



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FISIOTERAPIA**

DIANA DE ANDRADE SILVA

**VELOCIDADE DO FLUXO SANGUÍNEO PERIFÉRICO E TEMPERATURA
CUTÂNEA DOS MEMBROS INFERIORES DE INDIVÍDUOS PÓS-COVID-19**

**Recife
2025**

DIANA DE ANDRADE SILVA

**VELOCIDADE DO FLUXO SANGUÍNEO PERIFÉRICO E TEMPERATURA
CUTÂNEA DOS MEMBROS INFERIORES DE INDIVÍDUOS PÓS-COVID-19**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.

Área de Concentração: Fisioterapia na atenção à Saúde.

Orientador(a): Prof^a. Dr^a. Maria das Graças Rodrigues de Araújo

Coorientador(a): Prof^a. Dr^a. Shirley Lima Campos

Recife

2025

.Catalogação de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Silva, Diana de Andrade.

Velocidade do fluxo sanguíneo periférico e temperatura cutânea dos membros inferiores de indivíduos pós-COVID-19 / Diana de Andrade Silva. - Recife, 2025.

85 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia, 2025.

Orientação: Maria das Graças Rodrigues de Araújo.

Coorientação: Shirley Lima Campos.

Inclui referências bibliográficas e apêndices.

1. COVID-19; 2. Fluxo sanguíneo; 3. Membros inferiores; 4. Temperatura cutânea; 5. Termografia infravermelha. I. Araújo, Maria das Graças Rodrigues de. II. Campos, Shirley Lima. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

DIANA DE ANDRADE SILVA

**VELOCIDADE DO FLUXO SANGUÍNEO PERIFÉRICO E TEMPERATURA
CUTÂNEA DOS MEMBROS INFERIORES DE INDIVÍDUOS PÓS-COVID-19:
ESTUDO TRANSVERSAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Fisioterapia.
Área de Concentração: Fisioterapia na atenção à Saúde.

Aprovado em: 31/07/2025

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Diego de Sousa Dantas (Examinador Interno - Presidente)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)

Prof. Dr. Gabriel Barreto Antonino (Examinador Interno)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO (UFPE)

Participação por videoconferência

Prof^a. Dr^a. Danúbia da Cunha de Sá Caputo (Examinadora Externa)
UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (UERJ)

APRESENTAÇÃO

Essa dissertação faz parte da linha de pesquisa intitulada Avaliação e Intervenção nas Condições Neuromusculoesqueléticas, da área de concentração Fisioterapia na Atenção à Saúde, do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia na modalidade *Stricto Sensu*, nível mestrado da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). O projeto desenvolvido neste estudo compõe a linha de pesquisa intitulada Repercussões da terapia manual na funcionalidade, qualidade de vida e percepção de melhora em indivíduos com distúrbios osteomioarticulares do Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) e foi desenvolvido em parceria com o Laboratório Multiusuário de Inovação Instrumental e Desempenho Físico-Funcional (LinDeF), ambos do Departamento de Fisioterapia da UFPE.

Os estudos sobre a COVID-19 desenvolvidos nesta linha de pesquisa têm como objetivo compreender de maneira mais completa os mecanismos fisiopatológicos da doença e suas implicações, além de apoiar o desenvolvimento de estratégias assertivas de prevenção, diagnóstico, tratamento e políticas de saúde pública para a população afetada.

Com base nas contribuições trazidas por esse projeto foram desenvolvidos um projeto de Iniciação Científica (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC/CNPq), intitulado “Avaliação da função vascular em indivíduos pós-COVID-19: estudo transversal” e um trabalho de conclusão de curso da Graduação do curso de Fisioterapia da UFPE, cujo a mestrandona coorientou, intitulado “Temperatura cutânea e força muscular periférica de indivíduos pós-COVID-19”, desenvolvido pela aluna Janaína dos Santos Monteiro.

Os dados obtidos neste estudo resultaram em dois artigos originais: ***“Distribution of peripheral blood flow speed and skin temperature of the lower limbs of post-COVID-19 individuals”***, submetido à revista *Journal of Thermal Biology* (percentil 85%, qualis CAPES A1, fator de impacto 2.9) e ***“Correlação entre velocidade do fluxo sanguíneo e temperatura cutânea do dorso do pé de indivíduos pós-COVID-19”***, ainda em processo de construção e ajustes para posterior submissão, além de apresentação de trabalhos no I Encontro Internacional de Ciências do Movimento e Saúde, intitulado: “Avaliação da força muscular

periférica de indivíduos pós-COVID-19: resultados preliminares" (Recife - PE, 2023), no *2nd Joint Congress on Mechanical Vibration and Technological Innovations in Health*, intitulado: "Skin temperature of the lower limbs of post-COVID-19 individuals: partial results" (Rio de Janeiro - RJ, 2024) e no IV Simpósio do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFPE, intitulados: "Perfil sociodemográfico e clínico dos indivíduos pós-COVID-19 atendidos em laboratórios de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco" e "Avaliação da força de preensão palmar de indivíduos pós-COVID-19 de acordo com o suporte terapêutico" (Recife - PE, 2024).

Essa dissertação foi elaborada atendendo às normas vigentes do Programa de Pós-Graduação em Fisioterapia da UFPE, contendo as seguintes seções: (1) Introdução, (2) Revisão da literatura, contendo uma síntese dos temas importantes para compreensão do objeto do estudo; (3) Justificativa; (4) Pergunta condutora; (5) Hipótese; (6) Objetivos; (7) Materiais e método; (8) Resultados, apresentados sob a forma de artigo original; (9) Considerações finais; (10) Referências; Apêndices e anexos.

DEDICATÓRIA

Dedico esta dissertação a todos aqueles que contribuíram de forma direta ou indireta para sua realização, a todas as vítimas da COVID-19 e aos profissionais da saúde que brilhantemente lutaram por seus pacientes.

“Por vezes, sentimos que aquilo que fazemos não é, senão, uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo seu infinito amor e cuidado em cada detalhe da minha vida e por guiar meus passos nessa grande jornada acadêmica. [“Porque dEle, e por Ele, e para Ele são todas as coisas; glória pois, a Ele eternamente. Amém!” – Romanos 11:36].

Aos meus pais, Djalma de Andrade e Nadilza Marinho (meus verdadeiros heróis sem capa) que sempre estiveram ao meu lado. Painho e mainha, como carinhosamente os chamo, muito obrigada por tudo o que fizeram e ainda fazem por mim todos os dias. Quaisquer palavras que eu proferir seriam pequenas demais para expressar o tamanho da minha gratidão e admiração à vocês.

Aos meus amados irmãos Diego de Andrade, Nádyla Vitória de Andrade e Nayara Barreto (cunhada) pela paciência, cumplicidade e amor incondicional. Sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu presente da graduação, João Victor Moraes, meu amor, por ser meu ajudador e meu porto seguro nos momentos difíceis. Obrigada pelas orações, por acreditar no meu potencial e nunca me deixar desistir. Amo você.

Aos meus grandes amigos da vida, que sempre se fizeram presentes de alguma forma, torcendo pelas minhas conquistas e me incentivando. Vocês me fazem acreditar que “família” também são aqueles que escolhem ficar ao nosso lado nos melhores e piores momentos nos fazendo evoluir.

À toda equipe do Programa de Pós-graduação do departamento, docentes e funcionários, em especial a Niége, que foi uma verdadeira amiga e mediadora excepcional entre os docentes e discentes.

Aos meus companheiros do Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM) em especial a Janaina Monteiro, Kennedy Victor e Rúbia Braz pela ajuda, esforço e dedicação na concretização deste trabalho. Em vocês, encontrei um ombro amigo para todas as horas.

Aos alunos da graduação que tive o prazer de acompanhar nas aulas ministradas no Estágio em Docência e colegas de turma do mestrado. Vocês foram essenciais para o meu crescimento acadêmico e profissional.

Aos meus mestres, em especial à minha Orientadora Profª.Drª. Maria das Graças Rodrigues de Araújo pela receptividade, incentivo, carinho e empatia durante todo o processo, desde a graduação até aqui. Muito obrigada por todo crescimento

pessoal e profissional que me proporcionou, por acreditar que eu seria capaz de desenvolver esse trabalho da melhor forma possível e por me apoiar e abraçar quando as coisas pareceram ficar um pouco mais difíceis do que eu seria capaz de sustentar. Obrigada por tudo e por tanto.

Agradeço também à minha Coorientadora Prof^a. Dr^a. Shirley Lima Campos por confiar a mim os dados dessa pesquisa, por toda ajuda, atenção, carinho, disponibilidade e direcionamento durante o desenvolvimento do trabalho. Pode parecer pequeno, mas ouvir o seu “muito bem, Diana, você está no caminho certo” a cada reunião de orientação, me ajudou a confiar que seria capaz.

Não poderia deixar de citar a Prof^a. Dr^a. Ana Paula de Lima Ferreira, Prof^a. Eleide Borba Lira e o Prof. Dr. Diego de Sousa Dantas que se fizeram sempre presentes e disponíveis, compartilhando seus brilhantes conhecimentos e ajudando imensamente não apenas no desenvolvimento deste trabalho, como também nos momentos difíceis que a vida acadêmica impôs. Minha eterna gratidão.

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro prestado.

RESUMO

A chamada Síndrome pós-COVID-19 (*Corona Virus Disease 2019*) ou COVID Longa, foi amplamente investigada ao longo dos últimos cinco anos, com particular ênfase nos sistemas respiratório e musculoesquelético. No entanto, os efeitos da infecção pelo vírus SARS-CoV-2 (*Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2*) sobre o sistema vascular permanecem pouco explorados, apesar de evidências emergentes sugerirem potenciais alterações, como a disfunção endotelial, com base nos mecanismos fisiopatológicos da doença. Este estudo teve como objetivo avaliar a função vascular periférica de indivíduos pós-COVID-19 por meio da velocidade do fluxo sanguíneo e da temperatura cutânea dos membros inferiores, considerando as variáveis sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico, bem como as possíveis associações entre essas variáveis clínicas e fisiológicas. Para obtenção dos dados desta dissertação, foi realizado um estudo transversal com base na análise secundária de um conjunto de dados coletados no período entre novembro de 2021 a maio de 2022. Trata-se de uma ramificação de projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa CEP/CCS/UFPE sob parecer nº 5.014.316 e financiado pelo CNPq APQ nº 403341/2020-5, do edital emergencial COVID-19. Foram incluídos voluntários de ambos os性os, com idade igual ou superior a 18 anos, residentes na Região Metropolitana do Recife (PE). A coleta de dados incluiu entrevista clínica, aferição de sinais vitais e avaliação da velocidade do fluxo sanguíneo periférico por meio de ultrassonografia doppler, além da mensuração da temperatura cutânea dos membros inferiores por termografia infravermelha. Após aplicação dos critérios de elegibilidade, foram selecionados dados de 60 indivíduos pós-COVID-19, com idade entre 18 e 74 anos (média de $47,4 \pm 12,3$ anos), predominando o sexo feminino (68,3%). Do total, 39 (65%) realizaram tratamento domiciliar e 21 (35%) foram hospitalizados, dos quais 6 (10%) em unidade de terapia intensiva e 15 (25%) na enfermaria. As análises dos dados foram conduzidas no *software* JAMOVI (versão 2.3) e R (versão 4.2.2) por meio de medidas de tendência central, dispersão e frequência absoluta e relativa. O teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificação da normalidade dos dados. Modelos de regressão linear múltipla foram empregados para investigar a associação entre as variáveis hemodinâmicas com o sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico. Os resultados relacionados à distribuição da temperatura cutânea evidenciaram diferença estatisticamente significativa apenas em algumas regiões de interesse específicas entre os sexos, faixas etárias e tipos de suporte terapêutico. No que se refere à velocidade do fluxo sanguíneo, observou-se diferença estatisticamente significativa apenas no membro inferior direito no grupo de suporte terapêutico ($p < 0,05$). No que diz respeito à análise de correlação, não houve associação entre a velocidade do fluxo sanguíneo periférico e a temperatura cutânea do dorso do pé. Os achados sugerem que sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico não influenciaram significativamente a velocidade do fluxo sanguíneo periférico nem a temperatura cutânea dos membros inferiores em indivíduos pós-COVID-19. Tais resultados indicam a necessidade de estudos adicionais, com amostras maiores, para melhor compreensão do significado clínico dessas observações.

Palavras-chave: COVID-19; Fluxo Sanguíneo; Membros Inferiores; Temperatura Cutânea; Termografia Infravermelha.

ABSTRACT

The so-called post-COVID-19 syndrome (Corona Virus Disease 2019) or Long COVID has been extensively investigated over the past five years, with particular emphasis on the respiratory and musculoskeletal systems. However, the effects of SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) infection on the vascular system remain poorly explored, despite emerging evidence suggesting potential changes, such as endothelial dysfunction, based on the pathophysiological mechanisms of the disease. This study aimed to evaluate the peripheral vascular function of post-COVID-19 individuals through blood flow velocity and skin temperature of the lower limbs, considering the variables of gender, age group, and type of therapeutic support, as well as the possible associations between these clinical and physiological variables. To obtain the data for this dissertation, a cross-sectional study was conducted based on the secondary analysis of a dataset collected between November 2021 and May 2022. This is an offshoot of a project approved by the Research Ethics Committee CEP/CCS/UFPE under opinion No. 5,014,316 and funded by CNPq APQ No. 403341/2020-5, from the COVID-19 emergency call for proposals. Volunteers of both sexes, aged 18 years or older, residing in the Metropolitan Region of Recife (PE) were included. Data collection included clinical interviews, vital sign measurements, and assessment of peripheral blood flow velocity using doppler ultrasound, as well as measurement of skin temperature in the lower limbs using infrared thermography. After applying the eligibility criteria, data from 60 post-COVID-19 individuals aged between 18 and 74 years (mean 47.4 ± 12.3 years) were selected, with a predominance of females (68.3%). Of the total, 39 (65%) underwent home treatment and 21 (35%) were hospitalized, of which 6 (10%) were in the intensive care unit and 15 (25%) in the infirmary. Data analysis was performed using JAMOVI (version 2.3) and R (version 4.2.2) software through measures of central tendency, dispersion, and absolute and relative frequency. The Shapiro-Wilk test was applied to verify data normality. Multiple linear regression models were used to investigate the association between hemodynamic variables and gender, age group, and type of therapeutic support. The results related to skin temperature distribution showed a statistically significant difference only in some specific regions of interest between genders, age groups, and types of therapeutic support. With regard to blood flow velocity, a statistically significant difference was observed only in the right lower limb in the therapeutic support group ($p<0.05$). Regarding correlation analysis, there was no association between peripheral blood flow velocity and skin temperature on the dorsum of the foot. The findings suggest that gender, age group, and type of therapeutic support did not significantly influence peripheral blood flow velocity or skin temperature of the lower limbs in post-COVID-19 individuals. These results indicate the need for further studies with larger samples to better understand the clinical significance of these observations.

Keywords: COVID-19; Blood Flow; Lower Limbs; Skin Temperature; Infrared Thermography.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

DISSERTAÇÃO

Figura 1. Estrutura do SARS-CoV-2	21
Figura 2. Classificação da COVID longa	23
Figura 3. Infecção pelo SARS-CoV-2 e produção da tempestade de citocinas	24
Figura 4. Imagem termográfica da região anterior dos membros inferiores	26
Figura 5. Forma de onda trifásica (A), bifásica (B) e monofásica (C) detectada pela Ultrassonografia Doppler Vascular (UDV)	28
Figura 6. Trajeto anatômico da artéria dorsal indo em direção ao primeiro espaço interdigital	28
Figura 7. Fluxograma das etapas do estudo.....	37
Figura 8. Ultrasonic Vascular Doppler BV-620VP.....	40
Figura 9. Câmera Termográfica FLIR E40bx.....	40
Figura 10 – Representação esquemática do protocolo de avaliação das regiões de interesse (ROIs) nas vistas anterior e posterior dos membros inferiores.....	41

ARTIGO ORIGINAL

Figure 1. Schematic representation of the protocol for assessing the regions of interest (ROIs) in the anterior and posterior views of the lower limbs.....	57
Figure 2. Flowchart of the distribution of study participants	59
Figura 3. Thermograms showing the predominant heat distribution patterns in the lower limbs of the study volunteers.....	70

LISTA DE TABELAS

DISSERTAÇÃO

Tabela 1. Estimativas para o número amostral do estudo.....	37
--	----

ARTIGO ORIGINAL

Table 1. Sociodemographic, anthropometric and clinical characterization of the participants	59
--	----

Table 2. Distribution of lower limb skin temperature according to sex.....	61
---	----

Table 3. Distribution of lower limb skin temperature according to age group.....	62
---	----

Table 4. Distribution of lower limb skin temperature according to the type of therapeutic support.....	66
---	----

Table 5. Average skin temperature of the ROIs of the lower limbs in post-COVID-19 individuals according to gender, age group, and type of therapeutic support	68
--	----

Table 6. Percentage distribution of predominant thermographic patterns in the lower limbs by sex, age group and type of therapeutic support in post-COVID-19 individuals.....	71
--	----

Table 7. Distribution of blood flow velocity in the dorsum of the foot of post-COVID-19 individuals according to the strata analyzed.....	72
--	----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

% – Porcentagem

ANOVA – Análise de variância

ASCOM - Assessoria de Comunicação Social

BPM – Batimentos por minuto

°C – Graus celsius

CCS - Centro de ciências das saúde

CEP - Comitê de ética em pesquisa com seres humanos

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CNS - Conselho Nacional de Saúde

cm/s - Centímetros por segundo

COVID-19 – Coronavírus 2019

DM - Diabetes *Mellitus* (DM)

DP - Desvio padrão

ECA2 - Enzima Conversora de Angiotensina II

ESPIN - Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional

FC – Frequência Cardíaca

TNF α - Fator de Necrose Tumoral alfa

HAS - Hipertensão Arterial Sistêmica

Hz – Hertz

IMC – Índice de massa corporal

LACIRTEM – Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais

LinDeF - Laboratório Multiusuário de Inovação Instrumental e Desempenho Físico-Funcional

MMII – Membros inferiores

N - Número amostral

OMS – Organização mundial da saúde

PA – Pressão Arterial

PE – Pernambuco

RNA - ácido ribonucleico

ROI - Região de Interesse

SARA - Síndrome da Angústia Respiratória Aguda

SARS-CoV-2 – Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2
SpO2 - Saturação Periférica de Oxigênio
SPSS – Statistical package for social science
STROBE - Strengthening The Reporting of Observational Studies in Epidemiology
TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
TRI - Termografia Infravermelha
UDV - Ultrassonografia Doppler vascular periférica
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UTI – Unidade de terapia intensiva

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	21
2.1 COVID-19.....	21
2.2 Repercussões da COVID-19 no sistema vascular	23
2.3 Instrumentos para avaliação da função vascular	25
2.3.1 Avaliação da temperatura cutânea.....	25
2.3.2 Avaliação do fluxo sanguíneo periférico.....	27
3 JUSTIFICATIVA.....	31
4 PERGUNTA CONDUTORA.....	32
5 HIPÓTESE.....	33
6 OBJETIVOS.....	34
6.1 Geral	34
6.2 Específicos	34
7 MATERIAL E MÉTODOS.....	35
7.1 Delineamento, local e período do estudo.....	35
7.2 Aspectos éticos.....	35
7.3 População e amostra da pesquisa.....	35
7.4 Fluxograma das etapas do estudo.....	37
7.5 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados.....	38
7.5.1 Dados antropométricos, sociodemográficos e clínicos.....	38
7.5.2 Avaliação da velocidade do fluxo sanguíneo	39
7.5.3 Avaliação da circulação periférica pela temperatura cutânea dos membros inferiores.....	40
7.6 Processamento e análise dos dados	41
8 RESULTADOS.....	43
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44

10 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
APÊNDICE A - ARTIGO ORIGINAL	53
APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO.....	E 80
APÊNDICE C - FICHA DE AVALIAÇÃO.....	83

1. INTRODUÇÃO

Em 22 de abril de 2022, o Ministério da Saúde declarou o encerramento da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional (ESPIN) relacionada à pandemia de Corona Virus Disease 2019 (COVID-19). A decisão foi fundamentada na redução das hospitalizações e das internações em unidades de terapia intensiva (UTI), na diminuição dos níveis de transmissão e no declínio do número de novos casos, atribuídos à elevada cobertura vacinal da população brasileira (Brasil, 2022).

