" OR "Exercise Training" OR "Endurance Training" OR "Muscle Stretching Exercises" OR "Resistance Training" OR "Combined Training" OR "functional readaptation")
Control	Open
Outcome	Open

Abbreviation: COVID, coronavirus disease.

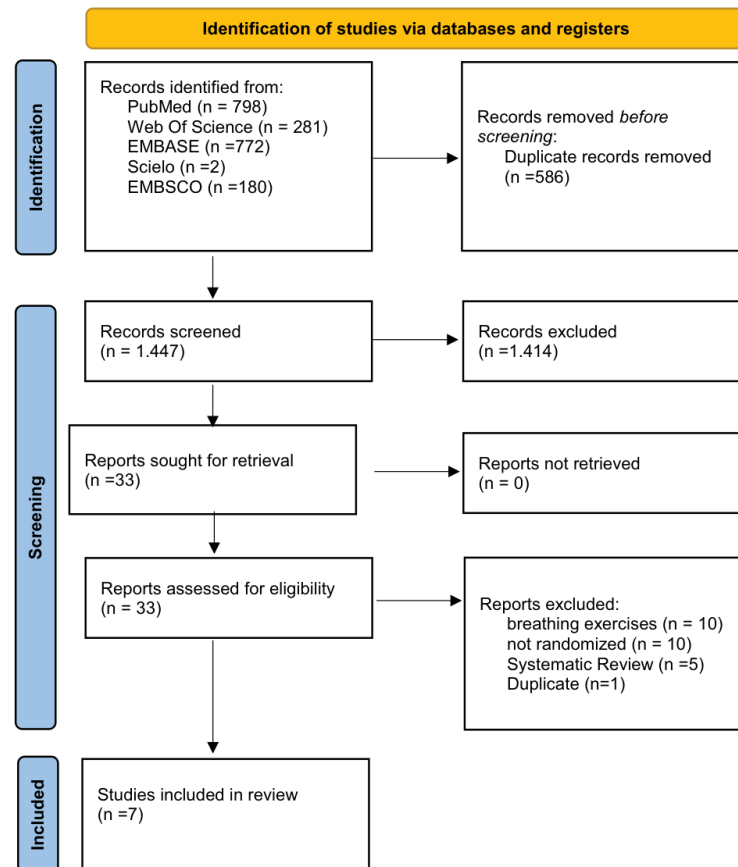


Figure 1. PRISMA flow diagram of study screening and selection in this scientific review of physical exercise on functional physical performance in individuals with long coronavirus disease-2019.

evaluated using the DePaul Symptom Questionnaire Short Form and by Self-Report of Persistency of Symptoms.^{16,18-21}

Other less frequent outcomes of the studies were biomarkers such as blood count, glucose metabolism, lipid profile, skeletal and cardiac muscle damage, and C-reactive protein, which did not show significant changes after the experimental interventions.¹⁵ Body mass index was evaluated in 2 studies without significant effects.^{15,17} Physical activity level was assessed in two studies by the Physical Activity Questionnaire Short Form and Global Physical Activity Questionnaire, and there was no improvement in the experimental group in this outcome compared to the control group.^{15,18}

CHARACTERISTICS OF THE INTERVENTIONS

The duration of the interventions varied from 2 to 16 weeks, with a weekly frequency of 2 to 7 days a week. The most common exercises were aerobic and resistance training. The predominant aerobic exercise was walking on a treadmill and cycling on an exercise bike. The most frequently cited resistance training in studies were squats, bench presses, deadlifts, and bench pulls, while strength training for limb

and trunk muscles involved the use of bench weights with guided loads, free weights, or weight bands; sets ranged from 3 to 5, and repetitions ranged from 8 to 15. Furthermore, the practice of stretching and balance exercises was common in the studies.

Remote training was used in 50% of studies. For the control group, medical care, standard physiotherapy, unsupervised resistance training, and home guidelines from the World Health Organization (which consist of recommendations for aerobic exercise for 20 to 30 minutes, 5 days a week, at an intensity which allows breathless speech), stretched with force exercises performed 3 times a week, weekly sessions (3 sets of 10 repetitions for each of the 7 recommended exercises), or simply home rest were recommended. Different strategies were used to prescribe endurance and resistance training, such as heart rate reserve parameters, subjective perception of effort, maximum power, and percentage of 1 maximum repetition. The prescribed intensities ranged from moderate to vigorous for both aerobic and resistance exercises.^{15,17,18,20,21}

Adverse effects were assessed in five studies^{15,17-20} that did not report their occurrence.

