



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ
NÚCLEO DE TEORIA E PESQUISA DO COMPORTAMENTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO –
PPGNC

Dissertação de mestrado

**AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E DINÂMICO EM PACIENTES COM
COVID LONGA POR MEIO DE SENSORES INERCIAIS EM APARELHOS DE
TELEFONIA MÓVEL: UM ESTUDO TRANSVERSAL CONTROLADO**

BRUNA DANIELLE CAMPELO CORRÊA

Belém

2023

BRUNA DANIELLE CAMPELO CORRÊA

AVALIAÇÃO DO EQUILÍBRIO ESTÁTICO E DINÂMICO EM PACIENTES COM COVID LONGA POR MEIO DE SENSORES INERCIAIS EM APARELHOS DE TELEFONIA MÓVEL: UM ESTUDO TRANSVERSAL CONTROLADO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, do Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento da Universidade Federal do Pará, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Neurociências e Comportamento.

Orientador: Prof. Dr. Givago da Silva Souza
Coorientador: Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Givago da Silva Souza – Orientador

Prof. Dr. Anselmo Athayde Costa e Silva – Coorientador

Prof. Dr. Apio Ricardo Nazareth Dias (UEPA) – Membro titular

Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart (UFPA) – Membro titular

Profa. Dra. Bianca Callegari (UFPA) – Membro suplente

Belém

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

UFPA/Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento/Biblioteca

- C824a Corrêa, Bruna Danielle Campelo, 1987-
avaliação do equilíbrio estático e dinâmico em pacientes com covid longa por meio de sensores inerciais em aparelhos de telefonia móvel: um estudo transversal controlado / Bruna Danielle Campelo Corrêa. — 2023.
38 f.: il.
Orientador: Givago da Silva Souza
Coorientador: Anselmo de Athayde Costa e Silva
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós- Graduação em Neurociência e Comportamento, Belém, 2023.
1. Análise do comportamento. 2. COVID Longa (doença). 3. Equilíbrio postural (habilidades). 4. Sensores inerciais (monitoramento). 5. Smartphone. I. Título.

CDD - 23. ed. — 614.45

Catálogo na fonte: Maria Célia Santana da Silva – CRB2/780

DEDICATÓRIA

Seria inadmissível não dedicar esta dissertação à minha família: minha irmã Brenda, fiel escudeira e parceira de caminhada. Obrigada por me fazer rir ao longo desse processo. Ninguém nunca vai me compreender como você me compreende. À Aurora que caiu de paraquedas em nossas vidas, nos encheu de alegrias e mudou absolutamente tudo com seus “itá”, “tebé” e “atêêê”. À mamãe, Delma, por nos sustentar quando tudo foi escuridão, tomando para ela as responsabilidades, as dores e os pesos de tantas desventuras que passamos e incansavelmente cuidando de nós. Gratidão! Ao meu pai Durval, que em um processo de COVID-19 tão longo e difícil, lutou com as poucas forças que tinha e permaneceu conosco. Obrigada, pai, por entregar a saúde (e quase a vida) para me inspirar o tema desta linda dissertação. A cada profissional que entregou todas as suas energias nos períodos mais pesados desta terrível pandemia e ainda hoje estão presentes na vida de meu pai cuidando de cada sequela. Vocês são os melhores! A todos os meus amigos, tios, tias, avós e primos que nos mantiveram de pé quando imaginávamos que o pior iria acontecer com o nosso “Mala”. À Karoane Beatriz que nos auxiliou em todas as burocracias desse período e foi incansável tanto com meu pai, quanto com minha amada maninha quando ela mais precisou. À Nubya, que além de nos ajudar na primeira internação e contribuir com as formatações deste trabalho, vivia de “marcação cerrada”: “olha a tua dissertação, prima... Sei que a vida tá difícil, mas não deixe os problemas te impedirem de se tornar mestra!”. E por último, mas não menos importante, a cada paciente que enfrenta as mazelas da COVID longa. Ao me compartilharem histórias tão difíceis, percebi que minha missão não se resumia a apenas avaliar seu equilíbrio postural, mas a dar meu testemunho, levar carinho e esperança a tantos que muitas vezes desabafaram: “Bruna, tudo está muito difícil, acho que não vou aguentar”. Vocês me mostraram que esse vírus não só prejudica muitos sistemas orgânicos, mas também destrói histórias e planos de vida. Obrigada por, assim como o meu pai, insistirem na vida e por nos permitirem contar indiretamente suas histórias neste estudo. A COVID longa nos ensinou que esse tal de “Corona vírus” é poderoso, mas não é mais forte que nós e, apesar das sequelas, a vida segue...

