UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ADMILSON DE CASTRO CHAVES FILHO

DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS DE PACIENTES PÓS COVID – 19 EM REABILITAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA.

Recife
2025

ADMILSON DE CASTRO CHAVES FILHO

DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS DE PACIENTES PÓS COVID – 19 EM REABILITAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA.

Projeto de pesquisa para defesa da Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências biológicas, doutorado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Pernambuco como requisito para obtenção do título de doutor em Ciências Biológicas.

Área de Contração: Biotecnologia e bioinformática.

Orientadora: Profa. Dra. Rosa Amália Fireman Dutra.

Coorientador: Prof. Dr. Marco Aurélio Benedetti Rodrigues

Recife

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Chaves Filho, Admilson de Castro.
Dispositivo para monitorização de parâmetros hemodinâmicos de pacientes pós COVID-19 em reabilitação fisioterapêutica / Admilson de Castro Chaves Filho. - Recife, 2025.
123f.: il.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, 2025.
Orientação: Rosa Amália Fireman Dutra.
Coorientação: Marco Aurélio Benedetti Rodrigues.
Inclui referências, apêndices e anexos.

ADMILSON DE CASTRO CHAVES FILHO

DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS DE PACIENTES PÓS COVID – 19 EM REABILITAÇÃO FISIOTERAPÊUTICA.

BANCA EXAMINADORA

Profª. Drª. Rosa Amalia Fireman Dutra

Prof. Dr . Paulo Euzébio Cabral Filho

Profª. Drª. Ana Paula de Lima Ferreira

Profª. Drª. Cristiana Maria Macedo Brito

Profª. Drª. Kétura Rhammá Cavalcante Ferreira

RESUMO

A pandemia da doença causada pelo novo coronavírus 2019 (COVID-19) tornou-se um dos grandes desafios, acometendo a população mundial. É definida como uma doença infectocontagiosa causada pelo SARS-CoV-2, o vírus da síndrome respiratória aguda grave 2. A COVID-19, é uma doença que acomete principalmente o sistema respiratório, causando grandes problemas de saúde para as pessoas, levando ao internamento ou deixando sequelas significativas nas pessoas que são acometidas pelo vírus. Alguns dos sintomas mais importantes causados pela doença, é o comprometimento do sistema respiratório e funcional do paciente, impactando diretamente na sua qualidade de vida. A fisioterapia contribui atuando na reabilitação das sequelas e limitações decorrentes da doença, que algumas vezes são realizados de forma domiciliar ou teleatendimento devido a problemas de locomoção proveniente do comprometimento dos pacientes. Assim, faz-se necessário que, para melhor precisão da indicação e desenvolvimento dos exercícios e maior segurança do paciente durante a telereabilitação sejam utilizados dispositivos de monitoramento dos parâmetros cárdio respiratórios de forma não invasivas para monitorizar os parâmetros hemodinâmicos como a saturação de oxigênio (Spo2), frequência cardíaca (FC), temperatura e eletrocardiograma (ECG) durante a reabilitação dos pacientes. Esse trabalho teve como objetivo de desenvolver e validar um dispositivo para monitorização de parâmetros hemodinâmicos em indivíduos com sequelas de COVID-19. Trata-se de um estudo de desenvolvimento e validação, com foco na criação de um dispositivo portátil e sua avaliação clínica preliminar em humanos. A etapa de testes do dispositivo foi realizada em 10 indivíduos saudáveis, a fim de verificar a viabilidade do equipamento proposto. Para os testes clínicos foram incluídos 10 voluntários com idade entre 20 e 80 anos, que apresentavam sequelas pós COVID-19 e com cognitivo preservado. O dispositivo de monitoramento foi utilizado durante a realização de um protocolo de 13 exercícios. Como resultado espera-se desse estudo ser possível captar e observar os sinais de Spo2, FC, temperatura corporal e ECG dos voluntários durante a realização do protocolo de exercícios, buscando desenvolver um dispositivo para monitorização de pacientes, auxiliando o profissional de saúde no processo de reabilitação.

Palavras-chave: Monitoramento fisiológico. Hemodinâmica. COVID-19. Eletrocardiografia.

ABSTRACT

The novel coronavirus 2019 (COVID-19) pandemic has become one of the greatest challenges facing the global population. It is defined as an infectious disease caused by SARS-CoV-2, the severe acute respiratory syndrome virus 2. COVID-19 primarily affects the respiratory system, causing significant health problems, leading to hospitalization or significant after-effects. Some of the most significant symptoms caused by the disease include impairment of the patient's respiratory and functional systems, directly impacting their quality of life. Physiotherapy contributes to the rehabilitation of the after-effects and limitations resulting from the disease, sometimes performed at home or via telemedicine due to mobility issues resulting from the patient's impairment. Therefore, for greater accuracy in exercise indication and development and greater patient safety during telerehabilitation, noninvasive cardiorespiratory monitoring devices should be used to monitor hemodynamic parameters such as oxygen saturation (SpO2), heart rate (HR), temperature, and electrocardiogram (ECG) during patient rehabilitation. This study aimed to develop and validate a device for monitoring hemodynamic parameters in individuals with COVID-19 sequelae. This is a development and validation study focused on the creation of a portable device and its preliminary clinical evaluation in humans. The device was tested on 10 healthy individuals to verify the feasibility of the proposed equipment. Ten volunteers aged between 20 and 80 years, who had post-COVID-19 sequelae and preserved cognitive function, were included in the clinical trials. The monitoring device was used during a 13-exercise protocol. As a result, this study is expected to capture and observe the volunteers' Spo2, HR, body temperature, and ECG signals during the exercise protocol, aiming to develop a device for patient monitoring and assisting healthcare professionals in the rehabilitation process.

Keywords: Physiological monitoring. Hemodynamics. COVID-19. Electrocardiography.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Fluxograma das estratégias para revisão sistemática da literatura	25
Figura 2 -	Posicionamento dos sensores para avaliação dos movimentos	34
Figura 3 -	Módulo vestível para pulso direito e conexão com o dedal para aquisição de oximetria no dedo indicador direito	37
Figura 4 -	Oxímetro para aquisição de SpO2	38
Figura 5 -	Módulo vestível para tronco com termômetro para aquisição de temperatura	38
Figura 6 –	Módulo vestível para tronco com termômetro para aquisição de temperatura	39
Figura 7 –	Plataforma utilizada para monitoramento de pacientes em reabilitação	40
Figura 8 –	Página de cadastro de pacientes no portal SISMO-UFPE	41
Figura 9 –	Página de registro das sessões fisioterapêuticas de pacientes no portal SISMO-UFPE	42
Figura 10 –	Página dos resultados e dados captados durante as sessões de pacientes no portal SISMO-UFPE	43
Figura 11 –	Página com o histórico dos sinais das sessões fisioterapêuticas no portal SISMO-UFPE	43
Figura 12 –	Colocação dos eletrodos de ECG no corpo dos pacientes	52
Figura 13 –	Placa microcontroladora para módulo de ECG	53
Figura 14 –	Módulo vestível para o tronco para aquisição de ECG	54
Figura 15 –	Gráfico de aquisição de ECG normal	62
Figura 16 –	Gráfico de aquisição de ECG com cardiopatia	63
Figura 17 –	Gráfico de aquisição de ECG normal e ECG com cardiopatia	65
Figura 18 –	Gráfico de aquisição de ECG normal em repouso e ECG após esforço aeróbico	67
Figura 19 –	Gráfico de aquisição da saturação de oxigênio (SpO2)	69
Figura 20 –	Gráfico de aquisição da saturação de oxigênio (SpO2) retirado do portal	70
Figura 21 –	Gráfico de aquisição da temperatura	72

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Bases de dados e suas respectivas quantidades de trabalhos associados às palavras chaves encontrados	21
Tabela 2 –	Estudos da RSL	26
Tabela 3 –	Caracterização da amostra de pacientes com sequela de Covid-19 sob monitoramento hemodinâmico durante teleatendimento (n=10).	56
Tabela 4 –	Força muscular dimensionada pelo teste de dinamometria realizados nos pacientes com sequela de Covid-19 (n=10).	58
Tabela 5 –	Tabela com informações da amostra com relação aos sinais vitais apresentados pelos voluntários	59
Tabela 6 –	Tabela com informações da amostra com relação a aplicabilidade, usabilidade, percepção e satisfação do usuário da plataforma.	60

LISTA DE ABREVIATURAS

Bpm	Batimentos por minuto
CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
COE-COVID-19	Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública
COFFITO	Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional
CONSAD	Conselho de Administração
DRA	Doença Respiratória Aguda
EKG	*Electrocardiogram*
ESPIN	Emergência de Saúde Pública de Interesse Nacional
FC	Frequência Cardíaca
VEF	Volume expiratório forçado
FR	Frequência respiratória
FVC	Capacidade vital forçada
GPEB	Grupo de Pesquisa em Engenharia Biomédica
HAS	Hipertensão arterial sistêmica
Hb	Hemoglobina
HbO2	Oxihemoglobina
HCQ	Hidroxicloroquina
LED	*Light Emitting Diode*
LIHOM	Laboratório de Interface Homem-Máquina
MAPA	Monitorização ambulatorial da pressão arterial
MEEM	Mini Exame de Estado Mental
MMII	Membros Inferiores
MMSS	Membros Superiores
MS	Ministério da Saúde
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PA	Pressão Arterial

PEFR	Parâmetros de pico de fluxo expiratório
PPG	Fotopletismografia
PVC-RAM	Post Discharge after Surgery Virtual Care with Remote Automated Monitoring Technology
RSL	Revisão sistemática da literatura
SARA	Síndrome Respiratória Aguda Grave
SpO2	Saturação de oxigênio
TCC-COVID	*TeleClinical Care - COVID*
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
Wi-Fi	*Wireless Fidelity*
SISMO-UFPE	O Sistema de Monitoramento Fisioterapêutico de Pacientes Pós COVID-19

SUMÁRIO

1	**INTRODUÇÃO** …….....	13
2	**OBJETIVO GERAL**.....	15
3	**OBJETIVOS ESPECÍFICOS** ……	16
4	**FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**….....	16
4.1	COVID-19 …….....…….....	16
4.2	TELEREABILITAÇÃO…….....	17
4.3	PARÂMETROS HEMODINÂMICOS NÃO INVASIVOS …….....	18
5	**REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA** …….....	19
5.1	PROCESSO ADOTADO PARA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA ……	19
5.1.1	IDENTIFICAÇÃO .....…….....	20
5.1.2	TRIAGEM ...…….....	22
5.1.3	ELEGIBILIDADE ...…….....	23
5.2	ANÁLISE E DISCUSSÃO ……...	31
6	**METODOLOGIA** ……...	37
6.1	DESENHO DO ESTUDO E LOCAL DO ESTUDO ...……	37
6.2	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO …..……..	37
6.3	PROCEDIMENTOS ..…….	37
6.4	PROCEDIMENTOS PARA OS TESTES DO INSTRUMENTO NO LABORATÓRIO E EM DOMICÍLIO …….	48
6.5	EXERCÍCIOS REALIZADOS …...……...	49

6.6 PROTOCOLO PARA AQUISIÇÃO REMOTA DE SINAIS …… 56

6.7 ANÁLISE DE DADOS …… 58

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO …… 59

8 CONCLUSÃO…….. 78

REFERÊNCIAS ……..... 81

SÚMULA CURRICULAR ……... 120

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ……... 121

APÊNDICE B– TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE …. 124

APÊNDICE C – FICHA DE DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS/ANAMNESE .. 125

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA DE MONITORAMENTO …… 126

APÊNDICE E - ROTEIRO DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADO …….. 127

ANEXO A - MINI EXAME DO ESTADO MENTAL …… 128

1 INTRODUÇÃO

O surgimento e disseminação do novo coronavírus 2019 (2019-nCoV) ou da síndrome respiratória aguda grave coronavírus 2 (SARS-CoV-2) foi caracterizado como uma crise de saúde pública ameaçando o mundo com a rápida propagação do vírus. Desde 1960 as infecções por Coronavírus são conhecidas pela comunidade científica, mas foi em dezembro de 2019, em Wuhan, província de Hubei, na China, que se teve noção da gravidade desse vírus (BRITO *et al,* 2020).

Em 11 de março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia. O termo "pandemia" se refere à distribuição geográfica de uma doença e não à sua gravidade. A designação reconheceu que houveram surtos de COVID-19 em vários países e regiões do mundo (OPAS, 2020). Em dezembro de 2019 e janeiro de 2020, ocorreram casos de pneumonia atípica (COVID-19) em Wuhan, na China (LI *et al*, 2020).

Os primeiros casos de COVID-19 foram relacionados a um mercado de frutos do mar, sugerindo transmissão inicial de animais para humanos. Posteriormente, o contágio passou a ocorrer entre pessoas, inclusive antes do início dos sintomas em indivíduos assintomáticos (CASCELLA et al., 2020; DU et al., 2020). O período de incubação varia de 1 a 14 dias (LI et al., 2020) e os sintomas mais comuns incluem febre, tosse, fadiga e dores musculares, podendo ser acompanhados por secreções respiratórias, cefaleia, hemoptise e diarreia. Em casos mais graves, podem surgir complicações como síndrome respiratória aguda grave (SARA), lesões cardíacas e renais, infecções secundárias e choque (HUANG; WANG, 2020). Em comparação à influenza, o COVID-19 apresenta sintomas semelhantes, mas maior taxa de progressão para casos críticos que requerem oxigenoterapia e suporte ventilatório (WHO, 2020; BRASIL, 2020). A mortalidade é mais frequente em idosos, especialmente acima de 80 anos, e em pessoas com comorbidades como cardiopatias, hipertensão, diabetes, doenças respiratórias crônicas e neoplasias (CCDC, 2020; DOWD et al., 2020; WU; MCGOOGAN, 2020).

Quando o paciente é infectado, ocorre primeiramente o comprometimento do trato respiratório superior, apresentando características bem semelhantes ao resfriado comum, mas pode afetar o trato respiratório inferior (GUO *et al*, 2020), apresentando-se clinicamente de acordo com uma das três condições principais: portadores assintomáticos, indivíduos com doença respiratória aguda (DRA) ou pacientes com pneumonia de gravidade variável (LAI *et al*, 2020).

É de extrema importância entender que o risco de infecção sintomática pode aumentar de acordo com a idade; assim, indivíduos jovens e crianças podem ser portadores assintomáticos

(WU *et al*, 2020). Isso reforça a importância da adoção de medidas de cuidados sanitários para que não ocorra contaminação, mesmo na ausência de manifestações clínicas. A transmissão do vírus entre indivíduos tem relação com a carga viral no trato respiratório superior (ZHOU, *et al*, 2020) e pode ocorrer por meio de gotículas de tosse, espirros e saliva, aperto de mão, objetos pessoais, como telefones celulares, maçanetas, xícaras e chaves, com subsequente contato com as mucosas (BRASIL, 2020, VAN; BUSHMAKER; MORRIS, 2020).

O comprometimento funcional pós-COVID-19 prejudica a capacidade de realizar atividades e funções da vida diária, altera o desempenho profissional e dificulta a interação social. Além disso, os indivíduos podem se tornar mais sedentários, aumentando o risco de comorbidades. Nas atuais circunstâncias, enquanto os esforços para reduzir o risco de morte permanecem imperativos, os serviços de saúde precisam reorientar suas estratégias para proporcionar recuperação funcional e reinserção social desses indivíduos por meio da reabilitação pulmonar.

Durante o processo de reabilitação de pacientes pós-COVID-19, é de extrema importante seguir as normas de segurança instituídas pelas autoridades sanitárias, tentando diminuir os riscos de contaminação. A telerreabilitação tem sido utilizada para tratar as sequelas da doença, fazendo com que ocorra a potencialização de recursos para a execução de serviços de reabilitação remotamente, podendo acontecer em tempo real ou não, trazendo benefícios semelhantes aos da reabilitação presencial supervisionada (LUNDELL *et al*, 2015) e minimizando barreiras em termos de distância, tempo, custo e risco. No Brasil, o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO), por meio da Resolução nº 516 (10) de 20 de março de 2020, autorizou os serviços de teleconsulta, e telemonitoramento já amparados pela Organização Mundial da Saúde (COFFITO, 2020).

As recomendações de reabilitação visam principalmente facilitar a recuperação física e funcional dos pacientes pós-COVID-19 durante e após a internação. Para isso, é necessário considerar cuidadosamente as necessidades de cada paciente, testadas por meio de uma avaliação abrangente (COFFITO, 2020).

Durante o processo de reabilitação, especialmente em pacientes com condições cardiorrespiratórias, neurológicas ou em pós-operatório, o organismo é submetido a diferentes níveis de esforço e adaptação fisiológica. Essas alterações podem impactar diretamente o sistema cardiovascular, modificando a frequência cardíaca, a pressão arterial e a perfusão tecidual. Por isso, o monitoramento dos parâmetros hemodinâmicos torna-se essencial para garantir segurança, individualizar as condutas terapêuticas e prevenir complicações como hipotensão, hipertensão ou arritmias. Além disso, a avaliação contínua desses parâmetros

permite ao fisioterapeuta identificar precocemente sinais de instabilidade clínica, ajustar a intensidade dos exercícios e otimizar os resultados funcionais do paciente. Assim, antes de iniciar qualquer intervenção, é imprescindível compreender a importância desse monitoramento como ferramenta de apoio à tomada de decisões na prática reabilitadora.

No cenário atual da telerreabilitação pós-COVID-19, já existem diversos dispositivos no mercado que facilitam o monitoramento remoto e seguro dos pacientes. Entre eles, destacam-se os oxímetros de pulso com conexão Bluetooth ou Wi-Fi, que permitem acompanhar a saturação de oxigênio e a frequência cardíaca em tempo real. Há também os smartwatches e pulseiras inteligentes equipados com sensores médicos, capazes de registrar dados como ritmo cardíaco, variabilidade da frequência cardíaca e níveis de atividade física. Outra tecnologia disponível são as camisas ou cintos com sensores integrados, que monitoram parâmetros respiratórios e musculares de forma contínua. Além disso, há dispositivos médicos conectáveis para uso domiciliar, como esfigmomanômetros digitais, glicosímetros e equipamentos de avaliação respiratória, todos integrados a plataformas de telemonitoramento. Esses recursos já disponíveis no mercado tornam a telerreabilitação mais acessível, eficiente e personalizada para pacientes que necessitam de acompanhamento após a infecção pela COVID-19.

Em virtude do processo de reabilitação a distância, as repercussões ocasionadas pela telereabilitação, é necessário entender os parâmetros hemodinâmicos, se tornando relevante para a intervenção nesse ambiente. Dentre os parâmetros hemodinâmicos não invasivos, destacam-se a frequência cardíaca (FC), saturação de oxigênio (SpO2), temperatura e eletrocardiograma (ECG).

A frequência cardíaca (FC) é o número de vezes que o coração bombeia em um minuto, ou seja, o número de vezes que o coração bate. Essa frequência corresponde às adaptações que ocorrem para atender às demandas metabólicas. A variabilidade da frequência cardíaca pode surgir e ser esperada como parâmetro marcador e/ou preditor de risco cardiovascular (FERREIRA, 2020).

Um eletrocardiograma (ECG) é um exame médico designado como parte de uma análise cardíaca, podendo registrar mudanças no potencial elétrico produzido pela atividade do coração. Os eletrocardiógrafos permitem a realização informatizada de eletrocardiogramas, bem como a sua monitorização, devendo ocorrer o registro e arquivamento dos resultados. O programa gera os resultados dos exames em um arquivo digital que pode ser facilmente enviado a outros profissionais (BREEN, 2019).

A saturação de oxigênio no sangue periférico é visualizada com um oxímetro, e o oxigênio é transportado pela hemoglobina, um importante parâmetro do sistema respiratório e circulatório. A saturação de oxigênio é medida pela emissão de luz que passa pelo tecido e é parcialmente absorvida. Isso ocorre por meio da análise da absorção da luz vermelha e infravermelha pela hemoglobina (Hb) e pela oxihemoglobina (HbO2). A absorção da Hb no espectro vermelho é muito maior que a da HbO2, enquanto a absorção da Hb no infravermelho é muito menor que a da HbO2. A visualização da saturação de oxigênio no sangue auxilia no cuidado do indivíduo e na minimização de possíveis riscos e é um indicador para a tomada de decisão clínica (FERREIRA, 2020).

A temperatura corporal é a medida do equilíbrio entre a produção e a perda de calor no organismo, sendo regulada principalmente pelo hipotálamo para manter condições ideais ao funcionamento celular. Em indivíduos saudáveis, a temperatura central varia em torno de 36,1 °C a 37,2 °C, podendo sofrer pequenas alterações ao longo do dia devido ao ritmo circadiano, atividade física e fatores ambientais. Valores acima de 37,5 °C geralmente indicam febre, enquanto valores abaixo de 35 °C caracterizam hipotermia (Jiang et al., 2023). Esse parâmetro é fundamental para avaliar o estado clínico de um paciente, pois alterações térmicas podem refletir infecções, processos inflamatórios, distúrbios metabólicos ou falhas na regulação térmica (LEY et al., 2023).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 COVID - 19

A pandemia de COVID-19 que o mundo vivencia nos dias atuais iniciou sua linha do tempo em 31 de dezembro de 2019 com o aparecimento de casos de pneumonia grave de etiologia desconhecida na cidade de Wuhan, na China. Em 7 de janeiro de 2020, autoridades sanitárias chinesas identificaram o agente etiológico dessa Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG) como sendo um coronavírus, o SARS-CoV-2, sendo a doença denominada COVID-19 pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (SOHRABI *et al*, 2020; WHO, 2020).

Os sintomas mais frequentes causados pela COVID-19 podem variar de sintomas leves e moderados como tosse coriza, dor de garganta, febre, dor no corpo, ausência do olfato e do paladar, até sintomas mais graves como sintomas relacionados à insuficiência respiratória, tais como: falta de ar, sons respiratórios baixos, utilização de musculatura acessória e fala cortada (GUAN *et al*, 2020; JIN *et al*, 2020). Esse momento representa o estágio mais crítico da

COVID-19, onde ocorre uma ventilação alveolar inadequada com pouca obtenção de oxigênio e a diminuição da remoção de dióxido de carbono, podendo levar o paciente a um quadro de falência de múltiplos órgãos e, por fim, ao óbito (LI *et al*, 2020; LI *et al, 2020*).

Em casos mais raros, alguns pacientes apresentaram quadro de diarreia podendo até, aparecer sintomas como conjuntivite, falta de apetite e alopecia (GUO *et al,* 2020; LI *et al*, 2020).

Em 3 de fevereiro de 2020, por meio da Portaria MS nº 188 (MS, 2020), o Ministério da Saúde do Brasil declarou Emergência de Saúde Pública de Interesse Nacional (ESPIN). Tal Portaria também criou o Centro de Operações de Emergências em Saúde Pública (COE-COVID-19) como instância de gestão em âmbito nacional, sob a responsabilidade da Secretaria de Vigilância em Saúde. A partir daí, foi construído um sistema de vigilância para registro de casos e óbitos de COVID-19, tendo também organizado a rede de laboratórios de referência (WERNECK; CARVALHO,2020).

No Brasil, no que diz respeito à pandemia de COVID-19, nota-se que a velocidade de sua disseminação gerou grande incerteza nas estratégias de enfrentamento da doença. Com isso, na tentativa de conter a propagação da pandemia e evitar que o sistema de saúde fique sobrecarregado, vários países adotaram estratégias de quarentena como distanciamento social, quarentena domiciliar e teletrabalho (LI, *et al,* 2020; INGLESBY, 2020).

3.2 TELEREABILITAÇÃO

Em meio ao cenário pandêmico, se fazia necessária a organização e desenvolvimento de estratégias para dar continuidade aos atendimentos de saúde de forma segura, e que respeitassem os protocolos adotados pelas autoridades sanitárias. Diante disso, os serviços de assistência remota começam a ter mais evidência e consequentemente mais utilização (SANTOS, 2020).

A utilização da tecnologia como uma forma de continuar e ampliar a oferta dos atendimentos em saúde entrou em evidência nas últimas décadas. A OMS utiliza o termo saúde digital para conceituar o campo de conhecimento que relaciona o uso da tecnologia digital para a melhora da saúde. Ainda não se tem um conhecimento aprofundado sobre o termo telessaúde, que vem sendo empregado para descrever o uso de tecnologia nos atendimentos de saúde que pode ser utilizada como ferramenta pelos profissionais (SANTOS, 2020). Após conhecer um pouco mais a fundo de que forma as tecnologias poderiam ajudar no processo de atendimento nos serviços de saúde, essa ferramenta foi classificada como telereabilitação, onde seu início

foi em 1998, buscando utilizar desse sistema de informação e comunicação para auxiliar de forma remota, no processo de reabilitação à distância. Anos após e com uma maior necessidade de utilização, a telereabilitação foi reconhecida como prática de Terapia Ocupacional em 2014 pela World Federation of Occupational Therapists (HUNG; FONG, 2019)

No Brasil, os conselhos de várias profissões da saúde, consideraram a telereabilitação como uma forma de ajudar no processo de enfrentamento da pandemia de COVID-19, tentando amenizar o rápido agravamento da doença no país. Através disso, esses conselhos publicaram resoluções permitindo o atendimento não presencial. Nesta resolução ficaram definidas algumas modalidades de atendimento remoto que podem ser classificadas da seguinte forma: teleconsulta para a consulta clínica realizada a distância, telemonitoramento para monitoramento a distância de pacientes anteriormente atendidos presencialmente e teleconsultoria para a comunicação entre profissionais, gestores e outros interessados para discussões sobre procedimentos, ações e/ou processos de trabalho. O atendimento não presencial, independentemente de sua modalidade, pode ser realizado de forma síncrona, quando profissional e paciente estão em comunicação simultânea, ou de forma assíncrona quando a comunicação não ocorre de forma simultânea (COFFITO, 2020).

O uso de estratégias de telessaúde cresceu à medida que a pandemia avançou pelo Brasil e no ano de 2020, potencializou ainda mais a telereabilitação como uma forma de acompanhar e monitorar o quadro clínico dos pacientes pelos profissionais de saúde (CAETANO, 2020).

3.3 PARÂMETROS HEMODINÂMICOS NÃO INVASIVOS

Em virtude do processo de reabilitação de forma remota, definido como telereabilitação, se faz importante realizar a monitorização dos parâmetros hemodinâmicos durante os exercícios propostos pelos profissionais, a fim de acompanhar as repercussões que podem ser ocasionadas em razão das sequelas causadas pela COVID - 19. Por isso, os parâmetros hemodinâmicos tornam-se relevantes para a intervenção nesse contexto. Dentre os parâmetros hemodinâmicos não invasivos destacam-se a frequência cardíaca, a saturação de oxigênio, eletrocardiograma e a temperatura corporal.

Os processos fisiológicos no corpo humano estão relacionados com alterações elétricas, químicas, cinemáticas e acústicas, podendo auxiliar no diagnóstico fisiológico e interferir nas informações sobre a atividade e a fisiologia humanas. Por isso, essas informações apresentam impacto significativo quando relacionadas aos sistemas do corpo humano. Esses sinais são conhecidos como eletrocardiografia (ECG) ou sinais ópticos como fotopletismografia (PPG)

para registrar os parâmetros hemodinâmicos (FLEISHHAUER *et al*, 2020; GUDI *et al*, 2020). Normalmente, alguns dos principais parâmetros são frequência cardíaca (FC), temperatura corporal e a saturação de oxigênio (SpO2) (ROHMETRA *et al*, 2021; LIU *et al,* 2019).

Os sinais vitais fornecem informações sobre os sistemas cardiovascular e respiratório (WANG; WANG, 2022). A FC mede o número de contrações cardíacas por minuto e geralmente é dada em batimentos por minuto (bpm). A temperatura pode ser definida como uma medida da capacidade do corpo de produzir e liberar calor e é um indicador precoce de doença (MARYA *et al*, 2021; LORATO *et al*, 2021). SpO2 mede a concentração relativa de hemoglobina oxigenada em relação à quantidade total de hemoglobina, sendo um parâmetro fisiológico essencial para avaliar o suprimento de oxigênio para o corpo humano (HAFEN; SHARMA, 2021; WANG *et al,* 2020). Esses sinais são monitorados rotineiramente na prática clínica usando tecnologia baseada em contato, como gravadores de ECG, cintos respiratórios, oxímetros de pulso de dedo e termômetros (ANTINK *et al*, 2019; SUN *et al*, 2021).

4 OBJETIVO GERAL

Desenvolver e validar um dispositivo para monitorização hemodinâmica de indivíduos com sequelas de COVID-19 durante atendimento fisioterapêutico por telereabilitação.

5 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

a) Disponibilizar um dispositivo para a aferição, visualização e monitoramento contínuo dos parâmetros hemodinâmicos, incluindo frequência cardíaca, saturação periférica de oxigênio (SpO_2), eletrocardiografia (ECG) e temperatura corporal, durante a reabilitação de pacientes.

b) Realizar testes do equipamento e envio da captação dos sinais via Wi-Fi para o portal SISMO-UFPE;

c) Realizar aquisição com pacientes que apresentam sequelas devido a COVID-19 para a validação do instrumento;

d) Utilizar o portal SISMO-UFPE como base para análise dos sinais fisiológicos captados, visando validar a acurácia e confiabilidade dos parâmetros hemodinâmicos registrados pelo dispositivo.

6 REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA

Este capítulo foi composto de uma revisão sistemática realizada sobre o tema parâmetros hemodinâmicos com relação à reabilitação fisioterapêutica de pacientes após a COVID-19, abordando seus estudos, desafios e aplicações.

6.1 PROCESSO ADOTADO PARA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA (RSL)

As revisões sistemáticas são utilizadas para agregar as informações de um conjunto de estudos realizados separadamente sobre determinada intervenção, que podem apresentar resultados conflitantes ou coincidentes, identificando temas que necessitam de evidência (BATISTA; MENDES, 2024). A Revisão Sistemática da Literatura foi dividida em algumas etapas realizadas de maneira sequencial e metódica, podendo utilizar alguns *softwares* como o mendiley e excel que auxiliam na busca e gerenciamento da base de dados utilizada.

A fase inicial para a RSL foi a formulação das “Perguntas Condutoras”, que serviu como um ponto norteador para que, quando as buscas pelo assunto fossem iniciadas, elas fossem respondidas ao longo da revisão.

Para o objeto deste trabalho foram feitas as seguintes questões:

✓ Como é feita a aquisição dos parâmetros hemodinâmicos nos pacientes?

✓ Como a monitorização de parâmetros hemodinâmicos pode ser utilizada para a reabilitação fisioterapêutica em pacientes após COVID-19?

✓ Qual a importância da monitorização de parâmetros hemodinâmicos em pacientes após internamento pela COVID-19?

✓ Quais os desafios ou dificuldades identificadas na literatura relacionados com a monitorização de parâmetros hemodinâmicos durante a reabilitação pós COVID-19?

✓ Quais as contribuições, decorrentes do desenvolvimento do dispositivo e sua aplicação, que serão proporcionadas no processo de monitorização?

Após a produção das perguntas condutoras, iniciou-se a estratégia de busca da RSL e a definição das demais etapas: Identificação, Triagem, Elegibilidade e Inclusão.

6.1.1 Identificação

Esta é a primeira etapa da RSL está relacionada a criação das *strings* de busca, definição das bases de dados e gerenciamento dos artigos que foram encontrados. Nesta fase são aplicados os primeiros filtros e critérios de busca com a finalidade de restringir o número de artigos diretamente na base. Estes filtros podem ser de tempo, tipo de arquivo, idioma, etc. No caso da RSL realizada para este trabalho, como busca inicial, foram utilizados os seguintes filtros:

- ✓ Tempo: trabalhos publicados no período de 2019 a 2024;
- ✓ Idioma: trabalhos publicados em inglês;
- ✓ Tipo de arquivo: trabalhos em .pdf;
- ✓ Artigos publicados em periódicos.

Por se tratar de um tema da área de engenharia, mas que envolve também a área de saúde, foram utilizadas 4 *strings* genéricas de busca, sendo todas elas combinadas com conector lógico AND, bem como adaptadas a cada ferramenta de busca de cada base de dados.