Study (yr)	Patient Profile	Groups	Age (mean ± SD)	Outcomes	Duration (wk)	Prescription	Results
Romanet et al. ¹⁶ (2023)	Post-COVID Hospitalized	Experimental (n = 27) Control (n = 33)	56.7 ± 14.3 59.4 ± 9.9	Multidimensional Dyspnea Profile, Modified Medical Research Council Dyspnea Scale, and 12-item Short-Form Survey	10	2d/wk for 60 min of endurance exercise 2d/wk standard physiotherapy	Greater effects of experimental group than control group in all domains of Multidimensional Dyspnea Profile, Modified Medical Research Council Dyspnea Scale, and physical dimension of 12-item Short-Form Survey
Jimeno-Almazán et al. ¹⁸ (2022)	Post-COVID not hospitalized	Experimental (n = 19) Control (n = 20)	44.6 ± 9.9 46.0 ± 9.5	12-item Short Form Survey, General Anxiety Disorder Questionnaire-7, Patient Health Questionnaire-9, Modified Medical Research Council Dyspnea Scale, Chalder Fatigue Scale, Fatigue Severity Scale, Bimodal Chalder Fatigue Scale, DePaul Symptom Questionnaire Short Form, Post-COVID-19 Functional Status scale, Submaximal exercise test, handgrip strength, the 5-time sit-to-stand test, 3-sec isometric knee extension test, WHO Global Physical Activity Questionnaire	8	3d/wk. Resistance training: 3 sets, 8 repetitions, 4 exercises, 50% one-repetition maximum, variable training: 55%–65% of heart rate reserve, endurance: 30–60 min at 65%–70% heart rate reserve Endurance: 5d/wk intensity that allows breathless speech plus, resistance exercise 3d/wk in 3 × 10 reps in 7 exercises	Greater effects of experimental than control group in 12-item Short Form Survey, binodal and Likert Chalder Fatigue Scale, Fatigue Severity Scale, Post-COVID-19 Functional Status, Patient Health Questionnaire-9, VO ₂ max, 5 reps sit-to-stand test and HSQ 50% 1RM
Teixeira do Amaral et al. ¹⁷ (2022)	Post-COVID	Experimental (n = 12) Control (n = 20)	51.9 ± 10.2 53.3 ± 11.6	Body mass, body mass index, heart rate, resting systolic and diastolic blood pressure, pulse wave velocity, pulmonary function, respiratory muscle strength, handgrip strength, 5-time sit-to-stand test, timed-up and go test, and 6-min walking test	12 Not reported	Endurance training: 5d/wk 10–30 min at 11–13 points of RPE, resistance training: 3d/wk 9 exercises performed in 1–3 × 10–20 reps 14–17 points of RPE Not reported	Greater effects of experimental than control group in avoid weight gain, SpO ₂ , pulse wave velocity, pulmonary function
Jimeno-Almazán et al. ¹⁹ (2023)	Post-COVID not hospitalized	Concurrent training program + inspiratory training (n = 23) Concurrent training program (n = 20) Respiratory muscle (n = 17)	44.1 ± 7.4 44.3 ± 9.6 43.0 ± 6.9	Submaximal exercise test, One repetition maximal test and maximal peak velocity, handgrip strength, 12-item Short Form Survey, General Anxiety Disorder Questionnaire-7, Patient Health Questionnaire-9, Modified Medical Research Council Dyspnea Scale, Fatigue Severity Scale, Chalder Fatigue Scale, Post-COVID-19 Functional Status scale	8	3 d/wk. Resistance training 2d/wk: 3 × 8 reps, 50% of 1-RM in 4 exercises + Variable training: 4–6 sets of 3–5 min at 70%–80% heart rate reserve endurance: 30–60 min, 65%–70% heart rate reserve, 2x/day: 1 × 30 reps of inspiratory muscle training 3 d/wk. Resistance training 2x/wk: 3 × 8 reps, 50% of 1-RM in 4 exercises + Variable training: 4–6 sets of 3–5 min at 70%–80% heart rate reserve endurance: 30–60 min, 65%–70% heart rate reserve 2x/d: 1 × 30 reps of inspiratory muscle training	Greater effects of multicomponent training than control on 12-item Short-Form Survey physical function domains, Fatigue Severity Scale, Chalder Fatigue Scale, Patient Health Questionnaire-9, Post-COVID-19 Functional Status Scale

(continues)

Table 2
Characteristics of the Included Studies in This Scientific Review of Physical Exercise on Functional Physical Performance in Individuals with Long COVID-19 (N = 7) (Continued)