AGRADECIMENTOS

A Deus, que em sua imensa sabedoria, me permitiu realizar este sonho no tempo Dele e não no meu. À minha família amada, que me sustenta a cada dia. Ao meu orientador Givago, que compartilhou comigo muito da sua genialidade, me apresentou o mundo da análise do movimento e me compreendeu nos momentos mais difíceis. Nunca vou esquecer quando eu estava com meu pai entre a vida e a morte e você me falou: “vá cuidar do seu pai, quando retornar eu estarei aqui”. Gratidão! Ao meu coorientador, Anselmo, que me recebeu com tanta generosidade no LAFA (Laboratório de atividade física adaptada), onde inclusive fiz amigos, pude experimentar o gosto pela análise crítica de artigos e aprendi tanto. Grata! Ao Programa COVID longa da UEPA, na pessoa do doutor Fabio Falcão, lugar de muita ciência, referência na pesquisa e no tratamento das inúmeras mazelas pós COVID-19, lugar no qual fiz amigos tão caros e adquiri tanto conhecimento. Vocês são impecáveis! Aos amigos e familiares que não tiveram COVID-19 e aceitaram estar no meu grupo controle. Sem saber, vocês contribuíram demais para a ciência. À Igreja Imaculada Conceição, minha amada paróquia, na pessoa do Padre Regis, o qual me abriu as portas para avaliar seus paroquianos. Ao Centro Social Santo Agostinho, na pessoa da coordenadora Eliana Kemper e do Frei Wesley, que me permitiram retornar a este lugar amado e avaliar seus funcionários, meus eternos colegas de trabalho. À SESMA (Secretaria municipal de saúde de Belém), na pessoa de minha tia Rosa Corrêa, que me abriu portas e me permitiu avaliar vários de seus colegas de trabalho. Ao Corpo de bombeiros militar do estado do Pará, na pessoa de minha irmã, Soldado Campelo, que convocou vários irmãos de farda para me auxiliar. Ao Programa de pós-graduação em neurociências e comportamento (nosso querido PPGNC), na pessoa de seu então coordenador Fernando Rocha; um programa que se preocupa com a saúde mental dos alunos. Vocês amenizaram nossa “saga” de fazer ciência em meio a uma cruel pandemia. Compreenderam-me no momento mais difícil da minha vida. Tantas vezes durante as cinco internações do meu pai, vocês me adaptaram tarefas e prazos para eu não ser prejudicada. Obrigada por manterem este programa com tanta qualidade! E aos pacientes que me deram atenção, aceitaram participar da minha pesquisa e sempre me compartilhavam o quanto a COVID-19 mudou suas vidas. A vocês e as suas histórias, meu mais profundo respeito e minha mais sincera gratidão!

“Enquanto há vida, há esperança”

(Eclesiastes 9,4)

RESUMO

Contemplaremos um artigo acerca de um dos grandes desafios do século XXI: A COVID-19; mais especificamente, uma de suas maiores consequências, a denominada COVID longa, a qual é caracterizada pela persistência de sintomas da infecção primária ou surgimento de novos sintomas. Neste estudo avaliou-se uma importante propriedade que vem sendo muito prejudicada pela COVID longa, qual seja, o equilíbrio postural. A tecnologia utilizada para verificar a qualidade do equilíbrio postural nesse perfil de pacientes foram os sensores inerciais, os quais correspondem a dispositivos que identificam a oscilação do centro de massa do corpo, identificando o quanto o corpo do indivíduo oscila dentro de um eixo de movimento em um determinado intervalo de tempo. Quanto maior a amplitude das oscilações captadas, menor o controle postural do sujeito avaliado. Os sensores utilizados foram o Acelerômetro e o Giroscópio, os quais encontram-se integrados a um aparelho utilizado diariamente por toda a sociedade: o *smartphone*. Aparelhos de telefonia móvel são de amplo acesso à toda a população e por isso podem ser utilizados pelos profissionais de saúde para o monitoramento desse perfil de pacientes. Nesta pesquisa, mensurou-se a qualidade da estabilidade postural do grupo de estudo fixando-se o *smartphone* à cintura dos participantes com COVID longa e comparando-os com um grupo controle saudável que serviu de parâmetro de normalidade. Observou-se valores de melhor qualidade no grupo controle, corroborando o que alguns autores já documentaram: pacientes com COVID longa podem possuir menor controle postural do que pessoas saudáveis.