1. (Hemodynamic parameters OR hemodynamics) AND (electrocardiography OR ECG) AND (Covid OR coronavirus OR covid19)
2. "Monitoring" AND "coronavirus OR COVID OR COVID19"
3. (hemodynamics OR electrocardiography OR ECG) AND (Covid OR coronavirus OR covid19)
4. (Hemodynamics OR monitoring) AND (coronavirus OR COVID OR COVID19)

Tabela 1 - Bases de dados e suas respectivas quantidades de trabalhos associados às palavras chaves encontrados

Base de Dados	**Quantidade de artigos**
IEEE	185
Science Direct	309
Springer	1.144
PubMed	319
Total	**1.957**

Fonte: Autor, 2024.

Para gerenciamento e análise dos artigos encontrados nas bases de dados pesquisadas, foi utilizado o programa Mendeley para que fossem aplicados os critérios de exclusão do trabalho e a realização da triagem inicial dos artigos, aplicando-se os seguintes critérios de exclusão:

- ✓ Remoção de duplicatas;
- ✓ Remoção de artigos sem informações dos autores;
- ✓ Remoção de artigos não relacionados a área e pesquisa, mas que foram incluídos na busca devido às palavras chaves ou combinações;
- ✓ Remoção de trabalhos realizados com animais.
- ✓ Remoção dos artigos sem DOI
- ✓ Remoção de publicações em anais e congressos

Após este processo de triagem, o número total de artigos foi reduzido, chegando a uma quantidade de 881 artigos selecionados para a próxima etapa.

6.1.2 TRIAGEM

Nesta etapa foi necessário analisar título e resumo dos 881 artigos um a um. Optou-se por utilizar o *Mendeley* devido a sua funcionalidade de conseguir baixar os arquivos de forma fácil.

A filtragem realizada avaliou os seguintes pontos:

- ✓ Títulos não correlacionados com os questionamentos de pesquisa;
- ✓ Eventuais capítulos de livros, notas técnicas, listas de *posters* que porventura passaram no filtro realizado na etapa anterior;
- ✓ Remoção de artigos em que não era possível obter o arquivo em .pdf
- ✓ Remoção de trabalhos realizados com animais, que porventura passaram na triagem anterior
- ✓ Remoção de artigos de conferências

Foi escolhido utilizar os trabalhos publicados em periódicos devido ao impacto e qualidade na apresentação dos resultados. Ao fim do processo de triagem, foi obtido um total

de 57 artigos de periódicos apenas, na base resultante da etapa anterior para que fossem analisados introdução e conclusão de cada artigo.

6.1.3 ELEGIBILIDADE

Após analisar introdução e conclusão dos artigos, na penúltima etapa da RSL, foram analisados 18 artigos em seu texto completo, onde é feito um *ranking* entre eles e novos filtros podem ser aplicados. Os filtros aqui foram mais criteriosos, pois a etapa final deve conter os trabalhos que serão analisados.

Eles foram classificados num *ranking* de escala de 0 a 5 de acordo com o conteúdo apresentado e a importância dos seus resultados. Trabalhos que apresentavam revisão sistemática; que utilizavam parâmetros hemodinâmicos; que apresentavam resultados superficiais ou que a metodologia não era muito clara, foram classificados com notas entre 0 e 3, não foram incluídos no estudo final, porém foram muito importantes para este estudo.
Após toda esta análise, foram incluídos no estudo da RSL um total de 12 artigos que apresentaram notas 4 ou 5.

Os critérios de avaliação da Revisão Sistemática da Literatura, foram com base em um sistema de pontuação de 0 a 5, onde a escala foi definida de acordo com a profundidade metodológica, relevância dos resultados e aderência ao escopo do estudo. A seguir, detalha-se cada nível da escala:

- **Nota 0**:
Artigos sem relevância para o escopo do estudo, com conteúdo divergente do tema proposto ou que não apresentavam dados empíricos ou aplicabilidade prática. Foram desconsiderados para análise, mas registrados como parte do processo de triagem.

- **Nota 1**:
Trabalhos com pouca contribuição teórica ou prática, metodologia ausente ou extremamente vaga, e resultados pouco claros. Ainda que abordassem o tema de forma tangencial, sua aplicabilidade era limitada.

- **Nota 2**:
Artigos com alinhamento parcial ao tema da RSL, porém com metodologia pouco robusta, ausência de critérios claros de análise ou dados apresentados de forma superficial. Em geral,

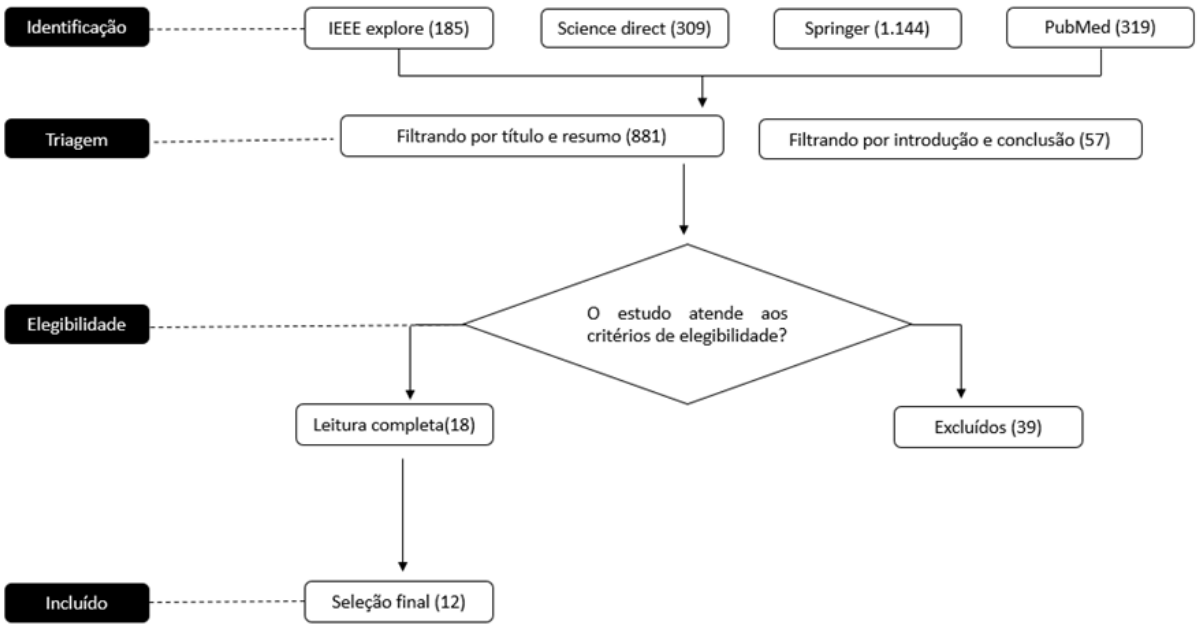
tratam de revisões mais gerais, com baixa originalidade.

- **Nota 3**: Estudos que trazem contribuições relevantes, mas com limitações metodológicas significativas ou resultados pouco aprofundados. Incluem revisões sistemáticas sem rigor metodológico completo, ou trabalhos com uso genérico de parâmetros (ex: hemodinâmicos) sem detalhamento técnico. Apesar de não integrarem a etapa final, forneceram subsídios importantes para a compreensão do tema.

- **Nota 4**: Artigos com boa aderência ao tema, metodologia bem estruturada e apresentação consistente dos resultados. Apresentam discussões relevantes e coerentes com os objetivos da RSL, sendo considerados fontes confiáveis e úteis para a base teórica do estudo.

- **Nota 5**: Trabalhos altamente relevantes e completos, com metodologias rigorosas, resultados significativos e discussão aprofundada. Apresentam alta contribuição científica ao tema e forte alinhamento com os critérios de seleção da RSL. Esses artigos foram fundamentais para a consolidação das conclusões do estudo.

Figura 1 - Fluxograma das estratégias para revisão sistemática da literatura.



Fonte: Autor, 2024.

Após a análise descrita anteriormente, os dados foram dispostos na tabela 2 com informações sobre o autor, ano, título do artigo, amostra, intervenção, as limitações encontradas em cada artigo e o desfecho de cada estudo.

Tabela 2 – Estudos da RSL

Autor / Ano	Amostra	Intervenção / Objetivo	Limitações	Desfecho / Conclusão
Indraratna, 2021	164 pacientes	Implementação de aplicativo TCC-Cardiac; impacto da COVID-19	Perda de dados físicos	Soluções digitais impulsionadas pela pandemia
Kirszenblat & Edouard, 2021	14 indivíduos saudáveis	Validação do Withings ScanWatch para SpO2	Limitação à generalização e em idosos	Boa precisão, sem eventos adversos
McGillion et al, 2021	900 pacientes pós-cirurgia	Cuidados virtuais com monitoramento remoto (PVC-RAM)	Risco de não adesão aos protocolos	Aumento de dias vivos em casa
Omboni et al, 2021	Projeto TEMPLAR	Telessaúde via farmácias/comunidade na pandemia	Redução na busca por diagnósticos	Telessaúde útil no manejo crônico
Wurzer et al, 2021	153 pacientes (média 60 anos)	Monitoramento remoto em isolamento domiciliar	Fala/alimentação afetam dados	Sistema viável e expansível
Wong et al, 2020	100 indivíduos	Biossensor vestível com IA para COVID-19	Estudo exploratório, centro único	Potencial para integrar serviços médicos
Adly et al, 2021	60 pacientes com COVID-19	Comparação BiPAP x fisioterapia respiratória	Amostra pequena	BiPAP mais eficaz na pneumonia inicial

LIU et al, 2022	51 participantes (42 avaliáveis)	Monitoramento remoto de ECG e toxicidade por HCQ	Publicidade e contexto pandêmico afetaram adesão	Eventos insuficientes para avaliar eficácia
Baldinger et al, 2021	95 pacientes	Dispositivo intra-auricular para sinais vitais (TELECOVID)	Interferência da fala e alimentação	Alta qualidade dos dados, viável
Adiono et al, 2022	97 pacientes (30-40 anos)	Respinos: dispositivo multiparâmetros portátil	Múltiplas medições = risco de desistência	Bom desempenho e potencial de uso
Hesar et al, 2023	Pacientes com hipertensão	Dispositivo epidérmico com IA para pressão arterial	Pequena amostra; perfil específico	Requer mais validações clínicas
Chen et al, 2023	Neonatos em UTI	Sistema inteligente para perfusão sanguínea	Fluxo sanguíneo grave afeta leitura	Monitoramento não invasivo e em tempo real

Fonte: Acervo do autor, 2024.

6.2 ANÁLISE E DISCUSSÃO

A análise dos estudos evidencia o avanço e a importância do uso de dispositivos vestíveis e estratégias de telessaúde no monitoramento hemodinâmico de pacientes durante a pandemia de COVID-19. Kirszenblat e Edouard (2021) avaliaram o relógio ScanWatch, comparando seus dados de SpO_2 ao hemoxímetro ABL90. O dispositivo demonstrou precisão aceitável, sendo promissor para uso clínico e domiciliar. De forma semelhante, Baldinger et al. (2021) e Adiono et al. (2022) utilizaram dispositivos intra-auriculares e portáteis para captação de SpO_2, temperatura, frequência cardíaca e respiratória, validando sua eficácia, embora alguns participantes tenham relatado desconforto com o uso prolongado de dispositivos auriculares.

No estudo de McGillion et al. (2021), um kit completo de monitoramento remoto foi fornecido a pacientes pós-cirúrgicos em isolamento, permitindo acompanhamento virtual por equipe de saúde. Resultados indicaram redução no tempo de internação e melhor gerenciamento pós-operatório. Indraratna et al. (2021) também demonstraram que o aplicativo TCC-COVID, com inserção manual de dados de SpO_2 e sintomas, reduziu significativamente as readmissões hospitalares.

A experiência de Omboni et al. (2021) mostrou que a telessaúde em larga escala pode melhorar o controle de doenças crônicas, utilizando ECG, MAPA, espirometria e oximetria integrados a um aplicativo de smartphone. Liu et al. (2022) utilizaram o KardiaMobile® 6L para monitoramento remoto do ECG em pacientes que usavam hidroxicloroquina, demonstrando viabilidade do monitoramento cardíaco remoto.

Outros estudos, como os de Wurzer et al. (2021) e Chen et al. (2023), propuseram sistemas de monitoramento de baixo custo ou com inteligência artificial para avaliação de sinais vitais, como temperatura, SpO_2 e perfusão sanguínea, com ênfase na aplicabilidade domiciliar e impacto positivo na gestão de recursos hospitalares.

Além disso, Wong et al. (2020) utilizaram biossensores com inteligência artificial para detecção precoce da COVID-19 em indivíduos em quarentena, mostrando o potencial de tecnologias preditivas aplicadas à saúde populacional. Hesar et al. (2023) desenvolveu um sistema eletrônico epidérmico vestível, capaz de monitorar ECG e SCG, destacando a inovação no prognóstico de hipertensão.

No geral, os estudos destacam que o uso de tecnologias vestíveis e plataformas de telemonitoramento permitiu não apenas a aferição precisa de parâmetros hemodinâmicos em ambiente domiciliar, mas também facilitou intervenções precoces e seguras, com impacto direto na redução de hospitalizações, no aumento da rotatividade hospitalar e na melhoria do cuidado

em saúde. A experiência da pandemia reforça a telessaúde como aliada essencial na ampliação do acesso, no manejo de doenças e na sustentabilidade dos sistemas de saúde, mesmo em contextos de crise.

7 METODOLOGIA

A presente pesquisa foi aprovada pelo comitê de ética pelo CAAE 53171921.6.0000.5208, parecer número 5.135.351.

7.1 DESENHO E LOCAL DO ESTUDO

Este estudo foi classificado como um estudo translacional, pois teve como objetivo principal viabilizar a aplicação prática de uma tecnologia desenvolvida em ambiente laboratorial no contexto clínico real. A pesquisa foi conduzida em duas etapas complementares: inicialmente, no Laboratório de Interface Homem-Máquina da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), foram realizados o desenvolvimento do dispositivo e os testes preliminares em indivíduos saudáveis, representando a fase de transição entre a ciência básica e a aplicação clínica. Em seguida, o estudo avançou para a etapa de validação no ambiente domiciliar de pacientes voluntários da cidade do Recife, com uso efetivo do dispositivo proposto e monitoramento remoto pelos pesquisadores. Essa transição entre o laboratório e o cenário real de cuidado demonstra o caráter translacional do estudo, ao promover a ponte entre o conhecimento científico e sua incorporação à prática em saúde.

7.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Na primeira fase do estudo, voltada à validação laboratorial do dispositivo, participaram indivíduos saudáveis que atendiam aos seguintes critérios de inclusão: idade entre 18 e 60 anos, ausência de doenças respiratórias, cardiovasculares, metabólicas ou neurológicas diagnosticadas, índice de massa corporal (IMC) dentro da faixa de normalidade (entre 18,5 e 24,9 kg/m²), não uso de medicamentos que alterassem parâmetros hemodinâmicos e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Foram excluídos indivíduos com condições clínicas agudas ou crônicas que pudessem interferir nos resultados, histórico de tabagismo nos últimos seis meses, dificuldades cognitivas ou motoras que impedissem a realização dos procedimentos e recusa em participar de qualquer etapa do estudo.

Na segunda fase, que consistiu na validação clínica domiciliar do dispositivo em indivíduos com sequelas da COVID-19, foram incluídos participantes com diagnóstico prévio confirmado de infecção por SARS-CoV-2, presença de sintomas persistentes pós-COVID-19 (como fadiga, dispneia e alterações na saturação de oxigênio), liberação médica para participação em estudo não invasivo, acesso aos recursos mínimos necessários para o telemonitoramento (como internet, smartphone ou tablet) e assinatura do TCLE. Foram excluídos pacientes com comorbidades graves descompensadas, necessidade atual de hospitalização ou internação intensiva, dificuldades no uso dos dispositivos, ausência de suporte domiciliar quando necessário ou indisponibilidade de infraestrutura tecnológica para participação remota.

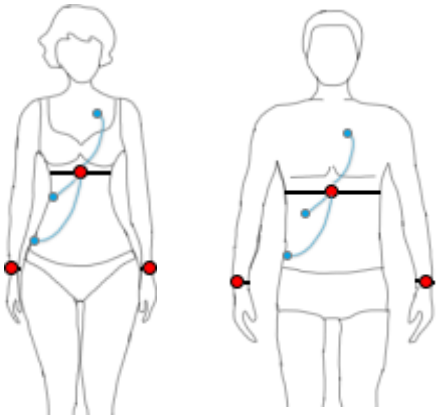
7.3 PROCEDIMENTOS

Inicialmente, foi realizado o desenvolvimento do instrumento para averiguação e monitoramento de parâmetros hemodinâmicos não invasivos, através do Grupo de Pesquisa em Engenharia Biomédica (GPEB). Sendo realizado no Laboratório de Interface Homem-Máquina (LIHOM) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), localizado na Av. da Arquitetura, s/n - Cidade Universitária, Recife - PE, CEP, 50740-550.

O instrumento é composto de sensores para identificação da frequência cardíaca, temperatura, eletrocardiograma (ECG) e saturação de oxigênio (FERREIRA, 2020), integrados a um microcontrolador com comunicação via rádio frequência.

O sistema de monitoramento é vestível, consta de três módulos, posicionados de acordo com a Figura 2. O módulo posicionado no pulso direito é composto de oxímetro (Figura 3 e 4) e placa microcontrolada. O módulo posicionado na região torácica é composto de um termômetro e placa microcontrolada (Figura 5 e 6) e também foi utilizado um módulo composto por sensor de ECG e placa microcontrolada, onde todos utilizam uma comunicação via sistema *Wi-Fi*. As pulseiras utilizadas no estudo são em manufatura aditiva através de impressão 3D. A alimentação desse sistema de monitoramento é dada através de baterias.

Figura 2: Posicionamento dos sensores para avaliação dos movimentos.



Fonte: Autor, 2021.

Após o desenvolvimento e adaptações dos dispositivos e após aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), foi iniciada a etapa de validação, recrutamento e aplicação do instrumento. A validação do instrumento foi realizada no LIHOM em 10 indivíduos saudáveis, onde consistiu na aquisição e transmissão dos dados dos indivíduos saudáveis, para verificação do funcionamento do instrumento, inicialmente com as aquisições realizadas no LIHOM.

A segunda fase do estudo foi realizada com pacientes que apresentavam sequelas respiratórias decorrentes da infecção por COVID-19. Esses pacientes foram recrutados por meio de divulgação espontânea e direcionada nas redes sociais, contatos institucionais e encaminhamentos realizados por profissionais de saúde que já acompanhavam indivíduos com histórico de COVID-19. Após manifestação de interesse e triagem inicial, os voluntários que atendiam aos critérios de inclusão foram convidados a participar do estudo. As avaliações e a utilização do dispositivo proposto ocorreram no ambiente domiciliar de cada participante, com orientação e monitoramento remoto realizados pela equipe de pesquisa, assegurando a continuidade dos cuidados e a coleta dos dados de forma segura e adaptada ao contexto pós-pandêmico. Posteriormente, foi dado início à coleta de dados com os 10 voluntários da pesquisa em ambiente domiciliar. Inicialmente, foi realizada uma visita presencial ao domicílio do paciente a fim de realizar uma triagem através de uma ficha de avaliação para coletar as informações de identificação (Apêndice C), verificar os critérios de elegibilidade e explicar todas as questões referentes à pesquisa e ao instrumento. Os voluntários que não foram elegíveis receberam as orientações cabíveis para se beneficiarem e para que pudessem ter uma melhor evolução de suas sequelas. No momento desta visita, também foi realizada uma entrevista

semiestruturada (Apêndice D), gravada com o consentimento do paciente, com o objetivo de levantar dados qualitativos referentes à experiência do paciente com a COVID-19 e os significados construídos sobre ela.

Antes do início da coleta de dados, todos os pacientes passaram por uma avaliação de força muscular realizada pela equipe de pesquisa. Para isso, foi utilizada a Escala de Kendall, um método clínico amplamente empregado para a avaliação manual da força muscular. Essa escala classifica a força de 0 a 5, sendo 0 a ausência de contração muscular visível e 5 a força normal contra resistência máxima. A aplicação da Escala de Kendall permitiu verificar a capacidade funcional dos participantes e assegurar que os critérios de inclusão relacionados à força muscular fossem atendidos, garantindo o início seguro e adequado das sessões de intervenção e coleta de dados (STATPEARLS, 2025)

Os participantes foram convidados a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice A). O trabalho atende às normas do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos e às normas do Ministério da Saúde conforme a resolução 466 de 12 de dezembro de 2012. A amostra foi por conveniência, foram recrutados 10 indivíduos voluntários. Inicialmente, foi realizada uma triagem através de uma ficha de avaliação, para identificar o paciente e verificar os critérios de elegibilidade. Em seguida foi realizado o Mini Exame do Estado Mental (MEEM), para avaliar o estado cognitivo.

Ao término das sessões remotas de fisioterapia, juntamente ao recolhimento do equipamento foi realizada uma outra entrevista semiestruturada (Apêndice D), que também foi gravada, com o objetivo de levantar dados qualitativos referentes à avaliação dos pacientes no que diz respeito aos diversos componentes do sistema de monitoramento realizado.

Os voluntários que não foram elegíveis receberam orientações cabíveis para seu benefício e melhor evolução das sequelas respiratórias. Essas orientações incluíram a recomendação para que buscassem acompanhamento médico e fisioterapêutico especializado conforme suas necessidades, a indicação de práticas domiciliares de exercícios respiratórios e físicos para manutenção e melhora da função pulmonar, além do encaminhamento para serviços de saúde locais ou grupos de apoio quando necessário. Também foram orientados sobre cuidados gerais no ambiente domiciliar para minimizar sintomas e prevenir complicações, reforçando a importância do autocuidado e do monitoramento dos sinais clínicos.

Através das entrevistas foi possível obter dados qualitativos referentes às experiências pessoais dos pacientes relacionadas, a priori, à COVID-19 e, a posteriori, ao sistema de

monitoramento fisioterapêutico proposto. As experiências com os dados de monitoramento foram analisadas em associação aos demais e são necessários para que se possa avaliar as percepções dos pacientes, bem como para que auxiliem na elaboração de estratégias que possibilitem adesão ao tratamento proposto.

Dessa forma, os dados qualitativos obtidos a partir das entrevistas colaboraram, em especial, para que os seguintes objetivos fossem alcançados: adaptar protocolos fisioterapêuticos para aplicação remota; avaliar a usabilidade do sistema de monitoramento desenvolvido, incluindo testes de usabilidade realizados com fisioterapeutas.

Ademais, as entrevistas se fazem necessárias tendo em vista o caráter interdisciplinar do projeto, que envolve profissionais da fisioterapia, diversas engenharias, pedagogia e psicologia, que, em colaboração, buscam o aperfeiçoamento do sistema e a diminuição das dificuldades que os usuários possam vir a enfrentar.

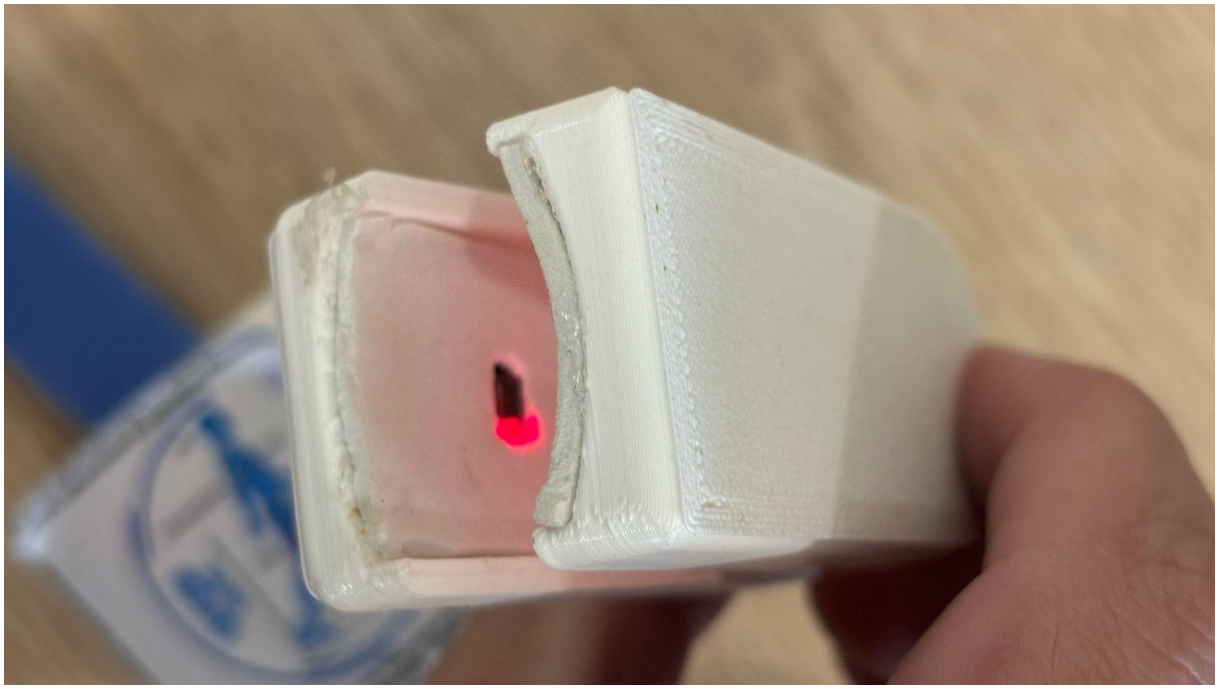
Posteriormente, os participantes elegíveis utilizaram o sistema em seus respectivos domicílios com o acompanhamento remoto do fisioterapeuta. A coleta de dados ocorreu entre outubro de 2024 e janeiro de 2025. Foram realizadas 10 sessões remotas, 3 vezes por semana, com duração de aproximadamente 30 a 50 minutos. A última etapa foi sobre a análise e interpretação dos dados.

Os módulos vestíveis estão encapsulados em invólucros produzidos em material PLA (biodegradável e atóxico) e com fixação ao corpo através de cintas utilizando velcro.

Figura 3: Módulo vestível para pulso direito com oxímetro para aquisição de SpO2.

Fonte: Autor, 2023.

Figura 4: Oxímetro para aquisição de SpO2.

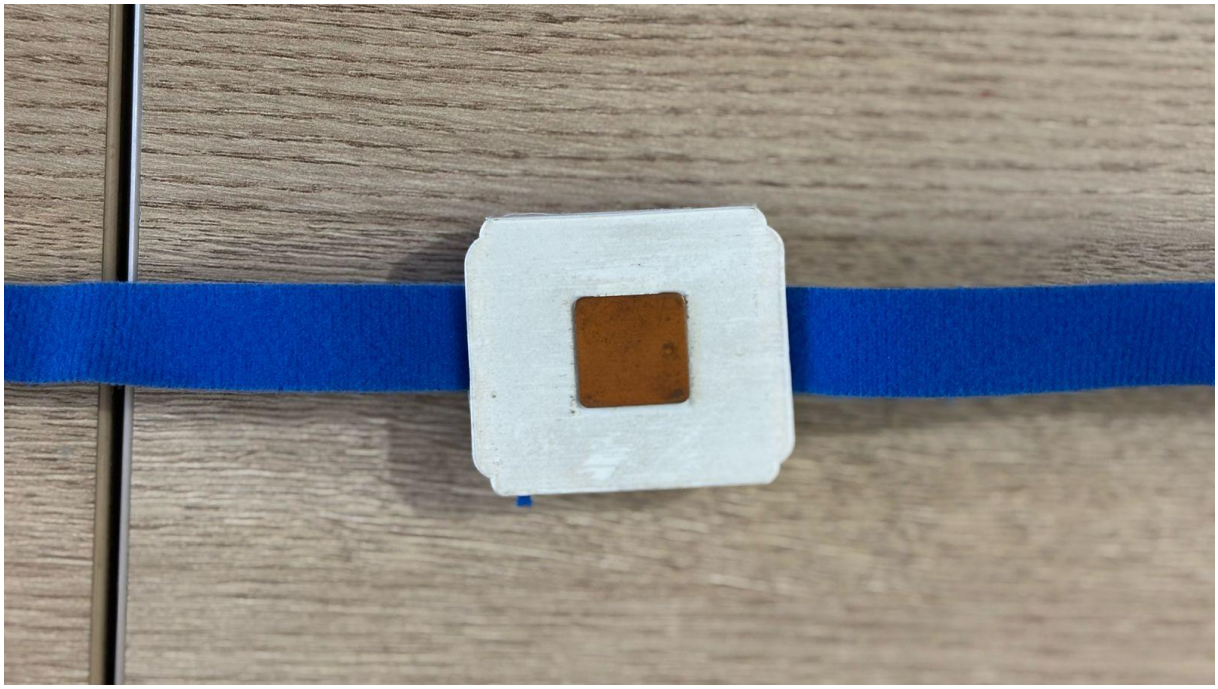


Fonte: Autor, 2023.

Figura 5: Módulo vestível para tronco com termômetro para aquisição de temperatura.

Fonte: Autor, 2023.

Figura 6: Módulo vestível para tronco com termômetro para aquisição de temperatura.



Fonte: Autor, 2023.

Os dados relacionados aos pacientes, como dados cadastrais, informações clínicas, todas as informações referentes às sessões fisioterapêuticas, protocolo de exercícios, aquisições de sinais e gráficos que foram gerados pela captação dos sinais, estarão dispostos no site que foi desenvolvido para o projeto. O Sistema de Monitoramento Fisioterapêutico de Pacientes Pós COVID-19 (SISMO-UFPE) (Figura 7), é um sistema que tem como objetivo possibilitar uma monitorização remota da reabilitação fisioterapêutica em pacientes no pós-alta hospitalar, sendo voltado para o acompanhamento remoto de pacientes pós COVID-19, respeitando os planos terapêuticos individuais de cada paciente. Tal iniciativa se faz relevante por ser uma ferramenta versátil que poderá ser utilizada futuramente em outras populações.

Figura 7: Plataforma utilizada para monitoramento de pacientes em reabilitação.

Fonte: Autor, 2022

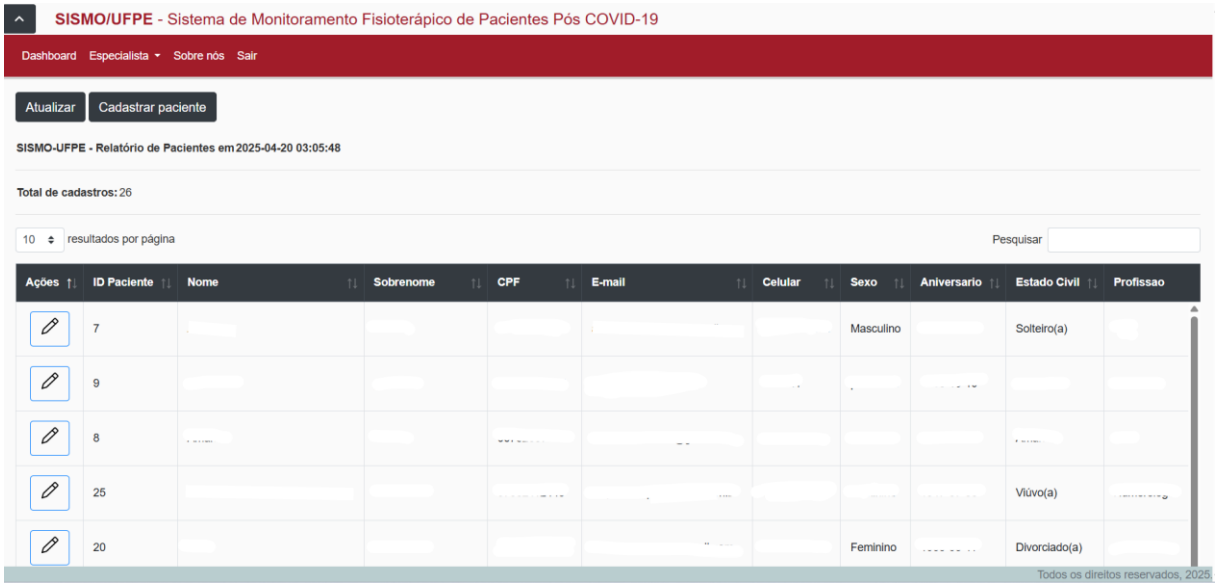
O site é uma plataforma que foi desenvolvida com o propósito de oferecer suporte tecnológico ao monitoramento remoto de pacientes em processo de reabilitação motora e cardiorespiratória, especialmente aqueles afetados por sequelas da COVID-19. O site funciona como a interface principal para acesso e gerenciamento do sistema, centralizando funcionalidades clínicas, tecnológicas e analíticas voltadas a fisioterapeutas, pesquisadores e profissionais da saúde.