Apesar da redução expressiva nos indicadores epidemiológicos, a COVID-19 permanece como um agravio relevante à saúde pública. De acordo com o boletim epidemiológico divulgado em abril de 2024, foram registrados no Brasil 52.048 casos e 658 óbitos, representando uma redução de 65,7% no número de novos casos e de 30,9% no número de óbitos em comparação ao mês anterior (Brasil, 2024). Ainda que a gravidade clínica e os prognósticos adversos tenham diminuído em relação às fases iniciais da pandemia, a infecção por SARS-CoV-2 continua sendo uma condição crítica, associada à morbimortalidade significativa em escala nacional e global (El-Sadr, 2023; OMS, 2023).

Desde o início da pandemia da COVID-19, em 2020, diversos estudos foram publicados acerca dos seus impactos emocionais e psicológicos (Bohórquez-Blanco *et al.*, 2022; Lee *et al.*, 2023; Schafer *et al.*, 2023), na qualidade de vida relacionada à saúde, função muscular e pulmonar (Oliveira *et al.*, 2024; Schmidt, Piva, Sbruzz, 2022; Wang *et al.*, 2024), reabilitação e telereabilitação (Martínez-Pozas *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2024) e outros domínios fisiológicos e funcionais amplamente explorados. Contudo, os aspectos vasculares, como a temperatura cutânea e a velocidade do fluxo sanguíneo periférico, permanecem pouco investigados na literatura científica.

A infecção pelo vírus SARS-CoV-2 (Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2) induz um processo inflamatório sistêmico, culminando no aumento exacerbado em citocinas pró-inflamatórias, conhecido como “tempestade de citocinas”. Entre os diversos tecidos acometidos, o endotélio vascular se destaca por seu papel fundamental na manutenção da homeostase corporal. Becker (2020) descreve que esse processo

contribui para eventos patológicos nas artérias, arteríolas, veias, vênulas e capilares. O desajuste nos mecanismos de coagulação advindos da doença favorece a ocorrência de danos graves ao tecido vascular, aumentando a probabilidade de trombose em grandes e pequenos vasos (Huang *et al.*, 2020; Soares *et al.*, 2020; Siddiqi; Libby; Ridker; Tiburi *et al.*, 2021).

Essas alterações vasculares e sistêmicas repercutem diretamente no manejo clínico dos pacientes e influenciam a escolha do tipo de assistência terapêutica, que pode variar do isolamento domiciliar à hospitalização. Indivíduos que sobreviveram à COVID-19, especialmente aqueles que necessitaram de cuidados em UTI, podem apresentar repercussões a longo prazo. A Síndrome pós-COVID-19 abrange sintomas persistentes, como falta de ar, cansaço, fraqueza e dor muscular, os quais podem estar associados à inflamação remanescente, danos em órgãos, reações não específicas à hospitalização ou ventilação prolongada (síndrome pós-terapia intensiva), afastamento social ou agravamento de condições de saúde preexistentes (Aiyegbusi *et al.*, 2021; Huang *et al.*, 2021; Garg, 2021; Román-Montes, 2023).

Entre essas repercussões, destacam-se alterações vasculares que podem comprometer a perfusão periférica. A redução do fluxo sanguíneo e o consequente resfriamento local da pele, resultantes da desregulação dos mecanismos homeostáticos do sistema vascular, são características associadas à disfunção endotelial (Alves *et al.*, 2020). Em pacientes que necessitaram de internação em UTI, a incidência de trombose venosa profunda (TVP) é elevada, afetando principalmente as veias da panturrilha e, muitas vezes, passando despercebida clinicamente (De Freitas *et al.*, 2021).

Tais alterações podem ser detectadas por meio de métodos não invasivos de alto padrão, destacando-se a termografia por radiação infravermelha (TRI) e a ultrassonografia doppler vascular periférica (UDV), sendo a artéria dorsal do pé comumente utilizada para a realização desse exame devido a sua característica anatômica relativamente mais superficial, facilitando a acessibilidade e visibilidade de sinais acústicos nessa região (Barroso *et al.*, 2017; Takahashi *et al.*, 2020; Neves *et al.*, 2023).

Não existem diretrizes específicas de intervenções fisioterapêuticas vasculares para a população pós-COVID-19, sendo a prática clínica guiada, principalmente, por resultados de ensaios clínicos preliminares, adaptações de protocolos e pela experiência de especialistas (Silva, 2022). O que a literatura científica nos proporciona, são estudos embasando a utilização desses métodos avaliativos em diversas patologias associadas a lesão endotelial, à exemplo da diabetes mellitus (Alves *et al.*, 2020; Ilo *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022; De Deus Passos, 2022). Contudo, pesquisas em Fisioterapia que conduzem a avaliação de aspectos vasculares em indivíduos que passaram pela COVID-19 utilizando essas medidas são escassas, direcionando-se, em sua maioria, a estudos que visam a avaliação de parâmetros e padrões febris (Piccinini *et al.*, 2021; Brioschi *et al.*, 2023; Makino Antunes *et al.*, 2023).

Compreendendo que o pós-COVID-19 é uma condição de repercussão multissistêmica, torna-se essencial investigar o comportamento do sistema vascular no período pós-infecção, especialmente nos membros inferiores, onde alterações na perfusão periférica podem refletir disfunção endotelial. Estudos iniciais indicam mudanças na temperatura cutânea em indivíduos com COVID longa (Neves *et al.*, 2023), porém ainda são limitadas as evidências sobre como essas alterações se apresentam em função de variáveis clínicas como sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico recebido. Adicionalmente, a relação entre a velocidade do fluxo sanguíneo periférico e a temperatura cutânea permanece pouco explorada, e não existem valores de referência estabelecidos para a população brasileira.

Diante desse contexto, este estudo tem como objetivo avaliar a função vascular periférica de indivíduos pós-COVID-19 por meio da velocidade do fluxo sanguíneo e da temperatura cutânea dos membros inferiores, considerando as variáveis sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico, bem como as possíveis associações entre essas variáveis clínicas e fisiológicas de modo a fornecer subsídios para a prática clínica e futuras estratégias de intervenção fisioterapêutica.

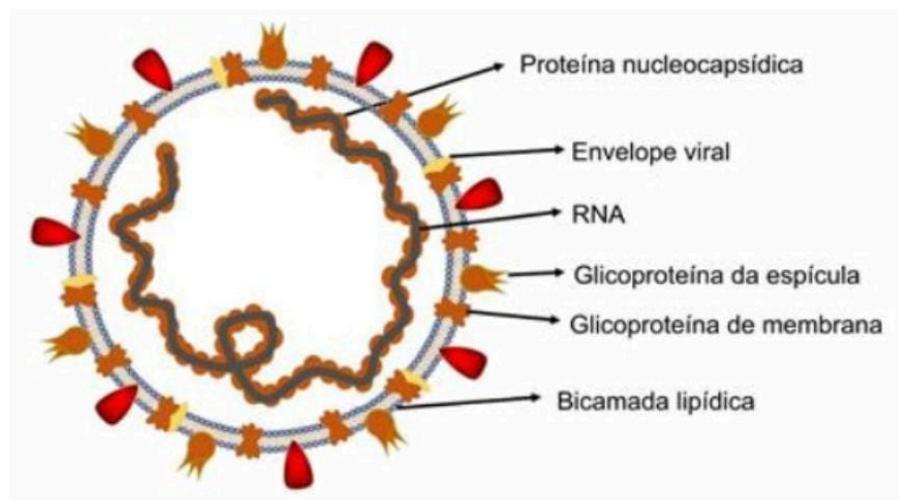
2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COVID-19

Descoberto em Wuhan, cidade de grande porte localizada no centro da China, em dezembro de 2019, o *Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2* (SARS-CoV-2), é o sétimo tipo de coronavírus conhecido, capaz de infectar seres humanos (Li *et al.*, 2020; Zhu *et al.*, 2020). Os coronavírus pertencem à família Coronaviridae, subdividida em quatro gêneros: alfa, beta, gama e delta, sendo o tipo beta um dos mais estudados e conhecidos por sua capacidade de causar doenças graves e fatais (Sousa, 2020; Wollina, 2020).

O nome coronavírus, deriva do latim e significa "vírus com uma coroa", pois sua estrutura apresenta uma cadeia positiva em fita simples de Ácido Ribonucleico (RNA) envelopado com os maiores genomas conhecidos e grandes projeções como espículas em sua superfície, semelhantes a uma coroa (Figura 1). Esses vírus também manifestam a capacidade de sofrer mutação e se recombinar (Guo, 2020; Ouédraogo *et al.*, 2020).

Figura 1 - Estrutura do SARS-CoV-2.



Nota: SARS-CoV-2=Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. **Fonte:** Sousa, 2020.

Nessas espículas presentes na superfície da cápsula do vírus, encontra-se uma proteína chamada *Spike* (Proteína S), fundamental para a entrada do vírus nas células

por ter afinidade com o receptor da enzima conversora de angiotensina II (ACE2) (Brito, 2020). A infecção por SARS-CoV-2 é causada pela invasão celular nos receptores ACE2, abundantes em células das vias aéreas, repercutindo na manifestação de sintomas, majoritariamente, respiratórios. No entanto, esses receptores também são expressos em vários outros tecidos e sistemas do corpo, como epitélio intestinal, endotélio vascular, sistema renal e cardíaco (Clerkin *et al.*, 2020; Loo, 2021; Medical Sequelae of COVID-19, 2020). A presença de danos nas células endoteliais no leito vascular de vários órgãos, resulta em uma variedade de sintomas e prognósticos inexplicáveis descritos nos primeiros relatórios do surto da COVID-19 (Zamboni, 2020).

A infecção pelo vírus SARS-CoV-2, gera uma doença aguda grave com componente de alcance multissistêmico, o que pode explicar sua relação com danos de macro e microvasos, relacionadas a dano tecidual inflamatório. Dentre elas, as mais relatadas são a síndrome da angústia respiratória aguda (SARA), lesão renal aguda, falência de múltiplos órgãos, sepse/choque séptico e insuficiência cardíaca (Zhou *et al.*, 2020)

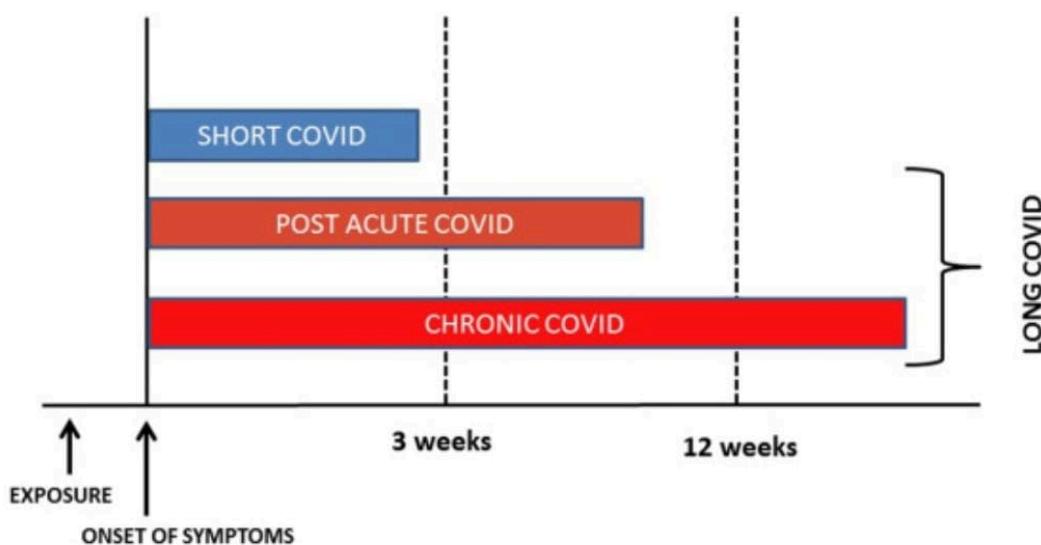
De acordo com a Comissão Nacional de Saúde Chinesa (2020), a COVID-19 pode ser estratificada em quadros que variam de leve a crítico. Na fase aguda, a COVID-19 pode ocasionar sintomas como febre, tosse seca, falta de ar, fraqueza generalizada e problemas gastrointestinais. Os sobreviventes da COVID-19, especialmente aqueles que necessitaram de internamento em UTI, podem apresentar sequelas decorrentes das complicações causadas pela infecção viral, incluindo déficits físicos, funcionais e cognitivos que demandam reabilitação pós-aguda (Disser *et al.*, 2020; Bonorino & Cani, 2021; Sheehy, 2020).

Síndrome pós-COVID-19 ou COVID longa são termos utilizados para descrever a presença de vários sintomas semanas ou até meses após a infecção por SARS-CoV-2 (Soriano *et al.*, 2022; Munblit *et al.*, 2022; Greenhalgh *et al.*, 2020), que podem estar relacionados à inflamação residual, lesão de órgãos, efeitos inespecíficos da hospitalização ou ventilação prolongada (síndrome pós-terapia intensiva), isolamento social ou impacto nas condições de saúde pré-existentes (Aiyegbusi *et al.*, 2021; Huang, *et al.*, 2021; Garg, 2021; Román-Montes, 2023).

Pesquisadores como Raveendran, Jayadevan e Sashidharan (2021) propõem que o termo pós-COVID-19 seja uma designação abrangente para identificar os efeitos

sistêmicos da doença. No entanto, eles afirmam que essa categorização deve ser dividida em duas fases, separadas por semanas, levando em conta a duração dos sintomas após a fase aguda da infecção em: pós-COVID agudo, em que os sintomas se estendem por mais de 3 semanas e COVID crônico, em que os sintomas se estendem por mais de 12 semanas (Figura 2) (Raveendran *et al.*, 2021).

Figura 2 - Classificação da COVID longa.



Nota: COVID=Corona Virus Disease 2019. **Fonte:** Raveendran *et al.*, 2021.

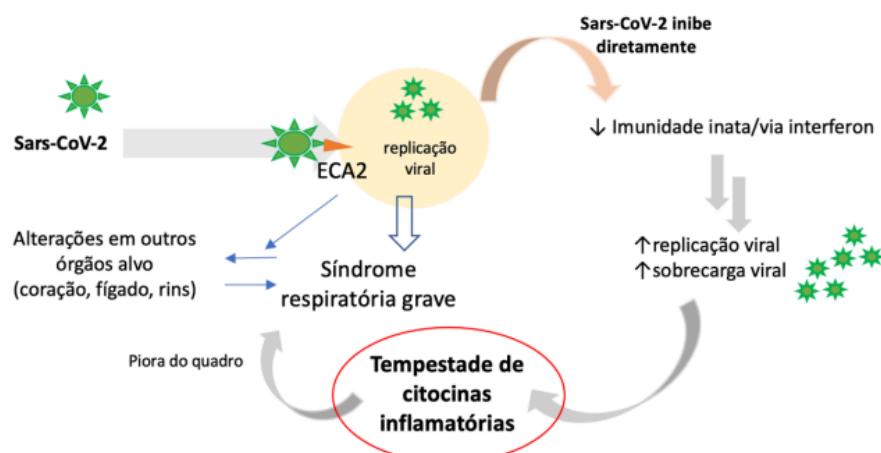
Sabe-se que existe uma relação linear entre a idade e o risco de apresentar sintomas persistentes, devido ao processo de imunossenescênci, maior presença de comorbidades e menor reserva fisiológica (Docherty *et al.*, 2020; Whitaker *et al.*, 2021). Sudre *et al.* (2021) evidenciaram que aqueles que apresentaram COVID longa eram consistentemente mais velhos, com maior predominância do sexo feminino e maior necessidade de avaliação hospitalar, em comparação ao grupo que relatou sintomas por um curto período de tempo. Os sintomas mais citados como persistentes são fadiga, fraqueza muscular, mialgia, distúrbios do sono e de atenção, comprometimento da memória, entre outros (Aiyegbusi *et al.*, 2021).

2.2 Repercussões da COVID-19 no sistema vascular

O sistema vascular está entre os primeiros a ser afetados pela infecção, uma vez que nele se encontram os receptores responsáveis por hospedar o vírus causador da

COVID-19 (Clerkin et al., 2020). As graves injúrias no endotélio vascular resultam, em grande parte, de um processo inflamatório mediado pelo aumento exacerbado de citocinas pró-inflamatórias, como Fator de Necrose Tumoral α (TNF α), Interferon α , Interferon γ , Interleucina 1 β (IL-1 β), Interleucina 12 (IL-12), Interleucina 18 (IL-18), Interleucina 33 (IL-33) e Interleucina 6 (IL-6). Essa “tempestade de citocinas” desencadeia um desbalanço nos mecanismos de regulação da coagulação, favorecendo a ocorrência de tromboses tanto em nível macro quanto microvascular (Figura 3) (Do Nascimento et al., 2020; De Freitas et al., 2021; Nascimento et al., 2021; Dos Santos et al., 2022; Viana et al., 2022).

Figura 3 - Infecção pelo SARS-CoV-2 e produção da tempestade de citocinas.



Nota: SARS-CoV-2=Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2. **Fonte:** Do Nascimento et al., 2020.

Doykov et al. (2021) notaram que, indivíduos com até quarenta dias após a infecção leve ou assintomática pelo SARS-CoV-2, ainda apresentavam concentrações notavelmente altas de diversos biomarcadores relacionados à inflamação e à resposta imunológica contra o vírus.

A patogênese do SARS-CoV-2 pode aumentar os danos no miocárdio causados pela infecção viral. Em indivíduos com COVID-19, a incidência de sintomas relacionados ao coração é elevada, resultante da resposta inflamatória sistêmica e das alterações no sistema imunológico durante a progressão da doença. A alta prevalência de doença

vascular e inflamação miocárdica na COVID-19 sugere que os mecanismos de disfunção endotelial podem ser mais relevantes em alguns pacientes (Aid *et al.*, 2020; Guijarro, 2020; Zamboni, 2020).

Estudos sobre os possíveis efeitos orgânicos desse vírus no sistema vascular são escassos. O que se sabe é que, pessoas com condições cardiovasculares preexistentes que contraem COVID-19, podem ter um resultado clínico mais desfavorável (Costa *et al.*, 2020; Ferrari, 2020; Dos Santos Cavalcante *et al.*, 2021). Assim, pacientes com diabetes *mellitus* (DM), obesidade e, especialmente hipertensão arterial sistêmica (HAS), que já estão predispostos a danos endoteliais devido à patogenicidade da doença subjacente, podem desenvolver sequelas após a infecção por COVID-19 que aceleram ou exacerbaram esta doença pré-existente. Dessa forma, torna-se conhecida a importância de cuidados adicionais aos pacientes com fatores de risco (Rossi Neto *et al.*, 2020; Martins *et al.*, 2020; De Santana *et al.*, 2021).

Na hipertensão arterial, observa-se remodelamento vascular com espessamento da parede, aumento da rigidez e prejuízo na função endotelial (Zheng, Yang, 2024). No diabetes, a hiperglicemia sustentada induz a formação de produtos de glicação avançada e o acúmulo de espécies reativas de oxigênio, resultando em danos à micro e macrovasculatura (Yang *et al.*, 2024; Rizzoni *et al.*, 2023). Além disso, o remodelamento da matriz extracelular tem papel relevante na progressão dessas alterações, afetando negativamente a perfusão tecidual e a homeostase vascular (Lin, Davis, 2023). Dessa forma, torna-se evidente que indivíduos com comorbidades cardiovasculares ou metabólicas podem apresentar maior vulnerabilidade às consequências vasculares da COVID-19, reforçando a necessidade de estratégias de monitoramento e intervenção direcionadas a esse grupo de risco.