Study (yr)	Patient Profile	Groups	Age (mean ± SD)	Outcomes	Duration (wk)	Prescription	Results
Ibrahim et al. ²¹ (2023)	Post-COVID	Control (n = 20)	47.8 ± 7.6			5d/wk: Home based WHO guidelines: "Support for Rehabilitation: Self-Management after COVID-19-Related Illness"	
		Moderate-intensity (n = 24)	62.6 ± 5.0	6-min walking test, Post-COVID-19 Functional Scale, 1-min sit-to-stand test, 36-item Short-Form Survey, and Hamilton Anxiety and Depression Scale	10	Endurance training: 4d/wk: 15 min of warm-up, 20 min at 50-70% of the maximum heart rate and 10 min of cooling down	Greater effects of exercise groups than control group in all outcomes. Greater effects of moderate intensity group compared to control group in all outcomes except for 36-Item Short-Form Survey Emotional Role Function domain and Hamilton Anxiety and Depression Scale
		Low-intensity (n = 24)	62.5 ± 4.7			Endurance training: 4d/wk: 15 min of warm-up, 20 min at 40-50% of the maximum heart rate and 10 min of cooling down	
Rodríguez-Blanco et al. ²⁰ (2023)	Post-COVID not hospitalized	Control (n = 24)	62.7 ± 4.3			Medical care and advice	
		Experimental (n = 24)	39 ± 15	Visual Analog Fatigue Scale, 6-min walking test, 30 sec sit-to-stand test, Multidimensional Dyspnea-12 questionnaire, and modified Borg Scale of perceived effort	2	7d/wk telerehabilitation consisting of 12 reps per exercise totalizing 30 min	Greater effects of exercise groups than control group in all outcomes.
		Control (n = 24)	43 ± 11			Home test	
Longobardi et al. ¹⁵ (2023)	Post-COVID Hospitalized	Experimental (n = 25)	61 ± 7	36-item Short-Form Survey, Maximal progressive treadmill test, forced expiratory volume in the first second, forced vital capacity, FEV1/FVC ratio, peak inspiratory flow and peak expiratory flow, handgrip strength, 30-sec sit-to-stand test, timed-up-and-go test, Post-COVID-19 Functional Scale, body composition, blood count, glucose metabolism, lipid profile, skeletal and cardiac muscle damage and C reactive protein, persistency of symptoms, Fatigue Severity Scale, Beck Anxiety Inventory, Beck Depression Inventory and Physical Activity Questionnaire-Short Form	16	3d/wk 60-80 min of semi-supervised program (one weekly supervised + 2 weekly unsupervised training sessions). Endurance: 10 min to >50 min/day, resistance training: 3-5 x 8-15 reps of 6 resistance exercises with intensity 9-17 of perceived exertion scale, active stretching exercises for the major muscle groups	Grater effects of experimental group than control group on the physical domains of 36-item Short-Form Survey, 30-sec sit-to-stand performance and symptoms of muscle weakness and myalgia
		Control (n = 25)	61 ± 8			Usual care	

Abbreviations: 1RM, one-repetition maximum test; % pred MEP, percentage predicted maximum expiratory pressure; COVID, coronavirus disease; FEV1/FVC, the forced expiratory volume in 1 sec divided by the forced vital capacity; MEP, maximal inspiratory pressure; MEP, maximum expiratory pressure; RM, repetition maximum; RPE, rating of perceived exertion; VO_{2max}, maximal oxygen consumption; WHO, world health organization.

Table 3

Article Scores According to PEDro Scale in this Scientific Review of Physical Exercise on Functional Physical Performance in Individuals With Long COVID-19

PEDro scale item	Jimeno-Almazán et al. (2022)	Teixeira do Amaral et al. (2022)	Romanet et al. (2023)	Jimeno-Almazán et al. (2023)	Ibrahim et al. (2023)	Rodríguez-Blanco et al. (2023)	Longobardi et al. (2023)
Eligibility	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
1 Random allocation	1	1	1	1	1	1	0
2 Concealed allocation	0	0	1	0	1	1	1
3 Baseline comparability	1	0	1	0	1	1	1
4 Blind subjects	0	0	0	0	1	0	0
5 Blind therapists	0	0	1	0	1	0	1
6 Blind assessors	0	1	1	0	1	0	1
7 Adequate follow-up	1	0	1	1	1	1	1
8 Intention-to-treat analysis	1	0	1	0	1	1	1
9 Between-group comparisons	1	1	1	1	1	1	1
10 Point estimated variability	1	1	1	1	1	1	1
Score	6/10	4/10	9/10	4/10	10/10	7/10	8/10
Quality	High	Low	High	Low	High	High	High

Abbreviations: COVID, coronavirus disease; PEDro, physiotherapy evidence database.