A essência do projeto SISMO-UFPE está na utilização de tecnologias vestíveis e sensores eletrônicos para a coleta de dados fisiológicos e biomecânicos durante a execução de exercícios terapêuticos. O sistema é equipado com sensores inerciais e dispositivos de captação de parâmetros hemodinâmicos, como frequência cardíaca, eletrocardiograma (ECG) e saturação de oxigênio, permitindo uma avaliação mais ampla e precisa das condições do paciente durante o exercício físico. Todos esses dados são transmitidos em tempo real via Wi-Fi para o sistema, onde são analisados automaticamente por algoritmos computacionais desenvolvidos pela equipe do projeto.

O portal foi projetado para ser funcional, intuitivo e segmentado por perfis de usuários. Entre as principais funcionalidades da plataforma, destacam-se:

1. **Cadastro e gerenciamento de usuários (Figura 8)**: O portal permite o registro de diferentes tipos de usuários, como fisioterapeutas, pacientes e pesquisadores. Cada perfil tem acesso personalizado a informações e ferramentas específicas, garantindo segurança e praticidade no uso da plataforma.

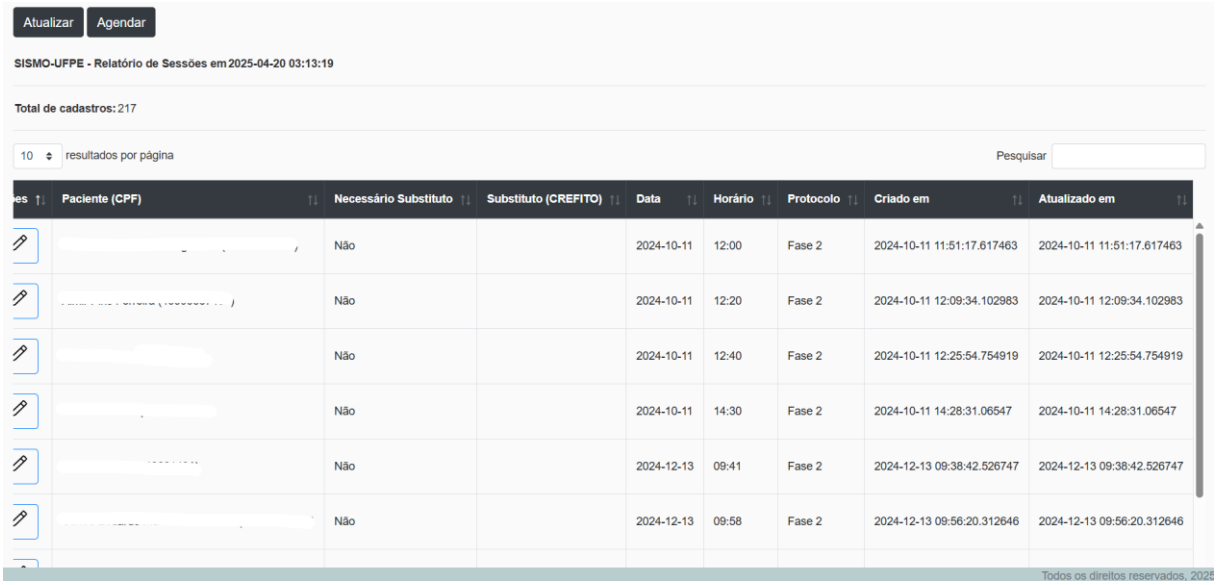
Figura 8: Página de cadastro e gerenciamento de pacientes no portal SISMO-UFPE.



Autor, 2022

2. **Registro de sessões de fisioterapia (Figura 9)**: Fisioterapeutas podem cadastrar planos de exercícios individualizados e registrar sessões de reabilitação de cada paciente. As sessões são vinculadas ao perfil do paciente, possibilitando o acompanhamento longitudinal de sua evolução.

Figura 9: Página registro de sessões fisioterapêuticas de pacientes no portal SISMO-UFPE.

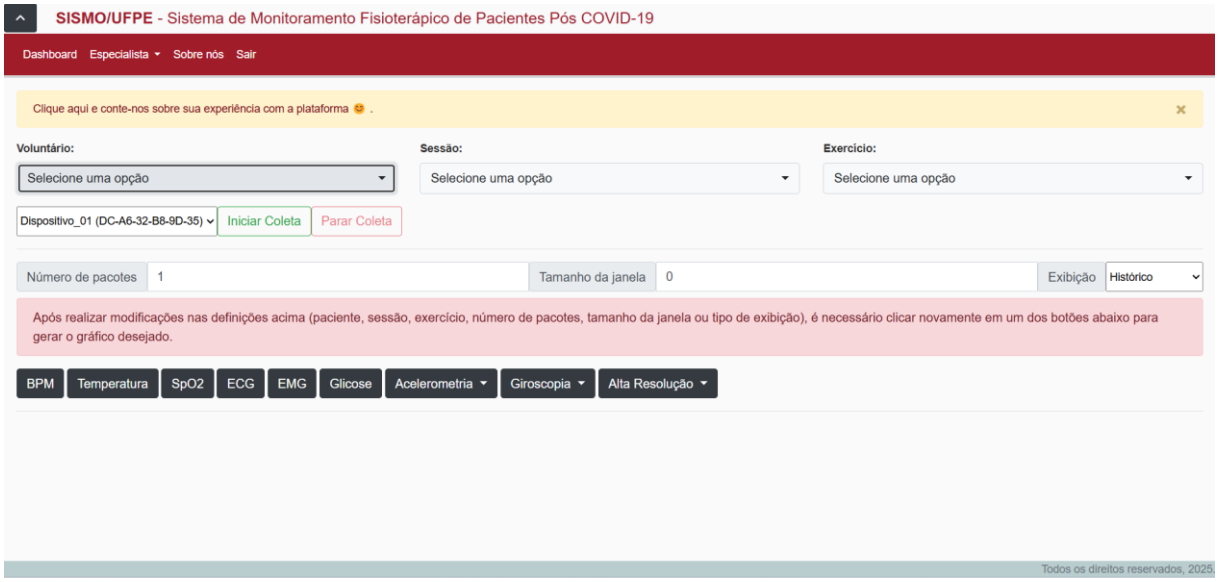


Autor, 2022

3. **Visualização e análise de dados fisiológicos (Figura 10 e 11)**: O portal disponibiliza gráficos e tabelas com os dados captados durante os exercícios. Parâmetros como ritmo cardíaco, saturação de oxigênio e aceleração corporal são apresentados de forma visual, facilitando a análise por parte dos profissionais de saúde.

4. **Feedback automatizado**: Com base nos dados coletados, o sistema é capaz de fornecer alertas e sugestões automáticas sobre a execução dos exercícios e possíveis riscos hemodinâmicos, auxiliando os profissionais na tomada de decisões clínicas.

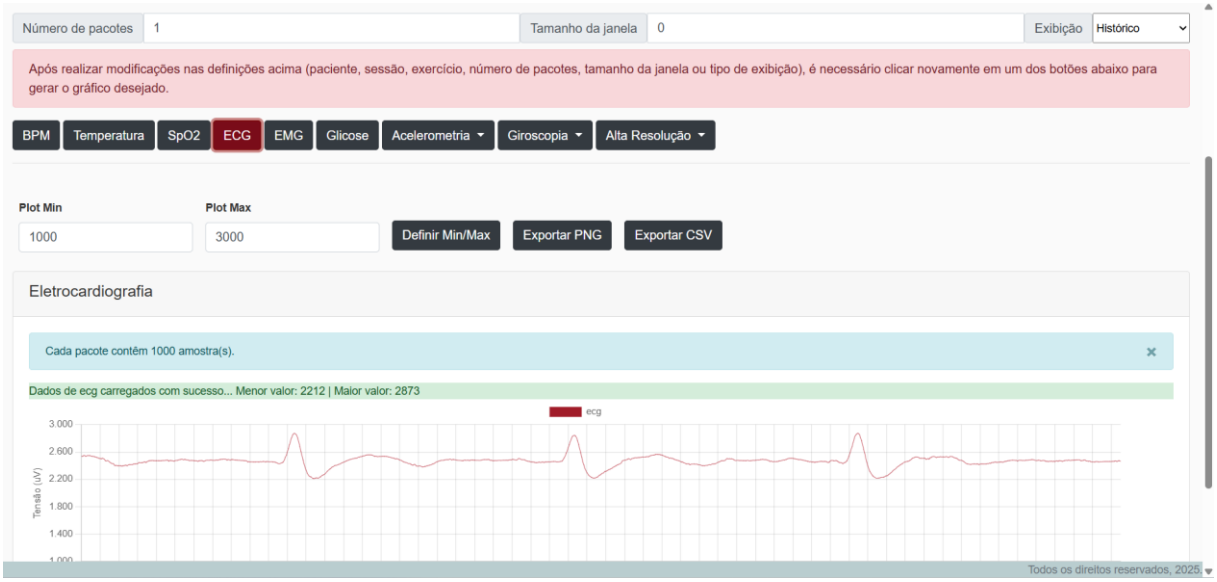
Figura 10: Página dos resultados e dados captados durante as sessões de pacientes no portal SISMO-UFPE.



Autor, 2022

5. **Armazenamento seguro de dados**: Todos os dados gerados são armazenados de forma segura na nuvem, com controle de acesso por níveis e criptografia, garantindo a confidencialidade das informações clínicas.

Figura 11: Página com o histórico dos sinais de ECG no portal SISMO-UFPE.



Autor, 2022

6. **Relatórios personalizados**: A plataforma permite a geração de relatórios detalhados sobre o desempenho dos pacientes, que podem ser exportados em diferentes formatos para uso em consultas, reuniões clínicas ou pesquisas acadêmicas.

7. **Integração com dispositivos vestíveis**: O sistema foi desenvolvido para se comunicar com dispositivos portáteis, como sensores de movimento e monitores de sinais vitais. Esses dispositivos, em sua maioria desenvolvidos com impressão 3D e tecnologia nacional, se conectam ao portal via interfaces sem fio, promovendo mobilidade e conforto aos usuários.

Além das funcionalidades técnicas, o site também oferece informações institucionais sobre o projeto, seus objetivos, a equipe envolvida e as etapas de desenvolvimento, e além disso, foi desenvolvida uma seção de acompanhamento de protocolos, que inclui testes clínicos com pacientes voluntários, reforçando o compromisso do projeto com a pesquisa aplicada e a responsabilidade científica.

Em resumo, o portal representa uma ferramenta que integra recursos de telemonitoramento, análise fisiológica, organização de dados clínicos e suporte à reabilitação personalizada. Seu design funcional e seu escopo tecnológico o tornam uma plataforma de referência no campo da engenharia biomédica aplicada à saúde digital, promovendo inovação no cuidado fisioterapêutico remoto.

Todas as informações dos pacientes que foram coletadas são confidenciais, onde o pesquisador ficou responsável pela interpretação e arquivamento, como consta no Termo de Compromisso e Confidencialidade (Apêndice B).

6.4 PROCEDIMENTOS PARA OS TESTES DO INSTRUMENTO NO LABORATÓRIO E EM DOMICÍLIO

Foram seguidas as recomendações, para execução dos procedimentos de coleta, informadas pela Resolução Nº 05/2020-CONSAD UFPE, que visa a segurança na utilização dos laboratórios da UFPE durante o período de pandemia. Foram adotadas todas as seguintes medidas de segurança no laboratório:

- Existência de pia com água corrente e sabão, e dispenser de álcool em gel a 70% para limpeza das mãos;

- Ao invés de utilizar ar-condicionado foi utilizado a ventilação natural;
- Fixação de cartazes na entrada e dentro do laboratório indicando a obrigatoriedade do uso de máscaras, distanciamento mínimo de 1,5 metro entre as pessoas e a capacidade máxima do ambiente em número de pessoas respeitando e fazendo respeitar o limite máximo de ocupação do espaço, de 1 (uma) pessoa para cada 10 m² de área;
- Foi obrigatório o uso constante de máscara sobre o nariz e boca, e da higiene das mãos;
- Foram higienizadas as bancadas e equipamentos de trabalho a cada nova utilização;
- Preferencialmente foram utilizadas as escadas em substituição aos elevadores, quando possível, e uso do elevador por apenas uma pessoa por vez, evitando contato de grandes superfícies corporais durante o deslocamento;
- A utilização do local foi exclusivamente para acessar as áreas necessárias à realização do trabalho de pesquisa laboratorial. Permanecendo no laboratório apenas durante o tempo necessário para a execução das atividades de pesquisa que não possam ser realizadas remotamente ou em outro local;
- Usuários com suspeita ou confirmação de Covid-19 não foram autorizados a frequentar os espaços laboratoriais de pesquisa. Recomendando-se, adicionalmente, que usuários com contato domiciliar de casos suspeitos ou confirmados da Covid-19 também não devam frequentar os espaços de laboratórios de pesquisa.

6.5 EXERCÍCIOS REALIZADOS

Foi realizado com os voluntários do estudo um protocolo de exercícios criado pelo autor, composto de 13 exercícios, divididos em 3 estágios. O protocolo é composto por 4 exercícios respiratórios, 4 exercícios motores para membros superiores e 5 exercícios motores para membros inferiores. Cada exercício foi indicado para o voluntário após avaliação do seu quadro funcional e de acordo com as sequelas apresentadas. O protocolo de exercícios foi composto pelos seguintes exercícios:

- **Estágio 1 (exercício respiratório)**

Exercício: três tempos inspiratório

Descrição: Consiste na inspiração dividida em tempos (1; 2; 3) através do nariz, associada a elevação dos membros superiores e uma expiração lenta em um único tempo através da boca, associada ao retorno dos membros superiores à posição inicial.

Objetivo: Melhorar a capacidade inspiratória

Exercício: 3 tempos expiratório

Descrição: Consiste na expiração dividida em tempos (1; 2; 3) através do nariz, associada a elevação dos membros superiores e uma expiração lenta em um único tempo através da boca, associada ao retorno dos membros superiores à posição inicial.
Objetivo: Melhorar a capacidade expiratória

Exercício: Inspiração profunda
Descrição: Consiste em inspirações nasais profundas seguidas por expirações orais abreviadas.
Objetivo: Melhorar a capacidade inspiratória.

Exercício: Exercício para ofertar pressão positiva ao final da expiração (Epap artesanal)
Descrição: Consiste em realizar pressão positiva expiratória, através do uso de selo de água.
Objetivo: Melhorar a oxigenação por implementar a troca gasosa.

- **Estágio 2 (exercícios respiratórios associados a exercícios motores)**

Exercício: Elevação de MMSS
Descrição: Consiste em realizar a flexão de ombro para estimular força dos músculos flexores do ombro, peitoral maior (porção clavicular), deltoide anterior, coracobraquial, e o bíceps (porção curta).
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

Exercício: Abdução horizontal de MMSS
Descrição: Consiste em realizar a abdução de ombro para estimular a musculatura do músculo deltoide na parte medial.
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

Exercício: Elevação alternada de MMSS
Descrição: Consiste em realizar a flexão anterior e elevação dos membros de forma alternada a fim de estimular a mobilidade e a amplitude de movimento.
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

Exercício: Supino
Descrição: Consiste em realizar a abdução de ombro, flexão e extensão de cotovelo para estimular a mobilidade e fortalecimento global do MMSS

Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

Exercício: Flexão e extensão de MMII de pé
Descrição: Consiste em realizar a flexão e extensão do membro inferior, estimulando a força e mobilidade dos grupamentos musculares do quadril, joelho e tornozelo (Em pé).
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

Exercício: Flexão e extensão de MMII sentado
Descrição: Consiste em realizar a flexão e extensão do membro inferior,
estimulando a força e mobilidade dos grupamentos musculares do quadril, joelho e tornozelo (Sentado)
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

Exercício: Marcha estática
Descrição: Consiste em realizar o padrão de marcha funcional de forma estacionária (sem sair do lugar). Durante a atividade o voluntário ficará de pé, com a postura ereta, com os braços estendidos paralelos ao corpo, enquanto realiza a elevação dos joelhos um por cada vez, será contabilizado o número máximo de elevações do joelho que o indivíduo consegue realizar no período de tempo de 2 minutos, como realizado no teste de marcha estacionária de 2 minutos.
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente.

Exercício: Abdução de MMII em pé
Descrição: Consiste em realizar a abdução do membro inferior para estimular a mobilidade e o fortalecimento dos músculos abdutores.
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional do paciente

- **Estágio 3 (exercícios do estágio 2 associados a pesos)**

Exercício: Exercícios do estágio 2 com o auxílio de equipamentos
Descrição: Realizar o protocolo da fase 2 com o auxílio dos equipamentos
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional com maior intensidade

Exercício: Pedalar no cicloergômetro

Descrição: Paciente sentado realiza pedalada com uso do cicloergômetro para treinar força e mobilidade de MMII e estimular a capacidade aeróbica.
Objetivo: Melhorar a capacidade funcional com maior intensidade

Através dessa plataforma, é possível acompanhar, registrar e analisar remotamente sessões de fisioterapia voltadas à reabilitação motora e reabilitação respiratória, com foco especial em pacientes que se recuperam de infecções graves, como a COVID-19. O protocolo de exercícios disponível no portal foi cuidadosamente estruturado para oferecer segurança, personalização e monitoramento contínuo dos parâmetros fisiológicos dos pacientes.

O protocolo é dividido em fases que são adaptáveis ao perfil clínico do paciente, com foco tanto na recuperação da função motora quanto na capacidade respiratória. Ele pode ser personalizado pelo fisioterapeuta diretamente na interface do portal. As fases são:

1. Avaliação inicial

Antes do início da sessão, o paciente realiza uma triagem com aferição dos seguintes parâmetros:

- Frequência cardíaca de repouso
- Saturação de oxigênio (SpO_2)
- Pressão arterial
- Frequência respiratória
- Sensação subjetiva de fadiga e dispneia (usando escalas como Borg ou MRC)

A Escala de MRC é usada para avaliar a dispneia (falta de ar) em pacientes com doenças respiratórias. Vai de 0 a 4, onde níveis mais altos indicam maior limitação causada pela dispneia durante atividades do dia a dia. É útil para classificar a gravidade da falta de ar e acompanhar a evolução clínica CURRIE et al., 2022).

Já a Escala de Borg
A Escala de Borg mede a percepção do esforço durante atividades físicas. Pode ser utilizada na versão original (6 a 20) ou modificada (0 a 10). Permite que o paciente indique, subjetivamente,

o quanto sente de esforço ou cansaço, sendo amplamente aplicada em reabilitação cardiopulmonar e fisioterapia (TOBASE et al., 2024).

2. Esses dados são registrados automaticamente no sistema e servem como base para definir a carga e a intensidade dos exercícios.

3. Aquecimento

Esta fase inclui atividades leves de mobilidade geral e respiração controlada, com o objetivo de ativar os sistemas cardiovascular e respiratório, preparando o paciente para a fase principal do exercício.

4. Fase principal: exercícios motores e respiratórios

Nesta etapa, o protocolo combina exercícios de fortalecimento e mobilidade articular com intervenções específicas de reabilitação respiratória, como:

- Exercícios de ventilação diafragmática e controle do padrão respiratório
- Exercícios com tempo expiratório prolongado (TEP), auxiliando na eliminação de secreções
- Treinamento muscular inspiratório, com ou sem dispositivos de resistência
- Exercícios aeróbicos leves a moderados (marcha estacionária, pedalada passiva, elevação de membros), monitorando respostas cardiorrespiratórias em tempo real

5. Durante a execução, sensores inerciais e biomédicos conectados ao sistema registram sinais vitais e variáveis biomecânicas como:

- Frequência cardíaca e respiratória
- Saturação de O_2

- Padrões de movimento
- Respostas hemodinâmicas ao esforço

6. Registro e análise pós-sessão

Ao final da sessão, o portal gera um relatório completo com gráficos, dados brutos, observações clínicas e evolução dos parâmetros hemodinâmicos e respiratórios. O fisioterapeuta pode ajustar os planos para as próximas sessões com base nesses dados.

O protocolo de exercícios do portal representa uma abordagem integrada à reabilitação física e respiratória, utilizando tecnologia, permitindo um acompanhamento contínuo, seguro e baseado em dados objetivos. Ao oferecer uma plataforma adaptável, o sistema contribui de maneira significativa para a modernização da fisioterapia remota no Brasil, especialmente em contextos de pós-pandemia e para populações com dificuldade de acesso à reabilitação presencial.

O protocolo de exercícios desenvolvido neste estudo foi cuidadosamente estruturado para atender às necessidades específicas de pacientes em processo de reabilitação, com foco na segurança, progressão funcional, e estímulo cardiorrespiratório. Foi elaborado em três estágios progressivos, com ênfase em exercícios respiratórios, mobilidade global, fortalecimento muscular e condicionamento aeróbico, respeitando a individualidade funcional de cada paciente.

Para potencializar os efeitos do protocolo e possibilitar a progressão da carga terapêutica, foram utilizados equipamentos simples, de baixo custo, mas com alto valor funcional:

- **Caneleiras e halteres**: utilizados para o fortalecimento de membros inferiores e superiores, promovendo resistência muscular localizada.

- **Faixas elásticas**: ampliaram a variedade de estímulos, favorecendo a mobilidade e a ativação de grupos musculares profundos, especialmente em pacientes com limitações articulares.

- **Cicloergômetro**: equipamento fundamental para o treino aeróbico de baixo impacto, permitiu melhorar a capacidade cardiorrespiratória com segurança.

- **EPAP artesanal (selo d'água)**: promoveu recrutamento alveolar, melhora na oxigenação e facilitou a expectoração, essencial para pacientes com sequelas pulmonares.

O diferencial deste protocolo está na sua adaptabilidade e aplicabilidade real. Ele foi construído para ser:

- **Seguro**: com monitoramento contínuo de parâmetros vitais (SpO_2, FC, ECG e temperatura), os riscos foram minimizados, mesmo em domicílio.

- **Escalonável**: com três estágios bem definidos, é possível adaptá-lo para diferentes níveis de funcionalidade e evolução clínica.

- **Viável economicamente**: os equipamentos utilizados são acessíveis, tornando-o aplicável em ambientes hospitalares, ambulatoriais e, especialmente, domiciliares.

O que foi apresentado por este protocolo representa mais do que um conjunto de exercícios: trata-se de uma proposta concreta e aplicável de cuidado continuado para pacientes que sobreviveram à COVID-19, mas que permanecem com sequelas limitantes ou os demais pacientes que estão no processo de reabilitação fisioterapêutica devido alguma limitação. Seu valor reside em melhorar a oxigenação tecidual e a capacidade ventilatória, aumentar a força muscular e a resistência combatendo a sarcopenia pós-internamento e o descondicionamento, reduzir o risco de reinternações ao manter os pacientes mais ativos e funcionalmente independentes e facilitar o retorno às atividades da vida diária (AVDs) e vida laboral, resgatando a autonomia e autoestima.

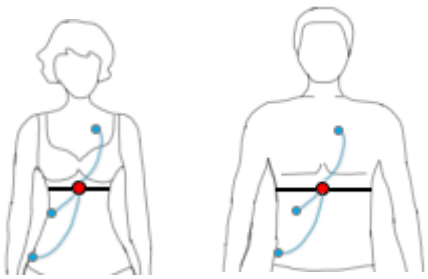
6.6 PROTOCOLO PARA AQUISIÇÃO REMOTA DE SINAIS

Inicialmente os participantes foram orientados sobre as aquisições, bem como sobre a função de cada ferramenta, como utilizar os equipamentos, além de ser acompanhado pelo

fisioterapeuta de forma remota no momento de coleta. Os sensores foram colocados nos membros superiores, posicionados na região dos punhos e na região do tronco do paciente. Para captura do nível de saturação de oxigênio no sangue (SpO2) e frequência cardíaca (bpm) utilizou-se um sensor óptico em um dedo da mão direita do voluntário, e a medição se dá através de fotopletismografia utilizando luz infravermelha. Esta é uma forma não invasiva de mensuração de SpO2, ritmo cardíaco e bpm, não oferecendo riscos para o paciente, além disso o equipamento opera totalmente a bateria.

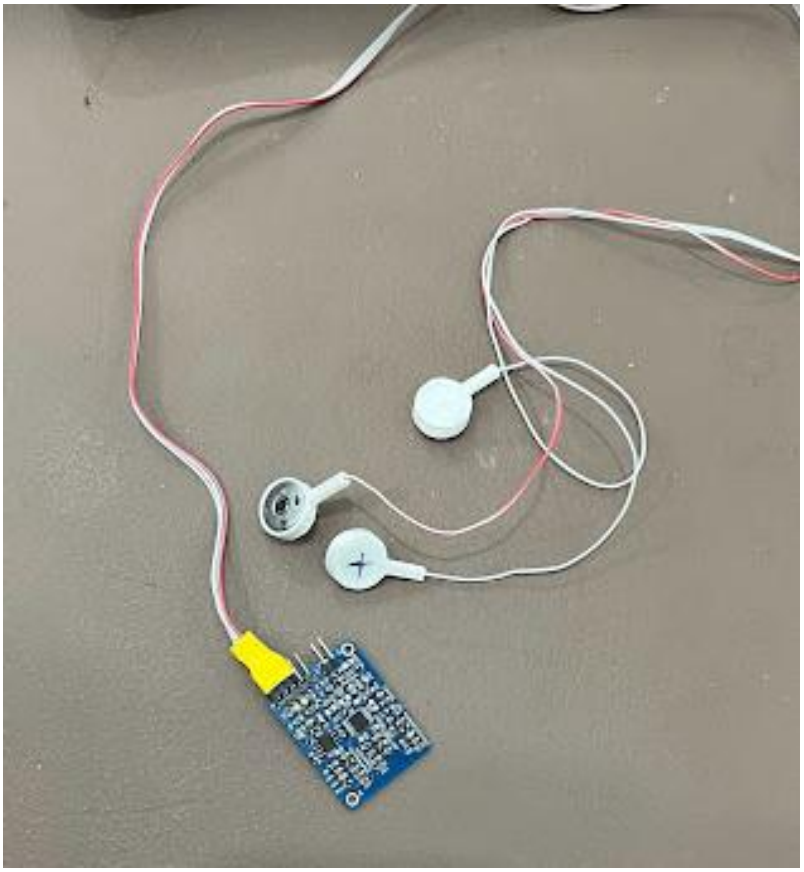
Os participantes foram instruídos a colocar os eletrodos de ECG (Figuras 12, 13 e 14), próximo na região próxima ao esterno, outro abaixo da linha mamilar e na região da crista ilíaca conforme a figura 12. Com o conjunto de eletrodos fixados, foi possível a aquisição pelo sistema de aquisição e envio do sinal, por meio do sistema de comunicação sem fio que possibilita a transmissão dos dados adquiridos para o sistema de recepção do sinal coletado e por fim um mostrador dos resultados obtidos.

Figura 12: Colocação de eletrodos de ECG no corpo dos participantes.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 13: Placa microcontroladora para módulo vestível para aquisição de ECG.



Fonte: Autor, 2023

Figura 14: Módulo vestível para o tronco para aquisição de ECG.

Fonte: Autor, 2023

A sessão remota de exercícios de fisioterapia foi gravada separadamente, através de uma câmera de um smartphone, posicionada à frente ou na diagonal do voluntário que se posicionará ao menos a 1,5m de distância da câmera para a captura de seu corpo inteiro durante a execução do protocolo. Módulos vestíveis enviaram os dados coletados pelos sensores (SpO2, bpm, ritmo cardíaco e temperatura) para o módulo central, que contém a câmera, em seguida todos os dados são enviados para um servidor remoto através da internet possibilitando o monitoramento remoto da sessão de fisioterapia do voluntário.

6.7 ANÁLISE DOS DADOS

Foram realizadas aquisições de sinais de oximetria, FC, eletrocardiograma (ECG), temperatura, permitindo a utilização técnicas de processamento, melhoramento e filtragens desses sinais. Após o pré-processamento dos dados adquiridos das coletas houve a extração de

alguns parâmetros como: temperatura, SpO2, bpm, ritmo cardíaco dos exercícios realizados pelos voluntários.

Os sinais fisiológicos captados pelos sensores instalados no módulo vestível foram inicialmente adquiridos em formato analógico, e em seguida, esses sinais foram digitalizados com alta precisão, preservando a integridade das informações captadas. Após o processo de digitalização, os dados foram transmitidos de forma segura e em tempo real para o portal de monitoramento remoto, por meio de conexão sem fio via tecnologia Wi-Fi. Essa transição do sinal analógico para o digital foi essencial para garantir a comunicação com a plataforma de análise, armazenamento em nuvem e visualização gráfica dos parâmetros, assegurando rastreabilidade, acurácia e acessibilidade dos dados tanto para os profissionais de saúde quanto para os pesquisadores envolvidos.

Com a aquisição dos sinais do Eletrocardiograma, em formato digital, é possível utilizar técnicas de processamento para melhorar o sinal e executar filtragens. Após o processamento da informação adquirida, haverá a extração de alguns parâmetros como as arritmias e a disponibilização dos dados visualmente em uma interface desenvolvida para o equipamento.
Além disso, a sessão de fisioterapia foi gravada em vídeo durante a realização dos exercícios pelo voluntário. Ao fim da gravação o vídeo é enviado ao servidor remoto que armazena esses dados da coleta, permitindo análise em tempo real ou a posteriori. Os dados de vídeo podem auxiliar na identificação do exercício executado pelo paciente e permitir classificar se aquela execução está coerente com os movimentos passados pelo fisioterapeuta.

As entrevistas foram gravadas em áudio e posteriormente transcritas na íntegra, possibilitando assim a análise qualitativa à luz da proposta de análise de conteúdo de Bardin (2011). Desta maneira, o fisioterapeuta pode utilizar os instrumentos de teleconsulta, de teleconsultoria e de teleatendimento com a intenção de interagir com o paciente, intervir quando se fizer necessário e também confirmar a realização do protocolo completo de exercícios e poder checar as alterações fisiológicas através do acompanhamento dos níveis de saturação de oxigênio no sangue, frequência e ritmo cardíaco e temperatura dos voluntários durante a realização dos exercícios.

7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a coleta de dados do estudo, foi utilizado um questionário para fazer a caracterização das amostras. A amostra analisada por este estudo foi majoritariamente de voluntários do sexo masculino (70%). Dentre as participantes do sexo feminino, onde 70% voluntárias tinham idade entre 60 e 69 anos, 20% apresentam idade entre 50 e 59 anos e 10% apresentam entre 70 e 80 anos, como apresentado na tabela 3.

Em relação a ocupação dos voluntários que participaram do estudo, a maioria deles ocupa o cargo de assistente administrativo (30%), 20% são servidores públicos, 20% ocupam o cargo de analista de técnico em informática (TI) e outras ocupações como professor, nutricionista e numeróloga representam cerca de 10% dos voluntários cada (Tabela 3).

Dos voluntários que apresentam comorbidades, pode-se observar na tabela 5, que 50% deles apresentam Hipertensão Arterial Sistêmica controlada, 20% apresenta diagnóstico de diabetes, 10% apresenta cardiopatia e 20% dos voluntários não apresentam comorbidades. Em relação aos hábitos de vida, houve uma predominância de 60% dos voluntários que são sedentários, enquanto 40% dos voluntários não realizam a prática de atividade física. Quando se observa sobre o uso de medicação, pode-se dizer que foi equilibrado, onde 50% dos voluntários fazem o uso de medicações e 50% dos voluntários não fazem o uso de medicações (Tabela 3).

Tabela 3 – Caracterização da amostra de pacientes com sequela de Covid-19 sob monitoramento hemodinâmico durante teleatendimento (n=10).

Características	**Amostra**	**%**
Gênero		
Masculino	7	70
Feminino	3	30
Idade		

50 – 59 Anos	2	20
60 – 69 Anos	7	70
70 – 80 Anos	1	10
Ocupação		
Servidor público	2	20
Analista de TI	1	10
Nutricionista	1	10
Professor	1	10
Numeróloga	1	10
Assistente administrativo	3	30
Comorbidade		
Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS)	5	50
Diabetes	2	20
Cardiopata	1	10
Sem comorbidades	2	20
Hábitos de vida		
Pratica atividade física	4	40
Sedentário	6	60
Uso de medicação		
Sim	5	50
Não	5	50

Fonte: o autor, 2025.