2.3 Instrumentos para avaliação da função vascular

2.3.1 Avaliação da temperatura cutânea

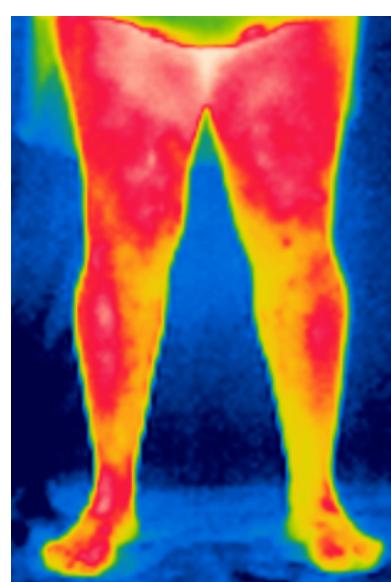
Alterações funcionais e estruturais no endotélio vascular comprometem a regulação da perfusão e, consequentemente, podem prejudicar o fornecimento de oxigênio aos tecidos periféricos (Clough, 2017). De acordo com mecanismos fisiológicos de termorregulação, a temperatura da pele é constantemente ajustada para acomodar a

perfusão sanguínea dos vasos superficiais. Portanto, quando ocorre um processo patológico, verificam-se alterações térmicas na área afetada. Esta lesão pode resultar em aumento ou diminuição do fluxo sanguíneo local, dependendo do estágio e da fisiopatologia da lesão (Bandeira *et al.*, 2014).

Neste sentido, a termografia por radiação infravermelha (TRI) surge como um meio não-invasivo de avaliação, permitindo a identificação de disfunções teciduais numa fase inicial através da captura de imagens que mostram a distribuição da radiação térmica emitida pela superfície do corpo. O exame é realizado por meio de uma câmera que detecta a radiação térmica emitida pela superfície corporal e tem a vantagem de ser de fácil reprodução e indolor (Gatt *et al.*, 2015; Barroso *et al.*, 2017).

As imagens obtidas por TRI (Figura 4) são compostas por pixels que podem representar diferentes temperaturas em uma mesma região anatômica (Mekjavić & Tipton, 2022). Para garantir a padronização e a comparabilidade dos resultados, Ludwig *et al.* (2014) recomendam que as medidas térmicas sejam expressas como: (i) temperatura média da região de interesse; (ii) valor máximo; ou (iii) média de toda a área anatômica. A aplicação desses critérios metodológicos têm relevância clínica, como demonstrado por Astasio-Picado *et al.* (2018), que observaram em pacientes diabéticos temperatura plantar média de 24,19 °C, aproximadamente 3 °C inferior à de indivíduos não diabéticos (27,23 °C), evidenciando o potencial da TRI na avaliação vascular.

Figura 4 - Imagem termográfica da região anterior dos membros inferiores.



Fonte: Arquivo do pesquisador.

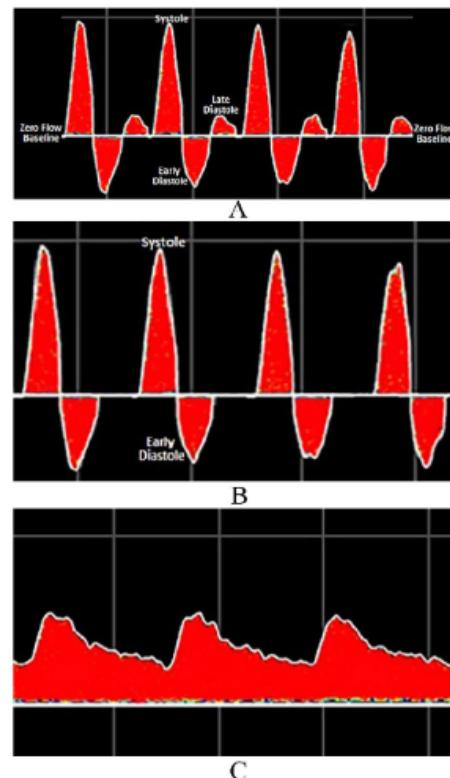
Até o momento, a literatura apresenta poucos estudos que realizaram uma análise direta da temperatura cutânea nos membros inferiores de pacientes no período pós-COVID-19. Neves *et al.* (2023), por meio de um delineamento transversal, investigaram alterações na temperatura corporal, na variabilidade da frequência cardíaca (VFC) e nos níveis de citocinas pró e anti-inflamatórias em indivíduos com COVID longa, acompanhados por até 15 meses. Os autores observaram elevação da temperatura cutânea periférica, variando entre 0,1°C e 1,6°C nas regiões analisadas por termografia infravermelha (TRI), nos participantes com ≤120 dias, em comparação com aqueles com mais de 120 dias. Além disso, Zhang *et al.* (2023), no trabalho *Reference Standard for Digital Infrared Thermography of the Surface Temperature of the Lower Limbs*, propuseram um referencial internacional para a análise térmica dos membros inferiores, destacando metodologias robustas que podem servir como parâmetro comparativo em estudos futuros.

2.3.2 Avaliação do fluxo sanguíneo periférico

A avaliação do fluxo sanguíneo periférico constitui um componente essencial na investigação da integridade vascular e da perfusão tecidual, uma vez que alterações nesse parâmetro podem refletir disfunções endoteliais e comprometimentos circulatórios relacionados à redução do aporte sanguíneo (Alves *et al.*, 2020). Para mensurar tais alterações, dispõem-se de diferentes métodos não invasivos, como a ultrassonografia doppler vascular periférica (UDV), ferramenta portátil e amplamente utilizada para o diagnóstico e estadiamento de doenças vasculares (De Deus Passos, 2022).

Em artérias periféricas saudáveis, é comum observar um padrão trifásico de fluxo, composto por um pico sistólico acentuado, seguido por um breve refluxo diastólico e um discreto componente anterógrado terminal. Em condições patológicas, como no diabetes, esse padrão pode ser alterado, apresentando-se como onda bifásica ou monofásica. Essas modificações decorrem da redução da resistência vascular periférica e da perda das fases de refluxo e fluxo terminal, refletindo o comprometimento hemodinâmico associado à doença (Figura 5) (Kim *et al.*, 2020).

Figura 5 - Forma de onda trifásica (A), bifásica (B) e monofásica (C) detectada pela Ultrassonografia Doppler Vascular (UDV).



Fonte: KIM *et al.*, 2020.

Nesse contexto, a predileção pelo dorso do pé como região de interesse para análise da velocidade do fluxo sanguíneo não é aleatória, pois ele representa de forma sensível a circulação nas extremidades por possuir uma rede capilar densa. A região dorsal do pé oferece uma vantagem adicional para análises clínicas, devido a localização superficial da artéria dorsal do pé, ramo da artéria tibial anterior, o que facilita a acessibilidade e visibilidade dos sinais acústicos nessa área (Barroso *et al.*, 2017; Takahashi *et al.*, 2020; Neves *et al.*, 2023; De Freitas *et al.*, 2021).

Figura 6 - Trajeto anatômico da artéria dorsal indo em direção ao primeiro espaço interdigital.



Fonte: TAKAHASHI *et al.*, 2020.

É possível encontrar estudos conduzindo a avaliação do sistema vascular a partir dessas ferramentas em diversas patologias associadas a lesão endotelial, a exemplo da diabetes *mellitus* (Alves *et al.*, 2020; Rodrigues *et al.*, 2022). No entanto, ainda são controversos os valores de normalidade da velocidade do fluxo sanguíneo em artérias como a dorsal do pé, assim como valores em situações de disfunção vascular. O estudo pioneiro de Fronek, Coel e Bernstein (1976), propondo técnicas padronizadas de medição do fluxo arterial, sugere uma velocidade média de fluxo de $3,4 \pm 1,6$ cm/s na artéria dorsal do pé.

Guirro *et al.* (2014) avaliaram a relação existente entre a amplitude de movimento da articulação talocrural com a velocidade do fluxo sanguíneo em artérias dos membros inferiores. No grupo de pacientes saudáveis, o valor médio da velocidade encontrado na artéria dorsal do pé foi 26,11 cm/s ($\pm 11,7$) e de 26,51 cm/s ($\pm 14,5$) em mulheres diabéticas. Entretanto, são escassas as evidências com o objetivo de inferir a função vascular de indivíduos infectados pelo SARS-CoV-2.

Diante disso, observa-se que, embora a literatura ofereça parâmetros de referência em diferentes condições clínicas, ainda existe uma lacuna no conhecimento sobre o comportamento do fluxo sanguíneo periférico e sua relação com a temperatura cutânea em populações específicas, como indivíduos pós-COVID-19. Assim, torna-se fundamental

ampliar as investigações nessa área, de modo a contribuir para a compreensão dos mecanismos vasculares envolvidos e subsidiar estratégias de monitoramento e cuidado clínico desses pacientes.

3. JUSTIFICATIVA

A pandemia de COVID-19 trouxe à tona não apenas os efeitos agudos da infecção pelo SARS-CoV-2, mas também um conjunto de manifestações persistentes que caracterizam a chamada COVID longa ou síndrome pós-COVID-19. Essa condição pode afetar múltiplos sistemas do organismo, mesmo semanas ou meses após a resolução da fase infecciosa, e representa um desafio crescente para a saúde pública e a prática clínica.

Embora os sistemas respiratório e musculoesquelético estejam entre os mais investigados nesse contexto, ainda há lacunas significativas no entendimento das repercussões vasculares da COVID longa. Estudos preliminares indicam que a infecção pode comprometer o endotélio vascular, desencadeando alterações no fluxo sanguíneo, redução da perfusão tecidual e maior risco de microtromboses e inflamações persistentes. Essas alterações podem permanecer ativas no período pós-agudo, contribuindo para sintomas crônicos como fadiga, dor e intolerância ao exercício.

A temperatura cutânea dos membros inferiores, por sua vez, reflete diretamente o estado da circulação periférica e pode ser um marcador não invasivo de disfunção microvascular em indivíduos pós-COVID-19. Investigar a relação entre fluxo sanguíneo periférico e temperatura cutânea pode, portanto, oferecer informações relevantes sobre a integridade vascular desses pacientes.

Dante da escassez de estudos que explorem esse eixo de investigação, a presente dissertação se justifica pela necessidade de aprofundar o conhecimento sobre as consequências vasculares da COVID longa. Os resultados obtidos poderão contribuir para a compreensão dos efeitos sistêmicos prolongados da doença, além de fornecer subsídios importantes para o acompanhamento clínico e o desenvolvimento de estratégias de reabilitação vascular mais específicas para essa população.

4. PERGUNTA CONDUTORA

Como se distribuem a velocidade do fluxo sanguíneo periférico e a temperatura cutânea dos membros inferiores de indivíduos pós-COVID-19 segundo o sexo, a faixa etária e o tipo de suporte terapêutico recebido?

5. HIPÓTESE

H0: A distribuição da velocidade do fluxo sanguíneo periférico e de temperatura cutânea dos membros inferiores de indivíduos pós-COVID-19 não é similar entre os sexos, faixa etária e tipo de suporte terapêutico.

H1: A distribuição da velocidade do fluxo sanguíneo periférico e de temperatura cutânea dos membros inferiores de indivíduos pós-COVID-19 é similar entre os sexos, faixa etária e tipo de suporte terapêutico.

6. OBJETIVOS

6.1 Geral

Avaliar a função vascular periférica de indivíduos pós-COVID-19 por meio da velocidade do fluxo sanguíneo e da temperatura cutânea dos membros inferiores, bem como as possíveis associações entre essas variáveis clínicas e fisiológicas.

6.2 Específicos

- Estimar a velocidade do fluxo sanguíneo e temperatura cutânea dos membros inferiores de indivíduos pós-COVID-19 segundo o sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico recebido.
- Avaliar diferenças na velocidade do fluxo sanguíneo e na temperatura cutânea dos membros inferiores de indivíduos pós-COVID-19, segundo o sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico recebido.

7. MATERIAIS E MÉTODOS

7.1 Delineamento, local e período do estudo

Trata-se de um estudo do tipo transversal com análise secundária de dados, desenvolvido segundo as recomendações do checklist *Strengthening The Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE), a partir da análise de um banco de dados prévio.

O estudo está vinculado ao Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM), em parceria com o Laboratório Multusuário de Inovação Instrumental e Desempenho Físico-Funcional (LinDeF) do Departamento de Fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), *campus Recife*. A coleta dos dados utilizados neste trabalho foi realizada em um estudo original no período de novembro de 2021 a maio de 2022 e a análise do banco de dados gerado ocorreu no período de janeiro a novembro de 2024. Este estudo é uma ramificação do projeto “*Clinical and Functional Outcomes of Critically Ill Patients With COVID-19*” aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa CEP/CCS/UFPE sob parecer nº 5.014.316 e financiado pelo CNPq APQ nº 403341/2020-5, do edital emergencial COVID-19.

7.2 Aspectos éticos

O estudo original que concebeu os dados dessa pesquisa obedeceu os preceitos éticos da Declaração de Helsinque que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos e visa assegurar os direitos e deveres que dizem respeito aos participantes do estudo, à comunidade científica e ao Estado.

Todos os participantes leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE C). Através dele, o paciente estaria ciente dos riscos e benefícios de sua participação e que a qualquer momento durante a realização da pesquisa, poderia retirar-se da mesma, sem nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou a instituição que apoia esta pesquisa.

7.3 População e amostra da pesquisa

Participaram do estudo original indivíduos sobreviventes da COVID-19 que residem na região metropolitana do Recife - PE. A amostragem foi de característica não probabilística, por conveniência. O recrutamento desses indivíduos ocorreu mediante a divulgação da pesquisa por meio de panfletagem, publicação na Assessoria de Comunicação Social (ASCOM-UFPE) e compartilhamento de *folders* nas redes sociais (Instagram e WhatsApp).

Após análise do banco de dados e aplicação dos critérios de elegibilidade, foram incluídos adultos maiores de 18 anos, ambos os sexos, que foram acometidos pela COVID-19 comprovado por exame laboratorial (RT-PCR positivo). Foram excluídos aqueles com comorbidades que afetam microcirculação ou circulação venosa, como diabetes *mellitus*; insuficiência venosa crônica (pré-existente); Doença Arterial Periférica (DAP); doença vascular obstrutiva aguda ou crônica; hipertensão arterial sistêmica não controlada; doenças sistêmicas inflamatórias ou autoimunes: lúpus, esclerodermia, artrite reumatoide (afetam perfusão e temperatura cutânea); condições dermatológicas ou neurológicas nos membros inferiores: neuropatias periféricas, úlceras ou lesões cutâneas que possam interferir na termografia, doenças desmielinizantes periféricas; uso de medicamentos que alteram a circulação ou a temperatura periférica: vasodilatadores ou vasoconstritores, corticoides de uso prolongado; betabloqueadores; obesidade grave (IMC ≥ 40); imobilização prolongada recente ou uso de próteses nos membros inferiores (MMII); histórico de trombose venosa profunda (TVP) nos MMII antes da COVID-19.

Participantes com dados incompletos ou de baixa qualidade técnica nos exames de doppler vascular periférico dos membros inferiores e/ou termografia infravermelha, especificamente, contorno não visível dos membros, presença de artefatos e ausência de imagens das vistas anterior ou posterior dos membros inferiores completamente expostos foram excluídos da análise estatística correspondente. Os exames foram revisados de forma independente por dois avaliadores cegos e, embora estivesse previsto um terceiro avaliador para resolver eventuais discordâncias, os dois primeiros avaliadores concordaram em 100% das análises. Em caso de imagens inconclusivas ou artefatos técnicos impeditivos, os registros foram considerados como dados perdidos (*missing data*).

Os indivíduos incluídos foram estratificados de acordo com o sexo biológico, faixa etária (Adultos Jovens: 18 a 39 anos; Adultos de Meia-Idade: 40 a 59 anos e Idosos: ≥ 60 anos) e quanto ao tipo de suporte terapêutico recebido (Hospitalização e Isolamento Domiciliar).

Em razão da escassez de estudos prévios com delineamento semelhante, o cálculo amostral foi baseado em estimativas do tamanho do efeito para as principais variáveis do estudo, utilizando amostras aleatórias extraídas do banco de dados original. O cálculo foi realizado no software G*Power 3.1, com nível de significância (α) de 0,05 e poder estatístico ($1-\beta$) de 80%.

Tabela 1 - Estimativa do número amostral mínimo necessário por variável de interesse.

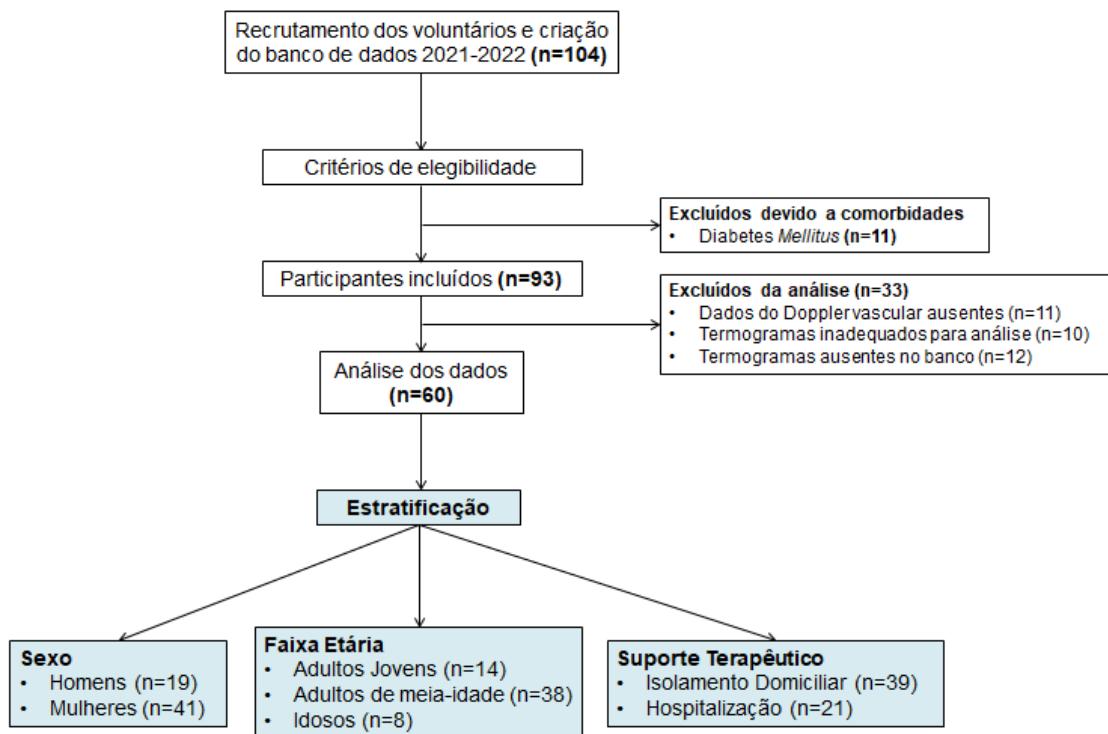
Variável	N amostral estimado
Sexo	52
Faixa etária	64
Tipo de suporte terapêutico	110

Notas: FS=Fluxo Sanguíneo; TC=Temperatura Cutânea.

7.4 Fluxograma das etapas do estudo

O recrutamento de voluntários para participação na pesquisa e criação do banco de dados ocorreu previamente, entre os anos de 2021 e 2022 (Figura 7). Os voluntários foram instruídos a contatar o pesquisador para receber mais informações e orientações sobre o estudo. Se o voluntário preenchesse aos critérios de inclusão, ele seria instruído a comparecer no local da coleta de dados, com dia e hora marcada, usando vestimentas apropriadas para a avaliação.

Figura 7 – Fluxograma das etapas do estudo.



Fonte: autoria própria.

7.5 Instrumentos e procedimentos para coleta de dados

A coleta de dados do estudo original que concebeu o banco para esse trabalho foi dividida em algumas etapas, mas em somente um encontro, que aconteceu no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM). O paciente permaneceu aproximadamente duas horas no laboratório para execução de todos os procedimentos. Na primeira etapa, foi realizada uma entrevista com os participantes para coleta dos dados pessoais e história clínica que foram anotados em uma ficha de avaliação (Apêndice B). Posteriormente, foi realizada a avaliação do sistema vascular para verificar a perfusão periférica e a temperatura cutânea dos MMII. Todos os testes foram realizados por um fisioterapeuta capacitado.