MAIN RESULTS

The effects of physical exercise on functional physical performance are illustrated in Table 4. Strength parameters improved in 67% (4 out of 6) of the studies. Cardiorespiratory fitness improved in 50% (3 out of 6) of the studies. Agility and mobility improved in 60% (3 out of 5) of the studies. Anxiety symptoms improved in 25% (1 out of 4) of the studies, while depression improved in 75% (3 out of 4) of the studies. Quality of life improved across all studies (5 out of 5), and symptoms of dyspnea and fatigue improved in 40% (2 out of 5) and 80% (4 out of 5) of the studies, respectively.

DISCUSSION

The findings of this systematic review show that few randomized trials analyzed the effects of exercise on functional

capacity, mental health, dyspnea, and fatigue in patients with long COVID-19. However, these few studies have good methodological quality, showing that their results are reliable and present a low risk of bias, with accurate and replicable results.

Functional capacity was a frequent outcome in these studies, which may be due to the consequences of long COVID-19 and the potential effects of exercise intervention in these outcomes. The results of the current study indicated that most of the reviewed studies reported improvements in functional capacity, specifically in strength, cardiorespiratory fitness, and agility/mobility. Interestingly, these improvements were not consistent across all studies, with around 40% not observing gains in these parameters. We observed that these varied results might be related to the distinct characteristics of the sample (post-COVID-19 hospitalized

Table 4

Effectiveness of Physical Exercise on Functional Physical Performance in this Scientific Review of Physical Exercise on Functional Physical Performance in Individuals With Long COVID-19^a

	Functional Capacity			Mental Health			Dyspnea and Fatigue	
	Strength	Cardiorespiratory Fitness	Agility/Mobility	Anxiety	Depression	Quality of Life	Dyspnea	Fatigue
Post-COVID (n = 2)	1/2 (50%)	1/2 (50%)	1/2 (50%)	1/1 (100%)	1/1 (100%)	1/1 (100%)	—	—
Post-COVID hospitalized patients (n = 2)	1/1 (100%)	0/1 (0%)	0/1 (0%)	0/1 (0%)	0/1 (0%)	2/2 (100%)	1/2 (50%)	1/2 (50%)
Post-COVID not hospitalized patients (n = 3)	2/3 (66%)	2/3 (66%)	2/2 (100%)	0/2 (0%)	2/2 (100%)	2/2 (100%)	1/3 (33%)	3/3 (100%)
Total	4/6 (67%)	3/6 (50%)	3/5 (60%)	1/4 (25%)	3/4 (75%)	5/5 (100%)	2/5 (40%)	4/5 (80%)

Abbreviation: COVID, coronavirus disease.

^aData presented are the n (%) of studies that had a greater effect on the outcome in the experimental intervention compared to control.

and post-COVID-19 not hospitalized). The results showed that hospitalized individuals experienced less improvement in functional capacity compared to non-hospitalized patients. This may be because those who were hospitalized typically had more severe symptoms than those who were not.²²

A recent systematic review, encompassing over 90 studies, highlighted the potential of exercise to improve symptoms of depression and anxiety across various adult populations. The effects were particularly pronounced in specific groups, such as individuals with mental health disorders, including depression.²³ In the current study exercise interventions led to improvements in depression, though it had less impact on anxiety.^{15,18,19,21} Interestingly, few studies have directly compared the effects of different types of exercise on symptoms of depression and anxiety. A systematic review reported that the mode of exercise does not appear to impact its effects on depression symptoms.²⁴ Evidence regarding anxiety is scarce. Consequently, it remains unclear whether the exercise protocols may have influenced the results of the current study. Mechanisms underlying the effects of exercise on mental function are probably related to the functioning of the hypothalamic-pituitary-adrenal axis, reducing cortisol and balancing the hormones leptin and ghrelin, besides releasing serotonin, which helps improve symptoms such as depression.^{23,25}

The results of this review showed improvement in dyspnea symptoms in 40% of the studies, while fatigue improved in 80% of the studies. These findings are clinically relevant, as dyspnea and fatigue are the most common symptoms of long COVID-19, affecting up to 80% and 90% of patients, respectively.²⁶ Improvements in fatigue were more common in studies involving non-hospitalized patients, while improvements in dyspnea were more frequently observed in studies with hospitalized patients. The greater improvement in fatigue among non-hospitalized patients may be related to the complexity of their conditions, as those requiring hospitalization often experience more severe complications.²⁷ A similar rationale could be considered for hospitalized patients, who frequently exhibited dyspnea²⁸ highly associated with the need for hospitalization.