Para avaliar se os participantes do estudo apresentavam uma boa capacidade física, foi avaliado o grau de força de cada voluntário. Foi visto que grande parte dos voluntários que corresponde a 80% apresenta grau de força 5, e 20% desses voluntários apresentam grau de força 4 (Tabela 4).

Tabela 4 – Força muscular dimensionada pelo teste de dinamometria realizados nos pacientes com sequela de Covid-19 (n=10)

Características	Amostra	%
Grau de força		
Grau 1	0	0
Grau 2	0	0
Grau 3	0	0
Grau 4	2	20
Grau 5	8	80

Fonte: o autor, 2025.

Durante a coleta realizada neste estudo, pode-se observar na tabela 7 os dados sobre os sinais vitais que foram captados dos voluntários pelo equipamento antes, durante e depois da aplicação do protocolo. Observou-se que 80% dos voluntários que participaram do estudo apresentaram sinais vitais muito satisfatórios, seguido de 20% dos voluntários que apresentaram sinais vitais satisfatórios e nenhum dos voluntários apresentou sinais vitais insatisfatórios (Tabela 5).

Tabela 5 – Tabela com informações da amostra com relação aos sinais vitais apresentados pelos voluntários.

Características	Amostra	%
Sinais vitais		
Muito satisfatório	8	80
Satisfatório	2	20
Não satisfatório	0	0

Fonte: Autor, 2025.

No processo de coleta foi aplicado um questionário para analisar a aplicabilidade da plataforma com os pacientes. Foi observado que 80% voluntários gostariam de utilizar a plataforma com frequência, 90% definiu a plataforma como fácil de utilizar e 60% achou necessária ajuda para conseguir utilizar a plataforma. Setenta por cento dos voluntários acharam a plataforma bem funcional, 30% acharam que a plataforma apresentava muitas inconsistências, sobre a facilidade de utilizar a plataforma, 60% dos voluntários acham que as pessoas aprenderam rápido a utilizar, 30% dos voluntários acharam a plataforma muito complicada de utilizar. Sobre a confiança em usar a plataforma, 70% dos voluntários se sentiram muito confiantes ao utilizar a plataforma e 40% acharam que era necessário um treinamento antes de utilizar a plataforma. De todos os voluntários que participaram do estudo, nenhum deles consideraram a plataforma mais complexa do que o necessário (Tabela 6).

Tabela 6 – Tabela com informações da amostra com relação a aplicabilidade, usabilidade, percepção e satisfação do usuário da plataforma.

Características	**Amostra**	**%**
Acha que utilizaria a plataforma com frequência	8	80
Considera a plataforma mais complexa do que o necessário	0	0
Achou a plataforma fácil de usar	9	90
Acha necessário ajuda para conseguir usar a plataforma	6	60
Achou a plataforma bem funcional	7	70
Achou que a plataforma tem muitas inconsistências	3	30
Acha que as pessoas aprenderam rápido a utilizar	6	60
Achou a plataforma muito complicada de utilizar	3	30
Se sentiu muito confiante ao utilizar a plataforma	7	70
Precisaram de treinamento antes de utilizar a plataforma	4	40

Fonte: Autor, 2025.

No estudo, foram analisados os valores dos parâmetros hemodinâmicos dos pacientes antes, durante e após a realização dos exercícios propostos. Para a demonstração dos resultados individuais, foram escolhidos voluntários de forma aleatória e analisados os gráficos que representavam resultados importantes dos sinais de saturação periférica de oxigênio (SpO2), temperatura, frequência cardíaca e traçado do eletrocardiograma.

Voluntário ACC, 59 anos de idade, servidor público, não faz uso de medicação, não é tabagista, faz uso de bebida alcoólica esporadicamente, pratica atividade física regularmente e realiza reavaliações de saúde periodicamente.

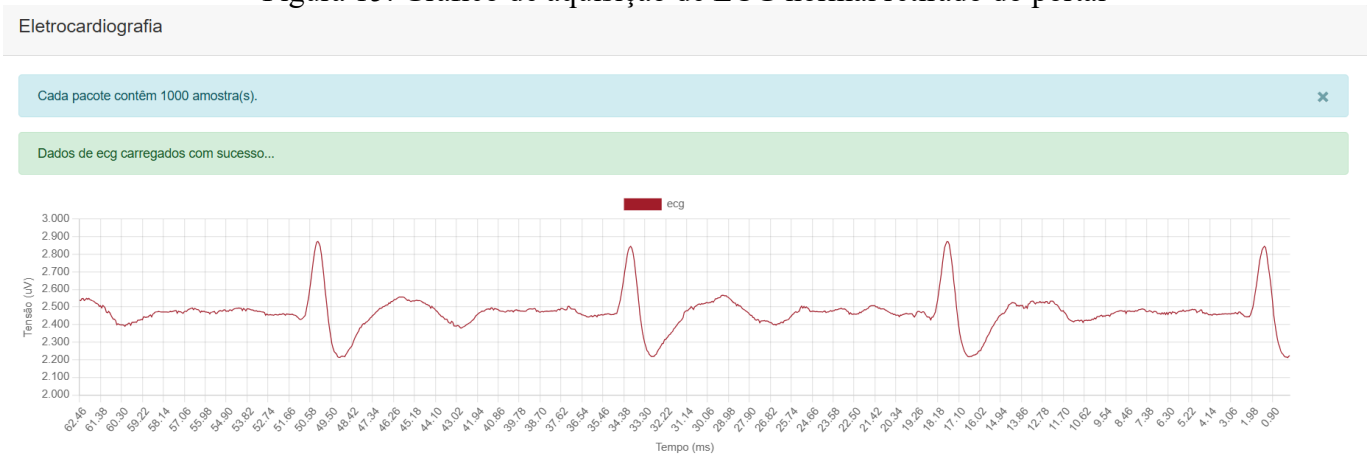
De acordo com Samesima et al., (2022), o ciclo cardíaco normalmente se reflete no ECG com as seguintes ondas e intervalos principais:

- **Onda P**: Representa a despolarização atrial, indicando a contração dos átrios.
- **Complexo QRS**: Corresponde à despolarização dos ventrículos, associada à contração ventricular.
- **Onda T**: Reflete a repolarização ventricular.
- **Intervalo PR**: Representa o tempo entre o início da despolarização atrial e a despolarização ventricular.
- **Intervalo QT**: Relaciona-se ao tempo total de despolarização e repolarização ventricular.
- **Linha isoelétrica**: O segmento entre as ondas que indica ausência de atividade elétrica significativa.

Na figura 15, pode-se observar o eletrocardiograma do voluntário ACC, com traçado normal. A análise detalhada do traçado é feita considerando os componentes esperados do ciclo cardíaco. O ritmo demonstrou ser regular, com intervalos consistentes entre os complexos QRS. Isso sugere um ritmo sinusal normal, a frequência cardíaca pode ser estimada pelo intervalo entre os picos R consecutivos, a onda P está presente antes de cada complexo QRS, representando a despolarização atrial com amplitude e duração normais. O complexo QRS está bem definido, estreito e simétrico, refletindo a despolarização ventricular, a onda T está presente após cada complexo QRS representando a repolarização ventricular com forma suave e simétrica, como esperado. A linha isoelétrica pode ser vista nitidamente entre os intervalos PR, ST e após a onda T, indicando ausência de atividade elétrica patológica entre eventos.

Quando analisados os intervalos e segmentos, pode-se perceber que o intervalo PR parece estar dentro do normal, indicando uma condução atrioventricular saudável. O segmento ST retorna à linha isoelétrica, sem elevações ou depressões, sugerindo ausência de isquemia ou infarto e o intervalo QT é proporcional ao ciclo cardíaco e correspondente com um intervalo normal corrigido. A amplitude das ondas está dentro dos limites normais, indicando boa propagação elétrica através do coração.

Figura 15: Gráfico de aquisição de ECG normal retirado do portal



Fonte: Autor, 2025

Voluntária RSC, 64 anos de idade, analista de TI, toma medicação para Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e patologia da tireoide, a mesma apresenta cardiopatia e faz acompanhamento com cardiologista para avaliar a necessidade de marcapasso, não pratica atividade física e realiza reavaliações de saúde periodicamente.

O eletrocardiograma (ECG) apresentado na figura 16 mostra a atividade elétrica do coração em uma situação associada a uma cardiopatia. Quando avaliada a regularidade e ritmo, o traçado apresenta um ritmo irregular, com algumas oscilações na linha isoelétrica. Essa irregularidade pode sugerir distúrbios no ritmo cardíaco, como arritmias. As amplitudes das ondas são pequenas e pouco perceptíveis. A morfologia dos complexos QRS é, na maioria dos batimentos, estreita, o que sugere que a origem dos impulsos seja supraventricular. Além disso, não se observam ondas P claras precedendo todos os complexos QRS, o que levanta suspeita para distúrbios na formação ou condução do estímulo atrial.

Esses achados são fortemente sugestivos da presença de arritmia supraventricular, sendo as principais hipóteses diagnósticas:

- Fibrilação atrial, caracterizada por desorganização completa da atividade atrial, levando a ausência de ondas P definidas e irregularidade total dos intervalos RR;

- Extrassístoles atriais frequentes, as quais podem causar interrupções do ritmo regular e gerar períodos de irregularidade transitória no traçado.

Do ponto de vista clínico, estas alterações podem estar relacionadas a diversas condições patológicas, incluindo cardiopatias estruturais, valvopatias, insuficiência cardíaca ou doenças isquêmicas do coração. Alterações eletrolíticas e estados de hipertireoidismo também podem predispor a essas arritmias.

A irregularidade do ritmo, associada à morfologia dos complexos, indica que há desorganização na condução normal do estímulo cardíaco, o que pode predispor a eventos tromboembólicos e hemodinâmicos, especialmente se não houver controle clínico adequado. Assim, a interpretação desses achados reforça a necessidade de uma investigação complementar mais detalhada para caracterizar o tipo específico de arritmia e para direcionar o manejo terapêutico apropriado.

O ECG não exibe um padrão bem definido das ondas P, QRS e T, dificultando a identificação precisa do ciclo elétrico cardíaco. Isso pode ser característico de uma cardiopatia grave, como fibrilação atrial, bloqueios de condução ou falhas na atividade elétrica organizada do coração.

Figura 16: Gráfico de aquisição ECG com cardiopatia retirado do portal

Fonte: Autor, 2025

Na figura 17, são exibidos dois eletrocardiogramas (ECGs) que permitem uma análise comparativa. O primeiro traçado é identificado como um ECG normal, enquanto o segundo representa o ECG de uma pessoa com cardiopatia. Uma avaliação minuciosa dos dois traçados pode ser feita levando em conta diversos aspectos.

Nota-se que a intensidade dos sinais em um ECG normal exibe picos mais altos, principalmente no complexo QRS, caracterizando um ritmo cardíaco adequado, que reflete uma condução elétrica eficiente e uma contração ventricular eficaz. Por outro lado, a intensidade do ECG em pacientes com cardiopatia é notavelmente reduzida, e os picos típicos do complexo QRS podem estar ausentes ou atenuados. Isso pode indicar uma possível deficiência na condução elétrica ou problemas na funcionalidade do miocárdio.

No complexo QRS, nota-se no gráfico que em um eletrocardiograma saudável ele apresenta um formato nitidamente definido e se manifesta em intervalos consistentes, representando a despolarização ventricular. Em um ECG com cardiopatias, há uma modificação ou mesmo a falta do padrão usual do complexo QRS, o que pode sugerir bloqueios na transmissão elétrica ou mudanças estruturais no músculo cardíaco.

Já neste estudo, em relação ao ritmo cardíaco, no ECG normal os intervalos entre os complexos QRS são uniformes, sugerindo um ritmo sinusal regular. Diferente do ECG com cardiopatia, onde os intervalos parecem mais irregulares ou planos, o que pode indicar arritmias ou até a presença de um ritmo muito bradicárdico (frequência cardíaca baixa).

Em relação às ondas P e T, no ECG normal as ondas P indicam a despolarização atrial, podendo visualizar em seguida o complexo QRS regular. A onda T está presente, representando a repolarização ventricular. No ECG com cardiopatia não é possível identificar claramente as ondas P ou T no traçado, o que pode evidenciar um comprometimento global da atividade elétrica do coração.

Quando analisada a base do traçado na comparação do ECG normal com o ECG que sugere uma cardiopatia, pode-se perceber no ECG normal que o traçado retorna consistentemente à linha de base entre os batimentos, refletindo um padrão de repolarização uniforme e no ECG com Cardiopatia, o traçado está mais plano e sem variações significativas, o que pode indicar uma atividade elétrica reduzida ou um potencial elétrico alterado.

Com base nos resultados obtidos nos gráficos analisados e suas implicações para a prática clínica, pode-se afirmar que um eletrocardiograma normal indica um coração em bom funcionamento, mostrando uma coordenação adequada entre átrios e ventrículos. Em contrapartida, um eletrocardiograma que revela sinais de cardiopatia apresenta um padrão típico de alterações cardíacas, o que pode sugerir a presença de enfermidades como insuficiência cardíaca, cardiomiopatia, bloqueios de ramo ou outras condições sérias.

A análise dos dois gráficos indica que o ECG normal exibe padrões típicos de um coração em boa condição, ao passo que o ECG relacionado a doenças cardíacas apresenta indícios de dificuldade na condução elétrica e possível comprometimento do funcionamento do coração. Isso evidencia a importância de uma avaliação clínica e de exames adicionais para um diagnóstico mais assertivo no ECG que indica cardiopatia.

Figura 17: Gráficos de aquisição de ECG normal e ECG com cardiopatia.

Fonte: Autor, 2025

Nos dois gráficos mostrados na figura a seguir (figura 18), observa-se a representação de dois eletrocardiogramas (ECGs) do voluntário ACC, onde o mesmo foi submetido a diferentes condições. No primeiro gráfico temos o ECG no momento que o indivíduo se encontra em

repouso, e no segundo gráfico, o indivíduo foi submetido a atividade aeróbica intensa. Diante disso, podemos analisar e comparar os principais aspectos contidos em cada um dos gráficos.

Na representação gráfica foram observadas alterações na frequência cardíaca, onde o ECG em repouso apresenta os complexos QRS em intervalos regulares, indicando uma frequência cardíaca normal para a condição de repouso e não há indícios de sinais de aceleração ou irregularidades no ritmo cardíaco, mas no ECG capturado quando o indivíduo foi submetido ao esforço intenso pode-se observar uma redução no intervalo entre os complexos QRS, indicando aumento na frequência cardíaca. Este comportamento é esperado após um estímulo, mostrando uma resposta fisiológica normal ao aumento da demanda metabólica.

Em relação a amplitude dos sinais, o ECG no momento do repouso apresenta amplitudes consistentes no complexo QRS, com picos bem definidos e alinhados. Já no ECG em atividade intensa, pode-se observar que a amplitude do complexo QRS permanece consistente, sugerindo que o estímulo não comprometeu a força da despolarização ventricular.

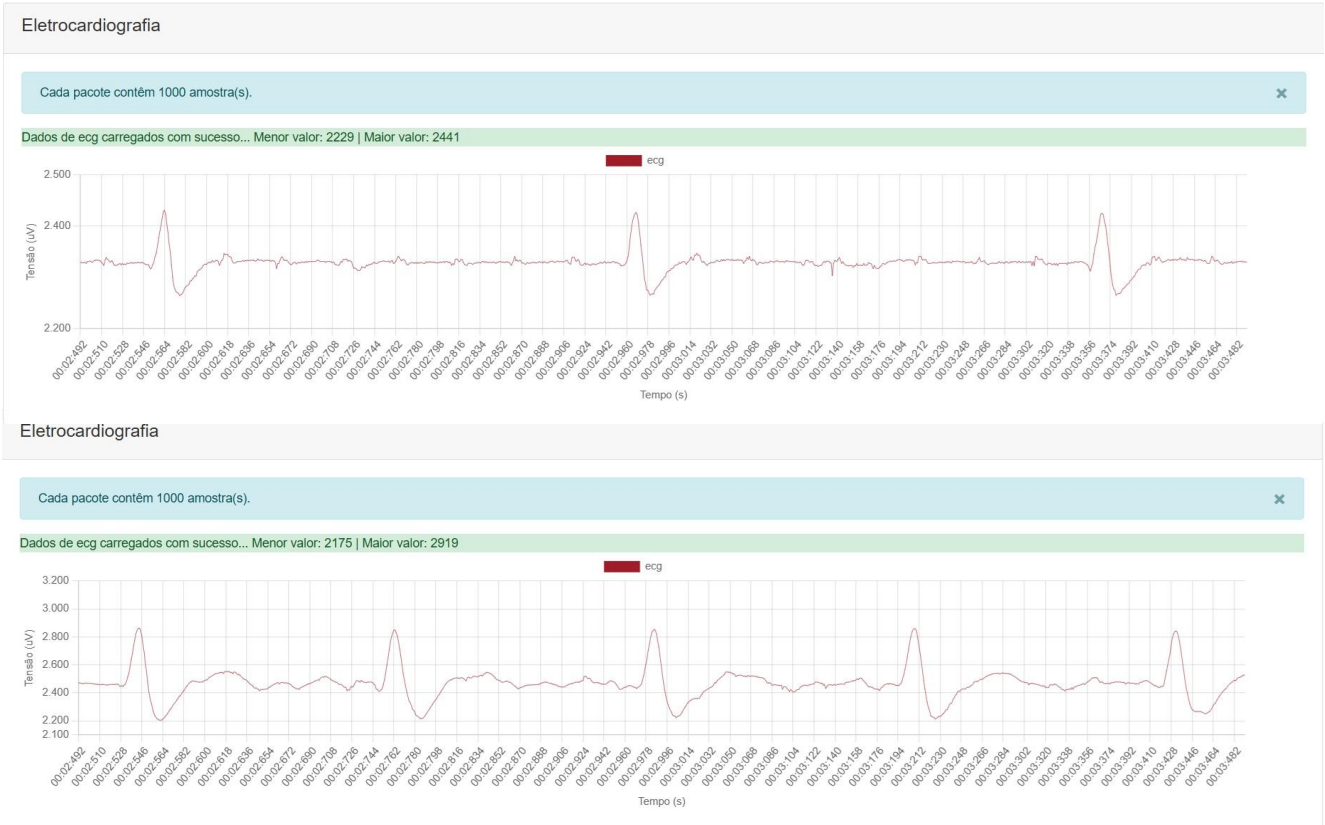
Quando comparada a regularidade e ritmo, pode-se observar no ECG em repouso a presença de um ritmo regular, com intervalos consistentes entre os batimentos, sugerindo um ritmo sinusal saudável e estável. No ECG capturado após atividade aeróbica, mesmo com o aumento da frequência cardíaca, o ritmo permanece regular, indicando que o sistema de condução cardíaco está respondendo de forma coordenada ao estímulo.

As ondas P e T no ECG em repouso estão bem definidas, representando a despolarização atrial e repolarização ventricular. A onda T tem uma amplitude menor em relação ao complexo QRS, o que é normal. No ECG após esforço as ondas P continuam presentes, mas podem estar um pouco mais próximas dos complexos QRS devido ao aumento da frequência cardíaca e as ondas T permanecem visíveis, sugerindo uma recuperação ventricular adequada após cada batimento.

Durante a análise dos gráficos, pode-se observar a linha de base, onde no ECG em repouso traçado retorna de forma consistente à linha de base entre os batimentos, não havendo sinais de flutuações ou oscilações na linha de base (tremores ou ruídos), coincidindo com o traçado do ECG após esforço, onde o traçado também retorna à linha de base de maneira uniforme, indicando que o estímulo não causou perturbações significativas na repolarização.

A comparação revela um padrão de resposta normal do sistema cardiovascular. No traçado do ECG após esforço o estímulo demonstra um aumento da frequência cardíaca, mantendo a regularidade e a integridade dos complexos QRS, ondas P e T. Isso sugere que o indivíduo apresenta uma boa capacidade de adaptação cardíaca ao estímulo, sem sinais de comprometimento funcional ou arritmias. No ECG em repouso este traçado reflete um coração funcional em uma condição basal, com ritmo, frequência e amplitude normais. Já no ECG capturado após o indivíduo ser submetido a atividade aeróbica, o aumento da frequência cardíaca é uma resposta fisiológica esperada ao estímulo, mostrando que o coração é capaz de ajustar sua atividade conforme a demanda.

Figura 18: Gráficos de aquisição de ECG normal e ECG após esforço aeróbico.



Fonte: Autor, 2025

No estudo de Kaisti et al., 2024, corrobora com o estudo atual, onde foi realizado um estudo de inovações relacionadas a um novo instrumento de monitoramento hemodinâmico projetado para uso à beira do leito. Foi um estudo que avalia a eficácia de uma sonda compacta para medir a hemodinâmica. Componentes do instrumento de monitoramento inclui um sensor de pressão barométrica e, em uma versão, um sensor óptico para fotopletismografia (PPG). Essa

combinação permite que o dispositivo meça a pressão arterial e analise o ritmo cardíaco, incluindo a detecção contínua da fibrilação atrial. Essa abordagem de sensor duplo aprimora a funcionalidade e a precisão do dispositivo no monitoramento da saúde cardiovascular. A sonda de dedo em miniatura atende aos requisitos de precisão estabelecidos pelos padrões não invasivos de validação de instrumentos de pressão arterial, garantindo que ela forneça medições confiáveis. A fibrilação atrial pode ser detectada durante as medições da pressão arterial e por meio de monitoramento contínuo, o que é crucial para intervenções clínicas oportunas.

O gráfico de saturação de oxigênio (SpO_2) que é representado pela figura 19, apresenta dados ao longo do tempo (em segundos) e mostra uma estabilidade nos valores, que giram em torno de 95%. A SpO_2 reflete a quantidade de oxigênio transportado pela hemoglobina no sangue arterial e é um indicador importante da eficiência da troca gasosa nos pulmões e do transporte de oxigênio para os tecidos.

A análise desse gráfico sugere que o sistema respiratório está funcionando dentro dos parâmetros fisiológicos normais. Valores de SpO_2 entre 94% e 100% são considerados normais para indivíduos saudáveis, indicando uma boa oxigenação sanguínea. Essa estabilidade no gráfico é um sinal de que a ventilação alveolar, a difusão de gases entre os alvéolos e o sangue, bem como o transporte de oxigênio pelo sistema circulatório, estão adequados. Durante o exercício, há um aumento da demanda metabólica por oxigênio nos tecidos, o que exige ajustes no sistema respiratório e cardiovascular. Esses ajustes incluem o aumento da frequência respiratória, do volume corrente (quantidade de ar inspirada e expirada a cada respiração) e do débito cardíaco (volume de sangue bombeado pelo coração por minuto). No entanto, o gráfico mostra que mesmo durante o esforço, a saturação de oxigênio manteve-se constante, o que é um indicativo de que o organismo consegue suprir a demanda de oxigênio dos tecidos de forma eficiente.

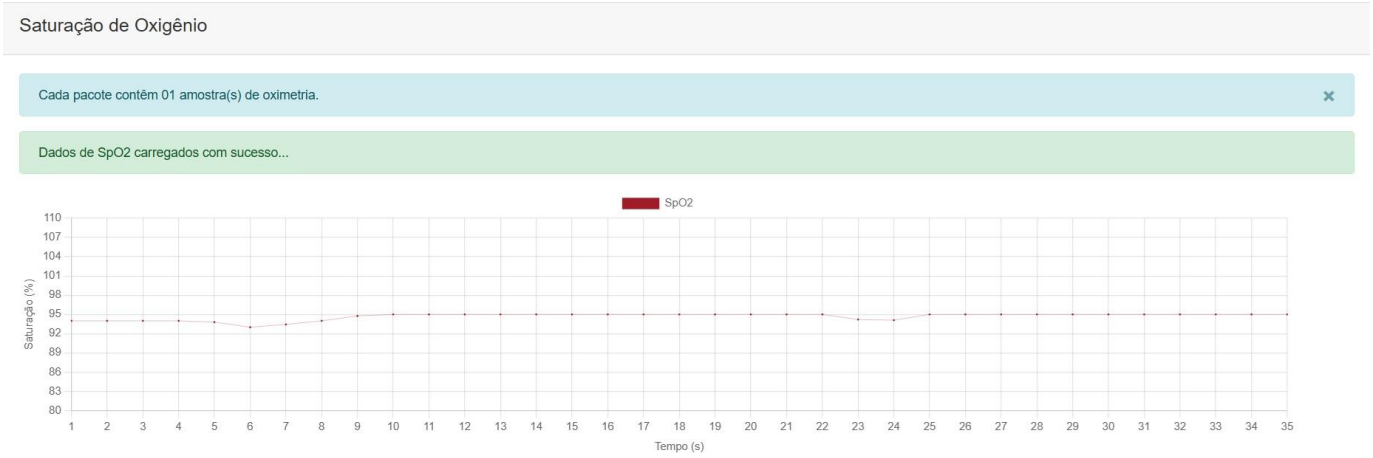
Pequenas variações no gráfico, como leves quedas momentâneas, podem ser atribuídas a fatores como ajustes temporários no padrão respiratório, variações na perfusão periférica ou mesmo pequenas imprecisões na leitura do oxímetro, especialmente durante o movimento. Essas oscilações são fisiológicas e não indicam problemas significativos.

A ausência de quedas abruptas na SpO_2 no gráfico exclui a possibilidade de hipoxemia (saturação < 90%), que poderia ocorrer em condições patológicas como doenças pulmonares

crônicas, insuficiência cardíaca ou fadiga muscular respiratória durante o exercício. Isso reforça a eficiência do sistema respiratório e cardiovascular no indivíduo analisado.

Em resumo, o gráfico de saturação de oxigênio reflete um sistema respiratório saudável, com trocas gasosas adequadas e capacidade de atender à demanda metabólica durante o exercício. Essa manutenção da saturação em níveis normais é um indicador de que o organismo está bem ajustado para suportar o esforço físico sem apresentar sinais de descompensação respiratória ou cardiovascular.

Figura 19: Gráficos de aquisição da Saturação de Oxigênio (SpO2) retirado do portal.



Fonte: Autor, 2025

O gráfico da figura 20 mostra uma relativa estabilidade nos valores de SpO_2, com pequenas oscilações ao longo do tempo, variando principalmente entre 94% e 97%. Esses valores estão dentro da faixa considerada fisiologicamente normal para a maioria dos indivíduos saudáveis, que é de 94% a 100%.

Pequenos declínios no gráfico, como os observados em torno dos 16 e 33 segundos, podem indicar ajustes momentâneos no sistema respiratório e cardiovascular. Essas quedas podem ocorrer em resposta a variações no esforço físico, movimentação, ou até mesmo ajustes fisiológicos normais no equilíbrio ventilação-perfusão (V/Q).

Segundo Silva; Alfieri, (2020), a saturação de oxigênio é mantida por processos fisiológicos coordenados, onde a ventilação alveolar refere-se ao fluxo de ar nos alvéolos pulmonares, onde ocorrem as trocas gasosas. A estabilidade nos níveis de SpO_2 sugere que a ventilação está adequada, permitindo uma entrada suficiente de oxigênio para manter a

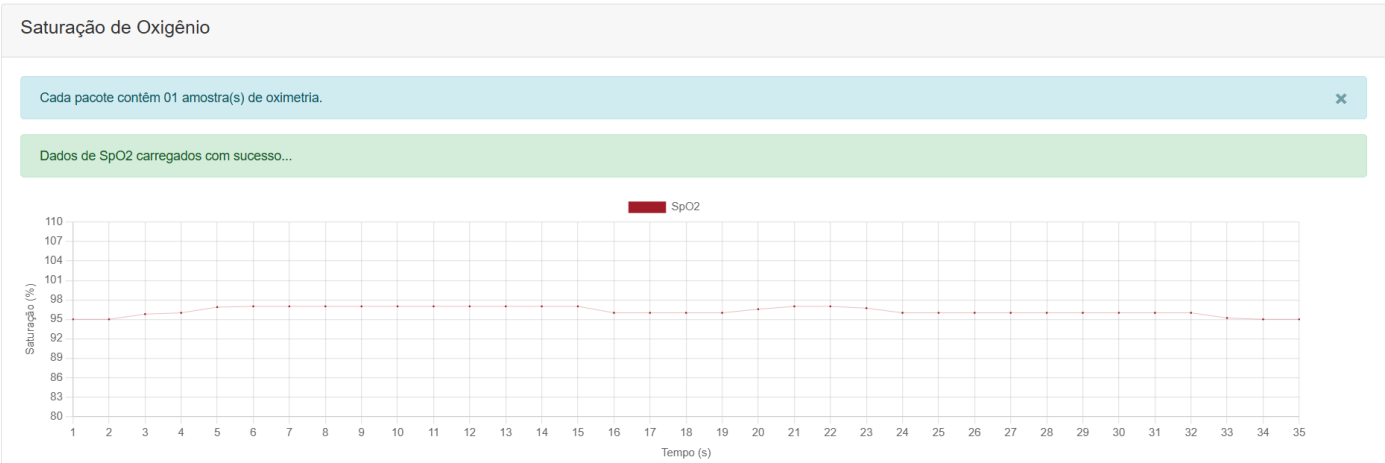
oxigenação do sangue. Na difusão pulmonar que ocorre nos alvéolos, o oxigênio difunde-se para o sangue, ligando-se à hemoglobina nos glóbulos vermelhos. A manutenção da saturação indica que a membrana alveolocapilar está funcionando eficientemente, sem comprometimento da difusão de gases.

Durante a perfusão pulmonar, o sangue deve ser distribuído adequadamente aos alvéolos para que o oxigênio seja captado. Qualquer alteração nesse processo poderia levar a uma queda significativa na SpO_2, o que não foi observado neste caso. O transporte de oxigênio pelo sistema cardiovascular, a constância nos níveis de SpO_2 sugere que o débito cardíaco está adequado para suprir a demanda de oxigênio dos tecidos (MARCHESE et al., 2020).

Durante a realização de exercícios, as adaptações fisiológicas devem ser levadas em conta, pois com o esforço físico, há um aumento da demanda metabólica por oxigênio, levando a ajustes no sistema respiratório e cardiovascular que pode resultar no aumento da frequência respiratória e do volume corrente, elevação do débito cardíaco para garantir o transporte de oxigênio aos músculos ativos e redistribuição do fluxo sanguíneo para priorizar os músculos em atividade (FILHO et al., 2020).

Apesar dessas demandas, pode-se observar no gráfico que a saturação de oxigênio permaneceu dentro dos limites normais, indicando que o organismo consegue ajustar-se de forma eficiente para manter a oxigenação tecidual, mesmo em condições de maior exigência metabólica.

Figura 20: Gráficos de aquisição da Saturação de Oxigênio (SpO2) retirado do portal.



Fonte: Autor, 2025

Diferente do estudo atual, onde observa-se que foi possível captar o sinal de SpO2, no estudo de Karia et al., (2023), mostrou que o sistema de monitoramento de saturação de oxigênio sem fio proposto é uma ferramenta promissora para melhorar o atendimento ao paciente, ao mesmo tempo em que destaca fatores críticos que podem afetar a precisão das leituras de SpO2. Esses insights são essenciais tanto para a prática clínica quanto para os futuros avanços tecnológicos no monitoramento da saúde. O estudo enfatiza que o monitoramento contínuo da saturação de oxigênio (SpO2) é vital para avaliar a saúde do paciente, particularmente na avaliação da eficácia do tratamento e da necessidade de oxigênio suplementar. Isso destaca a importância clínica do sistema proposto no atendimento ao paciente em tempo real, sendo o desenvolvimento de um oxímetro de pulso usando comunicação Wi-Fi é um avanço significativo. Essa tecnologia permite o registro de dados contínuo, em tempo real e sem fio, o que pode aprimorar os recursos de monitoramento de pacientes em vários ambientes de saúde

O gráfico (figura 21) exibe a variação da temperatura corporal ao longo do tempo, apresentando valores entre 33°C e 34°C, com pequenas oscilações. A temperatura corporal foi aferida na região torácica, que possui valor de referência entre 32ºC e 35ºC. O gráfico apresentado mostra a evolução da temperatura corporal medida na região torácica, onde a temperatura registrada permanece constante, situando-se próxima de 33°C. Esse valor é inferior à temperatura corporal central, que normalmente varia entre 36,5°C e 37,5°C. Essa diferença ocorre devido ao fato de a temperatura medida na pele refletir a troca de calor com o ambiente externo e não a real temperatura dos órgãos internos.