7.5.1 Dados antropométricos, sociodemográficos e clínicos

Os voluntários foram submetidos a uma única avaliação, realizada pelo menos 40 dias após o diagnóstico de COVID-19. A avaliação consistiu em uma entrevista onde foram coletados os dados sociodemográficos dos participantes,

sinais vitais (Frequência cardíaca – FC, Pressão arterial sistêmica – PAS e Saturação periférica de oxigênio – SpO2) bem como, informações sobre a história clínica da doença, desde seu diagnóstico ao tratamento e manejo clínico empregado. A saturação periférica de oxigênio (SpO2) foi expressa em porcentagem (%) e a frequência cardíaca (FC) mensurada em batimentos por minuto (BPM).

7.5.2 Avaliação da circulação periférica pela velocidade do fluxo sanguíneo

A velocidade do fluxo sanguíneo foi mensurada em metros por segundo (m/s) através do ultrassom doppler vascular periférico da marca Shenzhen, modelo BV-620VP (Figura 8). O paciente foi posicionado sentado em uma cadeira, com os MMII a 90° e pés apoiados em um degrau. No primeiro momento foi realizada a coleta com a articulação do tornozelo em repouso, no segundo momento o avaliador solicitou que o paciente realizasse movimento de flexão plantar e dorsiflexão do tornozelo e então foi realizada outra coleta/impressão dos gráficos de velocidade do fluxo arterial.

Antes da avaliação, foi realizada a assepsia da pele com álcool 70° para remover suor ou qualquer resíduo que cause impedânciа. Após isso, foi aplicado um gel condutor à base de água na área examinada a fim de promover um melhor contato entre transdutor e pele. O fluxo da artéria dorsal do pé foi avaliado em ambos os MMII, por um transdutor de alta frequência (8 MHz) posicionado em um ângulo de 45° para os vasos sanguíneos (Alves *et al.*, 2020). O dorso do pé foi utilizado como referência anatômica, pois o sinal acústico gerado pelo aparelho confirmaria o local mais adequado para acessar a artéria dorsal do pé (Takahashi *et al.*, 2020).

Após encontrar o melhor sinal acústico, foi realizada a impressão de 10 intervalos do gráfico de ondas senoidais, sendo descartados os 3 primeiros e os 3 últimos intervalos e usados para análise, a média dos 4 intervalos que restaram. Essa decisão se baseou na necessidade de evitar artefatos técnicos e oscilações transitórias comuns nos primeiros segundos de aquisição, bem como nos momentos finais, que frequentemente apresentam instabilidades relacionadas à movimentação do transdutor ou do participante. A exclusão desses trechos permitiu selecionar segmentos do sinal caracterizados por maior estabilidade e representatividade

fisiológica do fluxo sanguíneo, reduzindo vieses e melhorando a confiabilidade das estimativas.

Figura 8 – Ultrasonic Vascular Doppler BV-620VP.



Fonte: Adaptado do Manual do Ultrasonic Vascular Doppler BV-620VP.

7.5.3 Avaliação da circulação periférica pela temperatura cutânea dos membros inferiores

A avaliação da temperatura cutânea foi realizada por meio de termografia infravermelha com a câmera FLIR E40bx (FLIR Systems Inc., Wilsonville, OR, EUA), sensibilidade térmica de 0,05 °C e resolução de 160×120 pixels (Figura 9). As imagens foram capturadas em ambiente controlado (18–23 °C; umidade relativa entre 40%–70%), monitorado com termo-higrômetro digital (modelo KT-908), em uma cabine com plano de fundo preto. A câmera foi posicionada a 2,6 m dos participantes, em ângulo perpendicular (90°), para capturar os membros inferiores em vistas anterior e posterior (Quesada, 2017).

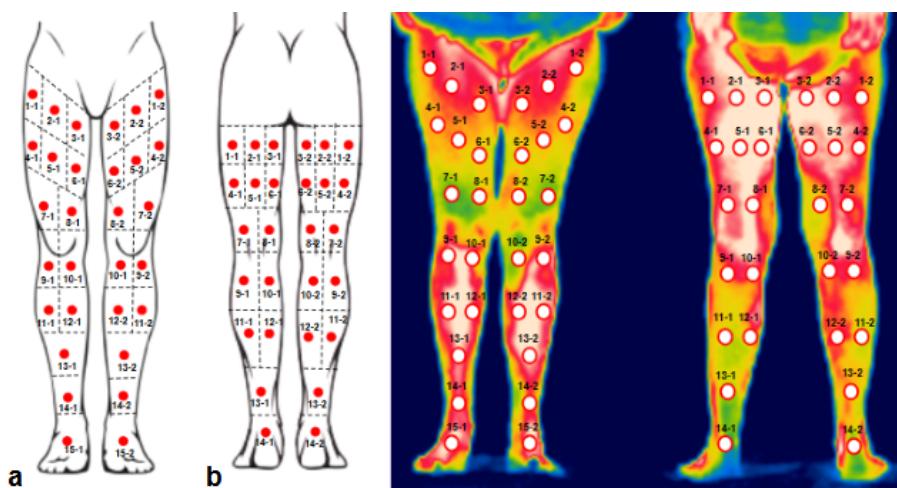
Figura 9 – Câmera Termográfica FLIR E40bx.



Fonte: Adaptado do Manual da câmera FLIR E40bx.

Os participantes passaram por um período de aclimatação com duração de 15 minutos, sendo previamente orientados a evitar contato da planta dos pés com o solo, a fim de não alterar a distribuição de temperatura nos membros inferiores, evitar o uso de analgésicos ou drogas vasoativas, loções ou cremes hidratantes nas ROIs, além de cafeína e nicotina nas últimas 4 horas antes do teste (Quesada, 2017). Imagens nas vistas anterior e posterior dos MMII, incluindo os segmentos coxa, panturrilha e pé, foram registradas. Um total de 58 regiões de interesse (ROIs) foram divididas manualmente em 15×2 ROIs na área frontal, 14×2 ROIs na área posterior (Quadro 1) (Zhang, 2023). Para o cruzamento dos dados nas análises de correlação, utilizamos apenas o ponto correspondente ao dorso do pé bilateralmente (15-1 e 15-2), onde também foi realizada pontualmente a coleta da velocidade do fluxo sanguíneo. Os termogramas obtidos foram organizados, armazenados em pastas com o nome dos participantes e posteriormente analisados pelo *software* FLIR® Tools, a fim de se obter uma temperatura média das ROIs.

Figura 10 – Representação esquemática do protocolo de avaliação das regiões de interesse (ROIs) nas vistas anterior e posterior dos membros inferiores.



Notas: a) ROIs 1-1 a 15-1 (face anterior do membro inferior direito); 1-2 a 15-2 (face anterior do membro inferior esquerdo); b) 1-1 a 14-1 (face posterior do membro inferior esquerdo); 1-2 a 14-2 (face posterior do membro inferior direito). **Fonte:** autores, 2025.

7.6 Processamento e análise dos dados

A análise estatística foi realizada por meio do software JAMOVI versão 2.3 para Windows e o nível de significância adotado foi de $p<0,05$ para todas as análises. As características sociodemográficas e clínicas dos participantes estão sumarizadas a partir de medidas de tendência central (média ou mediana), dispersão (desvio-padrão ou [amplitude interquartil]) ou por frequência absoluta e relativa (variáveis categóricas). A normalidade dos dados foi checada por meio do teste de Shapiro-Wilk e inspeção visual dos histogramas e gráficos Q-Q. As diferenças entre grupos (sexo, faixa etária e hospitalização) para os desfechos relacionados a velocidade do fluxo sanguíneo periférico e temperatura cutânea dos MMII foram avaliadas por meio de teste t de Student para amostras independentes e Análise de Variância (ANOVA one-way) (variáveis com distribuição normal) ou pelo teste U de Mann-Whitney e Kruskal-Wallis (variáveis assimétricas). A existência de associação entre a velocidade de fluxo sanguíneo e a temperatura cutânea no dorso do pé foi testado por modelos de regressão, com e sem ponderação de variáveis como sexo, faixa etária e tipo de suporte terapêutico recebido no software R (versão 4.2.2). A adequação dos modelos foi verificada por meio de estatísticas de colinearidade (tolerância e VIF), histogramas de resíduos e gráficos de dispersão dos resíduos em relação aos valores preditos. Não foram identificados problemas de multicolinearidade.

8. RESULTADOS

Os resultados desta pesquisa estão apresentados na forma de artigo original intitulado: “**Distribution of peripheral blood flow speed and skin temperature of the lower limbs of post-COVID-19 individuals**”, submetido à revista Journal of Thermal Biology (percentil 85%, qualis CAPES A1, fator de impacto 2.9).

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os achados deste estudo indicam que, em indivíduos no período pós-COVID-19, a velocidade do fluxo sanguíneo periférico e a temperatura cutânea dos membros inferiores apresentam variações significativas em função do sexo, faixa etária ou tipo de suporte terapêutico recebido apenas em algumas regiões específicas. No que se refere à correlação entre essas variáveis fisiológicas no dorso do pé, evidenciamos que não se manifestaram de forma evidente nos parâmetros avaliados neste estudo. Diante disso, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem o tamanho amostral e considerem variáveis adicionais, como, por exemplo, tempo desde a infecção e comorbidades associadas, a fim de aprofundar a compreensão das alterações microcirculatórias em indivíduos pós-COVID-19 e identificar potenciais marcadores clínicos de disfunção vascular persistente.

10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AID, M. et al. Vascular Disease and Thrombosis in SARS-CoV-2- Infected Rhesus Macaques. **CellPress**, v. 183, p. 1354–1366, 2020.

AIYEBUSI, O. L. et al. Symptoms, complications and management of long COVID: a review. **Journal of the Royal Society of Medicine** SAGE Publications Ltd, 1 set. 2021.

ALVES, K. F. P. et al. Immediate effect of whole-body vibration on skin temperature and lower-limb blood flow in older adults with type 2 diabetes: Pilot study. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 10, p. 1–11, 2020.

ALVES, M. K. B.; GADELHA, R. B.; DE ANDRADE, C. R.. Relação entre a sintomatologia da Covid-19 e a inflamação vascular Relationship between the symptoms of Covid-19 and vascular inflammation. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 4, p. 16812-16828, 2021.

AMARAL, C. A. et al. Hand grip strength: Reference values for adults and elderly people of Rio Branco, Acre, Brazil. **PLoS one**, v. 14, n. 1, p. e0211452, 2019.

AMERICAN SOCIETY OF HAND THERAPISTS. Clinical Assessment Recommendations. **The American Society of Hand Therapists**, 1.ed. [s.l.], v.1, 1981.

ANDRADE, T. A. C. et al. Correlação da força muscular periférica com o grau de dependência funcional em pacientes pós COVID-19 antes e após reabilitação em um hospital de retaguarda. **Brazilian Journal of Development**, 2021.

ASTASIO-PICADO, Á.; MARTÍNEZ, E. E.; GÓMEZ-MARTÍN, B. Mapa térmico comparativo del pie entre pacientes con y sin Diabetes mediante el uso de termografía infrarroja. **Enfermería Clínica**, 2018.

BANDEIRA, F. et al. A termografia no apoio ao diagnóstico de lesão muscular no esporte. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 20, n. 1, p. 59–64, 2014.

BARICICH A; BORG MB; CUNEO D; CADARIO E; AZZOLINA D; BALBO PE; BELLAN M; ZEPPEGNO P; PIRISI M; CISARI C. Midterm functional sequelae and implications in rehabilitation after COVID-19: a cross-sectional study. **Eur J Phys Rehabil Med**, v.57, n.2, p.199-207. 2021. Doi: 10.23736/S1973-9087.21.06699-5.

BARROSO, E. C. et al. Doppler ultrasonic system for flow measurement in patients with Diabetic Foot using reconfigurable logic and Wishbone architecture. **Pan American Health Care Exchanges, PAHCE**, p. 1–6, 2017.

BECKER, R. C. COVID-19-associated vasculitis and vasculopathy. **Journal of Thrombosis and Thrombolysis**, v. 50, n. 3, p. 499–511, 2020.

BENTON, M. J.; SPICHER, J. M.; SILVA-SMITH, A. L. Validity and reliability of handgrip dynamometry in older adults: A comparison of two widely used dynamometers. **Plos one**, v. 17, n. 6, p. e0270132, 2022.

BONORINO, K. C.; CANI, K. C. Early mobilization in the time of COVID-19. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 32, n. 4, p. 484-486, Jan. 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Boletim mensal | Vigilância da Covid-19 no Brasil: abril de 2024**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/user/Downloads/Boletim%20Epidemiol%C3%B3gico%20n%C2%BA%20162%20-%20COE.pdf]. Acesso em: 8 jan. 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Ministério da Saúde declara fim da Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional pela Covid-19**. Brasília: Ministério da Saúde, 22 abr. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/2022/abril/ministerio-da-saude-declara-fim-da-emergencia-em-saude-publica-de-importancia-nacional-pela-covid-19>. Acesso em: 28 abr. 2025.

BRIOSCHI, M. L. et al. Método de imagem infravermelha para possível detecção de COVID-19 por meio de triagem de pessoas febris e subfebris. **Journal of thermal biology**, v. 112, p. 103444, 2023.

BRITO, S. B. P. et al. Mecanismos imunopatológicos envolvidos na infecção por SARS-CoV-2. **Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial**, v. 56, 2020.

CHINA NATIONAL HEALTH COMMISSION. **Chinese Clinical Guidance for COVID-19 Pneumonia Diagnosis and Treatment**. Disponível em: <<http://kjfy.meetingchina.org/msite/news/show/cn/3337.html>>. Acesso em: 14 mai. 2023.

CLERKIN, K. J. et al. COVID-19 and Cardiovascular Disease. **American Heart Association**, v. 141, p. 1648–1655, 2020.

CLOUGH, G. F.; KULIGA, K. Z.; CHIPPERFIELD, A. J. Flow motion dynamics of microvascular blood flow and oxygenation: Evidence of adaptive changes in obesity and type 2 diabetes mellitus/insulin resistance. **Microcirculation**, v. 24, n. 2, p. e12331, 2017.

COSTA, J. A. et al. Implicações cardiovasculares em pacientes infectados com Covid-19 e a importância do isolamento social para reduzir a disseminação da doença. **Arquivos brasileiros de cardiologia**, v. 114, p. 834-838, 2020.

CRUZ-JENTOFT, A. J. et al. **Sarcopenia: Revised European consensus on definition and diagnosis. Age and Ageing**, Oxford University Press, 1 jan. 2019.

DE DEUS PASSOS, M.; DA ROCHA, A. F.. Evaluation of infrared thermography with a portable camera as a diagnostic tool for peripheral arterial disease of the lower limbs compared with color Doppler ultrasonography. **Archives of medical sciences. Atherosclerotic diseases**, v. 7, p. e66, 2022.

DE FREITAS, A. L. G. C.; SANTOS, M. S.; DOS SANTOS, J. A. B. Complicações vasculares pós covid-19 Vascular complications after covid-19. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 3, p. 13090-13105, 2021.

DE OLIVEIRA GUIRRO, Elaine Caldeira et al. Decrease in talocrural joint mobility is related to alteration of the arterial blood flow velocity in the lower limb in diabetic women. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 26, n. 4, p. 553-556, 2014.

DE SANTANA BARBOSA, S. et al. As alterações fisiopatológicas da COVID-19 no sistema circulatório: The pathophysiological changes of COVID-19 in the circulatory system. **Journal Archives of Health**, v. 2, n. 4, p. 663-666, 2021.

DISSER, N. P. et al. Musculoskeletal Consequences of COVID-19. **Journal of bone and joint surgery**, v. 102A, n. 14, p. 1197–1204, 2020.

DOCHERTY A. B.; HARRISON EM; GREEN CA; HARDWICK HE; PIUS R; NORMAN L; HOLDEN, KA; READ, JM; DONDELINGER, F; CARSON G; MERSON L; LEE J; PLOTKIN D; NGUYEN-VAN-TAM JS; HO A; RUSSELL CD;; DUNNING J; OPENSHAW PJM; 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**, v.369, p.1985, 2020.

DONNELLY, R.; HINWOOD, D.; LONDON, N. J. M. Non-invasive methods of arterial and venous assessment. **BMJ**, v. 320, n. 7236, p. 698-701, 2000.

DOS SANTOS CAVALCANTE, I. et al. Implicações de doenças cardiovasculares na evolução de prognóstico em pacientes com covid-19. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 13, n. 1, p. e5292-e5292, 2021.

DOS SANTOS MENDONÇA, A. et al. Relação entre a infecção por SARS-CoV-2 e a ocorrência de eventos tromboembólicos Relation between SARS-CoV-2 infection and the occurrence of thromboembolic events. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 2, p. 5232-5241, 2022.

DOYKOV, I. et al. 'The long tail of Covid-19'-The detection of a prolonged inflammatory response after a SARS-CoV-2 infection in asymptomatic and mildly affected patients. **F1000Research**, v. 9, p. 1349, 2021.

EKIZ, T.; KARA, M.; ÖZÇAKAR, L. Measuring grip strength in COVID-19: A simple way to predict overall frailty/impairment. **Heart & Lung**, v. 49, n. 6, 2020.

EL-SADR W. M; VASAN A.; EL-MOHANDES, A. Facing the New Covid-19 Reality. **N Engl J Med**, v.388, n.5, p.385-387, 2023. doi: 10.1056/NEJMp2213920.

EMANUEL, E. J.; PERSAD, G.; UPSHUR, R.; THOME, B.; PARKER, M.; GLICKMAN, A.; ZHANG, C.; BOYLE, C.; SMITH, M.; PHILLIPS, J. P. Fair Allocation of Scarce Medical Resources in the Time of Covid-19. **N Engl J Med**, v.382, p.2049-2055, 2020.

FERRARI, F. COVID-19: dados atualizados e sua relação com o sistema

cardiovascular. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 114, n. 5, p. 823-826, 2020.

GARG, P.; ARORA, U.; KUMAR, A.; WIG, N. The —post-COVIDII syndrome: how deep is the damage? **J Med Virol**, v.93, n.2, p. 673-674. 2021.

GATT, A.; FORMOSA, C.; CASSAR, K.; CAMILLERI, K. P.; DE RAFFAELE, C.; MIZZI, A.; AZZOPARDI, C.; MIZZI, S.; FALZON, O.; CRISTINA, S.; CHOOCKALINGAM, N. Thermographic patterns of the upper and lower limbs: baseline data. **Int J Vasc Med**. 2015; 2015:831369. doi: 10.1155/2015/831369.

GREENHALGH, T.; KNIGHT, M.; A'COURT, C.; BUXTON, M.; HUSAIN, L. Management of post-acute covid-19 in primary care. **BMJ**, v.370, p.m3026. 2020.

GREVE, J. M. D. et al. Impacts of COVID-19 on the immune, neuromuscular, and musculoskeletal systems and rehabilitation. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 26, n. 4, p. 285–288, 2020.

GUIJARRO, C. COVID-19 y enfermedad cardiovascular. **Clínica e investigación en arteriosclerosis**, v. 32, n. 6, p. 263–266, 2020.

GUO, Y. R.; CAO, Q. D.; HONG, Z. S.; TAN, Y. Y.; CHEN, S. D.; JIN, H. J.; TAN, K. S.; WANG, D. Y.; YAN, Y. The origin, transmission and clinical therapies on coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak—an update on the status. **Mil Med Res**.V.7, n.1, p.11. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40779-020-00240-0>.

HIGGINS, S. C.; ADAMS, J.; HUGHES, R. Measuring hand grip strength in rheumatoid arthritis. **Rheumatology International**, v. 38, n. 5, p. 707–714, 2018.

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

HUERTA OJEDA, A. et al. Grip power test: A new valid and reliable method for assessing muscle power in healthy adolescents. **Plos one**, v. 16, n. 10, p. e0258720, 2021.

ILO, A.; ROMSI, P.; MÄKELÄ, J. Infrared thermography and vascular disorders in diabetic feet. **Journal of diabetes science and technology**, v. 14, n. 1, p. 28-36, 2020.

KIM, E. S. H. et al. Interpretation of peripheral arterial and venous doppler waveforms: A consensus statement from the society for vascular medicine and society for vascular ultrasound. **Journal for Vascular Ultrasound**, v. 44, n. 3, p. 118–143, 2020.