All studies reported improvements in quality of life following the exercise programs, which may be linked to enhancements in functional capacity, mental health, and/or symptom relief. Notably, each study showed improvements in at least one domain of quality of life, highlighting the positive impact of exercise training on this important patient-reported outcome.

The results of this review have limitations. The studies evaluated show a varied population, including hospitalized and non-hospitalized individuals. This diversity can influence results, as demonstrated by stratified analyses based on patient characteristics. The absence of a standardized therapeutic protocol with interventions of varying duration makes it difficult to understand the effects of exercise intervention. Furthermore, the small sample size in the studies restricts the generalization of results and the ability to detect significance. On the other hand, as the long COVID-19 consequences were recently reported, a positive fact is that there are already relevant publications on the topic, which signals the subject relevance. Therefore, we believe that in time, we will have more standardized publications for analyzing functional performance and exercise training in long COVID-19.

In conclusion, this systematic review included 8 randomized trials in patients with long COVID-19. The primary outcomes of the studies involved the effects on functional capacity, mental health, dyspnea, and fatigue, employing

various exercise training strategies. Results suggest potential benefits of exercise training for subjects with long COVID-19 in several outcomes, mainly in functional capacity, depression symptoms, quality of life, and fatigue.

REFERENCES

1. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). *COVID-19 Rapid Guideline: Managing the Long-Term Effects of COVID-19*; 2024. Accessed November 17, 2024. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567261/>.
2. Pavli A, Theodoridou M, Maltezos HC. Post-COVID syndrome: incidence, clinical spectrum, and challenges for primary healthcare professionals. *Arch Med Res*. 2021;52(6):575-581. doi: 10.1016/j.arcmed.2021.03.010.
3. Greenhalgh T, Knight M, A'Court C, Buxton M, Husain L. Management of post-acute covid-19 in primary care. *BMJ*. 2020;370:m3026. doi: 10.1136/bmj.m3026.
4. Sørensen AIV, Spiliopoulos L, Bager P, et al. A nationwide questionnaire study of post-acute symptoms and health problems after SARS-CoV-2 infection in Denmark. *Nat Commun*. 2022;13(1):4213. doi: 10.1038/s41467-022-31897-x.
5. de Oliveira Almeida K, Nogueira Alves IG, de Queiroz RS, et al. A systematic review on physical function, activities of daily living and health-related quality of life in COVID-19 survivors. *Chronic Illn*. 2023;19(2):279-303. doi: 10.1177/17423953221089309.
6. Yang C, Tebbutt SJ. Long COVID: the next public health crisis is already on its way. *Lancet Reg Health Eur*. 2023;28:100612. doi: 10.1016/j.lanepe.2023.100612.
7. Borghi-Silva A, da Luz GC, Silva RN, et al. Impact of COVID-19 on exercise-based pulmonary rehabilitation: what lessons have we learned? *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2024;44(6):409-416. doi: 10.1097/HCR.0000000000000916.
8. Buckley ML, Wycoff AM, Mahoney K, Pierce JF, Simmons J, Adami A. Improvements in dyspnea following traditional pulmonary rehabilitation in patients with long COVID. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2024;44(2):141-143. doi: 10.1097/HCR.0000000000000862.
9. Aljazeera J, Almusally R, Wert Y, et al. Pulmonary rehabilitation for post-COVID-19. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2023;43(6):438-443. doi: 10.1097/HCR.0000000000000813.
10. Ambrosetti M, Abreu A, Cornelissen V, et al. Delphi consensus recommendations on how to provide cardiovascular rehabilitation in the COVID-19 era. *Eur J Prev Cardiol*. 2021;28(5):541-557. doi: 10.1093/eurjpc/zwaa080.
11. Edward JA, Peruri A, Rudolf E, et al. Characteristics and treatment of exercise intolerance in patients with long COVID. *J Cardiopulm Rehabil Prev*. 2023;43(6):400-406. doi: 10.1097/HCR.0000000000000821.
12. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Syst Rev*. 2021;10(1):89. doi: 10.1186/s13643-021-01626-4.
13. Sherrington C, Herbert RD, Maher CG, Moseley AM. PEDro. A database of randomized trials and systematic reviews in physiotherapy. *Man Ther*. 2000;5(4):223-226. doi: 10.1054/math.2000.0372.
14. Moseley AM, Herbert RD, Sherrington C, Maher CG. Evidence for physiotherapy practice: a survey of the Physiotherapy Evidence Database (PEDro). *Aust J Physiother*. 2002;48(1):43-49. doi: 10.1016/S0004-9514(14)60281-6.
15. Longobardi I, Goessler K, de Oliveira Júnior GN, et al. Effects of a 16-week home-based exercise training programme on health-related quality of life, functional capacity, and persistent symptoms in survivors of severe/critical COVID-19: a randomised controlled trial. *Br J Sports Med*. 2023;57(20):1295-1303. doi: 10.1136/bjsports-2022-106681.
16. Romanet C, Wormser J, Fels A, et al. Effectiveness of exercise training on the dyspnoea of individuals with long COVID: a randomised controlled multicentre trial. *Ann Phys Rehabil Med*. 2023;66(5):101765. doi: 10.1016/j.rehab.2023.101765.
17. Do Amaral V T, Viana AA, Heubel AD, et al. Cardiovascular, respiratory, and functional effects of home-based exercise training after COVID-19 hospitalization. *Med Sci Sports Exerc*. 2022;54(11):1795-1803. doi: 10.1249/MSS.0000000000002977.