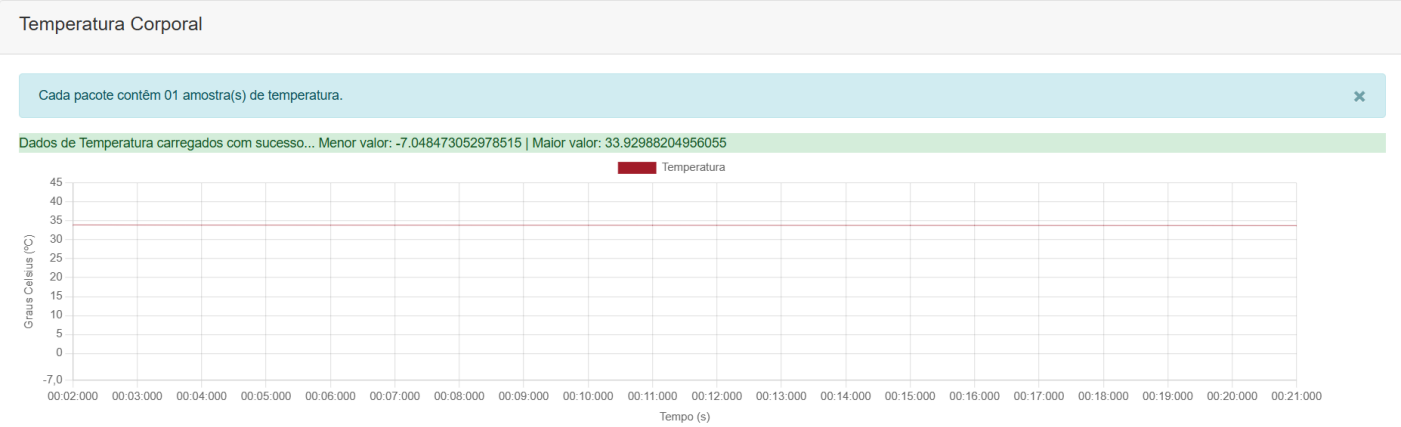
Pode-se observar no gráfico que a temperatura manteve-se estável durante todo o período de medição, sem variações significativas. Isso indica que não houve alterações bruscas na circulação periférica ou na temperatura do ambiente durante o intervalo analisado.

Fernando et al., (2021), no seu estudo, comparou a fisiologia corporal, a temperatura torácica superficial, onde tende a ser mais baixa que a temperatura central devido ao mecanismo de regulação térmica do organismo, que ocorre principalmente através da vasodilatação e vasoconstrição periférica. Quando a temperatura externa é mais baixa, o corpo restringe a circulação sanguínea periférica para conservar calor nos órgãos vitais, o que reduz a temperatura superficial.

Embora a temperatura torácica não seja utilizada diretamente para diagnóstico clínico, ela pode ser um indicador importante de condições ambientais e do estado de perfusão periférica. Se essa temperatura estivesse abaixo de 30°C, poderia sugerir uma situação de hipotermia periférica grave. Por outro lado, valores próximos de 33°C a 34°C são compatíveis com condições normais em ambientes frios ou moderadamente frios

A constância dos valores próximos de 33°C vista no gráfico, sugere que o ambiente estava controlado e que a medição foi realizada de forma adequada, sem grandes influências externas que pudessem causar flutuações rápidas. Essa temperatura está dentro do esperado para uma medição torácica superficial, especialmente se realizada com um sensor de pele.

Figura 21: Gráficos de aquisição da temperatura retirado do portal.



Fonte: Autor, 2025

Os métodos usados neste artigo envolvem uma integração sofisticada de vários dispositivos para monitorar e avaliar a reabilitação de pacientes, com foco na coleta de dados em tempo real e na medição objetiva para melhorar os resultados da recuperação. O diferencial deste estudo reside no fato de ser o primeiro a utilizar essa combinação de tecnologias de monitoramento em um contexto clínico específico, o que não se tem relato na literatura até o momento. Ao empregar essa abordagem inovadora, o estudo não apenas amplia o entendimento sobre a eficácia das ferramentas de reabilitação, mas também propõe uma maneira de personalizar e otimizar o tratamento para cada paciente, criando um novo paradigma na prática clínica de reabilitação.

A grande vantagem do protocolo utilizado neste estudo é sua flexibilidade, permitindo que o fisioterapeuta:

- Adapte o plano de exercícios conforme o diagnóstico e os sintomas do paciente
- Escolha entre módulos de reabilitação motora, respiratória ou combinada
- Programe metas específicas de condicionamento cardiorrespiratório
- Acompanhe a eficácia da intervenção respiratória em tempo real, observando melhora progressiva nos padrões ventilatórios

O protocolo é indicado para diversas condições clínicas, com destaque para:

- Pacientes pós-COVID-19 com fadiga, dispneia e perda de condicionamento
- Portadores de doenças pulmonares crônicas (DPOC, asma, fibrose pulmonar)
- Reabilitação neuromuscular com comprometimento da musculatura respiratória
- Idosos com mobilidade reduzida e risco de descondicionamento físico

Diante dos resultados apresentados, evidencia-se que o sistema de monitoramento remoto proposto se mostrou viável, eficaz e bem aceito tanto por profissionais quanto por pacientes. A integração de sensores biomédicos, protocolos clínicos estruturados e uma interface acessível permitiu não apenas o acompanhamento em tempo real dos sinais vitais, mas também favoreceu o engajamento dos voluntários na continuidade da reabilitação em ambiente domiciliar. A alta taxa de satisfação, associada à usabilidade da plataforma e à relevância dos dados obtidos, aponta para um cenário promissor na adoção de soluções tecnológicas no campo da telessaúde, especialmente em situações de limitação de acesso presencial, como observado durante a pandemia de COVID-19. Assim, os achados deste estudo reforçam o potencial do portal SISMO-UFPE como ferramenta inovadora no suporte à reabilitação fisioterapêutica, contribuindo significativamente para o fortalecimento de modelos híbridos de cuidado, mais acessíveis, humanizados e tecnologicamente sustentáveis.

Apesar dos resultados positivos observados com o uso de sensores de ECG e SpO2 no monitoramento remoto, ainda há limitações importantes a considerar. Segundo schiefer et al. (2021), os dispositivos portáteis de ECG e oximetria apresentam desafios relacionados à precisão dos dados durante movimento, interferências eletromagnéticas e má aderência dos sensores. Isso pode comprometer a qualidade do traçado e gerar artefatos que dificultam a interpretação, especialmente em ambientes não controlados como o domicílio. Portanto, mesmo com os gráficos estáveis obtidos no presente estudo, é necessário cautela ao extrapolar esses dados para populações com comorbidades complexas ou em condições clínicas instáveis.

Além disso, os achados relacionados à manutenção da saturação de oxigênio durante o esforço físico devem ser confrontados com estudos que discutem as limitações da SpO_2 como marcador isolado de troca gasosa eficiente. Al-halawani et al. (2023) destacam que a acurácia dos oxímetros de pulso pode variar com pigmentação da pele, perfusão periférica e condições ambientais. Essa variabilidade pode mascarar quadros de dessaturação em populações vulneráveis, como idosos com insuficiência cardíaca ou doenças pulmonares intersticiais. Assim, mesmo com valores entre 94% e 97%, é essencial avaliar a SpO_2 em conjunto com outros indicadores clínicos e funcionais.

No que diz respeito à análise do ECG pós-exercício, a manutenção da regularidade do ritmo pode refletir uma boa adaptação autonômica ao esforço, no entanto, Lu et al. (2023) sugerem que análises mais robustas da variabilidade da frequência cardíaca (HRV), e não apenas a observação de ritmo e intervalo R-R, são essenciais para avaliar o controle autonômico de forma confiável em contexto de reabilitação. Dessa forma, a simples observação gráfica da regularidade dos complexos QRS pode não ser suficiente para conclusões sobre a recuperação cardiovascular.

Por fim, embora o estudo atual enfatize a viabilidade do uso de tecnologias de monitoramento remoto em reabilitação, é importante refletir sobre a questão da equidade no acesso. Kuziemsky et al. (2022) apontam que pacientes com menor letramento digital ou com recursos tecnológicos limitados podem ser excluídos de modelos baseados em telessaúde, gerando disparidades no cuidado. Assim, a aplicabilidade do protocolo proposto deve considerar também estratégias inclusivas para garantir que a inovação tecnológica seja acompanhada por acessibilidade, treinamento e suporte adequado aos pacientes.

8 CONCLUSÃO

A motivação para o desenvolvimento deste projeto surgiu da necessidade de criar soluções acessíveis, tecnológicas e seguras para a continuidade da reabilitação fisioterapêutica em contextos desafiadores, como o enfrentado durante a pandemia de COVID-19. A impossibilidade de acesso a tratamentos presenciais por parte de grande parte da população evidenciou dificuldades importantes na assistência fisioterapêutica tradicional. Diante disso, foi proposta a criação de um sistema que unisse inovação tecnológica com aplicabilidade clínica real, visando não apenas à manutenção da qualidade do cuidado, mas também à ampliação do acesso à saúde. Este trabalho representa, portanto, um esforço científico, mas também um compromisso ético e humano com a promoção da autonomia, da funcionalidade e da dignidade de pacientes que necessitam de reabilitação contínua, mesmo à distância.

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e validar um dispositivo vestível para a monitorização hemodinâmica de indivíduos com sequelas de COVID-19 durante a reabilitação fisioterapêutica por telereabilitação. O dispositivo permitiu a aferição contínua de parâmetros como frequência cardíaca, SpO_2, ECG e temperatura corporal, com envio dos dados em tempo real ao portal SISMO-UFPE.

Os testes realizados demonstraram a viabilidade técnica e clínica do sistema, com resultados satisfatórios quanto à captação, transmissão e visualização dos sinais fisiológicos. A validação do dispositivo junto a pacientes evidenciou sua acurácia, confiabilidade e aplicabilidade na prática fisioterapêutica remota.

Além de cumprir os objetivos propostos, os resultados indicam que a solução desenvolvida pode ampliar o acesso à reabilitação, contribuir para a autonomia dos pacientes e otimizar o acompanhamento clínico, especialmente em contextos de restrição ao atendimento presencial. A pesquisa também reforça o potencial da integração entre tecnologia e saúde para o fortalecimento de modelos híbridos e humanizados de cuidado fisioterapêutico.

REFERÊNCIAS

ADIONO, Trio; AHMADI, Nur; SARASWATI, Citrya; ADITYA, Yudi; YUDHANTO, Yusuf Purna; AZIZ, Abdillah; WULANDARI, Laksmi; MARANATHA, Daniel; KHUSNURROKHMAN, Gemilang; RIADI, Agustinus Rizki Wirawan. Respinos: a portable device for remote vital signs monitoring of covid-19 patients. Ieee Transactions On Biomedical Circuits And Systems, [S.L.], v. 16, n. 5, p. 947-961, out. 2022. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). http://dx.doi.org/10.1109/tbcas.2022.3204632.

ADLY, Aya Sedky; ADLY, Mahmoud Sedky; ADLY, Afnan Sedky. Telemanagement of Home-Isolated COVID-19 Patients Using Oxygen Therapy With Noninvasive Positive Pressure Ventilation and Physical Therapy Techniques: randomized clinical trial. Journal Of Medical Internet Research, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 23446, 28 abr. 2021. JMIR Publications Inc.. http://dx.doi.org/10.2196/23446.

AL HALAWANI, Raghda et al. A review of the effect of skin pigmentation on pulse oximeter accuracy. *Physiological Measurement*, Bristol, v. 44, n. 5, art. 05TR01, p. 1–38, 1 jun. 2023. DOI: 10.1088/1361-6579/acd51a. Disponível em: https://doi.org/10.1088/1361-6579/acd51a.

ANTINK C.H., Lyra S., Paul M., Yu X., Leonhardt S. A Broader Look: Camera-Based Vital Sign Estimation across the Spectrum. Yearb. Med. Inf. 2019;28:102–114. doi: 10.1055/s-0039-1677914.

BALDINGER, Melanie; HEINRICH, Axel; ADAMS, Tim; MARTENS, Eimo; DOMMASCH, Michael; MULLER, Alexander; SIEGMANN, Adonia; SCHMIDT, Georg. TELECOVID: remote vital signs monitoring of covid-19 risk patients in home isolation with an in-ear wearable. Ieee Pervasive Computing, [S.L.], v. 20, n. 2, p. 58-62, 1 abr. 2021. Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). http://dx.doi.org/10.1109/mprv.2021.3066825.

BATISTA, O. J.; MENDES, C. REVISÃO SISTEMÁTICA DE LITERATURA. RCMOS - Revista Científica Multidisciplinar O Saber, v. 1, n. 1, 7 out. 2024.

Boletim epidemiológico no. 5. Secretaria de Vigilância em Saúde. Ministério da Saúde. Boletim Epidemiológico – COE COVID-19, 13/03/2020. Disponível em: https://www.saude.gov.br/images/pdf/2020/.

BRASIL. Resolução COFFITO no 516, de 20 de março de 2020. Dispõe sobre a suspensão temporária do Artigo 15, inciso II e Artigo 39 da Resolução COFFITO no 424/2013 no Artigo 15, inciso II e Artigo 39 da Resolução COFFITO no 425/2013 e estabelece outras providências durante o enfrentamento da crise provocada pela Pandemia do COVID-19. Diário Oficial da União no 56. Seção 1, de 23/03/2020. Brasília/DF.

BRASIL. Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO) [homepage on the Internet]. Brasília: COFFITO; c2020 [cited 2020 Dec 28]. RESOLUÇÃO Nº 516, DE 20 DE MARÇO DE 2020 – Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria. Available from: https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=15825

BREEN, C.; Bond, R. & Finlay, D. (2019a). A clinical decision support tool to assist with the interpretation of the 12-lead electrocardiogram. Health informatics journal,25(1):51--61.

BRITO, Sávio Breno Pires; BRAGA, Isaque Oliveira; CUNHA, Carolina Coelho; PALÁCIO, Maria Augusta Vasconcelos; TAKENAMI, Iukary. Pandemia da COVID-19: o maior desafio do século xxi. Vigilância Sanitária em Debate, [S.L.], v. 8, n. 2, p. 54-63, 29 maio 2020. Vigilancia Sanitaria em Debate: Sociedade, Ciencia y Tecnologia. http://dx.doi.org/10.22239/2317-269x.01531.

CAETANO, Rosângela et al. Desafios e oportunidades para telessaúde em tempos da pandemia pela COVID-19: uma reflexão sobre os espaços e iniciativas no contexto brasileiro. Cadernos de Saúde Pública, v. 36, p. e00088920, 2020. HUNG KN, Goris; FONG, Kenneth NK. Effects of telerehabilitation in occupational therapy practice: A systematic review. Hong Kong Journal of Occupational Therapy, v. 32, n. 1, p. 3-21, 2019.

CASCELLA M, Rajnik M, Cuomo A, et al. Features, evaluation and treatment coronavirus (COVID-19) [Atualizado em 20 de mar de 2020]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2020 Jan.

CAZELLA, C. T.; DALCÓL, C.; POVEDA, V. DE B. Hipotermia intraoperatória e ocorrência de infecção do sítio cirúrgico entre pacientes oncológicos: coorte retrospectiva. Revista SOBECC, v. 27, 15 dez. 2022.

Chinese Center for Disease Control and Prevention. The epidemiological characteristics of an outbreak of 2019 novel coronavirus diseases (COVID-19) — China, 2020. CCDC Weekly; 2(x): 1-10.

CURRIE, A. et al. Qualitative validation of the modified Medical Research Council dyspnoea scale. *Respiratory Medicine*, [S. l.], v. 199, p. 106984, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rmed.2022.106984.

DOWD JB, Rotondi V, Andriano L, et al. Demographic science aids in understanding the spread and fatality rates of COVID-19. MedRXiv. 2020; p. 1-17. Published online March 15. DOI: 10.1101/2020.03.15.20036293.

DU Z, Xu X, Wu Y, et al. Serial interval of COVID-19 among publicly reported confirmed cases. Emerg Infect Dis. 2020; 26(6). DOI: 10.3201/ eid2606.200357

FERNANDO, J. et al. Comportamento da temperatura da pele durante uma meia maratona em ambiente quente sob radiação solar. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 35, n. 3, p. 43–50, 20 dez. 2021.

FERREIRA, K R C. Desenvolvimento de dispositivo para monitorização de parâmetros hemodinâmicos e eletromiográficos: uma aplicação em Watsu / Kétura Rhammá Cavalcante Ferreira – Recife, 2020.

FILHO, L. DE P. V. et al. Adaptações cardíacas fisiológicas induzidas pelo exercício físico em atletas amadores: revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, n. 56, p. e3999, 13 ago. 2020.

GUAN W, Ni ZY, Hu Y, Liang WH, Ou CQ, He JX et al. Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 in China. N Engl J Med. 2020:1-13. https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032

GUDI A., Bittner M., van Gemert J. Real-Time Webcam Heart-Rate and Variability Estimation with Clean Ground Truth for Evaluation. Appl. Sci. 2020;10:8630. doi: 10.3390/app10238630.

GUO YR, Cao QD, Hong ZS, Tan YY, Chen SD, Jin HJ et al. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (Covid-19) outbreak: an update on the status. Mil Med Res. 2020;7(1):1-10. https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0

HAFEN B.B., Sharma S. Oxygen Saturation. StatPearls Publishing; Treasure Island, FL, USA: 2021.

HUANG C, Wang Y, Li X. Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China. Lancet. 2020; 395(10223): 497-506. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30183-5.

INDRARATNA, Praveen; BISWAS, Uzzal; YU, Jennifer; SCHREIER, Guenter; OOI, Sze-Yuan; LOVELL, Nigel H.; REDMOND, Stephen J.. Trials and Tribulations: mhealth clinical trials in the covid-19 pandemic. **Yearbook Of Medical Informatics**, [S.L.], v. 30, n. 01, p. 272-279, 21 abr. 2021. Georg Thieme Verlag KG. http://dx.doi.org/10.1055/s-0041-1726487.

JIN YH, Cai L, Cheng ZS, Cheng H, Deng T, Fan YP et al. A rapid advice guideline for the diagnosis and treatment of 2019 novel coronavirus (2019-nCoV) infected pneumonia (standard version). Mil Med Res. 2020;7(1):1-23. https://doi.org/10.1186/s40779-020-0233-6

KARIA, M. A. H. M. et al. Development and Evaluation of Wireless Oxygen Saturation Monitoring System. 2023 IEEE 13th International Conference on Control System, Computing and Engineering (ICCSCE), p. 320–325, 25 ago. 2023.

Kaisti, M., Panula, T., Sirkiä, J., Pänkäälä, M., Koivisto, T., Niiranen, TJ, & Kantola, I. (2024). Instrumento de monitoramento hemodinâmico à beira do leito com sensores ópticos e de pressão: validação e comparação de modalidades. *Ciência Avançada* , e2307718. https://doi.org/10.1002/advs.202307718

KIRSZENBLAT, Romain; EDOUARD, Paul. Validation of the Withings ScanWatch as a Wrist-Worn Reflective Pulse Oximeter: prospective interventional clinical study. Journal Of Medical Internet Research, [S.L.], v. 23, n. 4, p. 27503, 26 abr. 2021. JMIR Publications Inc.. http://dx.doi.org/10.2196/27503.

LAI CC, Liu YH, Wang YC, et al. Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): facts and myths. J Microbiol Immunol Infect. 2020. DOI: 10.1016/j.jmii.2020.02.012.
LEY, C.; HEATH, F.; HASTIE, T.; GAO, Z.; PROTSIV, M. Defining usual oral temperature ranges in outpatients using an unsupervised learning algorithm. *JAMA Internal Medicine*, v. 183, n. 9, p. 1061–1068, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1001/jamainternmed.2023.4291.

LIU H., Allen J., Zheng D., Chen F. Recent Development of Respiratory Rate Measurement Technologies. Physiol. Meas. 2019;40:07TR01. doi: 10.1088/1361-6579/ab299e.

LIU, Hans H.; EZEKOWITZ, Michael D.; COLUMBO, Michele; KHAN, Oneib; MARTIN, Jack; SPAHR, Judith; YARON, David; CUSHINOTTO, Lisa; KAPELUSZNIK, Luciano.

Testing the feasibility of operationalizing a prospective, randomized trial with remote cardiac safety EKG monitoring during a pandemic. Journal Of Interventional Cardiac Electrophysiology, [S.L.], v. 63, n. 2, p. 345-356, 26 maio 2021. Springer Science and Business Media LLC. http://dx.doi.org/10.1007/s10840-021-00989-x.

LI Q, Guan X, Wu P, et al. Original early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus – infected pneumonia. N Engl J Med. 2020. Publicação online 29 janeiro. DOI: 10.1056/NEJMoa2001316.

LI R, Pei S, Chen B, Song Y, Zhang T, Yang W et al. Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2). Science. 2020:1-9. https://doi.org/10.1126/science.abb3221

LI X, Geng M, Peng Y, Meng L, Lu S. Molecular immune pathogenesis and diagnosis of Covid-19. J Pharm Anal. 2020;20(2):102-8. https://doi.org/10.1016/j.jpha.2020.03.001

LI Z, Chen Q, Feng L, Rodewald L, Xia Y, Yu H, et al. Active case finding with case management: the key to tackling the COVID-19 pandemic. Lancet 2020; 396:63-70.

LORATO I., Stuijk S., Meftah M., Kommers D., Andriessen P., van Pul C., de Haan G. Towards Continuous Camera-Based Respiration Monitoring in Infants. Sensors. 2021;21:2268. doi: 10.3390/s21072268.

LU, Jian Kang et al. Remote monitoring technologies for measuring cardiovascular functions in community-dwelling adults: a systematic review. *GeroScience*, [S.l.], v. 45, p. 2939–2950, 2023. DOI: 10.1007/s11357-023-00815-4. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11357-023-00815-4.

LUNDELL S, Holmner Å, Rehn B, Nyberg A, Wadell K. Telehealthcare in COPD: a systematic review and meta-analysis on physical outcomes and dyspnea. Respir Med. 2015;109(1):11-26. https://doi. org/10.1016/j.rmed.2014.10.008

MAURYA L., Kaur P., Chawla D., Mahapatra P. Non-Contact Breathing Rate Monitoring in Newborns: A Review. Comput. Biol. Med. 2021;132:104321. doi: 10.1016/j.compbiomed.2021.104321.

MCGILLION, Michael H.; PARLOW, Joel; BORGES, Flavia K.; MARCUCCI, Maura; JACKA, Michael; ADILI, Anthony; LALU, Manoj M.; YANG, Homer; PATEL, Ameen; O'LEARY, Susan. Post Discharge after Surgery Virtual Care with Remote Automated Monitoring Technology (PVC-RAM): protocol for a randomized controlled trial. Cmaj Open, [S.L.], v. 9, n. 1, p. 142-148, jan. 2021. CMA Joule Inc.. http://dx.doi.org/10.9778/cmajo.20200176.

Ministério da Saúde (Brazil). Quais são os sintomas. Reference: coronavírus – COVID-19. Disponível em: https://coronavirus.saude.gov. br.

Ministério da Saúde. Plano de Contingência Nacional para Infecção Humana pelo novo Coronavírus COVID-19. https://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2020/fevereiro/13/plano-contingencia coronavirus-COVID19.pdf.

Ministério da Saúde. Portaria nº 188, de 3 de fevereiro de 2020. Declara Emergência em Saúde Pública de importância Nacional (ESPIN) em decorrência da Infecção Humana pelo novo Coronavírus (2019-nCoV). Diário Oficial da União 2020; 4 fev.

OMBONI, Stefano; BALLATORE, Tommaso; RIZZI, Franco; TOMASSINI, Fernanda; PANZERI, Edoardo; CAMPOLO, Luca. Telehealth at scale can improve chronic disease management in the community during a pandemic: an experience at the time of covid-19. Plos One, [S.L.], v. 16, n. 9, p. 0258015, 29 set. 2021. Public Library of Science (PLoS). http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0258015.

OPAS (2020). Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a Covid-19. Página informativa n. 5.

PEDRO, J. et al. Volume 5 -Edição 1 -2021 RESPOSTA FISIOLÓGICA DO SER HUMANO À EXPOSIÇÃO A AMBIENTES DE ELEVADA ALTITUDE. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.unaerp.br/revista-cientifica-integrada/edicoes-anteriores/volume-5-edicao-1-agosto-2021/4299-rci-respostafisiologica-altitude-04-2021/file>.

ROHMETRA H., Raghunath N., Narang P., Chamola V., Guizani M., Lakkaniga N.R. AI-Enabled Remote Monitoring of Vital Signs for COVID-19: Methods, Prospects and Challenges. Computing. 2021:1–27. doi: 10.1007/s00607-021-00937-7.

SANTOS, Weverson Soares et al. Reflexões acerca do uso da telemedicina no Brasil: oportunidade ou ameaça? Revista de Gestão em Sistemas de Saúde, v. 9, n. 3, p. 433-453, 2020.

SCHIEFER, L. M. et al. Validity of peripheral oxygen saturation measurements with the Garmin Fēnix® 5X Plus wearable device at 4559 m. *Sensors*, Basel, v. 21, n. 19, p. 6363, 2021. DOI: 10.3390/s21196363. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s21196363.

SILVA, N. C. DE O. V. E; ALFIERI, F. M. Peripheral oxygen saturation is not influenced by the use of face masks in exercise. **Acta Fisiátrica**, v. 27, n. 3, p. 190–192, 30 set. 2020.

SOHRABI C, Alsafi Z, O'Neill N, Khan M, Kerwan A, Al-Jabir A, et al. World Health Organization declares global emergency: a review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). Int J Surg 2020; 76:71-6.

STATPEARLS**.** Muscle Strength Grading. In: STATPEARLS [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan–. Disponível em: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK436008/.

SUN Z., He Q., Li Y., Wang W., Wang R.K. Robust Non-Contact Peripheral Oxygenation Saturation Measurement Using Smartphone-Enabled Imaging Photoplethysmography. Biomed. Opt. Express. 2021;12:1746. doi: 10.1364/BOE.419268.

TOBASE, L. et al. The application of Borg scale in cardiopulmonary resuscitation: An integrative review. *PLOS Digital Health*, v. 3, n. 8, e0000592, 28 ago. 2024. DOI: 10.1371/journal.pdig.0000592.

VAN Doremalen N, Bushmaker T, Morris DH. Aerosol and surface stability of ARS-CoV-2 as compared with SARS-CoV-1. N Engl J Med. 2020. Published online March 17. DOI: 10.1056/NEJMc2004973.

VAUGHAN, N., & Dubey, VN (2017). *Monitoramento de parâmetros de reabilitação em pacientes com AVC* . http://eprints.bournemouth.ac.uk/29028/

WANG J., Warnecke J., Haghi M., Deserno T. Unobtrusive Health Monitoring in Private Spaces: The Smart Vehicle. Sensors. 2020;20:2442. doi: 10.3390/s20092442.

WANG W., Wang X. Contactless Vital Signs Monitoring. Academic Press; Cambridge, MA, USA: 2022.

WERNECK GL, Carvalho MS. A pandemia de COVID-19 no Brasil: crônica de uma crise sanitária anunciada. Cad Saúde Pública 2020; 36:e00068820.

World Health Organization. Clinical management of severe acute respiratory infection when novel coronavirus (2019-nCoV) infection is suspected: interim guidance. Geneva: World Health Organization; 2020.

World Health Organization (WHO). Q&A: similarities and differences – COVID-19 and influenza. Reference: Newsroom/Q&A Detail, 17 March 2020. Disponível em: https://www.who.int/news-room/q-a-detail/q-asimilarities-and-differences-COVID-19-and-influenza.

WU JT, Leung K, Bushman M, et al. Estimating clinical severity of COVID-19 from the transmission dynamics in Wuhan, China. Nature Med. 2020. Published online March 19. DOI: 10.1038/s41591020-0822-7.

WU Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China – summary of a report of 72 314 cases from the Chinese Center for Disease Control and Prevention. JAMA. 2020. DOI: 10.1001/jama.2020.264.

WONG, Chun Ka; HO, Deborah Tip Yin; TAM, Anthony Raymond; ZHOU, Mi; LAU, Yuk Ming; TANG, Milky Oi Yan; TONG, Raymond Cheuk Fung; RAJPUT, Kuldeep Singh; CHEN, Gengbo; CHAN, Soon Chee. Artificial intelligence mobile health platform for early detection of COVID-19 in quarantine subjects using a wearable biosensor: protocol for a randomised controlled trial. Bmj Open, [S.L.], v. 10, n. 7, p. 038555, jul. 2020. BMJ. http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2020-038555.

WURZER, David; SPIELHAGEN, Paul; SIEGMANN, Adonia; GERCEKCIOGLU, Ayca; GORGASS, Judith; HENZE, Simone; KOLAR, Yuron; KONEBERG, Felix; KUKKONEN, Sari; MCGOWAN, Hannah. Remote monitoring of COVID-19 positive high-risk patients in domestic isolation: a feasibility study. Plos One, [S.L.], v. 16, n. 9, p. 0257095, 24 set. 2021. Public Library of Science (PLoS). http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0257095.

ZHOU P, Yang XL, Wang XG, et al. A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. Nature. 2020; 579(7798): 270-73. DOI: 10.1038/s41586-020-2012-7.

ARTIGO 1

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

Monitorização de parâmetros hemodinâmicos na reabilitação de pacientes pós-COVID-19: revisão sistemática

Monitoring hemodynamic parameters in the rehabilitation of post-COVID-19 patients: a systematic review

Monitoreo de parámetros hemodinámicos en la rehabilitación de pacientes post-COVID-19: revisión sistemática

DOI: 10.54033/cadpedv21n13-359

Originals received: 11/15/2024
Acceptance for publication: 12/06/2024

Admilson de Castro Chaves Filho
Mestre em Engenharia Biomédica
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: admilsonchaves@gmail.com

Amanda Maria da Conceição Perez
Mestre em Engenharia Biomédica
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: amanda.1fisio05@gmail.com

Ana Vitória de Morais Inocêncio
Mestre em Engenharia Elétrica
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: anavitoriam@gmail.com

Kétura Rhammá Cavalcante Ferreira
Doutora em Ciências da Saúde
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: ketura.cavalcante@gmail.com

Naelso Alves Cunha
Mestre em Engenharia Elétrica
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: naelso@gmail.com

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

Rosa Fireman Dutra
Doutora em Ciências Biológicas
Instituição: Universidade Federal de Pernambuco
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: rosa.dutra@ufpe.br

Marco Aurélio Benedetti Rodrigues
Doutor em Engenharia Elétrica
Instituição: Universidade Federal de Santa Catarina
Endereço: Recife, Pernambuco. Brasil
E-mail: mabrbenedetti@gmail.com

RESUMO

A pandemia da doença causada pelo novo coronavírus 2019 (COVID-19) tornou-se um dos grandes desafios, afetando a população mundial. É definida como uma doença infecciosa causada pelo SARS-CoV-2, o vírus da síndrome respiratória aguda grave 2. A COVID-19 foi uma doença que afetou principalmente o sistema respiratório, causando grandes problemas de saúde às pessoas, levando à hospitalização ou deixando sequelas significativas em pessoas que foram afetadas pelo vírus. Alguns dos sintomas mais importantes causados pela doença foram o comprometimento do sistema respiratório e funcional do paciente, impactando diretamente na sua qualidade de vida. A fisioterapia contribui atuando na reabilitação de sequelas e limitações decorrentes da doença, que por vezes são realizadas em domicílio devido a problemas de locomoção decorrentes do comprometimento dos pacientes. Diante disso, realizou-se uma revisão sistemática relacionada à monitorização de parâmetros hemodinâmicos que devem ser acompanhados nos indivíduos que foram submetidos ao processo de reabilitação de sequelas tardias ou crônicas proveniente da COVID - 19. Os artigos foram retirados das bases de dados IEEE, PubMed, Springer e Science direct. Diante do exposto, a presente revisão tem como objetivo analisar a literatura publicada nos últimos 5 anos.Os estudos selecionados abordaram a importância da monitorização dos parâmetros hemodinâmicos (frequência cardíaca, saturação de oxigênio e eletrocardiograma) em pacientes que passaram pelo processo de reabilitação após a infecção por COVID-19.