LI, Q. et al. Early transmission dynamics in Wuhan, China, of novel coronavirus–infected pneumonia. **New England journal of medicine**, v. 382, n. 13, p. 1199-1207, 2020.

LIN, Prisca K.; DAVIS, George E. Extracellular matrix remodeling in vascular disease: defining its regulators and pathological influence. **Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology**, v. 43, n. 9, p. 1599-1616, 2023.

LOO, J.; SPITTLE, D. A.; NEWNHAM, M. COVID-19, immunothrombosis and venous thromboembolism: biological mechanisms. **Thorax**. v.76, p.412-420, 2021.

LUBIAN, T.; ROCKENBACH, C. W. F.; JORGE, M. S. G. Intervenção fisioterapêutica sobre a força de preensão manual e capacidade funcional em pacientes pós-COVID-19/Physiotherapeutic intervention on handgrip strength and functional capacity in post-COVID-19 patients/Intervención fisioterapéutica sobre la fuerza de agarre manual y capacidad funcional en pacientes post-COVID-19. **Journal Health NPEPS**, v. 7, n. 1, 2022.

LUDWIG, N. et al. "Skin temperature evaluation by infrared thermography: Comparison of image analysis methods." **Infrared Physics & Technology**. v. 62, p. 1-6, 2014.

LUO, M.; CAO, S.; WEI, L.; TANG, R.; HONG, S.; LIU, R.; WANG, Y. Precautions for Intubating Patients with COVID-19. **Anesthesiology**. v.132, p.1616-1618. 2020. doi: 10.1097/ALN.0000000000003288.

MADRE TERESA DE CALCUTÁ. Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota. **Pensador**. Disponível em: <https://www.pensador.com/frase/MTIxOQ/>. Acesso em: 25 ago. 2025.

MAINARDI, E. M.; LIMA, A. C. C.; PEREIRA, C. V.; DE VIVEIROS, M. C.; DA SILVA, P. K. E. & DA SERRA BRAGA, S. D. A. Protocolo de reabilitação cardiorrespiratória no paciente pós-covid: relato de experiência. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 4, n. 1, p. 1049-1052. 2021.

MAKINO ANTUNES, A. C. et al. Potential of using facial thermal imaging in patient triage of flu-like syndrome during the COVID-19 pandemic crisis. **PloS one**, v. 18, n. 1, p. e0279930, 2023.

MARTINS, J. D. N. et al. As implicações da COVID-19 no sistema cardiovascular: prognóstico e intercorrências. **Journal of Health & Biological Sciences**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2020.

MEDICAL SEQUELAE OF COVID-19. **Académie nationale de médecine**; 2020 [Internet]. Available from: <http://www.academie-medecine.fr/medical-sequelae-of-covid-19/?lang=en> [cited 2021, Mar 24].

MEKJAVIC, I. B.; TIPTON, M. J. Myths and methodologies: Degrees of freedom - limitations of infrared thermographic screening for Covid-19 and other infections. **Exp Physiol**, v.107, n.7, p.733-742. 2022. doi: 10.1113/EP089260.

MUNBLIT, D. et al. Longo COVID: visando um consenso. **The Lancet Respiratory Medicine** , v. 7, p. 632-634, 2022.

NASCIMENTO, C. R. et al. Quais são os mecanismos celulares relacionados aos eventos tromboembólicos em pacientes com COVID-19?. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 20, 2021.

NEVES, P. F. M. et al. Imbalance of Peripheral Temperature, Sympathovagal, and Cytokine Profile in Long COVID. **Biology**, v. 12, n. 5, p. 749, 2023.

OLIVEIRA, L. S. N.; DE AQUINO MACEDO, M. R.. Alterações musculoesqueléticas pós COVID-19: revisão bibliográfica. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e548101522254-e548101522254, 2021.

OLIVEIRA, R. Sarcopenia e Covid-19. **Respirando melhor**. 15 de março de 2021. Disponível em: [http://respirandomelhor.com.br/sarcopenia-e-covid-19/]. Acesso em: 31 de agosto de 2023.

OUÉDRAOGO, D-D.; TIENDRÉBÉOGO, W. J. S.; KABORÉ, F.; NTSIBA, H. COVID-19, chronic inflammatory rheumatic disease and anti-rheumatic treatments. **Clinical Rheumatology**. 2020. <https://doi.org/10.1007/s10067-020-05189-y>.

PANERONI, M.; BAIARDI, P. **NO-mediated Vascular Function in Covid-19 Patient**. Disponível em: <<https://clinicaltrials.gov/ct2/show/NCT04625036>>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

PICCININI, F.; MARTINELLI, G.; CARBONARO, A. Reliability of body temperature measurements obtained with contactless infrared point thermometers commonly used during the COVID-19 pandemic. **Sensors**, v. 21, n. 11, p. 3794, 2021.

QUESADA, J. I. P.; KUNZLER, M. R.; CARPES, F. P. Methodological aspects of infrared thermography in human assessment. **Application of infrared thermography in sports science**, p. 49-79, 2017.

RAVEENDRAN, A. V.; JAYADEVAN, R.; SASHIDHARAN, S. Long COVID: uma visão geral. **Diabetes & Síndrome Metabólica: Pesquisa Clínica e Comentários**, v. 15, n. 3, p. 869-875, 2021.

RIVERA-LILLO, G.; TORRES-CASTRO, R.; FREGONEZI, G.; VILARÓ, J.; PUPPO, H. Challenge for rehabilitation after hospitalization for COVID-19. **Arch Phys Med Rehabil**. V.101, n.8, p.1470–147. 2020. DOI 10.1016/j.apmr.2020.04.013.

RIZZONI, Damiano et al. Microcirculation in hypertension: a therapeutic target to prevent cardiovascular disease?. **Journal of Clinical Medicine**, v. 12, n. 15, p. 4892, 2023.

RODRIGUES, F. T. M. et al. Whole-Body Vibration Associated with Strength Training on the Lower-Limb Blood Flow and Mobility in Older Adults with Type 2 Diabetes: A Study Protocol for a Randomized Controlled Trial. **Diagnostics**, v. 12, n. 7, p. 1550, 2022.

ROMÁN-MONTES, C. M.; FLORES-SOTO, Y.; GUARACHA-BASAÑEZ, G. A.; TAMEZ-TORRES, K. M.; SIFUENTES-OSORNIO, J.; GONZÁLEZ-LARA, M. F.; DE LEÓN, A. P. Post-COVID-19 syndrome and quality of life impairment in severe

COVID-19 Mexican patients. **Front Public Health.** 2023 May 15;11:1155951. doi: 10.3389/fpubh.2023.1155951.

ROSSI NETO, J. M.; DRAGER, L. F.; MAIA, L. N. Fatores de risco cardiovascular e a COVID-19. **Rev. Soc. Cardiol. Estado de São Paulo**, p. 444-452, 2020.

SABOROSA, G. P. et al. A utilização de diferentes testes indiretos para avaliar a força muscular dinâmica e a proporção de fibras musculares: uma revisão narrativa. **RBPFEX-Revista Brasileira de Prescrição e Fisiologia do Exercício**, v. 16, n. 106, p. 655-662, 2022.

SCHLÜSSEL, M. M. et al. Reference values of handgrip dynamometry of healthy adults: A population-based study. **Clinical Nutrition**, v. 27, n. 4, p. 601–607, ago. 2008.

SHEEHY, L. M. Considerations for postacute rehabilitation for survivors of COVID-19. **Journal of Medical Internet Research Public Health Surveil**, v. 6, n. 2, p. e19462, 2020.

SIDDIQI, H. K.; LIBBY, P.; RIDKER, P. M. COVID-19 –A vascular disease. **Trends in Cardiovascular Medicine**, v. 31, n. January, p. 1–5, 2021.

SILVA, C. C. B. M.. Reabilitação pulmonar em pacientes com síndrome pós-COVID-19. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 29, p. 1-3, 2022.

SOARES, R. A. et al. Covid-19 diagnosis in a patient with critical limb ischemia: Complications and clinical outcomes. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 19, p. 1–6, 2020.

SORIANO, J. B. et al. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. **The Lancet Infectious Diseases**, v. 22, n. 4, p. e102-e107, 2022.

SOUSA, M. R. N.; BARROS, S. S.; SILVA, M.; OLIVEIRA, A. P. M.; ROCHA, G. M.; OLIVEIRA, G. A. L. Pathogenesis and treatment prospects for Covid-19: a review. **Research, Society and Development, [S. I.]**, v. 9, n. 7, p. e05973730, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i7.3730.

SOUZA, T. S. et al. Organização e oferta da assistência fisioterapêutica em resposta à pandemia da COVID-19 no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, p. 2133-2142, 2022.

SUDRE, Carole H. et al. Attributes and predictors of long COVID. **Nature medicine**, v. 27, n. 4, p. 626-631, 2021.

TAKAHASHI, Luciana Akemi et al. Avaliação das artérias podais ao eco-Doppler. **Jornal Vascular Brasileiro**, v. 19, p. e20200068, 2020.

TEIXEIRA, A. L. et al. Avaliação da Mobilidade Funcional e Força de Prensão Palmar de usuários assistidos na Atenção Primária após COVID-19. **Motricidade**, v. 19, n. 3, 2023.

TIBURI, B.; ROSA, G.; JUCÁ, P.; CATUNDA, M.; SALES, S.; GOMES, C.; SOUZA, L.; SILVA, G.; GADELHA, V.; SOCORRO, M. Coagulopatia induzida pelo estado inflamatório da infecção pela Covid-19. **Brazilian Journal of Health Review**, 2021.

TSUBURAI, T. et al. The relationship between peak inspiratory flow and hand grip strength measurement in men with mild chronic obstructive pulmonary disease. **BMC Pulmonary Medicine**, v. 22, n. 1, p. 65, 2022.

WANG. F.; KREAM, R. M.; STEFANO, G. B. Long-Term Respiratory and Neurological Sequelae of COVID-19. **Med Sci Monit.** v.26, p.e928996. 2020. doi: 10.12659/MSM.928996.

WHITAKER, M. et al. Persistent symptoms following SARS-CoV-2 infection in a random community sample of 508,707 people. **Medrxiv**, p. 2021.06. 28.21259452, 2021.

WOLLINA, U. Challenges of COVID-19 pandemic for dermatology. **Dermatologic Therapy**, v. 33, n. 5, p. 1–5, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Declaration of Director-General's**. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/speeches/item/who-director-general-s-opening-remarks-at-the-media-briefing---5-may-2023>>. Acesso em: 14 de maio de 2021.

YANG, Dong-Rong et al. Endothelial dysfunction in vascular complications of diabetes: a comprehensive review of mechanisms and implications. **Frontiers in endocrinology**, v. 15, p. 1359255, 2024.

ZAMBONI, P. COVID-19 as a vascular disease: Lesson learned from imaging and blood biomarkers. **Diagnostics**, v. 10, n. 440, 2020.

ZENG, Xinyi; YANG, Yan. Molecular mechanisms underlying vascular remodeling in hypertension. **Reviews in Cardiovascular Medicine**, v. 25, n. 2, p. 72, 2024.

ZHANG, H. Y.; SON, S.; YOO, B. R.; YOUNG, T-M. Reference Standard for Digital Infrared Thermography of the Surface Temperature of the Lower Limbs. **Bioengineering**, 2023, 10, 283. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10030283>.

ZHU, N. et al. A novel Coronavirus from patients with pneumonia in China, 2019. **New England Journal of Medicine**, v. 382, n. 8, p. 727–733, 2020.

ZHOU, F.; YU, T.; DU, R.; FAN, G.; LIU, Y.; LIU, Z.; XIANG, J.; WANG, Y.; SONG, B.; GU, X.; GUAN, L.; WEI, Y.; LI, H.; WU, X.; XU, J.; TU, S.; ZHANG, Y.; CHEN, H.; CAO, B. Clinical course and risk factors for mortality of adult inpatients with COVID-19 in Wuhan, China: a retrospective cohort study. **Lancet**. v.395, p.1054–62. 2020.

APÊNDICE A - ARTIGO ORIGINAL

Distribution of peripheral blood flow speed and skin temperature of the lower limbs of post-COVID-19 individuals

Diana de Andrade Silva¹; Diego de Sousa Dantas¹; Marcelo Renato Guerino³; Rúbia Rayanne Souto Braz¹; Ivone do Nascimento Anastácio¹; Janaína dos Santos Monteiro¹; Ana Paula de Lima Ferreira¹; Shirley Lima Campos²; Maria das Graças Rodrigues de Araújo^{1*}

¹*Laboratory of Kinesiotherapy and Manual Therapeutic Resources (LACIRTEM), Department of Physiotherapy - Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil.*

²*Multi-User Laboratory of Instrumental Innovation and Physical-Functional Performance (LinDeF), Department of Physiotherapy - Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil.*

³*Postgraduate Program in Translational Health - Federal University of Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brazil.*

Corresponding author: Profª. Drª. Maria das Graças Rodrigues de Araújo, Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM), Departamento de Fisioterapia, Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal de Pernambuco. Avenida Jornalista Aníbal Fernandes, SN, Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-560. Telefone: (81) 21268491. Ramal: 8939. Fax: (81) 21268939. URL da Homepage: <http://www.ufpe.br>. E-mail: maria.raraudo@ufpe.br (ARAÚJO, M.G.R.)

ABSTRACT

Systemic infection with SARS-CoV-2 can affect various tissues, including the vascular endothelium. Impaired circulatory regulation may result in reduced blood flow and cooling of the extremities, detectable through non-invasive techniques such as infrared thermography and doppler ultrasound. This study aimed to assess whether peripheral blood flow velocity and skin temperature of the lower limbs vary according to sex, age, and type of therapeutic support in individuals recovered from COVID-19. In this cross-sectional study, 60 post-COVID-19 individuals were assessed using secondary analysis of an existing database. Participants were adults (≥ 18 years), of both sexes, living in Recife-PE. Data collection included sociodemographic information, vital signs, and clinical history. Blood flow velocity was measured with a doppler ultrasound (Shenzhen BV-620VP), and lower limb skin temperature with a FLIR camera (E40bx). Thermograms were analyzed using visual pattern identification by two independent raters. A significance level of 5% was adopted. The results showed no significant differences in blood flow velocity across sex, age groups, or type of therapeutic support ($p>0.05$). However, qualitative analysis of thermograms identified two predominant thermal distribution patterns among participants. These findings suggest a preserved regulation of peripheral hemodynamics in the post-acute phase of COVID-19, despite the known vascular impacts of the disease. The novelty of incorporating qualitative thermographic analysis underscores the potential of this approach in clinical monitoring and highlights the need for further studies to explore subtle or long-term vascular alterations following SARS-CoV-2 infection.

Keywords: COVID-19; Blood Flow; Lower Limbs; Skin Temperature; Infrared Thermography.

1. Introduction

In March 2020, the World Health Organization (WHO) formally classified the coronavirus outbreak as a pandemic (WHO, 2020). About five years have passed since then, and many scientific articles have been published about its emotional and psychological effects (Bohórquez-Blanco *et al.*, 2022; Lee *et al.*, 2023; Schafer *et al.*, 2023), on quality of life, lung function (Oliveira *et al.*, 2024; Schmidt; Piva; Sbruzz, 2022), overall muscle strength (Wang *et al.*, 2024) and rehabilitation and telerehabilitation practices (Martínez-Pozas *et al.*, 2024; Yang *et al.*, 2024). However, aspects related to the vascular function of this population, such as skin temperature and peripheral blood flow velocity, are scarce.

Infection with the SARS-CoV-2 virus induces an increase in pro-inflammatory cytokines, known as a “cytokine storm”. The deregulation of coagulation mechanisms resulting from the disease causes severe damage to vascular tissue, resulting in pathological events in large and small vessels. This increases the likelihood of deep vein thrombosis (DVT) in individuals who have received care in the intensive care unit (ICU). These venous obstructions usually manifest themselves in the calf veins and often go unnoticed (Clerkin *et al.*, 2020; Long *et al.*, 2020; Loo; Spittle; Newnham, 2021; Becker, 2020; Huang *et al.*, 2021; Soares *et al.*, 2020; Siddiqi; Libby; Ridker, 2021; Tiburi *et al.*, 2021; Soriano, 2022).

Endothelial dysfunction is marked by a reduction in peripheral blood flow and consequent local cooling of the skin, resulting from the deregulation of homeostatic mechanisms in the vascular system. These alterations can be detected using non-invasive, gold standard methods such as infrared thermography (IRT) and peripheral vascular doppler ultrasound (PWD) (Alves *et al.*, 2021; Barroso *et al.*, 2017; Neves *et al.*, 2023).

There has been little research into the assessment of vascular aspects in post-COVID-19 individuals, most of which has focused on studies using different types of thermometers to assess febrile patterns (Piccinini; Martinelli; Carbonaro, 2021; Makino Antunes *et al.*, 2023). It is therefore essential to investigate the behavior of the vascular system of individuals in the post-infection period. This will

allow us to develop more assertive prevention and intervention strategies in physiotherapy practice.

Therefore, this study aimed to evaluate vascular function in post-COVID-19 individuals by analyzing the distribution of peripheral blood flow velocity and skin temperature in the lower limbs, stratified by sex, age group, and type of therapeutic support.

2. Materials and methods

2.1 Study design and location

This is a secondary analysis of the database of the project “Clinical and functional outcomes of critically ill patients with COVID-19” (CEP/CCS/UFPE No. 5,014,316) conducted in a laboratory of the Department of Physical Therapy at the Federal University of Pernambuco (UFPE), collected from November 2021 to May 2022. This research took place from November 2024 to May 2025 and complied with the ethical precepts of the Declaration of Helsinki. All participants read and signed the Free and Informed Consent Form (FICF) authorizing their voluntary participation in the original study.

2.2 Study population and sampling

The database contains 104 individuals. Although the sample was obtained by convenience from an existing database, strict inclusion/exclusion criteria were applied to ensure internal validity. We included adults over the age of 18, both sexes, who had been affected by COVID-19 proven by laboratory examination (RT-PCR positive). Those with comorbidities affecting microcirculation or venous circulation were excluded, such as diabetes mellitus; chronic venous insufficiency (pre-existing); Peripheral Arterial Disease (PAD); acute or chronic obstructive vascular disease; uncontrolled systemic arterial hypertension; systemic inflammatory or autoimmune diseases: lupus, scleroderma, rheumatoid arthritis (affect perfusion and skin temperature); dermatological or neurological conditions in the lower limbs: peripheral neuropathies, ulcers or skin lesions that could interfere with thermography, peripheral demyelinating diseases; use of medications that alter circulation or peripheral temperature: vasodilators or vasoconstrictors, long-term corticosteroids;

beta-blockers; severe obesity (BMI ≥ 40); recent prolonged immobilization or use of prostheses in the lower limbs; history of deep vein thrombosis (DVT) in the lower limbs before COVID-19.

Individuals were analyzed according to gender (men and women), age group (young adults: 18 to 39 years; middle-aged adults: 40 to 59 years; and elderly: >60 years), and type of therapeutic support received (hospitalization and home isolation).

2.3 Data collection

To obtain the data, the volunteers underwent a single assessment consisting of a semi-structured interview in which sociodemographic data, vital signs, clinical history of the disease and therapeutic management were collected.

2.4 Evaluation Peripheral blood flow velocity

Blood flow velocity was analyzed using a Shenzhen portable doppler ultrasound (BV-620VP, Guangdong, China/Mainland) with a high-frequency transducer (8.0MHz) positioned against the blood vessels at a 45° angle (Alves *et al.*, 2021). Prior to the assessment, the skin was rendered aseptic, and a water-based conductive gel was applied to the area to be examined. The dorsum of the foot was used as an anatomical reference to access the dorsal artery of the foot due to its anatomical characteristics, making it easier to see the acoustic signals (Takahashi *et al.*, 2020). Ten intervals of the sine wave graph were printed out, the first 3 and last 3 intervals were discarded and the average of the remaining 4 intervals was used for analysis.