18. Jimeno-Almazán A, Franco-López F, Buendía-Romero Á, et al. Rehabilitation for post-COVID-19 condition through a supervised exercise intervention: a randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports*. 2022;32(12):1791-1801. doi: 10.1111/sms.14240.
19. Jimeno-Almazán A, Buendía-Romero Á, Martínez-Cava A, et al. Effects of a concurrent training, respiratory muscle exercise, and self-management recommendations on recovery from post-COVID-19 conditions: the RECOVE trial. *J Appl Physiol (1985)*. 2023;134(1):95-104. doi: 10.1152/jappphysiol.00489.2022.
20. Rodríguez-Blanco C, Bernal-Utrera C, Anarte-Lazo E, Gonzalez-Gerez JJ, Saavedra-Hernandez M. A 14-day therapeutic exercise telerehabilitation protocol of physiotherapy is effective in non-hospitalized post-COVID-19 conditions: a randomized controlled trial. *J Clin Med*. 2023;12(3):776. doi: 10.3390/jcm12030776.
21. Ibrahim A, Hussein HM, Ali MS, et al. A randomized controlled trial examining the impact of low vs. moderate-intensity aerobic training in post-discharge COVID-19 older subjects. *Eur Rev Med Pharmacol Sci*. 2023;27(9):4280-4291.
22. Perrot JC, Segura M, Beranuy M, et al. Comparison of post-COVID symptoms in patients with different severity profiles of the acute disease visited at a rehabilitation unit. *PLoS One*. 2022;17(9):e0274520. doi: 10.1371/journal.pone.0274520.
23. Singh B, Olds T, Curtis R, et al. Effectiveness of physical activity interventions for improving depression, anxiety and distress: an overview of systematic reviews. *Br J Sports Med*. 2023;57(18):1203-1209. doi: 10.1136/bjsports-2022-106195.
24. Miller KJ, Gonçalves-Bradley DC, Areerob P, Hennessy D, Mesagno C, Grace F. Comparative effectiveness of three exercise types to treat clinical depression in older adults: a systematic review and network meta-analysis of randomised controlled trials. *Ageing Res Rev*. 2020;58:100999. doi: 10.1016/j.arr.2019.100999.
25. Mahindru A, Patil P, Agrawal V. Role of physical activity on mental health and well-being: a review. *Cureus*. 2023;15(1):1-7. doi: 10.7759/cureus.33475.
26. Sudre CH, Murray B, Varsavsky T, et al. Attributes and predictors of long COVID. *Nat Med*. 2021;27(4):626-631. doi: 10.1038/s41591-021-01292-y.
27. Pérez-González A, Araújo-Ameijeiras A, Fernández-Villar A, et al. Long COVID in hospitalized and non-hospitalized patients in a large cohort in Northwest Spain, a prospective cohort study. *Sci Rep*. 2022;12(1):3369. doi: 10.1038/s41598-022-07414-x.
28. Castanares-Zapatero D, Chalon P, Kohn L, et al. Pathophysiology and mechanism of long COVID: a comprehensive review. *Ann Med*. 2022;54(1):1473-1487. doi: 10.1080/07853890.2022.2076901.