Palavras-chave: Monitorização. Parâmetros Hemodinâmicos. COVID 19. Eletrocardiograma.

ABSTRACT

The pandemic of the disease caused by the novel form of Coronavirus (COVID-19) has become one of the greatest challenges, affecting the world population. The severe acute respiratory syndrome virus 2 is defined as an infectious disease

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

caused by SARS-CoV-2. COVID-19 was a disease that mainly affected the respiratory system, causing major health problems for people, leading to hospitalization or leaving significant sequelae in people who have been affected by the virus. Some of the most important symptoms caused by the disease were the impairment of the patient's respiratory and functional system, directly impacting their quality of life. Physiotherapy contributes to the rehabilitation of sequelae and limitations due to the disease, which are sometimes performed at home due to mobility problems of the patients' impairment. In view of this, a systematic review was carried out related to the monitoring of hemodynamic parameters that must be monitored in individuals who have undergone the rehabilitation process for late or chronic sequelae resulting from COVID - 19. The articles were taken from the IEEE, PubMed databases , Springer and Science direct databases. Given the above, this review aims to analyze the literature published in the last 5 years, which highlights the importance of monitoring hemodynamic parameters in patients in the post-COVID rehabilitation process.

Keywords: Monitoring. Hemodynamic Parameters. COVID 19. Electrocardiogram.

RESUMEN

La pandemia de la enfermedad causada por el nuevo coronavirus 2019 (COVID-19) se ha convertido en uno de los mayores desafíos que afecta a la población mundial. Se define como una enfermedad infecciosa causada por el SARS-CoV-2, el virus del síndrome respiratorio agudo severo 2. El COVID-19 fue una enfermedad que afectó principalmente al sistema respiratorio, provocando importantes problemas de salud a las personas, provocando hospitalizaciones o dejando importantes secuelas. en personas que han sido afectadas por el virus. Algunos de los síntomas más importantes provocados por la enfermedad fueron el deterioro del sistema respiratorio y funcional del paciente, impactando directamente en su calidad de vida. La fisioterapia contribuye a la rehabilitación de las secuelas y limitaciones derivadas de la enfermedad, que en ocasiones se realizan en casa debido a los problemas de movilidad derivados de la discapacidad del paciente. Ante esto, se realizó una revisión sistemática relacionada con el seguimiento de los parámetros hemodinámicos que deben ser monitoreados en individuos que pasaron por el proceso de rehabilitación por secuelas tardías o crónicas derivadas del COVID - 19. Los artículos fueron tomados de las bases de datos IEEE, PubMed. , Springer y Science dirigen. En vista de lo anterior, esta revisión tiene como objetivo analizar la literatura publicada en los últimos 5 años. Los estudios seleccionados abordaron la importancia del monitoreo de los parámetros hemodinámicos (frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno y electrocardiograma) en pacientes que se sometieron al proceso de rehabilitación post COVID-19. infección.

Palabras clave: Monitoreo. Parámetros Hemodinámicos. COVID 19. Electrocardiograma.

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

1 INTRODUÇÃO

O surgimento e a propagação do novo coronavírus de 2019 (2019-nCoV) ou do coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2) foram caracterizados como uma crise de saúde pública que ameaçou o mundo com a rápida propagação do vírus. Desde 1960 que as infecções por Coronavírus são conhecidas pela comunidade científica, mas foi em dezembro de 2019, em Wuhan, província de Hubei, na China, que se percebeu a gravidade deste vírus (Pires Brito *et al*., 2020).

Em março de 2020, a COVID-19 foi caracterizada pela OMS como uma pandemia. O termo "pandemia" refere-se à distribuição geográfica de uma doença e não à sua gravidade. A designação reconheceu que houve surtos de COVID-19 em vários países e regiões ao redor do mundo (SAÚDE, 2020). Em dezembro de 2019 e janeiro de 2020, ocorreram casos de pneumonia atípica (COVID-19) em Wuhan, China (Li *et al*., 2020).

Acredita-se que os primeiros casos de COVID-19 estejam ligados a um mercado de marisco onde pacientes infectados costumavam comer marisco. Supõe-se que o mecanismo de infecção seja transmitido de animais para humanos. Porém, o aparecimento de outros casos foi devido a interações humanas (Cascella *et al*., 2023), e essa transmissão pode ocorrer antes do aparecimento dos sintomas da doença em indivíduos assintomáticos (Du *et al*., 2020). O período de incubação após a infecção é de 1 a 14 dias. O primeiro paciente relatou sintomas típicos da infecção como febre, tosse, cansaço e dores musculares (Li *et al*., 2020).

Podem ser acompanhadas por secreções respiratórias, dor de cabeça, hemoptise e diarreia, e as complicações da infecção podem levar à síndrome respiratória aguda grave (SDRA), danos cardíacos e renais, infecções secundárias e choque (Huang *et al*., 2020). Por outro lado, em comparação com a infecção por influenza, a COVID-19 apresenta sintomas clínicos semelhantes, mas uma taxa mais elevada de progressão para infecções graves e críticas que requerem oxigenoterapia e suporte ventilatório ("Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected", [s.d.]).

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

A mortalidade teve maior incidência em idosos, principalmente aqueles com mais de 80 anos e pessoas que apresentavam alguma patologia (CDC Weekly, 2020), (Dowd *et al*., 2020). As taxas de mortalidade estão relacionadas aos casos críticos e à presença de comorbidades, como doenças cardíacas, hipertensão, diabetes, doenças respiratórias crônicas e neoplasias (CDC Weekly, 2020), (Wu; Mcgoogan, 2020).

Quando o paciente é infectado, o trato respiratório superior é comprometido primeiro, apresentando características muito semelhantes ao resfriado comum, mas pode acometer o trato respiratório inferior (Guo *et al*., 2020), apresentando-se clinicamente de acordo com uma das três condições principais: portadores assintomáticos, indivíduos com doença respiratória aguda (DRA) ou pacientes com pneumonia de gravidade variável (Lai *et al*., 2020).

É extremamente importante compreender que o risco de infecção sintomática pode aumentar com a idade; assim, jovens e crianças podem ser portadores assintomáticos (Xavier *et al*., 2020). Isto reforça a importância da adoção de medidas de saúde para que não ocorra contaminação, mesmo na ausência de manifestações clínicas. A transmissão do vírus entre indivíduos está relacionada à carga viral no trato respiratório superior (Zhou *et al*., 2020) e pode ocorrer por meio de gotículas de tosse, espirro e saliva, apertos de mão, objetos pessoais como celulares, maçanetas, copos e chaves, com contato subsequente com as mucosas (Van Doremalen *et al*., 2020).

O comprometimento funcional pós-COVID-19 prejudica a capacidade de realizar atividades e funções da vida diária, altera o desempenho profissional e dificulta o convívio social. Além disso, os indivíduos podem tornar-se mais sedentários, aumentando o risco de comorbidades. Nas atuais circunstâncias, embora os esforços para reduzir o risco de morte continuem a ser imperativos, os serviços de saúde necessitam de reorientar as suas estratégias para proporcionar a recuperação funcional e a reintegração social destes indivíduos através da reabilitação pulmonar.

Durante o processo de reabilitação de pacientes pós-COVID-19 é de extrema importância seguir as normas de segurança estabelecidas pelas autoridades de saúde, tentando reduzir os riscos de contaminação. A

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

telerreabilitação tem sido utilizada para tratar as sequelas da doença, levando à potencialização de recursos para a execução de serviços de reabilitação de forma remota, que pode ocorrer em tempo real ou não, trazendo benefícios semelhantes aos da reabilitação presencial supervisionada (Lundell *et al.*, 2015) e minimizando barreiras em termos de distância, tempo, custo e risco. No Brasil, o Conselho Federal de Fisioterapia e Terapia Ocupacional (COFFITO), por meio da Resolução nº 516 (10) de 20 de março de 2020, autoriza serviços de teleconsulta e telemonitoramento já apoiados pela Organização Mundial da Saúde ("RESOLUÇÃO Nº 516, DE 20 DE MARÇO DE 2020 – Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria", [s.d.].

As recomendações de reabilitação visam principalmente facilitar a recuperação física e funcional de pacientes pós-COVID-19 durante e após a hospitalização. Para isso, é necessário considerar cuidadosamente as necessidades de cada paciente, testadas através de uma avaliação abrangente ("RESOLUÇÃO Nº 516, DE 20 DE MARÇO DE 2020 – Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria", [s.d.]).

Devido ao processo de reabilitação a distância, às repercussões causadas pela telerreabilitação, faz-se necessária a compreensão dos parâmetros hemodinâmicos, tornando-se relevante para a intervenção neste ambiente. Dentre os parâmetros hemodinâmicos não invasivos destacam-se a frequência cardíaca (FC), a saturação de oxigênio (SpO2) e o eletrocardiograma (ECG).

A frequência cardíaca (FC) é o número de vezes que o coração bombeia num minuto, ou seja, o número de vezes que o coração bate. Essa frequência corresponde às adaptações que ocorrem para atender às demandas metabólicas. A variabilidade da frequência cardíaca pode surgir e ser esperada como parâmetro marcador e/ou preditor de risco cardiovascular (Ferreira, 2021).

Um eletrocardiograma (ECG) é um exame médico elaborado como parte de uma análise cardíaca e pode registrar alterações no potencial elétrico produzido pela atividade do coração. Os eletrocardiógrafos permitem a realização informatizada de eletrocardiogramas, bem como o seu monitoramento, com registro e arquivamento dos resultados. O programa gera

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

os resultados dos exames em um arquivo digital que pode ser facilmente enviado a outros profissionais (Breen; Bond; Finlay, 2017).

A saturação de oxigênio no sangue periférico é visualizada com um oxímetro, e o oxigênio é transportado pela hemoglobina, um parâmetro importante do sistema respiratório e circulatório. A saturação de oxigênio é medida pela emissão de luz que passa pelo tecido e é parcialmente absorvida. Isso ocorre analisando a absorção da luz vermelha e infravermelha pela hemoglobina (Hb) e pela oxiemoglobina (HbO2). A absorção de Hb no espectro vermelho é muito maior que a de HbO2, enquanto a absorção de Hb no infravermelho é muito menor que a de HbO2. A visualização da saturação de oxigênio no sangue auxilia no cuidado do indivíduo e na minimização de possíveis riscos e é um indicador para tomada de decisão clínica (Ferreira, 2021).

Diante do exposto, fica evidente a importância da monitorização dos sinais vitais em pacientes no processo de reabilitação pós-COVID. Desta maneira, a presente revisão tem como objetivo analisar a literatura publicada nos últimos 5 anos sobre a monitorização de parâmetros hemodinâmicos de pacientes em processo de reabilitação, com enfoque nos estudos que tratam de indivíduos com sequelas tardias ou crônicas oriundas da COVID-19.

2 MÉTODOS

2.1 DESIGN DE ESTUDO

Esta revisão sistemática teve como objetivo discutir dispositivos de monitoramento do padrão hemodinâmico para uso em pacientes submetidos à reabilitação pós-COVID 19. O estudo foi editado seguindo o checklist PRISMA.

2.2 EXTRAÇÃO DE DADOS

Os detalhes dos que foram encontrados nos estudos selecionados foram apresentados de forma resumida e padronizada, de modo a reunir as

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

informações consideradas importantes de cada estudo. O objetivo deste estudo foi organizar todos os dados e garantir a coerência na etapa de coleta. Foram coletadas algumas informações de forma geral de cada estudo, como autor, ano de publicação, tema, objetivo do estudo, amostra e escopo do estudo. Na revisão sistemática, os resultados encontrados em cada artigo foram apresentados a partir do texto original, onde podem ser vistos de forma resumida na Tabela 1.

2.3 ESTRATÉGIA DE PESQUISA E SELEÇÃO DE ESTUDOS

Uma pesquisa bibliográfica sistemática foi realizada nas bases de dados Pubmed, IEE, Sciencedirect e Springer. Foram realizadas buscas de artigos restringindo o período de publicação entre os anos de 2018 a 2024.A abordagem inicial foi feita utilizando as plataformas Descritores em Ciências da Saúde (DeCS) e Medical Subject Headings (MeSH), utilizando descritores e palavras-chave particulares, a saber: parâmetros hemodinâmicos, coronavírus, Covid, Covid19. Para cruzamento dos termos foram utilizados operadores booleanos (AND e OR). Para extração dos dados foram utilizadas as palavras-chave citadas acima. Abaixo, a Tabela 1 apresenta o número de artigos extraídos de cada base de dados.

Tabela 1. Bases de dados e suas respectivas quantidades de trabalhos associados às palavras-chave encontradas

Base de dados	Quantidade de artigos
IEE	185
Science Direct	309
Springer	1.144
PubMed	319
Total	**1.957**

Fonte: Elaborado pelos autores

Os estudos selecionados foram então filtrados usando vários critérios:

- Primeiro critério: apenas estudos originais.
- Segundo critério: estudos publicados entre 2019 e 2024, em português e/ou inglês.
- Terceiro critério: leitura do título e resumo. Os estudos selecionados

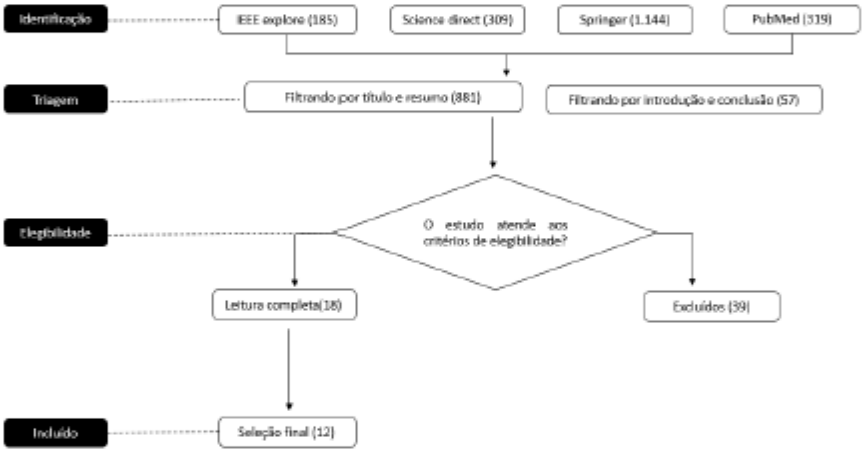
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

estavam de acordo com o tema abordado.

- Quarto critério: leitura da introdução e conclusão. Os estudos selecionados estavam de acordo com o tema abordado.
- Quinto critério: foram excluídos estudos de caso, revisões, revisões de literatura e estudos duplicados indexados em diferentes bases de dados.

As etapas do processo de seleção dos estudos estão apresentadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1. Fluxograma da estratégia de revisão sistemática da literatura



Fonte: Elaborado pelos autores

2.4 CRITÉRIO DE ELEIÇÃO

Após análise da introdução e conclusão dos artigos, na penúltima etapa da RSL, foram analisados 18 artigos em seu texto completo, onde é feito um ranking entre eles e novos filtros podem ser aplicados. Nesta etapa, os filtros foram mais rígidos, pois a etapa final deve conter os trabalhos que serão analisados.

Os artigos selecionados foram avaliados em uma escala de 0 a 5 de acordo com o conteúdo apresentado e a importância de seus resultados. Estudos que utilizaram parâmetros hemodinâmicos; que obtiveram resultados

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

superficiais ou que a metodologia não foi muito clara, foram classificados com notas entre 0 e 3, não foram incluídos no estudo final, mas foram muito importantes para este estudo.

Após toda essa análise, foram incluídos no estudo da RSL um total de 12 artigos, que apresentaram notas 4 ou 5. Após a análise descrita acima, foi criada uma tabela com informações sobre autor, ano, título do artigo, amostra, intervenção, as limitações encontradas em cada artigo e o desfecho de cada estudo.

2.5 PROCEDIMENTOS DE SELEÇÃO DE ESTUDOS

A seleção dos estudos ocorreu em três etapas: busca e identificação dos estudos, remoção de duplicatas e leitura dos artigos. A etapa de busca nas bases de dados consistiu na obtenção de títulos e resumos após realizar as buscas nas bases de dados e aplicar filtros, como: período de publicação, idioma de publicação e tipo de publicação, bem como a análise dos critérios de elegibilidade. A etapa de remoção de duplicatas consistiu na busca de referências duplicadas na totalidade dos títulos obtidos, através do gerenciador de referências Mendeley, após esta verificação, apenas um título foi mantido e suas cópias foram excluídas. Dois revisores independentes verificaram os textos completos utilizando títulos e resumos. Os estudos que atenderam aos nossos critérios de elegibilidade foram incluídos nesta revisão e quando houve discrepâncias entre os revisores estas foram resolvidas por um terceiro revisor.

2.6 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE METODOLÓGICA DOS ESTUDOS

A avaliação da qualidade metodológica dos artigos selecionados foi realizada por meio da escala de PEDro. A escala é composta por 11 questões sobre o estudo, das quais 10 são pontuadas, cada item corresponde a 1 ponto quando atinge seu objetivo, com exceção do item 1, que não é pontuado. Assim, a pontuação total pode variar de 0 (zero) a 10 (dez) pontos, onde 9 a 10 pontos correspondem à qualidade excelente, 8 a 9 pontos correspondem à boa

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

qualidade, 4 a 5 pontos correspondem à qualidade razoável e abaixo de 3 pontos são classificados como estudos de baixa qualidade metodológica. Estudos com escala PEDro ≥4 pontos foram incluídos no presente estudo, indicando uma qualidade aceitável para inclusão [13]. A escala PEDro é composta pelos seguintes critérios: 1) especificação dos critérios de inclusão (item sem pontuação); 2) alocação aleatória; 3) sigilo de alocação; 4) similaridade dos grupos na fase inicial ou basal; 5) mascaramento de sujeitos; 6) mascaramento do terapeuta; 7) cegamento do avaliador; 8) mensuração de pelo menos um desfecho primário em 85% dos sujeitos alocados; 9) análise de intenção de tratar; 10) comparação entre grupos de pelo menos um desfecho primário e 11) relato de medidas de variabilidade e estimativa de parâmetros de pelo menos uma variável primária

2.7 MEDIDAS DE RESULTADO

O desfecho primário foi o monitoramento dos parâmetros hemodinâmicos em pacientes pós-COVID-19 medidos pela comparação de diferentes dispositivos de monitoramento, e os resultados foram medidos por meio de testes avaliativos de captação e monitoramento dos parâmetros.

2.8 ANÁLISE DE RESULTADOS E DADOS

As variáveis analisadas nos artigos foram realizadas a partir do desfecho principal abordado neste estudo e são abordadas em forma de tabela, descritas conforme as categorias avaliadas. Possíveis relações entre os estudos incluídos foram esclarecidas ao longo do texto, explicando suas características.

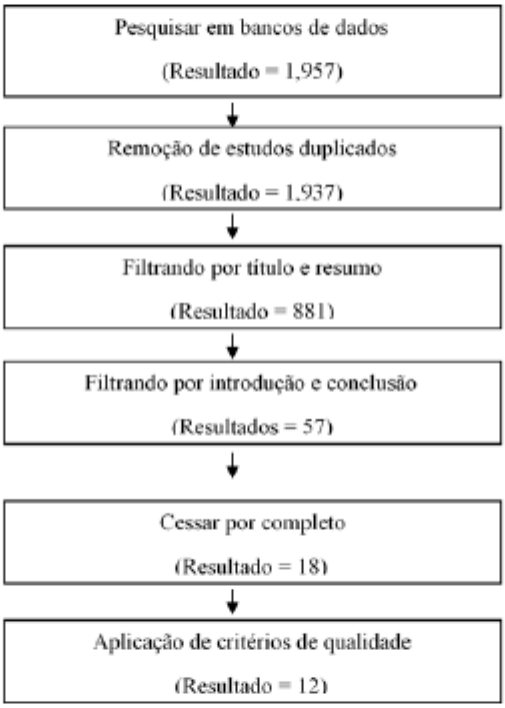
2.9 ANÁLISE DE RESULTADOS E DADOS

A estratégia de busca eletrônica integrou um total de 1.957 registros nas bases de dados selecionadas. Após triagem de duplicatas foram excluídos 20 artigos, seguido de triagem por títulos e resumos, outros 1.056 artigos foram

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

excluídos, 881 foram triados por introdução e conclusão, sendo excluídos 824 artigos, restando 57 artigos para leitura na integração, restando 18 registros potencialmente relevantes que foram submetidos à revisão de texto completo e destes, 12 artigos de natureza científica, provenientes dos ensaios clínicos avaliados, foram incluídos para a síntese qualitativa desta revisão. O fluxograma detalhado da estratégia de busca é mostrado na Figura 2.

Figura 1. Mapa da Cidade de São Paulo



Fonte: Elaborado pelos autores

2.10 PRINCIPAIS CONCLUSÕES DOS ESTUDOS SELECIONADOS

Os estudos clínicos elegíveis selecionados para esta revisão sistemática da literatura foram caracterizados de acordo com as seguintes variáveis: ano de publicação do estudo analisado, objetivo, tamanho da amostra, intervenção e principais resultados encontrados em cada estudo.

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

Nos estudos selecionados, foi aplicada a Ferramenta Cochrane pelo autor (Tabela 2) para avaliação de risco de viés em ensaios clínicos randomizados. A ferramenta Cochrane, avalia o risco de viés em ensaios clínicos. Nessa ferramenta encontram-se simbologias (+, -, ?), as quais representam o baixo risco de viés, alto risco e quanto a incerteza nos aspectos avaliados, respectivamente.

Tabela 2. Ferramenta Cochrane para avaliação de risco de viés

Critérios	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
Randomização												
Sigilo de alocação												
Cegamento dos participantes e profissionais												
Cegamento dos avaliadores do desfecho												
Desfecho incompleto												
Relato de desfecho seletivo												
Outras fontes de viés												
Intenção de tratar												

Baixo risco de viés
Alto risco de viés
Incerto

Fonte: Elaborado pelos autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Kirszenblat;Edouard (2021), em seu trabalho intitulado "Validation of the Withings ScanWatch as a Wrist-Worn Reflective Pulse Oximeter: Prospective Interventional Clinical Study", utilizou um relógio de pulso analógico (Withings ScanWatch) que media os níveis de SpO2 comparando com outro instrumento disponível no mercado (hemoxímetro), aprovado pelos órgãos de controle (FDI) e de acordo com as Norma ISO 80601-2-61:2017, com objetivo principal de

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

avaliar a precisão do ScanWatch e como objetivo secundário, validar a segurança do dispositivo. Com base na análise dos critérios de inclusão e exclusão, 14 participantes atenderam aos critérios e foram incluídos no estudo. Os participantes foram expostos a condições não hipóxicas e hipóxicas, obtendo os resultados exigidos. Foi possível concluir que os dados dos níveis de SpO2 do ScanWatch obtiveram nível de concordância semelhante ao hemoxímetro ABL90 (Radiometer Medical ApS), mostrando-se favorável à sua utilização em ambientes clínicos e domésticos.

McGillion *et al*, (2021) tratam em seu estudo "Post Discharge after Surgery Virtual Care with Remote Automated Monitoring Technology (PVC-RAM): protocolo para um ensaio clínico randomizado" o uso de dispositivos para avaliação de parâmetros hemodinâmicos em pacientes que receberam alta hospitalar resultantes de procedimentos cirúrgicos durante a pandemia de COVID-19. Selecionamos 900 pacientes que passaram pelo processo de randomização, em que um grupo receberia tratamento e acompanhamento virtual e outro grupo receberia tratamento padrão. O grupo de pacientes para atendimento virtual, após a alta, recebeu um kit (Cloud DX Connected Health Kit) com os equipamentos para o estudo. Neste kit, o participante recebeu um monitor de pressão arterial com pulseira configurada para envio de dados via Bluetooth, balança de peso corporal, oxímetro e termômetro, todos equipamentos configurados em um tablet. Uma equipe de saúde em ambiente virtual acompanhou os pacientes durante os dias estabelecidos pelo estudo. O trabalho em questão vem se mostrando uma alternativa para acompanhar os pacientes em seus domicílios, consequentemente reduzindo o período de internação e o tempo de espera para cirurgias eletivas, devido à maior rotatividade de pacientes no ambiente hospitalar.

Omboni *et al*, (2021) relataram em seu estudo "A telessaúde em escala pode melhorar o gerenciamento de doenças crônicas na comunidade durante uma pandemia: uma experiência na época do COVID-19" a experiência baseada em uma plataforma de telessaúde usada para gerenciar pacientes com doenças crônicas doenças, onde todos os pacientes foram acompanhados remotamente, por meio de monitorização ambulatorial da pressão arterial (MAPA),

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

eletrocardiograma (ECG) de repouso ou ambulatorial, espirometria, oximetria do sono e polissonografia cardiorrespiratória realizadas em farmácias comunitárias ou consultórios médicos gerais. Sinais de pressão arterial (PA), frequência cardíaca (FC), saturação de oxigênio no sangue (SpO 2), dados antropométricos, glicemia e lipídios também foram monitorados remotamente por meio de um aplicativo de smartphone. comparados em três períodos consecutivos: antes das medidas restritivas instituídas pelas autoridades sanitárias, durante as medidas restritivas e após o fim das medidas restritivas. O número de testes apresentou redução durante as restrições e houve aumento após o bloqueio. Foram observadas alterações significativas nos sinais de ECG e melhora significativa no controle da PA. A proporção de valores anormais de SpO2 e PA foi significativamente menor durante o confinamento. O estudo concluiu a importância do uso de um dispositivo de telessaúde para monitorar o estado de saúde dos pacientes durante a pandemia de COVID-19.

Indraratna *et al*, (2021) abordaram no estudo "Trials and Tribulations: mHealth Clinical Trials in the COVID-19 Pandemic" o desenvolvimento de um aplicativo para smartphone, com o objetivo de um novo modelo de monitoramento de parâmetros hemodinâmicos, que foi denominado de Atendimento Teleclínico - COVID (TCC-COVID).O estudo contou com um total de 166 pacientes, divididos em grupos intervenção e controle, onde esses participantes foram cadastrados por métodos remotos. O dispositivo capturou sinais de saturação de oxigênio (SpO2) e frequência cardíaca (FC) por meio de um oxímetro de pulso, e os sintomas foram medidos por meio de um questionário. Os resultados das medições foram inseridos manualmente no aplicativo e transmitidos para um servidor on-line para revisão pela equipe médica. Durante a pandemia, 5 de 49 (10%) pacientes no grupo de intervenção foram readmitidos em comparação com 12 de 53 (23%) no grupo de controle. Além disso, neste período, 28 dos 29 (97%) de todos os alertas clinicamente significativos recebidos pela equipa de monitorização foram geridos com sucesso em ambiente ambulatorial, evitando a hospitalização. O uso do aplicativo e do rastreamento remoto foi benéfico para monitorar os participantes durante a pandemia com segurança em casa.

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

Adly *et al*. (2021) em seu estudo intitulado "Telegestão de pacientes com COVID-19 isolados em casa usando oxigenoterapia com ventilação com pressão positiva não invasiva e técnicas de fisioterapia: ensaio clínico randomizado", foi proposto um estudo cujo objetivo principal era avaliar e comparar o desempenho de duas alternativas de tratamento não farmacológico para distúrbios do trato respiratório em pacientes isolados com diagnóstico positivo para COVID-19. Para o estudo, 60 pacientes foram selecionados e randomizados em dois grupos (A e B), na proporção de 1:1. Os participantes do primeiro grupo utilizaram um concentrador de oxigênio com BiPAP utilizando máscara facial AirFit F30 (ResMed) com pressão positiva, enquanto o segundo grupo recebeu algumas técnicas convencionais de respiração e fisioterapia osteopática por meio de videoconferência com o fisioterapeuta para realizar os movimentos. Os sinais vitais de todos os participantes foram monitorados por meio de um aplicativo de celular que registrava os parâmetros hemodinâmicos do paciente. Como resultados alcançados, foi possível identificar que o tempo de recuperação dos pacientes do grupo A foi menor em relação ao grupo B. Quanto ao recurso de telemonitoramento, os pacientes de ambos os grupos relataram seu uso como satisfatório e positivo.

Liu *et al* (2022), descrevem no estudo Testando a viabilidade de operacionalizar um ensaio prospectivo e randomizado com monitoramento remoto de ECG de segurança cardíaca durante uma pandemia, no qual usaram um dispositivo (KardiaMobile® 6L) que consiste em um aplicativo telefônico que realiza o monitoramento do eletrocardiograma e um sensor que é colocado na perna do paciente, posicionando os polegares para medir os dados necessários. Esse sistema de monitoramento foi utilizado como ferramenta no estudo cujo objetivo principal era observar se a hidroxicloroquina (HCQ) causaria arritmias cardíacas em pacientes que a utilizavam como medicamento no tratamento da COVID-19. Foram selecionados 483 pacientes, dos quais 54 aceitaram participar da pesquisa. Os pacientes foram randomizados em dois grupos (intervenção e controle). Esses pacientes realizaram a identificação dos traçados do eletrocardiograma 1 hora antes da administração da medicação e duas horas após a administração. Foi possível concluir que o uso de dispositivos para

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

identificação remota de parâmetros cardíacos pode ser possível.

No estudo proposto por Baldinger *et al* (2021), "TELECOVID: Monitoramento Remoto de Sinais Vitais de Pacientes de Risco COVID-19 em Isolamento Domiciliar com Dispositivo Intra-auricular Vestível", o objetivo principal foi avaliar o uso de um dispositivo intra-auricular que monitorasse os parâmetros hemodinâmicos de pacientes que estavam em casa durante a pandemia e potencialmente positivo para COVID-19, com forma de identificar os sintomas e, em caso de piora do quadro clínico do paciente, atuar mais rapidamente nesses pacientes. No momento em que o estudo foi publicado, 95 pacientes haviam sido selecionados para o estudo. Estes utilizavam um aparelho intra-auricular que registrava parâmetros importantes como saturação de oxigênio no sangue, temperatura corporal, frequência respiratória e cardíaca, que eram enviados à equipe por meio do sistema de telemonitoramento Cosiuss. Os dados foram enviados em tempo real, podendo observar se os pacientes apresentaram alguma alteração durante o período e uso do aparelho. Como conclusão do estudo, foi possível considerar como promissor o uso desse monitoramento em pacientes no domicílio.

No estudo de Wurzer *et al*, (2021), "Monitoramento remoto de pacientes de alto risco positivos para COVID-19 em isolamento doméstico: Um estudo de viabilidade" teve como objetivo apresentar um sistema de monitoramento remoto prático e de baixo custo, capaz de capturar a saturação de oxigênio (SpO2), frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR) e a temperatura. Participaram do estudo 153 pacientes, onde foram acompanhados durante 9 dias, com tempo de acompanhamento diário de 13,3 horas. Foi utilizado um sistema de monitoramento através de um aparelho intra-auricular e um gateway de dados que recebe os dados do aparelho via Bluetooth, armazena e os transmite para um servidor via rede móvel ou internet. O aparelho utilizou dois sensores: um fotodiodo para leitura de fotopletismografia com LEDs vermelhos e infravermelhos e um termômetro de contato para leitura de temperatura. Através deste estudo foi possível evidenciar que as informações necessárias foram captadas através de um sistema de monitoramento remoto. A tecnologia de transferência de dados necessária está disponível praticamente em qualquer

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

lugar; o sistema é, portanto, adequado para expansão quando necessário, pois o monitoramento remoto terá impacto na economia de recursos do sistema de saúde e, ao longo do tempo, intervirá também no processo de internações hospitalares, possivelmente reduzindo o tempo de internação e uma provável redução de a piora do estado do paciente.

Adiono *et al*, (2022) discutem no estudo um dispositivo portátil para monitoramento remoto de sinais vitais de pacientes com COVID-19 chamado de Respinos. O dispositivo em questão teve como objetivo monitorar os parâmetros hemodinâmicos de pacientes assintomáticos ou com sintomas leves que estavam em isolamento domiciliar. Os sinais vitais do paciente monitorados foram a frequência respiratória e cardíaca, temperatura corporal e saturação de oxigênio no sangue. Um diferencial deste aparelho foi a possibilidade de ser utilizado como espirômetro avaliando parâmetros como capacidade vital forçada (CVF), expiração forçada fluxo (VEF), VEF no primeiro segundo (VEF1) e pico de fluxo expiratório (PFE), parâmetros importantes para identificar problemas pulmonares. Os dados do dispositivo são enviados em tempo real por meio de um aplicativo móvel, que também permite o contato entre pacientes e profissionais de saúde. O estudo também comparou a eficiência do Respinos com outros dispositivos de monitoramento disponíveis no mercado, nos quais apresentou bom desempenho. O estudo conclui que o dispositivo em questão é benéfico e que permite à equipe médica monitorizar em tempo real os pacientes que estão em casa e acompanhar a sua evolução.