2.5 Assessment of the lower limbs skin temperature

The thermograms of the lower limbs were obtained using a FLIR model E40bx thermographic camera (FLIR Systems Inc., Wilsonville, OR, USA), with a thermal sensitivity of 0.05 °C and a resolution of 160x120 pixels. The room temperature was monitored and maintained between 18 and 23°C. The camera was positioned at a 90° angle to the patient, at a distance of 2 meters and 60 centimeters, in order to ensure complete capture of the lower limbs and to comply with the distancing protocols imposed by the pandemic context. All standard capture protocols were

followed, including the acclimatization period and prior guidance to participants (Quesada, 2017).

Images of the anterior and posterior views of the lower limbs, including the thigh, calf and foot segments, were recorded. A total of 58 regions of interest (ROIs) were manually divided into 15×2 ROIs in the frontal area and 14×2 ROIs in the posterior area (Figure 1). The thermograms obtained were analyzed using FLIR® Tools software in order to obtain an average temperature of the ROIs (Zhang *et al.*, 2023).

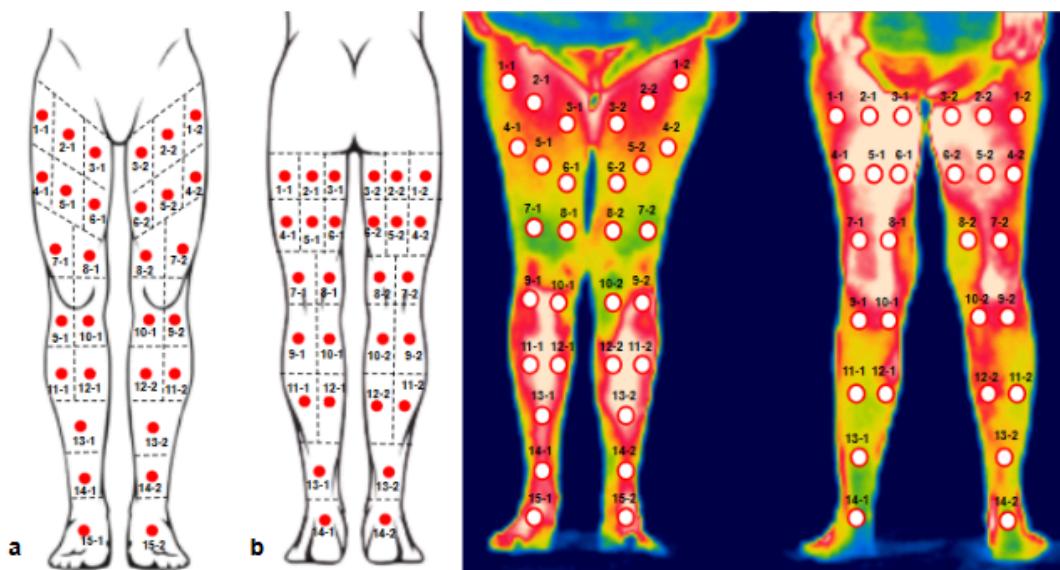


Figure 1. Schematic representation of the protocol for assessing the regions of interest (ROIs) in the anterior and posterior views of the lower limbs. a) ROIs 1-1 to 15-1 (anterior face of the right lower limb); 1-2 to 15-2 (anterior face of the left lower limb); b) 1-1 to 14-1 (posterior face of the left lower limb); 1-2 to 14-2 (posterior face of the right lower limb). Source: authors, 2025.

2.6 Data Analysis

The scans were independently reviewed by two blinded evaluators and, although a third evaluator was foreseen to resolve any disagreements, the first two evaluators agreed on 100% of the analyses. In the event of inconclusive images or technical artifacts, the records were considered missing data.

Participants with incomplete data or poor technical quality in the peripheral vascular doppler examinations of the lower limbs and/or Infrared Thermography, specifically, non-visible contour of the limbs, presence of artifacts and absence of

images of the anterior or posterior views of the fully exposed lower limbs were excluded from the corresponding statistical analysis.

The analyses were carried out using the JAMOVI software (version 2.3). Sociodemographic and clinical characteristics were described using measures of central tendency (mean or median), dispersion (standard deviation or interquartile range) and absolute and relative frequency (for categorical variables).

The Shapiro-Wilk test was also applied to check for normality and Student's t-test or one-way analysis of variance (ANOVA) to compare the outcomes of blood flow velocity and skin temperature by sex, age group (Young Adults: 18 to 39 years; Middle-Aged Adults: 40 to 59 years and Elderly: >60 years) and type of therapeutic support (Hospitalization and Home Isolation). Non-normal data was compared using the Mann-Whitney U-test and the Kruskal-Wallis test. Post hoc analyses were performed using Tukey's test (for ANOVA) or Dunn's test (for Kruskal-Wallis) when applicable. The significance level adopted was $p<0.05$ for all analyses.

3. Results

Of the 104 individuals, 60 were initially included, 22 were excluded from the infrared thermography analysis, 10 due to the presence of artifacts and poor image quality and 12 due to the absence of thermograms in the database. In addition, 22 were excluded from the analysis of blood flow velocity because they did not have peripheral vascular doppler data in the database.

The final sample ($n=60$) was stratified according to sex into men ($n=19$) and women ($n=41$): Young Adults (18 to 39 years; $n=14$), Middle-Aged Adults (40 to 59 years; $n=38$) and Elderly (>60 years; $n=8$). Regarding the type of therapeutic support received during COVID-19 infection, 39 participants underwent home isolation and 21 were hospitalized (Figure 2).

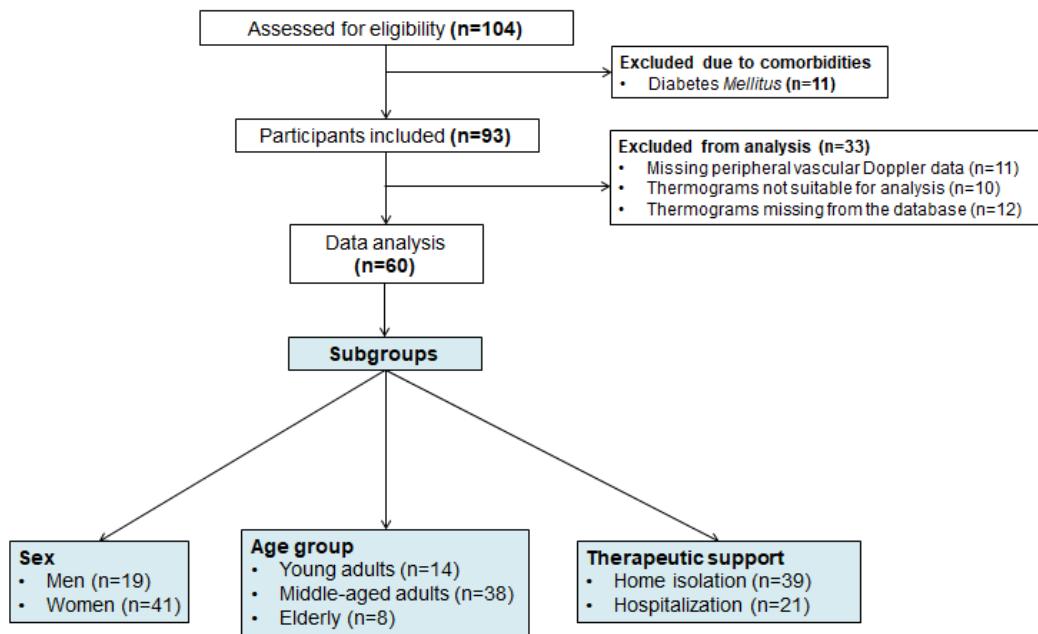


Figure 2 - Flowchart of the distribution of study participants.

The volunteers ranged in age from 18 to 74 years (47.4±12.3) and had an average body mass index (BMI) of 30.1±5.51, with a predominance of individuals who recovered from COVID-19 without requiring hospitalization (65 %) (Table 1).

Table 1. Sociodemographic, anthropometric and clinical characterization of the participants.

Variables	Young Adults (n=14)	Middle-Aged Adults (n= 38)		Elderly (n= 8)
		Adults	Elderly	
Sex (n, %)				
Woman	12 (20)	25 (41.7)	4 (6.7)	
Man	2 (3.3)	13 (21.7)	4 (6.7)	
Age (years)	31±5	49±6	67±8	
Height (meters)	1.64±0.08	1.66±0.08	1.63±0.07	
BMI (kg/m²)	27.9±6.19	31.2±5.2	28.9±4.9	
Marital Status				
Single	6 (10)	14 (23.3)	2 (3.3)	
Married	7 (11.7)	21 (35)	2 (3.3)	
Divorced	1 (1.7)	3 (5)	3 (5)	
Widowed	0	0	1 (1.7)	
Income				

<i>Up to 1 MW</i>	3 (5)	5 (8.3)	0
<i>1 to 3 MW</i>	5 (8.3)	16 (26.7)	5 (8.3)
<i>≥ 3 MW</i>	6 (10)	16 (26.7)	3 (8.3)
Ethnicity			
<i>White</i>	6 (10)	11 (18.3)	5 (8.3)
<i>Brown</i>	6 (10)	21 (35)	1 (1.7)
<i>Black</i>	2 (3.3)	5 (8.3)	2 (3.3)
Education			
<i>Elementary</i>	0	3 (5)	3 (5)
<i>High School</i>	3 (5)	13 (21.7)	2 (3.3)
<i>Higher Education</i>	11 (18.3)	19 (31.7)	2 (3.3)
<i>Incomplete Higher Ed</i>	0	3 (5)	1 (1.7)
Risk factors/comorbidities			
<i>Alcohol (n, %)</i>	5 (8.3)	13 (21.7)	5 (8.3)
<i>Smoking (n, %)</i>	1 (1.7)	2 (3.3)	1 (1.7)
<i>Hypertension (n, %)</i>	0	14 (23.3)	4 (6.7)
<i>Asthma (n, %)</i>	3 (5)	7 (11.7)	0
<i>Obesity (n, %)</i>	5 (8.3)	21 (35)	3 (5)
<i>Others (n, %)</i>	5 (8.3)	10 (16.7)	1 (1.7)
Therapeutic Support (n, %)			
<i>Home Isolation</i>	12 (20)	24 (40)	3 (5)
<i>Hospitalization</i>	2 (3.3)	14 (23.3)	5 (8.3)
<i>ICU</i>	0	6 (10)	0
<i>Ward</i>	2 (3.3)	8 (13.3)	5 (8.3)

Notes: *Mean±standard deviation; BMI=body mass index; kg/m²=kilograms per square meter; cm=centimeters; MW=Minimum Wage; ICU=Intensive Care Unit. Values presented as mean±standard deviation, absolute numbers and percentages (categorical variables).

Tables 2, 3, and 4 show that, regardless of gender, age group, and type of therapeutic support received, the average temperature in the regions of interest of the lower limbs of people who suffered from COVID varied between 30 and 33 °C, with a statistically significant difference observed only in some specific ROIs (p<0.05).

Table 2. Distribution of lower limb skin temperature according to sex.

Variables	Men (n=19)	Woman (n=41)	p-value	Men (n=19)	Women (n=41)	p-value
<i>ROIs - RLL (previous view)</i>				<i>ROIs - LLL (previous view)</i>		
1-1	32.5±0.94	31.9±1.17	0.057	1-2	32.3±0.96	32.6±1.37
2-1	32.5 [31.8-33.5]	32.9 [32.3-33.4]	0.830	2-2	32.7±1.12	32.7±1.24
3-1	32.5±1.16	32.7±1.28	0.714	3-2	32.6±1.13	31.9±1.09
4-1	32.2±1.07	31.7±1.14	0.134	4-2	32.1±0.97	32.2±1.12
5-1	32.3±1.03	32.1±1.23	0.601	5-2	32.1±0.98	32.3±1.19
6-1	32.2±0.91	32.1±1.26	0.830	6-2	32±0.89	31.8±1.05
7-1	31.2±1.43	31.6±1.42	0.404	7-2	31.6±1.11	31.7±1.25
8-1	32.0±1.22	31.7±1.09	0.438	8-2	31.1±1.26	31.5±1.37
9-1	30.9±1.24	31.2±1.32	0.459	9-2	31.3±1.28	31±1.27
10-1	31.4±1.28	31.1±1.18	0.347	10-2	31.1±1.37	31.2±1.41
11-1	32.3 [31.6-33]	32.0 [31.2-32.7]	0.162	11-2	32.2 [31.6-32.7]	31.3 [30.6-32]
12-1	32.1 [31.4-32.6]	31.4 [30.6-32.2]	0.034*	12-2	32.7 [32.1-33.2]	32.1 [31.4-33]
13-1	32.4±1.01	32.3±1.31	0.705	13-2	32.4±1.11	32.1±1.37
14-1	32±1.53	31.5±1.32	0.230	14-2	31.8±1.32	31.3±1.35
15-1	32.5[31.6-34.3]	3232.8[31.7-33.7]	0.793	15-2	32.7[31.8-34.3]	32.9[32-33.7]

ROIs - LLL (rear view)		ROIs - RLL (rear view)		
1-1	32.2±0.97	32.7±1.14	0.129	
2-1	33±1.03	33.3±0.99	0.192	
3-1	33±1.18	33.6±1.06	0.059*	
4-1	32.3±0.93	32.2±1.18	0.839	
5-1	32.7±1.10	32.7±1.03	0.888	
6-1	32.6±1.20	32.7±1.05	0.709	
7-1	32.3±0.911	32.2±1.11	0.683	
8-1	32.4±0.94	32.2±1.14	0.540	
9-1	31.9±0.99	31.7±1.11	0.355	
10-1	31.9±0.97	31.6±1.01	0.395	
11-1	31.8±1.11	31.2±1.09	0.044*	
12-1	31.7 [30.6-32.4]	31.2 [30.4-32]	0.399	
13-1	31.4 [30.9-32.5]	30.9 [30.5-32]	0.108	
14-1	31.6±1.27	31.4±1.18	0.512	
ROIs - LLL (rear view)		ROIs - RLL (rear view)		0.032*
1-1		32.7±1.0	33.4±1.19	
2-2		32.6±0.95	33.3±1.10	0.019*
3-2		31.9±1.09	32.6±1.11	0.019*
4-2		32.6±1.18	32.7±1.01	0.700
5-2		32.5±1.00	32.8±0.91	0.228
6-2		32.3±1.01	32.3±1.03	0.997
7-2		32.5±1.07	32±1.10	0.081
8-2		32.4±1.21	32.3±1.00	0.937
9-2		31.9±1.09	31.7±0.99	0.299
10-2		31.8±1.03	31.5±0.89	0.399
11-2		31.6±1.38	31.3±0.88	0.215
12-2		31.7±1.21	31.1±0.98	0.046*
13-2		31.8±1.44	31.2±0.97	0.111
14-2		31.6±1.68	31.6±1.30	0.478

Notes: °C=degrees Celsius; RLL=Right Lower Limb; LLL=Left Lower Limb; Mann Whitney U - values presented as median [interquartile range]; Student's t-test for independent samples - values presented as mean ± standard deviation.

Table 3. Distribution of lower limb skin temperature according to age group.

Variables	Young Adults (n=14)	Middle-aged Adults (n= 38)	Elderly (n= 8)	p-value	Young Adults (n=14)	Middle-aged Adults (n= 38)	Elderly (n= 8)	p-value	
ROIs - RLL (previous view)					ROIs - LLL (previous s view)				
1-1	32.0 [31.8-32.5]	31.9 [31.1-33.0]	32.5 [31.6-33.2]	0.637	1-2	32.7 [32.1-33.5]	32.6 [31.7-33.5]	32.5 [32.0-33.0]	0.648
2-1	33.3 [32.5-33.6]	32.5 [31.7-33.3]	32.0 [31.5-33.4]	0.186	2-2	33.0 [32.5-33.5]	32.7 [31.8-33.5]	32.8 [31.8-33.5]	0.520
3-1	33.0 [32.4-33.6]	32.4 [31.6-33.4]	33.0 [32.1-33.5]	0.217	3-2	32.1 [31.4-32.5]	32.2 [31.0-32.9]	32.6 [31.9-33.4]	0.345
4-1	32.0 [31.7-32.3]	31.9 [30.8-32.7]	32.1 [31.5-32.7]	0.725	4-2	32.5 [31.6-33.0]	32.0 [31.4-32.9]	32.0 [31.6-32.5]	0.557
5-1	32.3 [31.9-32.9]	32.0 [31.1-32.8]	32.3 [31.5-33.0]	0.312	5-2	32.5 [32.0-33.2]	31.9 [31.2-33.1]	32.8 [31.4-32.8]	0.479
6-1	32.5 [31.8-33.1]	31.9 [31.3-32.8]	31.9 [31.6-32.6]	0.332	6-2	32.0 [31.6-32.3]	31.9 [31.0-32.6]	32.3 [31.3-32.9]	0.640
7-1	31.9 [31.2-32.4]	31.4 [30.2-32.6]	31.4 [31.0-31.9]	0.554	7-2	32.0 [31.3-32.4]	31.8 [30.9-32.4]	31.5 [31.2-31.8]	0.562
8-1	31.9 [31.4-32.5]	31.6 [30.9-32.9]	31.9 [31.2-32.0]	0.953	8-2	31.7 [30.9-32.5]	31.5 [30.4-32.3]	31.1 [30.6-31.5]	0.548
9-1	30.9 [30.2-31.6]	31.3 [30.6-31.8]	31.4 [31.0-32.2]	0.539	9-2	31.3 [30.1-31.9]	31.1 [30.3-32.1]	31.1 [30.9-31.7]	0.816
10-1	31.6 [30.0-31.8]	31.4 [30.4-31.8]	31.2 [30.8-31.4]	0.840	10-2	31.2 [29.8-32.1]	31.2 [30.3-32.2]	31.5 [30.8-32.2]	0.695
11-1	31.7 [31.4-32.7]	32.2 [31.4-32.9]	32.0 [31.6-32.4]	0.700	11-2	31.5 [30.8-31.7]	31.9 [30.4-32.6]	31.6 [31.4-32.5]	0.553

12-1	31.3 [30.8-31.9]	31.8 [30.7-32.5]	32.0 [31.6-32.4]	0.383	12-2	31.9 [31.2-32.8]	32.3 [31.5-33.1]	32.8 [32.4-32.9]	0.239
13-1	32.2 [31.3-32.7]	32.5 [31.9-33.0]	32.8 [32.1-33.3]	0.716	13-2	31.9 [31.3-32.7]	32.3 [31.7-33.1]	32.5 [32.0-33.2]	0.558
14-1	31.3 [30.7-32.3]	32.4 [31.9-32.6]	32.4 [31.9-32.6]	0.417	14-2	30.8 [30.4-31.9]	31.7 [30.6-32.4]	32.1 [31.3-32.4]	0.255
15-1	32.4 [31.9-32.6]	33.0 [31.8-33.8]	33.2 [32.4-33.8]	0.361	15-2	32.6 [30.7-33.1]	33.0 [32.0-34.2]	33.5 [32.7-33.8]	0.322

ROIs - LLL (rear view)		ROIs - RLL (rear view)		
1-1	33.3 [32.3-33.7]	32.5 [31.1-33.3]	32.2 [31.6-32.4]	0.181
2-1	33.6 [32.2-34.2]	33.1 [32.4-34.0]	33.0 [32.2-34.0]	0.237
3-1	34.0 [33.2-34.5]	33.3 [32.7-34.0]	33.3 [32.6-34.2]	0.215
4-1	32.2 [31.1-33.1]	32.3 [31.7-33.3]	32.5 [31.5-32.6]	0.790
5-1	33.0 [32.1-33.2]	32.8 [32.0-33.6]	32.5 [32.4-33.6]	0.919
6-1	33.0 [32.7-33.6]	32.7 [31.9-33.3]	32.3 [31.9-33.5]	0.506
7-1	31.7 [31.3-32.9]	32.4 [31.9-33.0]	32.5 [32.0-32.8]	0.550
8-1	32.1 [31.3-33.1]	32.3 [31.6-33.1]	32.6 [32.2-32.8]	0.577
9-1	31.5 [30.6-32.3]	31.9 [31.0-32.5]	31.7 [31.3-32.4]	0.708
10-1	31.6 [30.9-32.2]	31.8 [31.0-32.3]	31.6 [31.5-32.3]	0.760
11-1	30.8 [30.1-31.3]	31.6 [30.6-32.5]	31.5 [30.6-32.0]	0.096
12-1	31.3 [30.4-31.8]	31.4 [30.5-32.6]	31.3 [30.6-32.0]	0.593
13-1	30.6 [30.0-31.5]	31.3 [30.6-32.5]	31.3 [30.8-31.9]	0.134
		0.117		
1-1	33.9 [33.0-34.5]	33.1 [32.4-33.8]	32.6 [32.3-34.3]	0.149
2-2	33.6 [33.1-34.4]	32.8 [32.2-32.8]	32.8 [31.0-33.8]	0.082
3-2	32.8 [32.3-33.7]	32.3 [31.7-33.1]	31.5 [31.2-32.3]	0.351
4-2	33.3 [32.6-33.8]	32.5 [31.9-33.2]	32.4 [31.7-33.3]	0.624
5-2	32.8 [32.3-33.5]	32.7 [32.0-33.4]	32.4 [31.8-33.3]	0.977
6-2	32.3 [31.7-32.9]	32.1 [31.6-33.3]	32.3 [31.3-32.6]	0.421
7-2	32.1 [31.3-32.7]	32.2 [31.3-33.0]	32.8 [31.9-33.4]	0.451
8-2	32.0 [31.8-32.7]	32.3 [31.8-33.1]	32.8 [32.4-33.3]	0.325
9-2	31.4 [31.0-32.1]	31.7 [31.2-32.6]	31.7 [31.2-32.5]	0.526
10-2	31.8 [31.2-32.0]	31.6 [31.2-32.4]	31.1 [30.9-32.2]	0.319
11-2	31.1 [30.4-31.8]	31.6 [30.7-32.5]	31.1 [30.7-32.3]	0.140
12-2	30.9 [30.4-31.5]	31.4 [30.5-32.3]	31.1 [30.5-32.0]	0.057*
13-2	30.6 [30.2-31.5]	31.5 [30.9-32.4]	31.2 [30.4-31.9]	

14-1	30.4 [30.0-31.6]	32.0 [30.8-32.5]	31.5 [30.9-32.5]	0.051*	14-2	30.6 [29.7-31.6]	31.9 [30.5-32.6]	30.9 [30.5-32.8]	0.149
------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------	------	---------------------	---------------------	---------------------	-------

Notes: °C=degrees Celsius; RLL=Right Lower Limb; LLL=Left Lower Limb; Mann Whitney U - values presented as median [interquartile range]; Student's t-test for independent samples - values presented as mean ± standard deviation.