Material Suplementar II

Tabela S1. Resultados do Teste da Caminhada de seis minutos no grupo cartilha e grupo aplicativo, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=7)		Grupo aplicativo (n=7)				
	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Efeito tempo	Efeito grupo	Efeito da Interação
Distância (m)	532(450-646)	510(452-603)	491(438-694)	519(455-685)	0,933	0,891	0,457
PAS basal (mmhg)	109(98-113)	116(111-123)	118(96-143)	119(87-130)	0,227	0,572	0,007*
PAD basal(mmhg)	76(70-85)	86(79-90)	86(67-98)	84(59-97)	0,324	0,972	0,010*
FC basal(bpm)	70(63-90)	84(71-100)	76(74-82)	84(68-96)	0,070	0,850	0,281
SpO2 basal (%)	97(96-98)	98(97-98)	97(96-98)	97(97-98)	0,505	0,816	0,797
Borg dispneia basal (score)	0(0-0)	0(0-2)	0,50(0-1,75)	0(0-1,75)	0,110	0,000*	0,110
Borg MMIIs basal (score)	0(0-0)	0(0-3)	0,50(0-1)	0(0-0,75)	0,167	0,001*	0,747
PAS pos teste(mmhg)	115(108-120)	119(112-121)	116(104-147)	128(116-150)	0,084	0,172	0,465
PADpos teste (mmhg)	79(74-83)	78(76-82)	85(56-97)	84(66-101)	0,230	0,765	0,486
FC pos teste (bpm)	83(76-115)	87(73-102)	91(86-98)	94(81-100)	0,434	0,873	0,525
Spo2 pos teste (%)	97(96-99)	97(97-98)	98(96-99)	98(97-99)	0,576	0,591	0,576
Borg dispneia pos teste (score)	3(0-4)	2(0-2)	2(0-3,75)	2(2-3,75)	0,408	0,469	0,283
Borg MMII pos teste (score)	3(1-4)	2(1-5)	4(3-4,75)	2(1,25-5)	0,990	0,509	0,113

Legend: Metros (m); Pressão Arterial Sistólica (PAS); Pressão Arterial Diastólica (PAD); Frequência Cardíaca (FC); Saturação de oxigênio periférica (SpO₂); por cento (%); Membros inferiores (MMII); batimentos por minuto (bpm); milímetros de mercúrio (mmHg); *p< 0,005. Análise por intenção de tratar.

Tabela S2. Resultados do Teste AVD Glittre no grupo cartilha e grupo aplicativo, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=7)		Grupo aplicativo (n=7)				
	Pré Tratamento (mediana- 25- 75)	Pós Tratamento (mediana- 25- 75)	Pré Tratamento (mediana- 25- 75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Efeito do tempo	Efeito do Grupo	Efeito da Interação
Tempo (segundos)	253(187-273)	204(166-238)	251 (175-290)	181(163-244)	0,000*	0,901	0,558
PAD basal (mmhg)	114(106-119)	111(94-120)	121(103-149)	116(91-138)	0,009	0,227	0,222
PAD basal(mmmhg)	81(75-84)	73(67-80)	83(68-99)	83(51-94)	0,004*	0,478	0,975
FC basal (bpm)	69(65-83)	80(72-91)	75(70-82)	73(66-92)	0,031*	0,878	0,157
SpO2 basal (%)	97(96-97)	96(94-98)	97(96-98)	97(96-98)	0,245	0,327	0,484
Borg dispneia basal (escore)	0(0-2)	0(0-2)	0(0-1,5)	0(0-0)	0,008	0,000*	0,295
Borg MMIIs basal (escore)	2(0-3)	1(0-3)	0,25(0-1,75)	0(0-0)	0,038*	0,385	0,319
PAS pos teste(mmmhg)	128(112-134)	126(120-136)	134(112-164)	137(102-161)	0,966	0,273	0,398
PAD pos teste (mmhg)	77(73-96)	80(75-83)	84(62-102)	84(66-95)	0,306	0,863	0,536
FC pos teste (bpm)	79(73-86)	91(79-83)	95(91-102)	98(78-114)	0,154	0,212	0,088
Spo2 pos teste (%)	96(94-97)	97(96-98)	97(96-98)	98(97-98)	0,070	0,064	0,361
Borg dispneia pos teste (escore)	3(1,75-4,25)	2(1-4)	3,5(2-5)	2(0-4)	0,382	0,352	0,560
Borg MMII pos test (escore)	4(0,75-4)	2(0-4)	3,5(1-5)	3(1-4)	0,190	0,627	0,315

Legend: Pressão Arterial Sistólica (PAS); Pressão Arterial Diastólica (PAD); Frequência Cardíaca (FC); Saturação de oxigênio periférica (SpO₂); por cento (%); Membros inferiores (MMII); batimentos por minuto (bpm); milímetros de mercúrio (mmHg); *:p< 0,005. Análise por intenção de tratar.