Wong *et al*, (2020) em seu estudo "Plataforma de saúde móvel de inteligência artificial para detecção precoce de COVID-19 em indivíduos em quarentena usando um biossensor vestível: protocolo para um ensaio clínico randomizado" usaram biossensores vestíveis para monitorar continuamente parâmetros fisiológicos para detecção precoce de progressão clínica da COVID-19. Em sua primeira fase, a fase de randomização, foram utilizados 100 indivíduos que foram divididos em grupo intervenção e grupo controle, onde o grupo controle apenas monitorará a temperatura e monitorará os sintomas, no grupo intervenção, além dos aspectosMencionado acima,os participantes usarão um biossensor de manguito portátil baseado em multissensor, Everion, capaz de

Revista CADERNO PEDAGÓGICO
REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

rastrear parâmetros hemodinâmicos, perfusão sanguínea da pele, passos, temperatura da pele, pressão barométrica e atividade eletrodérmica. Biossensores vestíveis serão usados 22 a 23 horas por dia. Além disso, os pacientes serão orientados a informar sobre seus sintomas. Os parâmetros fisiológicos obtidos serão transferidos em tempo real por meio de um aplicativo de smartphone projetado para um armazenamento em nuvem para processamento usando o Biovitals Analytics Engine. Com o estudo viu-se que, em curto prazo, os resultados podem fornecer informações sobre a detecção da progressão da doença da COVID-19 através do monitoramento de dados fisiológicos e possíveis formas de reduzir a propagação da doença. A longo prazo, o estudo poderá demonstrar um exemplo importante de como as tecnologias vestíveis e as técnicas de aprendizagem automática podem ser incorporadas nos serviços médicos existentes.

Hesar *et al* (2023), em seu estudo intitulado "Sistema eletrônico epidérmico habilitado para IA para monitorar automaticamente um parâmetro prognóstico para hipertensão com um smartphone", utilizaram um sistema eletrônico epidérmico (EES) que foi utilizado de forma vestível e flexível, sem fio e que também pode ser usado em smartphones. Este sistema teve como objetivo monitorar parâmetros que podem ser utilizados no prognóstico da hipertensão. O sistema eletrônico pode ser facilmente aderido à região do tórax do paciente para que os sinais do eletrocardiograma (ECG) e do sismocardiograma (SCG) da primeira derivação possam ser monitorados de forma síncrona. Neste estudo foram utilizados dois tipos de sensores, um par de eletrodos metálicos para entrar em contato com a pele e registrar o ECG e um sensor vibratório baseado em um fino polímero piezoelétrico para registrar o SCG do mesmo local no tórax, onde após a captura do sinal do processo, as informações são transferidas e analisadas no smartphone para analisar continuamente o tempo entre determinados picos de ECG e SCG. Ao final do estudo, constatou-se que o sistema eletrônico epidérmico parece ser um método bastante promissor para monitoramento de pacientes com doenças cardiovasculares.

No estudo proposto por Chen *et al* (2023) com o tema "Um Sistema Inteligente de Monitoramento da Circulação Sistêmica para Doenças Neonatais

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

Graves. Severity Evaluation" desenvolveu um sistema inteligente de monitoramento da circulação sistêmica com o objetivo de avaliar a perfusão sanguínea e estimar a gravidade da doença de forma não invasiva em pacientes neonatais. Diante disso, foi desenvolvido um dispositivo de captura de sinal sem fio que é capaz de monitorar em tempo real alterações nos parâmetros de hemoglobina sob pressão externa alterada, permitindo a observação da resposta hemodinâmica, do estado de perfusão sanguínea e da relação com o estado de gravidade da doença. apresentado pelo paciente, através do sistema de monitoramento inteligente que é composto por um dispositivo sensor de detecção sem fio e uma plataforma inteligente. Ao final do estudo, percebeu-se que o sistema proposto apresentava potencial como ferramenta diagnóstica complementar para futura aplicação clínica, auxiliando os profissionais de saúde no monitoramento da circulação sistêmica neonatal e prevendo ainda mais a gravidade da doença leve e grave, possibilitando em no futuro, será combinado com medição de ECG, frequência cardíaca e sua variabilidade.

Da análise dos estudos, Kirszenblat; Eduardo (2021);Baldinger *et al* (2021) eAdiono *et al*, (2022), utilizaram dispositivos para captar o sinal de saturação de oxigênio no sangue, que é um parâmetro de grande importância no monitoramento dos níveis de oxigênio do paciente e possíveis alterações como a hipóxia rápida. Portanto, os resultados obtidos nesses estudos mostraram que os dispositivos foram eficazes durante a pandemia de COVID-19, com níveis de concordância aceitáveis segundo órgãos reguladores, podendo ser uma alternativa promissora para uso em ambientes domiciliares. Vale ressaltar também que em alguns casos é importante levar em consideração o conforto do paciente quanto ao uso desses dispositivos, para que a captação seja feita de forma mais fácil e acessível, como foi feito com o ScanWatch e que não não causar retirada. o uso desses dispositivos, como aconteceu em estudos em que o aparelho auricular era desconfortável para parte dos participantes em estudos que utilizaram esse instrumento.

Diante dos estudos avaliados, ficou evidente a importância dos dispositivos vestíveis para identificação dos parâmetros hemodinâmicos, juntamente com a captação dos sinais do eletrocardiograma (ECG) e da

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

temperatura corporal no ambiente domiciliar como forma de monitorar o estado geral do paciente em tempo real, monitorando as possíveis alterações e intervir rapidamente nesses pacientes fora do ambiente hospitalar. Vale ressaltar também como a incorporação da telessaúde em tempos de pandemia auxiliou no processo saúde-doença da população em isolamento social, resultando na redução da procura por cuidados de saúde durante a pandemia e impactando positivamente na melhoria do acesso aos serviços de saúde .

4 CONCLUSÃO

Através desta revisão foi possível mostrar que a aquisição de sinais de parâmetros hemodinâmicos pode ser registrada através de dispositivos vestíveis, apresentando resultados satisfatórios para que a validação do equipamento possa ser realizada.

É importante utilizar tecnologias para auxiliar o processo de reabilitação, buscando monitorar e acompanhar os sinais vitais dos pacientes durante os exercícios de reabilitação, e com isso, mostrar que a tecnologia através de sensores é de grande ajuda no tratamento fisioterapêutico, alcançando resultados mais confiáveis na visão do protocolo proposto aos pacientes, auxiliando no desenvolvimento de protocolos de reabilitação.

Esses resultados serão importantes para incentivar estudos futuros, apoiando o uso da aquisição de sinais de parâmetros hemodinâmicos durante o processo de reabilitação.

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

REFERÊNCIAS

ADLY, A. S.; ADLY, M. S.; ADLY, A. S. **Telemanagement of Home-Isolated COVID-19 Patients Using Oxygen Therapy With Noninvasive Positive Pressure Ventilation and Physical Therapy Techniques: Randomized Clinical Trial**. Journal of Medical Internet Research, v. 23, n. 4, p. e23446, 28 abr. 2021. 10.2196/23446

BALDINGER, M. *et al*. **TELECOVID: Remote Vital Signs Monitoring of COVID-19 Risk Patients in Home Isolation With an In-Ear Wearable**. IEEE Pervasive Computing, v. 20, n. 2, p. 58–62, 1 abr. 2021. 10.1109/MPRV.2021.3066825

BREEN, C.; BOND, R.; FINLAY, D. **A clinical decision support tool to assist with the interpretation of the 12-lead electrocardiogram.** Health Informatics Journal, v. 25, n. 1, p. 51–61, 5 jan. 2017. 10.1177/1460458216683534.

CASCELLA, M. *et al*. **Features, Evaluation and Treatment Coronavirus (COVID-19)**. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK554776/>.

CDC WEEKLY, C. **The Epidemiological Characteristics of an Outbreak of 2019 Novel Coronavirus Diseases (COVID-19)** — China, 2020. China CDC Weekly, v. 2, n. 8, p. 113–122, 2020.

Clinical management of severe acute respiratory infection (SARI) when COVID-19 disease is suspected. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/clinical-management-of-novel-cov.pdf>.

DU, Z. *et al*. **Serial Interval of COVID-19 among Publicly Reported Confirmed Cases.** Emerging Infectious Diseases, v. 26, n. 6, jun. 2020. 10.3201/eid2606.200357.

FERREIRA, KR C. **Desenvolvimento de aparelho para monitoramento de parâmetros hemodinâmicos e eletromiográficos: uma aplicação em Watsu** / Kétura Rhammá Cavalcante Ferreira – Recife, 2020.

GUO, Y.-R. *et al*. **The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak – an update on the status**. Military Medical Research, v. 7, n. 1, 13 mar. 2020.

HUANG, C. *et al*. **Clinical features of patients infected with 2019 novel coronavirus in Wuhan, China.** The Lancet, v. 395, n. 10223, p. 497–506, 24 jan. 2020. 10.1016/S0140-6736(20)30183-5

INDRARATNA, P. *et al*. **Trials and Tribulations: mHealth Clinical Trials in the COVID-19 Pandemic.** Yearbook of Medical Informatics, v. 30, n. 1, p. 272–

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

279, 1 ago. 2021. 10.1055/s-0041-1726487.

JENNIFER BEAM DOWD *et al*. **Demographic science aids in understanding the spread and fatality rates of COVID-19.** medRxiv (Cold Spring Harbor Laboratory), 18 mar. 2020. 10.1101/2020.03.15.20036293.

KIRSZENBLAT, R.; EDOUARD, P. **Validation of the Withings ScanWatch as a Wrist-Worn Reflective Pulse Oximeter: Prospective Interventional Clinical Study**. Journal of Medical Internet Research, v. 23, n. 4, p. e27503, 26 abr. 2021. 10.2196/27503.

LAI, C.-C. *et al*. **Asymptomatic carrier state, acute respiratory disease, and pneumonia due to severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2): Facts and myths.** Journal of Microbiology, Immunology and Infection, v. 53, n. 3, mar. 2020. 10.1016/j.jmii.2020.02.012.

LI, Z. *et al*. **Active case finding with case management: the key to tackling the COVID-19 pandemic.** The Lancet, v. 396, n. 10243, p. 63–70, 4 jul. 2020. 10.1016/S0140-6736(20)31278-2.

LI, R. *et al*. **Substantial undocumented infection facilitates the rapid dissemination of novel coronavirus (SARS-CoV2).** Science, v. 368, n. 6490, 16 mar. 2020.

LIU, H. *et al*. **Recent development of respiratory rate measurement technologies.** Physiological Measurement, v. 40, n. 7, p. 07TR01, 2 ago. 2019. 10.1088/1361-6579/ab299e.

LUNDELL, S. *et al*. **Telehealthcare in COPD: A systematic review and meta-analysis on physical outcomes and dyspnea**. Respiratory Medicine, v. 109, n. 1, p. 11–26, jan. 2015. 10.1016/j.rmed.2014.10.008

MCGILLION, M. *et al*. **Post Discharge after Surgery Virtual Care with Remote Automated Monitoring Technology (PVC-RAM): protocol for a randomized controlled trial**. v. 9, n. 1, p. E142–E148, 1 jan. 2021. 10.9778/cmajo.20200176.

OMBONI, S. *et al*. **Telehealth at scale can improve chronic disease management in the community during a pandemic: An experience at the time of COVID-19.** PLOS ONE, v. 16, n. 9, p. e0258015, 29 set. 2021. 10.1371/journal.pone.0258015.

RESOLUÇÃO Nº 516, DE 20 DE MARÇO DE 2020 – Teleconsulta, Telemonitoramento e Teleconsultoria. Disponível em: <https://www.coffito.gov.br/nsite/?p=15825>.

SAÚDE, O. P.-A. DA. **Entenda a infodemia e a desinformação na luta contra a COVID-19.** Kit de ferramentas de transformação digital;Ferramentas

Revista CADERNO PEDAGÓGICO

REVISTA CADERNO PEDAGÓGICO – Studies Publicações Ltda.
ISSN: 1983-0882

de conhecimento, 30 abr. 2020.

TRIO ADIONO *et al*. **Respinos: A Portable Device for Remote Vital Signs Monitoring of COVID-19 Patients**. v. 16, n. 5, p. 947–961, 1 jan. 2022. 10.1109/TBCAS.2022.3204632.

VAN DOREMALEN, N. *et al*. **Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1**. New England Journal of Medicine, v. 382, n. 16, p. 1564–1567, 17 mar. 2020.

WONG, C. K. *et al*. **Artificial intelligence mobile health platform for early detection of COVID-19 in quarantine subjects using a wearable biosensor: protocol for a randomised controlled trial.** BMJ Open, v. 10, n. 7, p. e038555, jul. 2020. 10.1136/bmjopen-2020-038555.

WU, Z.; MCGOOGAN, J. M. **Characteristics of and Important Lessons from the Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) Outbreak in China.** Jama, v. 323, n. 13, 24 fev. 2020. 10.1001/jama.2020.2648

WURZER, D. *et al*. Remote monitoring of COVID-19 positive high-risk patients in domestic isolation: A feasibility study. **PLOS ONE**, v. 16, n. 9, p. e0257095, 24 set. 2021. 10.1371/journal.pone.0257095.

XAVIER, A. R. *et al*. **COVID-19: clinical and laboratory manifestations in novel coronavirus infection.** Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial, v. 56, 2020.

ZHOU, P. *et al*. **A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin.** Nature, v. 579, n. 7798, p. 270–273, 3 fev. 2020.

ARTIGO 2

A. M. C. *et al. BMC Infectious Diseases* (2023) 23:535
https://doi.org/10.1186/s12879-023-08313-w

BMC Infectious Diseases

RESEARCH Open Access

Physical therapy rehabilitation after hospital discharge in patients affected by COVID-19: a systematic review

Perez A. M. C.[1*], Silva M. B. C[2], Macêdo L. P. G.[3], Chaves Filho A. C.[1], Dutra R. A. F[1] and Rodrigues M. A. B.[2]

Abstract

In 2019, the Coronavirus (SARS-CoV-2) virus was identified, also defined as novel coronavirus or severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. The Corona Virus Disease (COVID-19) pandemic generated several changes in society in 2020 as a result of its rapid spread in humans. The main symptoms are high fever (≥ 37.8 °C), dry cough, dyspnea, upper respiratory symptoms, myalgia, fatigue and diarrhea in the most uncommon cases. Considering the emergency situation caused by the COVID-19 pandemic and the effects attributed to it, rehabilitation professionals have a fundamental role in the functional recovery of patients, independence and improvement of quality of life. This is a systematic review of the literature, with the aim of discussing the main findings on physical therapy management in functional changes in post-COVID-19 patients. Pubmed, Scielo, Sciencedirect, BVS and PEDro databases were used. The terms MESH/DECs used for the searches were: Rehabilitation, Physical Therapy Modalities, Covid-19, Post-acute Syndromes COVID-19 and Physical Fitness, the keywords were also used: rehabilitation, physiotherapy, Covid-19, post-acute syndrome COVID-19 and functional capacity. To cross the terms, Boolean operators (AND and OR) were used. Randomized trials, recommendations, quasi-randomized or prospective controlled trials, reports, guidelines, and field updates were included. As for the selected population, studies were included in individuals of both sexes, with no age restriction, that evaluated physiotherapeutic interventions in patients who had COVID-19. Literature reviews, case studies, conferences, abstracts of articles published in conference proceedings and letters to the editor were excluded from the research. To measure methodological quality, the PEDro scale was used.Searches for articles were performed restricting the period of publication between the years 2019 to 2022. The electronic search strategy identified a total of 364 records from the selected databases. After screening for duplicates, 14 articles were excluded, followed by screening by titles and abstracts, another 298 articles were excluded, of these 47 potentially relevant records were submitted to full text review and of these 5 randomized clinical trials were included in this review. In view of the findings of this study, it can be concluded that physical therapy rehabilitation should continue after hospital discharge, with the aim of improving physical performance and activities of daily living (ADL) in post-COVID-19 patients.

Keywords Rehabilitation, Physical Therapy Modalities, Covid-19, Post-acute Syndromes COVID-19, Physical Fitness

*Correspondence:
Perez A. M. C.
amanda.mariac@ufpe.br
Full list of author information is available at the end of the article

© The Author(s) 2023. **Open Access** This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons licence and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated in a credit line to the data.

Introduction

COVID-19 is an infectious disease caused by severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) [1]. The Pandemic greatly impacted the world scenario, aggravating morbidity and mortality rates [2]. The disease was responsible for many severe cases, mainly in the respiratory system, accompanied by fever, muscle pain and fatigue, even though it is a systemic disease [3, 4]. The virus has high transmissibility between humans, which further aggravated the disease control condition [5].

In addition to respiratory and musculoskeletal changes, the absence of smell and taste can occur as an indication of infections in the early stages of the disease [5]. Studies report that COVID-19 has characteristics similar to common flu conditions, but in some cases, it can lead to serious manifestations and even lead to death, especially in the elderly population and in individuals with chronic comorbidities, being considered a pandemic and emergency of disease public health of international interest [6].

Considering the emergency situation caused by the pandemic, and the deleterious effects not yet fully known, some measures must be taken in view of the possible effects attributed to the disease, such as: motor, respiratory and hemodynamic changes that may also be related to the length of hospital stay and of bed restriction. It is estimated that 5% to 10% of patients are indicated for a post-COVID-19 rehabilitation program [7]. In this way, physical therapy rehabilitation has a fundamental role in the recovery and restoration of the motor functions of people affected by the disease [8].

Some factors can compromise the patient's rehabilitation protocol, such as the availability of rehabilitation services, the difficulty in moving and accessing rehabilitation units, and the patients' financial situation, among others [9]. Rehabilitation professionals play an important role throughout the disease evolution process, from installation, participating in intensive care until discharge, favoring the return of these individuals to their homes and providing continuity of care at that moment [3].

The physiotherapy protocol should be continued after hospital discharge, as there are reports of low physical functioning and impaired performance in activities of daily living in post-COVID-19 patients [10]. The physiotherapy protocol should be individual, focusing on the deficits presented by the individual, aiming to minimize the risks and problems bringing positive impacts on improving functionality, providing independence to the individual, favoring the improvement of the quality of life [8, 11, 12].

This article had as main objectives, to discuss the effects of the main findings on the physical therapy management in the functional alterations of post-COVID-19 patients, to observe the benefits of Physical Therapy in the rehabilitation of patients affected by COVID-19 after hospital discharge, to verify the existence of physiotherapeutic protocols for post-COVID-19 rehabilitation and to evaluate the main functional sequelae in post-covid-19.

Methods

Record

The protocol for this review was registered in the International Prospective Register for Systematic Reviews (PROSPERO), under registration number: CRD42023401750.

Study design

This systematic review aimed to discuss the main findings on physiotherapeutic management of the main functional changes in post-COVID-19 patients after hospitalization discharge. The study was edited following the PRISMA checklist.

Data extraction

Information about the chosen works was summarized in a standard form, organized in order to extract the data considered relevant from each of the studies. The objective was to structure the data and ensure consistency in the extraction process. The information extracted from each study was: general information (author, year of publication, objective, sample and results). In the data extracted for the systematic review, the results of the articles were presented according to the original articles. In the topic results, Table 1. there is a summary of the studies selected for the systematic review.

Research strategy and selection of studies

A systematic literature search was carried out from January 2021 to June 2022 in Pubmed, Scielo, Sciencedirect, BVS and PEDro databases. Searches for articles were performed restricting the period of publication between the years 2019 to 2022. The keywords used were:Rehabilitation, Physical Therapy Modalities, Covid-19, Post-acute Syndromes COVID-19, Physical Fitness. To cross the terms, the Boolean operators (AND and OR) were used. For data extraction, the above-mentioned keywords were used. Next, Table 1 shows the number of articles extracted from each database.

Eligibility criteria

Only studies that investigated the physical therapy management of the main functional, such as: Changes in muscle strength, balance, fatigue, gait deficit, changes in activities of daily living and limitation of range of motion, changes in post-Covid-19 patients were defined as eligibility criteria. Randomized trials, recommendations,

Table 1 Number of articles extracted from each database

Bases	Number	excluded by duplicity	excluded by title	excluded by summary	full text excluded	accepted
PubMed	174	2	128	25	17	2
Scielo	6	1	1	1	3	0
Science Direct	132	5	72	32	22	1
BVS	31	3	14	9	4	1
PEDro	21	3	14	2	1	1
Total	364	14	229	69	47	5

quasi-randomized or prospective controlled trials, reports, guidelines and field research were included. As for the selected population, studies involving individuals of both sexes were included, with no age restriction. Literature reviews, case studies, conferences, abstracts of articles published in conference proceedings and letters to the editor were excluded from the research.

Study selection procedures

The selection of studies took place in three stages: search and identification of studies, removal of duplicates and reading of articles. The stage of searching the databases consisted of obtaining titles after performing the searches in the databases and applying filters, such as: publication period, publication language and type of publication, as well as the analysis of eligibility criteria. The step of removing duplicates consisted of searching for duplicate references in the totality of titles obtained, through the Mendeley reference manager, after this verification, only one title was kept and its copies were excluded. Two independent reviewers checked full texts using titles and abstracts. Studies that met our eligibility criteria were included in this review and when there were discrepancies between reviewers these were resolved by a third reviewer.

Assessment of the methodological quality of the studies

The evaluation of the methodological quality of the selected articles was performed using the PeDro scale. The scale consists of 11 questions about the study, of which 10 are scored, each item corresponds to 1 point when it reaches its objective, with the exception of item 1, which is not scored. Thus, the total score can vary from 0 (zero) to 10 (ten) points, where 9–10 points correspond to excellent quality, 8–9 points correspond to good quality, 4–5 points correspond to reasonable quality and below 3 points are classified as studies of low methodological quality. Studies with a PEDro scale≥ 4 points were included in the present study,indicating an acceptable quality for inclusion [13]. The PEDro scale is composed of the following criteria: 1) specification of the inclusion criteria (unscored item); 2) random allocation; 3) allocation secrecy; 4) similarity of groups in the initial or baseline phase; 5) masking of subjects; 6) masking of the therapist; 7) blinding of the evaluator; 8) measurement of at least one primary outcome in 85% of the allocated subjects; 9) intention-to-treat analysis; 10) comparison between groups of at least one primary outcome and 11) reporting of variability measures and estimation of parameters of at least one primary variable.

Outcome measures

The primary outcome was physical therapy rehabilitation on functional changes in post-COVID-19 patients measured by comparing different physical therapy protocols, between remote and face-to-face physical therapy protocols, or physical therapy protocols compared with no protocol, and the results were measured using scales and assessment tests, such as: Mini BestTest and the Timed Up and Go, Post-COVID-19 Functional Status Scale questionnaire, Borg scale. We organized treatment effects into three categories: (1) Physiotherapeutic protocols for post-COVID-19 rehabilitation; (2) Benefits of Physiotherapy for post-COVID-19 rehabilitation; (3) main post-covid-19 functional sequelae.

Analysis of results and data

The variables analyzed in the articles were performed from the main outcome addressed in this study and are addressed in the form of a table, described according to the evaluated categories. Possible relationships between the included studies were clarified throughout the text, explaining their characteristics. It was not possible to carry out a meta-analysis, due to the heterogeneity of the information found and the incompleteness of the data, the results were presented as descriptive data.

Results

In this section, the results obtained in this research will be presented, after reading all the articles eligible for analysis.

The analyzed population consisted of participants of both sexes in the post-COVID-19 rehabilitation process, with functional alterations (deficit in gait, strength, balance or reduced quality of life). The study included 302 adults, aged between 18 and 75 years, it was not possible to quantify how many men and how many women participated in the studies respectively, who were diagnosed with COVID-19.

One study assessed functional capacity through the 6-min walk test Li et al. (2022) [14]. Another study PEHLIVAN et al., (2022) [15] investigated the functional performance of participants through a battery of short-term tests: 30-s sit-to-stand test, lower limb strength, baseline visual analogue scale fatigue score, and modified dyspnea score. No significant differences were found in the performance tests, however the visual analogue scale fatigue score was similar, the mMRC score was higher in the TG ($p=0.012$).

Another study, Nambi et al. (2022) [16], evaluated muscle strength, muscle mass and quality of life. strength was measured with a portable dynamometer (Camry digital hand dynamometer, EH 101–17). Quality of life: It was subjectively measured using the Sarcopenia and Quality of Life (SarQol) questionnaire. After high and low intensity exercise. Strength improved in the handgrip strength group improved more ($P<0.001$) in the low-intensity aerobic training group than in the high-intensity aerobic training group, but not in the amount of muscle. Quality of life showed greater improvement ($P<0.001$) in the low-intensity group than in the high-intensity group.

Outro estudo, Foged et al. 2021 [17], realizou um protocolo intervalado de alta intensidade (HIIT), Foi utilizado três protocolos, com duração do exercício (38 min). Um aquecimento de 10 minutos foi seguido por um bloco de exercícios intervalados, com duração entre 21 e 25 minutos dependendo do protocolo específico, com o objetivo de avaliar a tolerância do exercício em pacientes pó-COVID-19. Outro estudo, Giardina et al. (2022), avaliaram o equilíbrio com uma plataforma estabilométrica, enquanto o equilíbrio dinâmico foi avaliado com o Mini BESTest e o teste Timed Up and Go.

Another study, Foged et al. 2021 [17], performed a high-intensity interval protocol (HIIT), three protocols were used, with exercise duration (38 min). A 10-min warm-up was followed by an interval exercise block, lasting between 21 and 25 min depending on the specific protocol, with the aim of assessing exercise tolerance in post-COVID-19 patients. Another study, Giardina et al. (2022) assessed balance with a stabilometric platform, while dynamic balance was assessed with the Mini BESTest and the Timed Up and Go test.

Regarding the protocols used, two articles by Giardinia et al. (2022) and Nambi et al. (2022) [16], provided a description of the intervention groups, types of therapy and form of application. The article by Giardinia et al. (2022) showed that there was a significant difference in the time taken to perform the TUG test between groups ($P<0.0001$); in post-hoc, PwCOVID and PwAECOPD did not differ significantly ($P=0.274$), while healthy subjects performed better than PwCOVID ($P<0.0001$) and PwAECOPD ($P=0.008$). As for the Mini-BESTest, and also in the TUG test, the effect size of the differences between post-COVID-19 and healthy individuals was greater than 0.8. The article by Nambi et al. (2022) [16], showed that after 6 months of intervention there was a significant improvement related to strength and quality of life in the low-intensity exercise group compared to the high-intensity group, with p value. 0.003. Three other studies, PEHLIVAN et al., (2022) [15], Foged et al. 2021 [17] and Li et al. (2022) [14] did not provide the description of the intervention groups, nor types of therapy nor how they were applied. The sample was calculated in only one article Foged et al. 2021 [17].

Due to the heterogeneity of clinical trials in terms of types of protocols, participant characteristics, interventions and comparison groups, the types of protocols used in the functional rehabilitation of post-COVID-19 individuals remain uncertain. In addition, most studies analyzed some of their outcomes based on statistical significance, but it was not possible to calculate the magnitude of the treatment effect.

Search results

The electronic search strategy identified a total of 364 records from the selected databases. After screening for duplicates, 14 articles were excluded, followed by the screening by titles and abstracts, another 298 articles were excluded, of these 47 potentially relevant records were submitted to full text review and of these, 5 articles of a scientific nature, of the type essays Randomized clinicians were included for the qualitative synthesis of this review. The detailed flowchart of the search strategy is shown in Fig. 1.

The Kappa score was used to evaluate the extracted data and verify the agreement between the evaluators regarding the inclusion and exclusion of the studies. it was observed that evaluator 1 decided to include 10 articles and evaluator 2 to include 7, and for 5 articles there was a concordant decision on inclusion. The non-inclusion results were concordant for 352 articles. For 7 articles there was disagreement for inclusion, and for 5 articles evaluator 1 decided for inclusion and evaluator 2 did not, and for 2 articles evaluator 2 decided for inclusion and evaluator 1 did not. The results of this analysis are shown in Table 2.

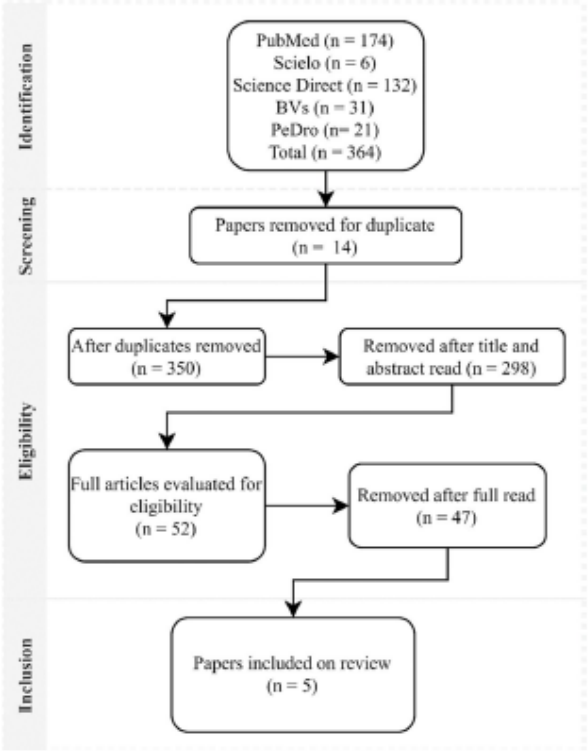


Fig. 1 Review search strategy flowchart

Table 2 Kappa agreement values

Studies	Feature evaluated	Cohen's K	IC95%	Result
364	Decision for Inclusion/exclusion	0,5,788,876,276,957,998	98.1132075471698 1%	moderate concordance

Main findings of selected studies

The eligible clinical studies selected for this systematic literature review were characterized according to the following variables analyzed: year of publication of the study, objective, sample size, intervention and main results found in each study, as shown in Table 3.

Results of the evaluation of the methodological quality of the studies using the PEDro scale

The articles were grouped according to the methodological quality assessment, according to the analysis of the PEDro scale items. According to the PEDro scale classification, one study reached 8 points, two studies reached 7 points, one reached 6 points and one reached 5 points. No studies reported conflicts of interest or funding related to commercial interests. The items that verify the quality of the studies are listed in Table 4, and are explained in the topic: Assessment of the methodological quality of the studies.