Table 4. Distribution of lower limb skin temperature according to the type of therapeutic support.

Variables	Hospitalization (n=21)	Home Isolation (n=39)	p-value	Hospitalization (n=21)	Home Isolation (n=39)	p-value

ROIs - RLL (previous view)		ROIs - LLL (previous view)		
1-1	31.9 [31.5-32.7]	32.1 [31.6-33.0]	0.556	
2-1	32.4±1.18	32.8±1.03	0.119	
3-1	32.2±1.21	32.8±1.20	0.059	
4-1	31.7±1.24	31.9±1.08	0.540	
5-1	31.9±1.12	32.3±1.17	0.173	
6-1	31.7±1.09	32.3±1.17	0.071	
7-1	31.1±1.53	31.7±1.34	0.148	
8-1	31.7±1.34	31.9±1.02	0.610	
9-1	31.0±1.40	31.1±1.25	0.764	
10-1	31.0±1.43	31.3±1.08	0.387	
11-1	32.0 [31.5-32.9]	32.1 [31.4-32.9]	0.963	
12-1	31.7 [30.5-32.4]	31.9 [30.9-32.4]	0.447	
13-1	32.0±1.41	32.5±1.08	0.147	
14-1	31.3±1.71	31.9±1.18	0.172	
15-1	32.9 [32.0-33.8]	32.7 [31.5-33.8]	0.792	
1-2		32.1±1.25	32.7±1.23	0.096
2-2		32.4±1.34	32.8±1.10	0.234
3-2		32.1±1.27	32.1±1.10	0.979
4-2		31.8±1.07	32.4±1.02	0.038*
5-2		31.9±1.20	32.3±1.07	0.196
6-2		31.7±1.05	32.0±0.95	0.197
7-2		31.5±1.31	31.8±1.13	0.354
8-2		31.0±1.44	31.6±1.26	0.138
9-2		31.0±1.53	31.2±1.12	0.727
10-2		31.2±1.58	31.2±1.29	0.940
11-2		31.5 [30.9-32.5]	31.7 [30.7-32.3]	0.907
12-2		32.4 [31.7-32.6]	32.2 [31.4-33]	0.631
13-2		31.9±1.41	32.4±1.19	0.103
14-2		31.2±1.64	31.6±1.16	0.234
15-2		32.8 [32.0-34.3]	32.7 [31.8-33.9]	0.957

ROIs - LLL (rear view)				ROIs - RLL (rear view)			
1-1	32.2±0.94	32.6±1.17	0.190	1-1	32.8 [32.3-33.3]	33.4 [32.7-34.3]	0.087
2-1	33.1±0.94	33.3±1.05	0.403	2-2	32.8±0.87	33.2±1.18	0.124
3-1	33.1±1.17	33.5±1.09	0.205	3-2	32.0±0.91	32.5±1.22	0.078
4-1	32.2±0.97	32.3±1.18	0.647	4-2	32.6±0.95	32.8±1.13	0.630
5-1	32.8±0.95	32.7±1.10	0.857	5-2	32.6±0.77	32.8±1.02	0.376
6-1	32.5±1.05	32.8±1.11	0.316	6-2	32.1±0.78	32.3±1.13	0.442
7-1	32.4±0.911	32.1±1.12	0.389	7-2	32.4±1.11	32.0±1.11	0.312
8-1	32.3±0.86	32.2±1.18	0.544	8-2	32.5±0.89	32.3±1.15	0.508
9-1	31.9±0.87	31.7±1.17	0.499	9-2	31.9±1.02	31.7±1.03	0.485
10-1	31.7±0.91	31.7±1.05	0.883	10-2	31.7±0.93	31.6±0.95	0.698
11-1	31.4±0.91	31.3±1.23	0.674	11-2	31.5±1.09	31.3±1.05	0.566
12-1	30.9 [30.4-31.9]	31.4 [30.4-32.2]	0.641	12-2	31.4±1.00	32.2±1.13	0.619
13-1	31.0 [30.8-32.2]	31.4 [30.3-32.3]	0.603	13-2	31.6±1.07	31.3±1.18	0.369
14-1	31.6±0.94	31.4±1.34	0.623	14-2	31.5±1.31	31.3±1.48	0.482

Notes: °C=degrees Celsius; RLL=Right Lower Limb; LLL=Left Lower Limb; Mann Whitney U - values presented as median [interquartile range]; Student's t-test for independent samples - values presented as mean ± standard deviation.

Table 5. Average skin temperature of the ROIs of the lower limbs in post-COVID-19 individuals according to gender, age group, and type of therapeutic support.

Overall average skin temperature of the segments (°C)		Men (n=19)	Women (n=41)	p-value	Young Adults (n=14)	Middle-aged Adults (n= 38)	Elderly (n= 8)	p-value	Hospitalization (n=21)	Home Isolation (n=39)	p-value
RLL	(previous view)	32.3 [31.1-32.7]	32.1 [31.5-32.5]	0.662	32.3 [31.4-32.5]	32.1 [31.2-32.7]	32.2 [31.9-32.5]	0.908	31.8 [31.0-32.6]	32.3 [31.5-32.6]	0.235
LLL	(previous view)	32.0 [31.4-32.6]	32.0 [31.4-32.5]	0.720	32.3 [31.3-32.6]	32.0 [31.3-32.6]	32.1 [31.8-32.4]	0.921	31.9 [31.0-32.4]	32.4 [31.5-32.5]	0.280
RLL	(rear view)	32.3±0.9	32.2±0.8	0.777	32.1±0.7	32.2±0.9	32.2±0.7	0.873	32.1±0.7	32.2±0.9	0.908
LLL	(rear view)	32.1±1.0	32.1±0.7	0.891	32.0±0.6	32.1±0.9	32.1±0.9	0.917	32.1±0.7	32.1±0.9	0.920

Notes: °C=degrees Celsius; RLL=Right Lower Limb; LLL=Left Lower Limb; Mann Whitney U - values presented as median [interquartile range]; Student's t-test for independent samples - values presented as mean ± standard deviation.

In the qualitative analysis of the thermograms, the regions of interest (ROIs) previously defined for the quantitative assessment (anterior and posterior views of the thighs, legs, and feet) were also considered. For this step, the evaluation was not restricted to numerical averages, but rather to the visual recognition of recurrent patterns of heat distribution across these anatomical segments. This approach allowed us to identify two predominant configurations in the lower limbs of our sample (Figure 3). Pattern A is characterized by the concentration of thermal radiation in the regions of the groin, leg, dorsum of the foot, and posterior surface of the thigh, while pattern B is defined by the distribution of more diffuse thermal radiation throughout the lower limb.

On the chromatic scale, warm colours such as white, red, and orange ($35.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $33.5\text{ }^{\circ}\text{C}$) represent higher temperature ranges. Yellow and green indicate intermediate values ($32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $33.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $31.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ to $32.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, respectively), while cooler tones such as blue and purple correspond to lower temperatures ($<31.5\text{ }^{\circ}\text{C}$). Table 6 shows the percentage distribution of thermographic patterns among the investigated strata.

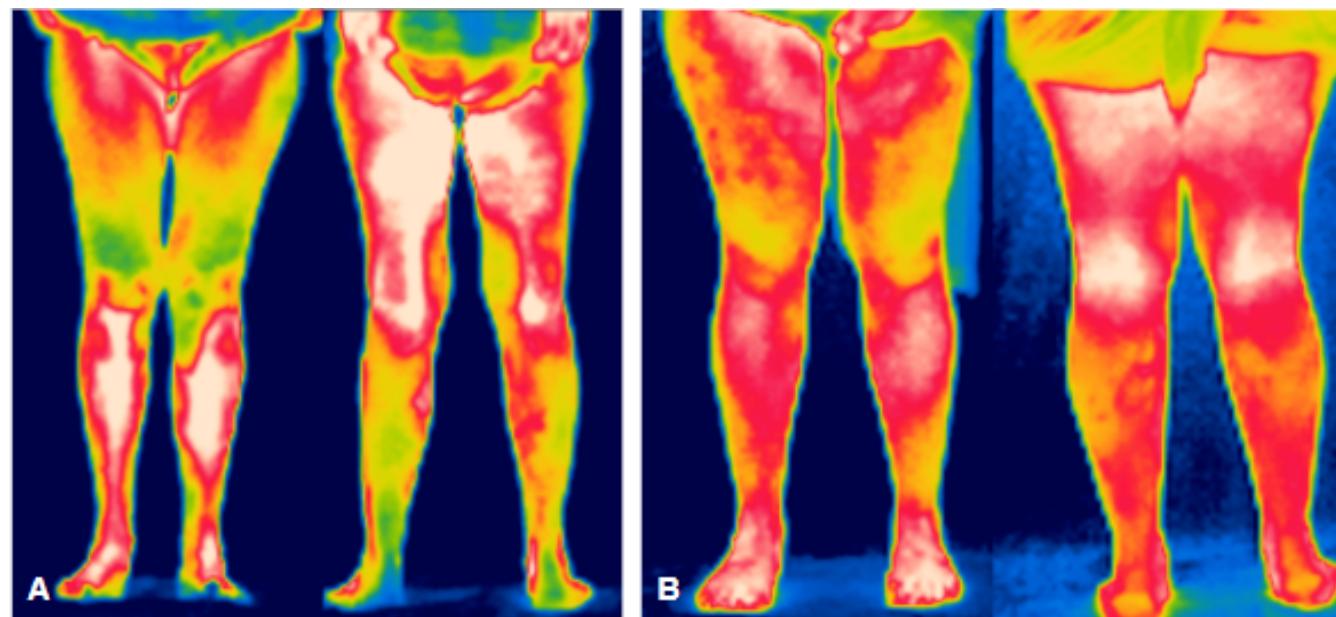


Figure 3 - Thermograms showing the predominant heat distribution patterns in the lower limbs of the study volunteers. A) Anterior and posterior views, respectively (thermal distribution pattern A), the areas of greatest heat concentration were the root of the thigh (groin), the dorsum of the feet and the anterior tibial region. On the posterior side of the lower limbs, the thighs showed higher temperatures, especially in the medial region, while the calves and feet showed lower thermal activity. B) Anterior and posterior views, respectively (thermal distribution pattern B), characterized by a more diffuse distribution of thermal radiation throughout the lower limb. Source: Authors, 2025.

Table 6. Percentage distribution of predominant thermographic patterns in the lower limbs by sex, age group and type of therapeutic support in post-COVID-19 individuals.

Stratum		Thermographic Pattern A	Thermographic Pattern B	χ^2	p-value
Sex (n, %)					
	<i>Women</i>	27 (65.85)	14 (34.15)		
	<i>Men</i>	6 (31.58)	13 (68.42)	4.86	0.028*
Age group (%)					
	<i>Young Adults (18-39 anos)</i>	9 (64.29)	5 (35.71)		
	<i>Middle-aged Adults (40-59 anos)</i>	15 (38.46)	24 (61.54)		
	<i>Elderly (60+ anos)</i>	0	8 (100)	8.85	0.012*
Type of therapeutic support (%)					
	<i>Hospitalization</i>	13 (61.90)	8 (38.10)		
	<i>Home Isolation</i>	17 (43.59)	22 (56.41)	1.17	0.279

Notes: The patterns were obtained from qualitative analysis of the thermographic images, and the percentages were calculated based on the absolute frequency of observations in each subgroup. Statistical differences were tested using the chi-square test.

With regard to Blood Flow velocity (Table 6), among the strata analyzed, only the type of therapeutic support showed a statistically significant difference in the dorsum of the right foot, with lower medians being observed among individuals who were hospitalized [4.2 (3.1-8.9) cm/s] compared to those in home isolation [6.9 (4.6-18.2) cm/s; $p=0.020$]. There were no statistically significant differences in FS values between the sexes or age groups ($p>0.05$). However, there was a trend towards higher FS values in the left foot among young adults [10.9 (4.4-31.9) cm/s] and in the right foot among women [6.32 (4.24-15.2) cm/s], although without statistical significance.

Table 7. Distribution of blood flow velocity in the dorsum of the foot of post-COVID-19 individuals according to the strata analyzed.

Variables	Men (n=19)	Woman (n=41)	p-value	Young Adults (n=14)	Middle-aged Adults (n= 38)	Elderly (n= 8)	p-value	Hospitalization (n=21)	Home Isolation (n=39)	p-value
Right blood flow (cm/s)	5.34 [4.0-13.2]	6.32 [4.24-15.2]	0.581	5.9 [3.9-15.0]	6.25 [4.2-15.9]	6.24 [3.7-9.8]	0.679	4.2 [3.1-8.9]	6.9 [4.6-18.2]	0.020*
Left blood flow (cm/s)	8.13 [5.06-10.3]	7.92 [5.26-24.6]	0.581	10.9 [4.4-31.9]	7.8 [5.1-11.1]	7.5 [6.0-8.6]	0.597	7.5 [5.1-10.8]	8.0 [5.3-14.5]	0.580

Notes: cm/s=centimeters per second; Mann Whitney U - values presented median [interquartile range].

4. Discussion

Our findings show that, in relation to gender, age group, and type of therapeutic support received, there was a statistically significant difference only in some specific regions of interest (ROIs) in lower limb skin temperature, as well as in blood flow velocity. Data loss and the lack of a control group reduced the effective sample size and may have limited the representativeness of the groups analyzed, partially compromising the generalization and comparison of the results obtained. Despite this, the study makes important contributions by investigating hemodynamic parameters in post-COVID-19 individuals using noninvasive techniques and qualitative analysis of thermograms, approaches that have been little explored to date.

There was a predominance of females (68.3%), corroborating Oliveira et al. (2023), in which 57.6% of the participants were women. This can be explained by Torjesen's (2021) findings that middle-aged women have a higher risk of developing persistent symptoms. Evans et al. (2021) found that female sex was one of the factors related to non-recovery 6 months after discharge from hospital due to COVID-19.

The average BMI of the sample was 30.1 kg/m², which does not corroborate Eksombatchai et al. (2021), who found an average BMI of 23.8 kg/m² in a study of 87 individuals with COVID-19. The average age of our volunteers was 47.4±12.3 years, diverging from Puchner et al. (2021), whose study showed an average age of 57±10 years in their sample.

Analysis of skin temperature in the lower limbs revealed statistically significant differences ($p<0.05$) only in some specific ROIs (12-1, 11-2, 1-1, 2-2, 3-2, 11-1, and 12-2) between subgroups by sex and age, with no impact on overall averages ($p>0.05$). The differences between the sexes, located mainly in regions supplied by the superficial femoral and anterior tibial arteries, may be related to hormonal modulation of microcirculation, since estrogen promotes greater peripheral vasodilation (Charkoudian et al., 2017; Greenfield; Charkoudian & Alba, 2022).

The difference observed with age in the distal region (ROI 13-2) may reflect vascular changes associated with aging, such as reduced endothelial function and increased arterial stiffness, which more clearly affect the extremities. These findings help contextualize the qualitatively identified thermal heterogeneity, reinforcing that distinct distribution patterns may reflect underlying physiological mechanisms (McLellan et al., 2009; Hernandes Júnior & Sardeli, 2021).

Our results indicate that the highest temperatures were observed in the ROIs of the dorsum of the foot (15-1 and 15-2), which is in line with Neves et al. (2023), who reported higher temperatures in the first and fifth toes in post-COVID-19 individuals. This finding reinforces the association between blood flow and temperature, given the larger caliber of the dorsal artery of the foot, as described by Gatt et al. (2015). In addition, in comparison with the reference standard proposed by Zhang et al. (2023), we observed that post-COVID-19 individuals tend to have slightly higher skin temperatures.

The results of the quantitative analysis revealed a predominance of pattern A among women and young adults, which may suggest a differentiated vascular response between sexes or age groups in the post-COVID-19 period, reflecting possible hormonal differences, such as the action of estrogen on the endothelium and autonomic control of arterioles (Stupin et al., 2019), metabolic changes, or

residual inflammation. Future studies should explore the clinical relevance of this thermal heterogeneity.

With regard to blood flow velocity, our study shows a statistically significant difference only in the right lower limb in the subgroup classified by the type of therapeutic support received ($p<0.05$). These findings corroborate those of Zhou et al. (2022), who also found no significant variations between sexes and age groups in blood flow velocity in diabetic patients, with or without neuropathy.

With regard to COVID-19, Zhang et al. (2020) suggest that endothelial cells become activated and dysfunctional due to the influence of the angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) receptor expressed in various organs, including systemic blood vessels. This condition is closely associated with a reduction in blood flow velocity in the lower limbs, through mechanisms such as persistent vasoconstriction or an impaired vasodilatory response, related to an exacerbated inflammatory response, characterized by the unregulated release of pro-inflammatory cytokines and diffuse endothelial damage, as shown by Mandal and Doykov et al. (2021).

The scarcity of literature on vascular parameters in the post-COVID-19 condition limits the comparison of our findings with normative measures. A recent literature search did not identify any studies that provided a consensus on reference values for peripheral blood flow velocity using Doppler ultrasound in healthy adults. One of the few studies published on this topic was that of Fronek, Coel, and Bernstein in 1976, which suggested an average flow velocity of 3.4 ± 1.6 cm/s in the dorsal artery of the foot. This provides additional support for the hypothesis of residual hyperinflammation and impaired endothelial function even after the acute phase of COVID-19, a condition that could explain the elevated velocities observed in the participants of the present study. Santoro et al. (2022) demonstrated that hospitalized individuals have endothelial dysfunction for up to three months after the acute phase of the disease, thus characterizing a prolonged post-acute sequela of SARS-CoV-2 infection.