Tabela S3. Resultados do Teste Sentar e levantar(30segundos) no grupo cartilha e grupo aplicativo, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=7)		Grupo aplicativo (n=7)				
	Pré Tratamento (mediana- 25- 75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25- 75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Efeito tempo	Efeito do grupo	Efeito da Interação
Subidas	16,5 (12 – 30)	20 (14–36)	18 (15–23)	21 (20–26)	0,000*	0,886	0,832
PAD basal (mmhg)	81 (72 – 82)	115 (107–124)	117 (99–141)	124 (98–146)	0,763	0,482	0,493
PAD basal(mmhg)	84 (79 – 104)	80 (72–83)	83 (68–94)	80 (63–97)	0,712	0,805	0,843
FC basal(bpm)	97 (94 – 98)	85 (78–107)	87 (81–91)	84 (75–99)	0,581	0,634	0,844
SpO2 basal (%)	97 (94 – 98)	98 (98–99)	98 (97–98)	98 (97–98)	0,002*	0,397	0,006
Borg dispneia basal (score)	1 (0,0 – 3,25)	0 (0–1)	0 (0–0)	1 (0–2)	0,335	0,003*	0,116
Borg MMII basal (score)	3 (0,0 – 4,0)	1 (0–2)	0 (0–3)	0 (0–2)	0,107	0,576	0,107
PAS pos teste(mmhg)	116 (111 – 127)	122 (114–128)	126 (102–148)	135 (106–151)	0,082	0,318	0,736
PAD pos teste (mmhg)	72 (69 – 83)	79 (73–85)	85 (67–94)	82 (66–91)	0,462	0,589	0,182
FC pos teste (bpm)	91 (85 – 116)	106 (92–119)	99 (88–104)	97 (89–121)	0,011	0,732	0,703
Spo2 pos teste (%)	96 (94 – 98)	98 (96–98)	97 (96–98)	97 (96–98)	0,038	0,582	0,070
Borg dispneia pos teste (escore)	3 (2,0 – 4,25)	1 (0–2)	1 (1–2)	3 (3–5)	0,547	0,399	0,004*
Borg MMII pos teste (escore)	4 (2,5 – 5,0)	3 (1–5)	2 (2–4)	4 (1–5)	0,468	0,733	0,907

Legend: Pressão Arterial Sistólica (PAS); Pressão Arterial Diastólica (PAD); Frequência Cardíaca (FC); Saturação de oxigênio periférica (SpO₂); por cento (%);

Membros inferiores (MMIIs); batimentos por minuto (bpm); milímetros de mercúrio (mmHg); *:p< 0,005. Análise por intenção de tratar.

Tabela S4. Resultados dos questionários de Fadiga, dispneia, Escala Funcional Pós COVID-19 e Adesão ao Exercício no grupo cartilha e grupo aplicativo, antes e após a intervenção.

	Grupo cartilha (n=7)		Grupo aplicativo (n=7)				
	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Pré Tratamento (mediana- 25-75)	Pós Tratamento (mediana- 25-75)	Efeito do tempo	Efeito do Grupo	Efeito da Interação
<i>Fadiga (escore)</i>	20 (14–27)	26 (19–29)	27(23-30)	21 (16–28)	0,212	0,785	0,092
Fadiga Física	13 (8–18)	14 (10–17)	14 (10–18)	10(10-18)	0,530	0,796	0,319
Fadiga Mental	8 (7–13)	8(6-10)	11(8-12)	8 (4–10)	0,057	0,836	0,795
<i>Dispneia(score)</i>	2 (1–2)	1 (0–2)	1(1-2)	1(1-2)	0,338	0,634	0,046*
<i>PCFS (escore)</i>	1 (0–2)	1 (0–1)	1(0-1)	1(0-1)	0,161	0,613	0,912
<i>Escala de Adesão (escore)</i>							
Seção B	12 (7–17)	13 (9–16)	11 (6–13)	10 (5–12)	0,417	0,450	0,207
Seção C	20 (13–27)	22 (17–26)	21 (14–22)	18 (10–20)	0,639	0,342	0,204

Legenda: PCFS: Escala Funcional Pós COVID-19. Análise por intenção de tratar.