Discussion

In Li et al. (2022) [14], they performed a 6-week telerehabilitation program that was compared with control (i.e., short educational instruction) for COVID-19 survivors

Table 3 Summary of the studies selected for this systematic review on the physiotherapeutic management of the main functional changes after covid-19

Author/Year	Aim	Sample	Intervention	Outcome measures	Results
Li et al. (2022) [14]	To investigate the superiority of a telerehabilitation program for COVID-19 over no rehabilitation	Total: 120 GE: 59 GC: 61	GE: Performed 6-week unsupervised home exercises, delivered via a smartphone app called RehabApp GC: Received short educational instructions at baseline	6-min walk test (6MWT), squat in seconds; lung function assessed by spirometry; HRQoL measured with Short Form Health Survey-12 (SF 12) and mMRC-dyspnoea	This study demonstrated the superiority of TERECO over no rehabilitation for the outcomes analyzed
PEHLIVAN et al., (2022) [15]	examined the effectiveness of some online performance tests on Covid-19 cases in showing the physical performance changes of cases	Total: 21 GE: 11 GC: 10	The EG received breathing exercises, active breathing cycle techniques, range of motion and light aerobic exercises. The GC, on the other hand, received a leaflet with information about basic exercises that can be done at home and about the disease	30-s sit-to-stand test; short-term performance test; Consultation of fatigue on visual analogue scale and dyspnea scale (mMRC)	The authors reported that an online exercise program has positive effects on the physical performance of Covid 19 cases
Nambi et al. (2022) [16]	To compare the clinical and psychological effects of low-intensity and high-intensity aerobic training combined with resistance training in community-dwelling elderly men with symptoms of post-COVID-19 sarcopenia	Total: 76 G1: 38 G2: 38	G1: Received low-intensity aerobic training for eight weeks G2: received high-intensity aerobic training for eight weeks	Muscle quantity: magnetic resonance imaging; Hand grip strength: portable dynamometer (Camry digital hand dynamometer, EH 101–17);(RM) Quality of life: Sarcopenia and Quality of Life questionnaire (SarQol); Kinesiophobia: The Tampa Scale of Kinesiophobia – 11; perceived exertion (RPE); (Borg scale 6–20) and Likert scale	Low-intensity aerobic training exercises improved clinical and psychological aspects compared to high-intensity aerobic training in older adults with post-COVID-19 sarcopenia
Foged et al. 2021 [17]	Investigate the fidelity, tolerability and safety of three different training protocols high intensity interval (HIIT) in individuals who have been hospitalized due to COVID-19	Total: 10	A randomized crossover trial was performed to compare three supervised HIIT protocols (4 × 4, 6 × 1, 10–20-30) in 10 subjects who were recently discharged after hospitalization for severe COVID-19	Muscle quantity: magnetic resonance imaging; Hand grip strength: portable dynamometer (Camry digital hand dynamometer, EH 101–17);(RM) Quality of life: Sarcopenia and Quality of Life questionnaire (SarQol); Kinesiophobia: The Tampa Scale of Kinesiophobia – 11; perceived exertion (RPE); (Borg scale 6–20) and Likert scale	The authors suggest that individuals who have been hospitalized for severe COVID-19 can safely tolerate the HIIT protocol as a rehabilitation strategy in this context
Giardinia et al. (2022)	To assess balance in patients with post-acute COVID-19 compared with patients with acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects	Total: 75 G1: 25 G2: 25 G3: 25	All individuals underwent specific tests to assess balance and, at the end, comparative tests were performed between the groups	Mini Balance Evaluation Systems Test (Mini-BESTest) and Timed Up and Go (TUG),	The study demonstrated that there were similar results between COVID and PwAECOPD. PwCOVID showed a balance deficit in both dynamic and static conditions

GC Control Group, GE Experimental Group, G1 Group 1, G2 Group 2, G3 Group 3

Table 4 Methodological evaluation of studies using the PEDro scale

Author/year	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	revisor 1 Total
Li et al., (2022) [14]	X	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1	7/10
PEHLIVAN et al., (2022) [15]	X	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	6/10
Nambi et al., (2022) [16]	X	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	8/10
Foged et al., (2021) [17]	X	1	1	1	1	0	0	1	1	0	1	7/10
Giardini et al., (2022)	X	0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	5/10

1–11 PEDro scale evaluation criteria

after hospital discharge. The rehabilitation protocol consisted of home exercises with sessions that lasted from 40 to 60 min through a smartphone application. Participants were instructed to monitor and record oxygen saturation before and after exercise using a finger pulse oximeter. Telemetry was used with the aim of monitoring the heart rate of the study volunteers during the execution of the proposed exercises. The application used in the study provided participants with instructions on telemetry adjustments, execution of the exercise program, and notified participants regarding exercise start times. Sessions were conducted via smartphone or voice calls on a smartphone communication application. The application also allowed participants to send their feedback regarding the usability of the application. This study demonstrated superiority of the telerehabilitation program over no rehabilitation for 6MWD, LMS and physical HRQoL..

Pehlivan et al. (2022) [15] carried out a study that consisted of a 6-week telerehabilitation program with breathing exercises, lower and upper limb exercises, walking exercises and wall squats. This protocol was compared with no intervention in post-COVID-19 patients after hospital discharge. Participants in the experimental group were instructed to perform exercise sessions three times a week through videoconferencing. Participants in the control group received educational material with information about the disease and some basic exercises that could be performed at home. All participants were evaluated by video calls without face-to-face meetings. The authors reported that, in general, the online exercise program has a positive effect on the physical performance of Covid 19 cases, corroborating the study by Li et al. who showed that a telerehabilitation program over no rehabilitation is superior in post-COVID-19 patients. 19. The combination of these two studies suggests that exercise performed via telerehabilitation may benefit individuals with post-COVID-19 sequelae.

In the study by Nambi et al. (2022) [16], a study was conducted with elderly men with symptoms of sarcopenia post-CONVID-19 to compare the clinical and psychological effects of low- and high-intensity aerobic training combined with resistance training for 8 weeks. The authors observed that there was a significant difference between the groups. At the end of six months of follow-up, the low-intensity aerobic training group was superior to the high-intensity aerobic training group, but there was no difference in the muscle mass variable in both groups. In view of the results found, the authors reported that low-intensity aerobic training exercises are more effective in improving clinical (muscular strength) and psychological measures (kinesiophobia and quality of life) than high-intensity aerobic training in post-COVID sarcopenia 19. This study was the only one that compared sarcopenia in isolation in post-COVID-19 patients.

Foged et al. (2021) [17], performed a randomized crossover study, where they compared three high-intensity interval training (HIIT) protocols, the duration of the three HIIT protocols was combined with the duration of the 38-min exercises. Patients participated in the study reporting the feeling of weakness when performing exercises after COVID-19, the results demonstrate that the use of the three protocols is considered safe and tolerable, with no adverse events occurring during training. The study highlights that the use of HIIT protocols should be considered and used in future clinical trials in the rehabilitation of post-COVID-19 patients. Considering the small sample size and that this study was the only selected one that tested post-COVID-19 HIIT protocols in a supervised way, the authors also investigated the fidelity, tolerability and safety of three HIIT protocols with different working periods. or intensity, allowing comparisons between protocols. However, it was not possible to compare the results of this study with others in this review due to differences in the variables analyzed.

The study by Giardini et al. (2022) aims to understand the deficiencies and outline a rehabilitation protocol aimed at the specific needs of patients, the authors carried out an unprecedented study and compared the static and dynamic balance of healthy people, of individuals with lung disease and individuals with COVID-19. Static balance with eyes open and closed was assessed using a stabilometric platform and dynamic balance using the Mini BestTest and the Timed Up and Go. The findings show that both groups formed by patients showed worse

performance in both static and dynamic balance, highlighting the importance not only of respiratory rehabilitation, but also of protocols aimed at balance and mobility training, preventing patients from suffering episodes of fatigue in the future. falls related to balance deficit.

In general, the studies described in this review evaluated physical exercises in post-COVID-19 patients, with the objective of evaluating the following variables: physical performance, sarcopenia, sensation of weakness, mobility and balance, in addition to the tolerability and benefits of rehabilitation protocols for individuals who have had COVID-19 infection. Of the selected studies, two were carried out through platforms for telerehabilitation and three in face-to-face consultations. In conclusion, exercise programs performed can improve functional capacity and quality of life compared to the absence of rehabilitation or compared to control groups, in people with post-COVID-19 conditions.

Through the evaluation of the selected studies, the importance of rehabilitation and improvement of the quality of life of patients who underwent physical therapy treatment due to changes in COVID-19 was observed. With this, we can certify the resulting impact of the rehabilitation process on the clinical treatment of the patient, improving and helping even more in the treatment of other areas of health such as medicine and multidisciplinary areas, in addition to stimulating the search for knowledge and research in this topic.

The most important limitation of this study is the high heterogeneity of the selected studies, especially among the different evaluation methods used. Assessing methodological quality in the reviewed studies was difficult because different designs were identified, due to this limitation the PeDro scale was added. Another important limitation is that not all studies have reported in detail the functional and mainly motor sequelae, nor the detailed treatment protocols of the research participants, making it impossible to know the real situation of the functional capacity of individuals who had COVID-19. Therefore, our study suggests conducting new clinical trials that seek to elucidate this limitation so that in the future it will be possible to outline individualized rehabilitation protocols focused on the changes presented by this population.

Conclusion

In conclusion, physiotherapy is an important and necessary intervention for the rehabilitation of sequelae from COVID-19. After evaluation, it was observed that the protocols used in studies for the rehabilitation of individuals with conditions inherent to COVID-19 that were explained in this review, present safe results. However, it is important to carry out new studies that present greater methodological rigor, larger sample numbers and analysis of other important outcomes such as: patient satisfaction with rehabilitation, level of functional independence and guidelines for post-COVID-19 motor exercise protocols, since in the literature there is already an important number of studies that report respiratory and hospital rehabilitation. These studies can help verify the safety and efficacy of physical therapy rehabilitation in individuals with functional sequelae from COVID-19, making this rehabilitation process more effective and with reliable results.

Supplementary Information

The online version contains supplementary material available at https://doi.org/10.1186/s12879-023-08313-w.

Additional file 1.

Additional file 2.

Acknowledgements

"This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001".

Authors' contributions

It is declared that all the authors listed in this study contributed intensely to the elaboration, realization, manipulation of data, writing of the work and critical reading. Here's the detail: Perez, A.M.C—contributed to the writing of the text and the critical review of the article; Macêdo, L.P.G—contributed to the writing of the article's text; Chaves, A.C.F—contributed to the writing of the text of the article; Silva, M.B.C—contributed to the preparation of figures and formatted the article; Dutra, R.A.F—contributed to the critical review of the article; Rodrigues, M.A.B—contributed to the critical review of the article. All authors reviewed the manuscript. The author(s) read and approved the final manuscript.

Funding

Responsible Researcher: Amanda Maria da Conceição Perez.
I declare that the aforementioned study will have the following funding condition: Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel, 001.

Availability of data and materials

The entire dataset supporting the results of this study was published in the article itself.

Declarations

Ethical approval and consent to participate

Not applicable.

Consent for publication

Not applicable.

Competing interests

The authors declare no competing interests.

Author details

[1]Department of Biological Sciences, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil. [2]Department of Electronics and Systems, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil. [3]Department of Biomedical Engineering, Federal University of Pernambuco, Recife, Brazil.

Received: 24 September 2022 Accepted: 8 May 2023
Published online: 16 August 2023

References

1. Piquet V, Luczak C, Seiler F, Monaury J, Martini A, Ward AB, Gracies JM, Motavasseli D; Covid Rehabilitation Study Group. Do Patients With COVID-19 Benefit from Rehabilitation? Functional Outcomes of the First 100 Patients in a COVID-19 Rehabilitation Unit. Arch Phys Med Rehabil. 2021;102(6):1067–74. https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.01.069. Epub 2021 Feb 4. PMID: 33548208; PMCID: PMC7857995.
2. Razai MS, et al. Coronavirus disease 2019 (covid-19): a guide for UK GPs. BMJ. 2020;m800.
3. Giardini M, Arcolin I, Guglielmetti S, Godi M, Capelli A, Corna S. Balance performance in patients with post-acute COVID-19 compared to patients with an acute exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease and healthy subjects. Int J Rehabil Res. 2022;45(1):47–52. https://doi.org/10.1097/MRR.0000000000000510.
4. Stillman MD, Capron M, Alexander M, Di Giusto ML, Scivoletto G. COVID-19 e lesão medular e doença: resultados de uma pesquisa internacional. Casos da medula espinhal Ser. 2020; 6 (1): 21. Published 2020 Apr.
5. Baig AM, Khaleeq A, Ali U, Syeda H. Evidence of the COVID- 19 Virus Targeting the CNS: Tissue Distribution, Host–Virus Interaction, and Proposed Neurotropic Mechanisms. ACS Chem Neurosci. 2020;11:995.
6. Brazilian Society of Geriatrics and Gerontology (SBGG). Position on COVID-19 Update 03/15/2020. Initial. Available at: https://sbgg.org.br/posicionamento-sobre-covid-19-sociedade-brasileira-de-geriatria-e-gerontologia-sbgg-atualizacao-15-03-2020/.
7. Docherty AB, Harrison EM, Green CA, Hardwick HE, Pius R, Norman L, Holden KA, Read JM, Dondelinger F, Carson G, Merson L, Lee J, Plotkin D, Sigfrid L, Halpin S, Jackson C, Gamble C, Horby PW, Nguyen-Van-Tam JS, Ho A, Russell CD, Dunning J, Openshaw PJ, Baillie JK, Semple MG; ISARIC4C investigators. Features of 20 133 UK patients in hospital with covid-19 using the ISARIC WHO Clinical Characterisation Protocol: prospective observational cohort study. BMJ. 2020 May 22;369:m1985. https://doi.org/10.1136/bmj.m1985. PMID: 32444460; PMCID: PMC7243036.
8. Martinez BP, et al. Role of the Physiotherapist in different scenarios of action against COVID-19. ASSOBRAFIR Sci. 2020;11(Suppl1):27.
9. Fraga-maia, h.; Pinto, E. B.; hallelujah, i. LOL.; Cavalcanti, I. L.R. Pedreira, r. B.S.; Silva, t. From J.; souza, t. S. From; Pinto, J. M.; Junior pinto, e.g. P. Physiotherapy and covid-19: from systemic repercussions to challenges for offering rehabilitation. Salvador BA. V. 1. C. 11, edufba, 2020.
10. Belli S, Balbi B, Prince I, Cattaneo D, Masocco F, Zaccaria S, et al. Baixo funcionamento físico e desempenho prejudicado das atividades da vida diária em pacientes com COVID-19 que sobreviveram à hospitalização. Eur Respir J. 2020;56:2002096.
11. REMEDY MED. Performance of physiotherapy in the symptoms of coronavirus. Heal health. 2020. Available at: Accessed 14 Aug 2023.
12. Duan YN, Qin J. Pre- and Posttreatment Chest CT Findings: 2019 Novel Coronavirus (2019-nCoV) Pneumonia. Radiology. 2020;295(1):21. https://doi.org/10.1148/radiol.2020200323.
13. Shiwa SR, Costa LOP, Moser AD de L, Aguiar I de C, Oliveira LVF de. PEDro: a base de dados de evidências em fisioterapia. Fisioter mov. 2011;24(Fisioter. mov., 2011 24(3)):523–33. Available from https://doi.org/10.1590/S0103-51502011000300017
14. Li J, Xia W, Zhan C, Liu S, Yin Z, Wang J, Chong Y, Zheng C, Fang X, Cheng W, Reinhardt JD. A telerehabilitation programme in post-discharge COVID-19 patients (TERECO): a randomised controlled trial. Thorax. 2022;77(7):697–706. https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2021-217382. Epub 2021 Jul 26. PMID: 34312316; PMCID: PMC8318721.
15. Pehlivan E, Palalı İ, Atan SG, Turan D, Çınarka H, Çetinkaya E. The effectiveness of POST-DISCHARGE telerehabilitation practices in COVID-19 patients: Tele-COVID study-randomized controlled trial. Ann Thorac Med. 2022;17(2):110–7. https://doi.org/10.4103/atm.atm_543_21. Epub 2022 Apr 19. PMID: 35651892; PMCID: PMC9150661.
16. Nambi G, Abdelbasset WK, Alrawaili SM, Elsayed SH, Verma A, Vellaiyan A, Eid MM, Aldhafian OR, Nwihadh NB, Saleh AK. Comparative effectiveness study of low versus high-intensity aerobic training with resistance training in community-dwelling older men with post-COVID 19 sarcopenia: A randomized controlled trial. Clin Rehabil. 2022;36(1):59–68. https://doi.org/10.1177/02692155211036956. (Epub 2021 Aug 3 PMID: 34344230).
17. Foged F, Rasmussen IE, Bjørn Budde J, et al. Fidelity, tolerability and safety of acute high-intensity interval training after hospitalisation for COVID-19: a randomised cross-over trial. BMJ Open Sport & Exercise Medicine 2021;7:e001156. https://doi.org/10.1136/bmjsem-2021-001156.

Publisher's Note

Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

Ready to submit your research? Choose BMC and benefit from:

- fast, convenient online submission
- thorough peer review by experienced researchers in your field
- rapid publication on acceptance
- support for research data, including large and complex data types
- gold Open Access which fosters wider collaboration and increased citations
- maximum visibility for your research: over 100M website views per year

At BMC, research is always in progress.

Learn more biomedcentral.com/submissions

BMC

SÚMULA CURRICULAR

- Apresentou o artigo Sistema de Reabilitação Remota das Sequelas Causadas pela COVID-19 Após Alta Hospitalar: um estudo com Acelerometria, no “IX Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica” e “XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica”, 24 a 28 de outubro de 2022, Florianópolis, Santa Catarina - Brasil.

- Apresentou o artigo Fisioterapia aquática em pacientes pós-coronavírus: um dispositivo para monitoramento de oximetria e eletromiografia na Água, no “IX Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica” e “XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica”, 24 a 28 de outubro de 2022, Florianópolis, Santa Catarina - Brasil.

- Apresentou o artigo Plataforma Virtual de Acompanhamento Remoto da Reabilitação Fisioterapêutica de pacientes no Pós-COVID-19, no “IX Congresso Latino Americano de Engenharia Biomédica” e “XXVIII Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica”, 24 a 28 de outubro de 2022, Florianópolis, Santa Catarina - Brasil.

- A Revista Brazilian Journal of Health Review, ISSN 2595-6825 avaliada pela CAPES como Qualis CAPES 2019 B3, declara para os devidos fins, que o artigo intitulado “Virulence factors of human pathogens: an always-needed approach” de autoria de Sivoneide Maria da Silva, Francisco Henrique Santana da Silva, Rafael Artur de Queiroz Cavalcanti de Sá, Amanda Virgínia Barbosa, Ana Vitória Araújo Lima, Amanda Maria da Conceição Perez, Admilson de Castro Chaves Filho, Anderson Rodrigues Balbino de Lima, Bárbara de Azevedo Ramos, Patrícia Maria Guedes Paiva, Maria Tereza dos Santos Correia, Maria Betânia Melo de Oliveira, foi publicado no v.5,n.1, p.2900-2922. https://doi.org/10.34119/bjhrv5n1-257

- Artigo aceito por revista. Physical therapy rehabilitation after hospital discharge in patients affected by COVID-19: A Systematic Review.

- Artigo aceito e esperando aceite da revista. Monitoring of hemodynamic parameters in the rehabilitation of post-COVID-19 patients: Systematic review.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UFPE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO
(PARA MAIORES DE 18 ANOS OU EMANCIPADOS)

Convidamos o (a) Sr. (a) para participar como voluntário (a) da pesquisa intitulada: Desenvolvimento de um sistema remoto de monitoramento de exercícios terapêuticos e parâmetros hemodinâmicos para indivíduos após alta hospitalar proveniente do COVID-19, que está sob a responsabilidade da pesquisadora principal Amanda Maria da Conceição Perez. Telefone: (81) 9.97504301, e-mail: amanda.1fisio@hotmail.com, (inclusive ligações a cobrar) e está sob a orientação dos professores Rosa Amália Fireman Dutra, telefone: 9.97936788, e-mail: rfdutra@gmail.com, e Marco Aurélio Benedetti, telefone: 9.96504212, e-mail: mabrbenedetti@gmail.com.
Todas as suas dúvidas podem ser esclarecidas com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via lhe será entregue e outra ficará com o pesquisador responsável, você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Descrição da pesquisa: O senhor (a) está sendo convidado a participar de um estudo onde o objetivo é, desenvolver um sistema para acompanhamento em domicilio de sinais de acelerometria, frequência cardíaca e oximetria, durante a realização de exercícios de fisioterapia em adultos no pós-alta hospitalar de COVID-19.
Os voluntários da pesquisa serão submetidos a utilizarem o instrumento em questão, ou seja, irão realizar exercícios utilizando um sistema de computador, para fisioterapia em domicilio. Os participantes serão acompanhados por profissionais capacitados de forma presencial nos momentos de avaliações e entrevistas e na modalidade remota um profissional também irá acompanhar os participantes. A pesquisa será realizada no Laboratório de Interface Humano-Máquina da UFPE e no domicílio respectivo de cada voluntário da pesquisa em, Recife – PE.
Esclarecimento do período de participação do voluntário na pesquisa, início, término e número de visitas: Inicialmente, será realizada uma visita presencial no domicílio do paciente a fim de realizar uma triagem através de uma ficha de avaliação, para identificar o paciente, verificar os critérios de inclusão e exclusão e explicar todas as questões referentes à pesquisa e ao instrumento, a visita será realizada por um fisioterapeuta e por uma psicóloga vinculados a pesquisa. Durante essa visita presencial no domicílio do paciente, também será realizada uma entrevista semiestruturada que será gravada com o consentimento do paciente, para levantar dados referentes à experiência do paciente com a COVID-19. Posteriormente os participantes elegíveis utilizarão o sistema em seus respectivos domicílios com o acompanhamento remoto do fisioterapeuta. Serão realizadas 10 sessões remotas, 3 vezes por semana, com duração de aproximadamente 30 a 50 minutos. Ao término das sessões remotas de fisioterapia, juntamente ao recolhimento do equipamento será realizada uma outra entrevista, que também será gravada para levantar dados referentes à avaliação dos pacientes no que diz respeito aos diversos componentes do sistema de monitoramento realizado. Todas as sessões remotas de exercícios de fisioterapia serão gravadas através de uma câmera posicionada à frente do voluntário que se

posicionará ao menos a 1,5m de distância da câmera para a captura de seu corpo inteiro durante a execução do protocolo para avaliações posteriores.

RISCOS diretos/indiretos para os voluntários: Durante o estudo o paciente pode se sentir incomodado (a) e/ou constrangido (a), em participar dos atendimentos. Por isso, garantimos o direito de desistir, a qualquer momento de participar desta pesquisa, sem qualquer prejuízo ou custo para você, nem para a sua assistência. Além disso, a sua privacidade será garantida durante toda a entrevista. Existe ainda o risco de medo ou receio por perda ou danos nos instrumentos a serem utilizados no domicílio, porém os equipamentos estão sobre a responsabilidade dos pesquisadores, não sendo o participante responsabilizado por nenhum dano aos equipamentos.

Caso o paciente venha a sentir alguma indisposição, mal-estar, náusea, tontura, ou qualquer outro sintoma, o teste será interrompido imediatamente e ele receberá os devidos cuidados. Se ocorrer algum problema de saúde mais grave com o paciente durante o teste, o SAMU será chamado imediatamente a fim de prestar o devido socorro, ou o paciente será conduzido ao hospital mais próximo. Quando na presença do pesquisador esse será responsável pelo socorro do participante, na ausência do pesquisador o familiar ou acompanhante responsável pelo participante assumirá o socorro do participante, tendo todos os custos financiados pelos pesquisadores. O instrumento utilizado é alimentado por bateria, não terá nenhum contato com corrente elétrica.

BENEFÍCIOS: Este estudo proporciona benefícios indiretos aos participantes, visto que com os resultados obtidos nesta pesquisa, espera-se contribuir para reabilitação de pessoas com sequelas de COVID-19. O benefício relacionado a esta pesquisa é desenvolver/adaptar um sistema que irá auxiliar na reabilitação do COVID-19 de forma remota. A pesquisa pretende gerar benefícios pós-estudo, tendo em vista que os pesquisadores pretendem continuar com os atendimentos domiciliares. Os voluntários desta pesquisa estarão contribuindo para a validação do instrumento em questão.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais, divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados serão armazenados em um banco de dados e em pastas de arquivo, por um período mínimo de cinco anos, de acordo com a Resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS/MS) 466/12 que trata da pesquisa envolvendo seres humanos, sob a responsabilidade dos pesquisadores, Amanda Maria da Conceição Perez, telefone: (81) 9.9750-4301, e-mail: amanda.1fisio@hotmail.com e do professor orientador Marco Aurélio Benedetti Rodrigues, telefone: 9.9650-4212, e-mail: mabrbenedetti@gmail.com. No endereço profissional: Av. da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, Departamento de Engenharia Elétrica, Recife - PE, CEP: 50740-550. O participante também poderá contatar a equipe de pesquisa através dos telefones e e-mails supracitados.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, ficando garantida a indenização em casos de danos comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. Se houver necessidade as despesas para a sua participação serão assumidas pela pesquisadora como por exemplo: ressarcimento de transporte e alimentação.

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**

Admilson de Castro Chaves Filho

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO VOLUNTÁRIO (A)

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, após a leitura (ou a escuta da leitura) deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar e ter esclarecido as minhas dúvidas com o pesquisador responsável, concordo em participar do estudo, Desenvolvimento de um sistema remoto de monitoramento de exercícios terapêuticos e parâmetros hemodinâmicos para indivíduos após alta hospitalar proveniente do COVID-19, como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido [illegible] consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer pe[illegible] de meu acompanhamento/ assistência/tratamento).

Impressão digital

(opcional)

Local e data _____

Assinatura do participante: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e o aceite do voluntário em participar. (02 testemunhas não ligadas à equipe de pesquisadores):

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE B - TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

UFPE

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PARA MONITORIZAÇÃO DE PARÂMETROS HEMODINÂMICOS DE PACIENTES EM REABILITAÇÃO PÓS COVID - 19.
Nome Pesquisador responsável: Amanda Maria da Conceição Perez.
Instituição/Departamento de origem do pesquisador: Universidade Federal de Pernambuco-UFPE/ Departamento de eletrônica e sistemas.
Endereço completo do responsável: Av. da Arquitetura, s/n, Cidade Universitária, Departamento de Engenharia Elétrica, Recife - PE, CEP: 50740-550.
Telefone para contato: 81 997504301 - E-mail: amanda.1fisio@hotmail.com
Orientadores: Rosa Amália Fireman Dutra e Marco Aurélio Benedetti Rodrigues/fone: 81 996504212/e-mail: mabrbenedetti@gmail.com
O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/UFPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Os dados coletados nesta pesquisa (fotos e filmagens), ficarão armazenados em pastas de arquivo em um computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador principal da pesquisa, no endereço (acima informado), pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Recife, ... de ..... de 20..... .

_____

APÊNDICE C - FICHA DE DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS/ANAMNESE

UFPE

FICHA DE DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS/ANAMNESE

Paciente:_____Telefones: _____ Sexo: ( ) M ( ) F Estado Civil:_____. Data de Nasc.: ___/____/___ Profissão:_____Endereço:_____. Telefone(s) do Paciente:_____. Peso:_____ Altura:_____. Grau de Instrução: ( ) Analfabeto ( ) Ignorado ( ) 1º grau completo ( ) 1º grau incompleto ( ) 2º grau completo ( ) 2º grau incompleto ( ) Nível superior( ), Pós-graduação.

Diagnóstico médico: _____. Comorbidades: ( ) Diabetes Mellitus ( ) Cardiopatia. ( ) Tem restrição médica para realização de exercícios?_____ Solicitar parecer do cardiologista ( ) Hipertensão arterial sistêmica ( ) Sofreu quedas recentes? _____ ( ) Tem medo de cair? _____ ( ) Tabagismo _____ ( ) Alcoolismo_____ ( ) Desnutrição ( ) Prótese ( ) Amputação ( ) Labirintite/Vestibulopatias ( ) Déficits auditivos: _____ ( ) Usa aparelho auditivo ( ) Déficits visuais: _____ Usa óculos: sim ( ) não ( ). Outras doenças neurológicas: ( ) Quais:_____ É acompanhado por um médico de rotina? Não ( ), Sim ( ). Nome do médico: _____. Atividades de Vida Diária: (AVD), atividades de trabalho e lazer: ( ) Independente ( ) Dependente ( ) Semi-independente. Cirurgias:_____. Quais: _____

Faz uso de medicações de rotina:_____ Quais_____

Está fazendo fisioterapia: _____. Caso a resposta seja afirmativa, por quanto tempo:_____ Está fazendo terapia ocupacional:_____. Caso a resposta seja afirmativa, por quanto tempo:_____ O Sr (a) tem alguma queixa ou alguma observação a fazer:_____

_____

Assinatura do avaliador:

_____

UFPE

APÊNDICE D - QUESTIONÁRIO SUS PARA AVALIAÇÃO DA PLATAFORMA DE MONITORAMENTO

Este questionário é parte integrante de uma pesquisa sobre o nível de satisfação de pacientes pós COVID-19, quanto a usabilidade de uma plataforma para auxiliar na monitorização da reabilitação pós COVID-19. Responda as questões abaixo da forma mais precisa possível. Se houver alguma dúvida, não hesite em perguntar.

IDENTIFICAÇÃO
Paciente/Entrevistado (a) _____

Data ________ **Idade** _____ **Sexo** _____

1. Acho que gostaria de utilizar este sistema de reabilitação com frequência.

1	2	3	4	5

2. Considerei este sistema de reabilitação mais complexo do que o necessário.

1	2	3	4	5

3. Achei este sistema de reabilitação fácil de ser utilizado.

1	2	3	4	5

4. Acho que necessitaria de ajuda para conseguir usar este sistema de reabilitação.

1	2	3	4	5

5. Acho que este sistema de reabilitação é bem funcional.

1	2	3	4	5

6. Achei que este sistema de reabilitação tem muitas inconsistências.

1	2	3	4	5

7. Acho que a maioria das pessoas aprenderá rápido a utilizar este sistema de reabilitação.

1	2	3	4	5

8. Considerei este sistema de reabilitação muito complicado de utilizar.

1	2	3	4	5

9. Senti-me muito confiante ao utilizar este sistema de reabilitação.

1	2	3	4	5

10. Teria que treinar muito antes de conseguir usar este sistema de reabilitação.

1	2	3	4	5

Observação: Sua nota corresponde às seguintes avaliações: "1- discordo fortemente", "2- discordo", "3- não concordo nem discordo", "4- concordo" e "5- concordo fortemente".

APÊNDICE E - ROTEIROS DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

ROTEIROS DE ENTREVISTA SEMIESTRUTURADA

ROTEIRO: ENTREVISTA

- Como você avalia o Sistema de monitoramento Fisioterapêutico para pacientes pós COVID-19?
- Quais são os pontos fracos?
- Quais são os pontos fortes?
- Como você avalia o Portal?
- Como você avalia a comunicação com os especialistas?
- Como você avalia os exercícios propostos?
- Como foi realizar e acompanhar os exercícios? Você teve alguma dificuldade?
- Quais são as suas sugestões para promover melhorias no sistema de monitoramento?

Assinatura do entrevistador: _____

ANEXO A - MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

UFPE

MINI EXAME DO ESTADO MENTAL
(Folstein, Folstein&McHugh, 1975)

Data:_____/_____/_____ Nº do Paciente:_____

Nome:_____

Prontuário: _____

Escolaridade: Analfabeto ( ) 0 à 3 anos ( ) 4 à 8 anos ( ) mais de 8 anos ( )

ORIENTAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL

Dia da semana (1 ponto).....( )
Dia do mês (1 ponto).....( )
Mês (1 ponto).....( )
Ano (1 ponto).....( )
Hora aproximada (1 ponto).....( )
Instituição (residência, hospital, clínica) (1 ponto)..... ( )
Local específico (aposento ou setor) (1 ponto).....( )
Bairro ou rua próxima (1 ponto)..... ( )
Cidade (1 ponto)..... ( )
Estado (1 ponto)..... ( )

MEMÓRIA IMEDIATA

Mencione 3 palavras não relacionadas. Peça ao paciente para repetir as 3 palavras que você mencionou. Estabeleça um ponto para cada resposta correta.
Pêra, mesa, centavo.....( )
Depois repita as palavras e certifique-se de que as aprendeu, pois, mais adiante você irá perguntá-las novamente.

ATENÇÃO E CÁLCULO

Subtrair 100-7 sucessivamente por 5 vezes (93 – 86 – 79 – 72 – 65).
(1 ponto para cada cálculo correto).....( )
(Alternativamente, soletrar MUNDO de trás para frente)

EVOCAÇÃO

Pergunte pelas 3 palavras ditas anteriormente. (1 ponto por palavra).....( )

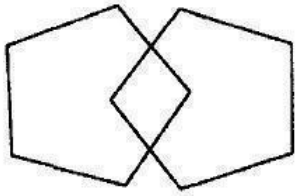
LINGUAGEM

Aponte para um lápis e um relógio. Faça o paciente dizer o nome desses objetos conforme você os aponta (2 pontos)..... ( )
Faça o paciente repetir “nem aqui, nem ali, nem lá” (1 ponto).....( )

Faça o paciente seguir o comando de 3 estágios: “Pegue o papel com a mão direita, dobre-o ao meio e coloque-o no chão”. (3 pontos).....( )
Faça o paciente ler e obedecer ao seguinte: FECHE OS OLHOS. (1 ponto).....( )
Faça o paciente escrever uma frase de sua própria autoria. (A frase deve conter um sujeito e um objeto e fazer sentido). (Ignore erros de ortografia ao marcar o ponto) .....( )

HABILIDADE CONSTRUTIVA
Copie o desenho abaixo (estabeleça um ponto se todos os lados e ângulos forem preservados e se os lados da interseção formam um quadrilátero) .....( )

Desenho



Cópia

ESCORE: (_____/30)