The lack of previous studies makes it impossible to make direct comparisons with the results obtained. This absence reinforces the unprecedented and innovative

nature of this study, as well as its scientific relevance, which stands out for exploring an aspect that has not yet been investigated in the field. Our findings therefore represent a pioneering contribution, offering support for the development of future research aimed at understanding and standardizing qualitative analyses in thermography. These findings expand knowledge about the possible vascular effects of the disease and reinforce the need for future studies with more robust samples.

5. Conclusions

This study suggests that, among post-COVID-19 individuals, gender, age group, and type of therapeutic support significantly affect peripheral blood flow velocity and mean skin temperature of the lower limbs only in specific regions. The identification of distinct thermal distribution patterns through qualitative thermographic analysis highlights a potentially under-explored area of microvascular assessment in this population. These findings raise the hypothesis of subclinical vascular changes that may persist beyond the acute phase of COVID-19. Despite the absence of a healthy control group for more direct comparisons of our results, the lack of normative data and the novelty of this analytical approach underscore the need for longitudinal studies to monitor vascular recovery over time and validate thermographic parameters as clinical indicators of endothelial function.

Authors' contributions

DAS was responsible for analyzing and interpreting the data, writing and revising the manuscript. RRSB, MRG, INA, APLF, DSD and JSM were involved in the conception, critical analysis and linguistic adequacy of the manuscript. SLC and MGRA were responsible for organizing the methodological process, critical analysis and correction of the manuscript. All the authors approved the final version.

Funding

This work was supported by the National Council for Scientific and Technological Development (CNPq: 403341/2020-5) and by the Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel (CAPES), master's degree scholarship.

Data availability statement

The raw data supporting the conclusions of this article will be made available by the authors upon request.

Acknowledgments

We would like to thank the Multiuser Laboratory of Instrumental Innovation and Physical-Functional Performance (LINDEF) and the Laboratory of Kinesiotherapy and Manual Therapeutic Resources (LACIRTEM) for their collaboration in providing the data. We would like to thank the study participants for their valuable contribution and trust.

Conflicts of interest

The authors declare that there are no conflicts of interest that could influence the data and results of this article.

References

1. ALVES, K. F. P. et al. Immediate effect of whole-body vibration on skin temperature and lower-limb blood flow in older adults with type 2 diabetes: Pilot study. *Applied Sciences (Switzerland)*, v. 10, p. 1–11, 2020.
2. BARROSO, E. C. et al. Doppler ultrasonic system for flow measurement in patients with Diabetic Foot using reconfigurable logic and Wishbone architecture. *Pan American Health Care Exchanges, PAHCE*, p. 1–6, 2017.
3. BECKER, R. C. COVID-19-associated vasculitis and vasculopathy. *Journal of Thrombosis and Thrombolysis*, v. 50, n. 3, p. 499–511, 2020.
4. BOHÓRQUEZ-BLANCO, S., et al. Effects of the COVID-19 pandemic on the mental health of rehabilitation area professionals: A systematic review. *Frontiers in public health*, v. 10, p. 1085820, 2022.
5. CHARKOUDIAN, Nisha et al. Autonomic control of body temperature and blood pressure: influences of female sex hormones. *Clinical Autonomic Research*, v. 27, n. 3, p. 149–155, 2017.
6. CLERKIN, K. J. et al. COVID-19 and Cardiovascular Disease. *American Heart Association*, v. 141, p. 1648–1655, 2020.
7. DOYKOV, Ivan et al. 'The long tail of Covid-19'-The detection of a prolonged inflammatory response after a SARS-CoV-2 infection in asymptomatic and mildly affected patients. *F1000Research*, v. 9, p. 1349, 2021.
8. EKSOMBATCHAI, D et al., Pulmonary function and six-minute-walk test in patients after recovery from COVID-19: A prospective cohort study. *PLoS One*. 2021;16(9):e0257040.
9. EVANS, Rachael A. et al. Physical, cognitive, and mental health impacts of COVID-19 after hospitalisation (PHOSP-COVID): a UK multicentre, prospective cohort study. *The Lancet Respiratory Medicine*, v. 9, n. 11, p. 1275–1287, 2021.

10. FOGARTY, Helen et al. Persistent endotheliopathy in the pathogenesis of long COVID syndrome. *Journal of thrombosis and haemostasis*, v. 19, n. 10, p. 2546-2553, 2021.
11. FRONEK, A.; COEL, M.; BERSTEIN, E. F. Quantitative ultrasonographic studies of lower extremity flow velocities in health and disease. *Circulation*, v. 53, n. 6, p. 957-960, 1976.
12. GATT, Alfred et al. Thermographic patterns of the upper and lower limbs: baseline data. *International journal of vascular medicine*, v. 2015, n. 1, p. 831369, 2015.
13. GREENFIELD, Andrew M.; CHARKOUDIAN, Nisha; ALBA, Billie K. Influences of ovarian hormones on physiological responses to cold in women. *Temperature*, v. 9, n. 1, p. 23-45, 2022.
14. HUANG, C. et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *The Lancet*, v. 397, n. 10270, p. 220-232, 2021.
15. HERNANDES JÚNIOR, Paulo R.; SARDELI, Amanda Veiga. The effect of aging on body temperature: A systematic review and meta-analysis. *Current Aging Science*, v. 14, n. 3, p. 191-200, 2021.
16. LEE, B. E. C., et al. The prevalence of probable mental health disorders among hospital healthcare workers during COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Journal of affective disorders*, v. 330, p. 329-345, 2023.
17. LONG, Brit et al. Cardiovascular complications in COVID-19. *The American journal of emergency medicine*, v. 38, n. 7, p. 1504-1507, 2020.
18. LOO, J.; SPITTLE, D. A.; NEWNHAM, M. COVID-19, immunothrombosis and venous thromboembolism: biological mechanisms. *Thorax*, v. 76, p. 412-420, 2021.
19. MAKINO ANTUNES, A. C. et al. Potential of using facial thermal imaging in patient triage of flu-like syndrome during the COVID-19 pandemic crisis. *PLoS one*, v. 18, n. 1, p. e0279930, 2023.
20. MANDAL, Swapna et al. 'Long-COVID': a cross-sectional study of persisting symptoms, biomarker and imaging abnormalities following hospitalisation for COVID-19. *Thorax*, v. 76, n. 4, p. 396-398, 2021. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2020-215818>.
21. MARTÍNEZ-POZAS, Oliver et al. Effectiveness of telerehabilitation versus face-to-face pulmonary rehabilitation on physical function and quality of life in people with post COVID-19 condition: a systematic review and network meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, v. 60, n. 5, p. 868, 2024.
22. MCLELLAN, Katie et al. The influence of environmental temperature on the response of the skin to local pressure: the impact of aging and diabetes. *Diabetes technology & therapeutics*, v. 11, n. 12, p. 791-798, 2009.
23. NEVES, P. F. M. et al. Imbalance of Peripheral Temperature, Sympathovagal, and Cytokine Profile in Long COVID. *Biology*, v. 12, n. 5, p. 749, 2023.
24. OLIVEIRA, Murilo Rezende et al. Effect of pulmonary rehabilitation on exercise capacity, dyspnea, fatigue, and peripheral muscle strength in patients with post-COVID-19 syndrome: a systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, v. 105, n. 8, p. 1559-1570, 2024.
25. OLIVEIRA, Karla Cybele Vieira de et al. The impact of post-COVID multicomponent rehabilitation. *Fisioterapia em Movimento*, v. 36, p. e36112, 2023.

26. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). WHO characterizes COVID-19 as a pandemic. *Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS)*, 11 mar. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>. Acesso em: 23 jan. 2025.

27. PICCININI, F.; MARTINELLI, G.; CARBONARO, A. Reliability of body temperature measurements obtained with contactless infrared point thermometers commonly used during the COVID-19 pandemic. *Sensors*, v. 21, n. 11, p. 3794, 2021.

28. PUCHNER, Bernhard et al. Beneficial effects of multi-disciplinary rehabilitation in postacute COVID-19: an observational cohort study. *European journal of physical and rehabilitation medicine*, v. 57, n. 2, p. 189-198, 2021.

29. QUESADA, J. I. P.; KUNZLER, M. R.; CARPES, F. P. Methodological aspects of infrared thermography in human assessment. *Application of infrared thermography in sports science*, p. 49-79, 2017.

30. SANTORO, Luca et al. Impaired endothelial function in convalescent phase of COVID-19: a 3 month follow up observational prospective study. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 7, p. 1774, 2022.

31. SCHÄFER, S. K., et al. The mental health impact of the COVID-19 pandemic on older adults: a systematic review and meta-analysis. *Age and Ageing*, v. 52, n. 9, p. afad170, 2023.

32. SCHMIDT, Débora; PIVA, Taila Cristina; SBRUZZI, Graciele. Pulmonary function and respiratory muscle strength at hospital discharge in COVID-19 patients after Intensive Care Unit admission. *Fisioterapia e Pesquisa*, v. 29, p. 169-175, 2022.

33. SIDDIQI, H. K.; LIBBY, P.; RIDKER, P. M. COVID-19 – A vascular disease. *Trends in Cardiovascular Medicine*, v. 31, n. January, p. 1–5, 2021.

34. SORIANO, J. B. et al. A clinical case definition of post-COVID-19 condition by a Delphi consensus. *The Lancet Infectious Diseases*, v. 22, n. 4, p. e102-e107, 2022.

35. SOARES, R. A. et al. Covid-19 diagnosis in a patient with critical limb ischemia: Complications and clinical outcomes. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 19, p. 1–6, 2020.

36. STUPIN, Ana et al. Sex-related differences in forearm skin microvascular reactivity of young healthy subjects. *Clinical hemorheology and microcirculation*, v. 72, n. 4, p. 339-351, 2019.

37. TAKAHASHI, Luciana Akemi et al. Assessment of the pedal arteries with Duplex Scanning. *Jornal Vascular Brasileiro*, v. 19, p. e20200068, 2020.

38. TIBURI, R. G. B.; JUCÁ, M. C. P.; SALES, M. de S.; SOUSA, A. C. G. de; SOUZA, T. N. L. de; SILVA, C. G. L. da; GADELHA, M. do S. V. Coagulopatia induzida pelo estado inflamatório da infecção pela Covid-19 / Coagulopathy induced by the inflammatory state of Covid infection 19. *Brazilian Journal of Health Review*, [S.I.], v.4, n.2, p.8478–8501, 2021. DOI: 10.34119/bjhrv4n2-368.

39. TORJESEN, Ingrid. Covid-19: Middle aged women face greater risk of debilitating long term symptoms. 2021.

40. WANG, X. et al. Impact of the COVID-19 pandemic on risk of sarcopenia: From lockdown and infection perspectives: A systematic review and meta-analysis. *Medicine*, v. 103, n. 32, p. e39257, 2024.

41. WICKHAM, Rita J. Secondary analysis research. *Journal of the advanced practitioner in oncology*, v. 10, n. 4, p. 395, 2019.
42. YANG, Jiang et al. Effectiveness of telerehabilitation in patients with post-COVID-19: a systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ open*, v. 14, n. 7, p. e074325, 2024.
43. ZHANG, H. Y.; SON, S.; YOO, B. R.; YOUNG, T-M. Reference Standard for Digital Infrared Thermography of the Surface Temperature of the Lower Limbs. *Bioengineering*, 2023, v. 10, p. 283. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/bioengineering10030283>.
44. ZHANG, Jun; TECSON, Kristen M.; MCCULLOUGH, Peter A. Endothelial dysfunction contributes to COVID-19-associated vascular inflammation and coagulopathy. *Reviews in cardiovascular medicine*, v. 21, n. 3, p. 315-319, 2020.
45. ZHOU, Qiang et al. Alterations in plantar vessel blood flow in patients with mild diabetic peripheral neuropathy. *BMJ Open Diabetes Research and Care*, v. 10, n. 1, p. e002492, 2022.

APÊNDICE B - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO ESTUDO ORIGINAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
DEPARTAMENTO DE FISIOTERAPIA
LABORATÓRIO DE CINESIOTERAPIA E RECURSOS TERAPÊUTICOS MANUAIS - LACIRTEM

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O senhor (a) está sendo convidado a participar de uma pesquisa que tem como título "AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E DA FUNÇÃO VASCULAR DE INDIVÍDUOS PÓS COVID-19: ESTUDO OBSERVACIONAL", que será realizada pela pesquisadora mestrandra Iris Fernanda Ivone de Medeiros Amorim (CREFITO 231427-F), com endereço Rua Guaratinguetá, 175, Caiuca, CEP: 55034-560 – Caruaru – PE, cujo número de telefone disponível é (81) 99855-5319 e e-mail: amorim.irisf@gmail.com. A pesquisa se dará sob a orientação da pesquisadora Profª Drª Maria das Graças Rodrigues de Araújo (CREFITO 2522-F), com endereço Av. Jorn. Aníbal Fernandes, s/n, Cidade Universitária, CEP: 50740-560 - Recife – PE, cujo número para contato é (81) 99972-9856 e e-mail: maria.raraudo@ufpe.br e a Coorientação da pesquisadora Profª Drª Shirley Lima Campos (CREFITO 38339-F), a qual pode ser contatada pelo número (81) 99941-3087 e no e-mail: shirley.campos@ufpe.br.

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 a 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 um direito seu, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

Este estudo pretende avaliar a função musculoesquelética e vascular de indivíduos diabéticos após acometimento pela COVID-19. Isso proporcionará um melhor tratamento para o senhor (a) e futuros pacientes, caso seja confirmada a existência de repercussões deixadas pelo novo Coronavírus.

O estudo será dividido em algumas etapas, mas em somente um encontro, que acontecerá no **Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais** (LACIRTEM). O paciente permanecerá em torno de duas horas no laboratório para execução de todos os procedimentos. Na primeira etapa, os participantes serão medidos e pesados em uma balança de bioimpedância e terão

seus dados pessoais anotados em uma ficha de avaliação. Posteriormente o (a) senhor (a) será encaminhado (a) para uma área com plano de fundo na cor preto, onde serão registradas fotos dos seus membros inferiores (coxas, pernas e pés) por uma câmera infravermelha. O exame descrito é denominado termografia infravermelha e serve para analisar a distribuição da temperatura corporal. Na etapa seguinte será realizada avaliação da velocidade do fluxo sanguíneo da artéria dorsal do pé, para este exame o (a) senhor (a) precisará sentar confortavelmente com os pés apoiados no solo e dorso do pé exposto. Por fim, o (a) senhor (a) também realizará um teste para avaliar função do sistema musculoesquelético, neste teste o (a) senhor (a) sentará em posição ereta e confortável, e será solicitado a executar alguns movimentos com os membros superiores e inferiores a fim de avaliar a força muscular de cada membro. Todos os testes descritos serão realizados sob o acompanhamento de um profissional fisioterapeuta. Após 6 meses da avaliação, a pesquisadora entrará em contato com o (a) senhor (a) para realizar uma reavaliação com os mesmos instrumentos.

Riscos e Desconfortos: Fenômenos adversos como náusea, tontura, palidez, suor intenso, aumento ou diminuição da pressão pós-exercício, aumento ou diminuição dos batimentos cardíacos por minuto pós exercício, falta de ar leve ou moderada, fadiga ou dor durante execução dos movimentos podem ocorrer. Contudo, a fim de minimizar tais efeitos, os indivíduos só executarão as atividades de avaliação quando encontrarem-se estáveis clinicamente. Ademais, todos os profissionais presentes estarão aptos para o atendimento emergencial em possíveis intercorrências, pois são todos profissionais com formação na área de saúde com conhecimento em primeiros socorros e suporte básico de vida.

Benefícios: Os principais benefícios diretos desse estudo estão em fornecer para o (a) senhor (a) informações da sua saúde adquirida através de equipamentos modernos, o que pode elucidar algumas questões sobre a COVID-19, doença que foi previamente diagnosticada e, assim, levá-lo (a) a, se necessário, tratar alguma possível sequela deixada pela doença. Caso seja encontrada alguma alteração nos testes realizados, o mesmo será encaminhado a um médico especialista e será oferecido tratamento na Clínica escola de fisioterapia da Universidade Federal de Pernambuco. Além disso, outro benefício indireto será a melhor compreensão por parte da comunidade científica de como o sistema musculoesquelético e vascular se comportam após o acometimento pela doença em questão na população estudada, assim como quais são os impactos que esta pode trazer.

Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão 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 coletados nesta pesquisa ficarão armazenados em um HD externo e no computador pessoal, sob a responsabilidade das pesquisadoras Iris Fernanda Ivone de Medeiros Amorim, Maria das Graças Rodrigues de Araújo e Shirley Lima Campos no endereço Avenida Jornalista Aníbal Fernandes S/N - Cidade Universitária - Recife/PE, CEP: 507.40-560, no Laboratório de Cinesioterapia e Recursos Terapêuticos Manuais (LACIRTEM), pelo período mínimo de 5 anos.

Nada lhe será pago e nem será cobrado para participar desta pesquisa, pois a aceitação é voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente

decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial. 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: cepccs@ufpe.br).**

(assinatura do pesquisador)

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 “**AVALIAÇÃO DA FORÇA MUSCULAR PERIFÉRICA E DA FUNÇÃO VASCULAR DE INDIVÍDUOS PÓS COVID-19: ESTUDO OBSERVACIONAL**”, como voluntário (a). Eu 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 que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou interrupção de meu acompanhamento/ assistência/tratamento.

Local e data: _____, _____ de _____ de _____.
 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 C – FICHA DE AVALIAÇÃO MUSCULOESQUELÉTICA E VASCULAR

CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS			
Nome:			
DN: Idade:			
Sexo: <input type="checkbox"/> F <input type="checkbox"/> M	Est. Civil: Solteiro <input type="checkbox"/> Casado <input type="checkbox"/> Divorciado <input type="checkbox"/> Viúvo <input type="checkbox"/>		
Endereço:	Telefone: ()		
Bairro: Cidade:			
Etnia: Branco <input type="checkbox"/> Pardo <input type="checkbox"/> Negro <input type="checkbox"/> Outros <input type="checkbox"/>			
Religião: <input type="checkbox"/> Católico <input type="checkbox"/> Protestante <input type="checkbox"/> Ateu <input type="checkbox"/> Outros			
Renda Familiar: Nenhuma renda <input type="checkbox"/> Até 1 salário <input type="checkbox"/> De 1 a 3 salários <input type="checkbox"/> De 3 a 6 salários <input type="checkbox"/>			
Escolaridade: Educação Infantil <input type="checkbox"/> Ensino Fundamental <input type="checkbox"/> Ensino Médio <input type="checkbox"/> Ensino Superior <input type="checkbox"/>			
ANAMNESE			
MÉDICO ACOMPANHANTE:			
PESO:	ALTURA:	IMC:	
PA:	FC:	FR:	SpO2:
Circunferência Abdominal:			
HD:			

SINTOMAS DURANTE INFECÇÃO: FEBRE () FADIGA () ANOSMIA () DIARREIA () CONJUNTIVITE () DISPNEIA () DOR NA GARGANTA () DISGEUSIA () TOSSE () ENJÔO () CEFALÉIA () DOR ARTICULAR () ASTENIA ()		
SINTOMAS ATUAIS: FADIGA () DISPNEIA () CEFALÉIA () DOR ARTICULAR () DOR MUSCULAR () FEBRE () TOSSE () ASTENIA () MEMÓRIA () TONTURA () INDISPOSIÇÃO ()		
VACINADO: SIM () NÃO () - SINOVAC () ASTRAZENECA () PFIZER () JANSSEN () OUTRAS ()		
DATA DO EXAME POSITIVO:		
Tabagismo ativo: Sim () Não () Consumo de álcool ativo: Sim () Não ()		
COMORBIDADES: HAS () DMI () DMII () ICC () DRC () DPOC () ASMA () Outras:		
Histórico familiar:		
MEDICAÇÕES EM USO		
NOME	DOSAGEM	POSOLOGIA
HISTÓRIA DO INTERNAMENTO NA UTI		
Tempo de internação na UTI:		Dias de AVM:
TQT? S () N () Dias de TQT:		Número TRE:
Tempo de internamento na enfermaria:		
Re-internação na UTI:		
Tempo de internação Hospitalar:		

Tempo de alta hospitalar:
Internação prévia a Covid no hospital? S () N () Local:
Enferm. () UTI () Tempo:

Pontuação Total Final: _____