Palavras-chave: COVID longa; Equilíbrio postural; Smartphone; Sensores inerciais.

ABSTRACT

We will contemplate an article about one of the great challenges of the 21st century: COVID-19; more specifically, one of its major consequences, the so-called long-term COVID, which is characterized by the persistence of symptoms of the primary infection or the appearance of new symptoms. This study evaluated an important property that has been greatly impaired by long-term COVID, namely, postural balance. The technology used to verify the quality of postural balance in this profile of patients were inertial sensors, which correspond to devices that identify the oscillation of the body's center of mass, identifying how much an individual oscillates within a movement axis at a given time. time interval. The greater the amplitude of the captured oscillations, the lesser the postural control of the assessed subject. The sensors used were the accelerometer and the gyroscope, which are integrated into a device used daily by society as a whole: the smartphone. Mobile telephone devices are widely accessible to the entire population and therefore can be used by health professionals to monitor this profile of patients. In this research, the quality of postural stability of the study group was measured by attaching the smartphone to the waist of participants with long COVID and comparing them with a healthy control group, which served as a parameter of normality. Better quality values were observed in the control group, corroborating what some authors have already documented: patients with long COVID may have less postural control than healthy people.

Keywords: Long COVID; Postural balance; Smartphone; Inertial sensors.

SUMÁRIO

Apresentação da dissertação.....	8
Apresentação do artigo	11
Resumo	12
Introdução	13
Métodos	15
Considerações éticas	15
Delineamento	15
Ambiente da pesquisa e Caracterização da amostra	16
Entrevista e exame físico	17
Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico usando o smartphone.....	17
Análise dos dados	18
Análise estatística	21
Resultados.....	21
Discussão.....	25
Referências	27
Glossário.....	31
Considerações finais	33
Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	34
Apêndice B – Ficha de avaliação	37

APRESENTAÇÃO

Nesta dissertação discorreremos sobre algumas repercussões da *Doença do coronavírus 2019* (COVID-19), a qual desafiou a humanidade em uma pandemia devastadora¹. O *Coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda* (SARS-CoV-2) dissemina-se especialmente por gotículas e secreções respiratórias ou por transmissão indireta através de superfícies contaminadas².

Indo além dos sintomas agudos pulmonares, muitos pacientes continuam apresentando sintomas ao longo de meses, mesmo em caso de infecções leves. Já foram registrados fadiga generalizada, falta de ar, dores de cabeça, dores articulares, confusão mental, perda de memória, aperto no peito, palpitações, intolerância ao exercício, além de manifestações neurológicas e neuromusculares diversas³. Estas sequelas em conjunto estão sendo denominadas de COVID longa e têm causado grande incapacidade⁴.

Sendo as sequelas multissistêmicas e acometendo especialmente o sistema nervoso, já que o SARS-CoV-2 possui afinidade por este sistema⁵, este perfil de pacientes vem evoluindo com déficits importantes de equilíbrio postural, prejudicando demasiadamente sua independência e qualidade de vida⁶.

Equilíbrio postural pode ser definido como a capacidade de manter o centro gravitacional dentro de limites estáveis em uma base de apoio com oscilação postural mínima. Ele pode ser classificado em dinâmico, em situações de movimento, como na caminhada e corrida; e estático, em condições de postura sentada ou de pé⁷. Tal propriedade está na dependência de diversos fatores e sistemas do organismo, dentre os quais: recepção de estímulos por parte dos sistemas sensoriais e organização postural por parte do sistema nervoso central, isto é, depende da perfeita conexão entre o sistema visual, músculo-esquelético, vestibular, somatossensorial e o sistema nervoso central⁸. Este último é o responsável por receber informações advindas dos referidos sistemas, integrá-las e gerar respostas compensatórias. Havendo desarmonia nesse processo, muitos podem ser os prejuízos à estabilidade na posição de pé, a qual é imprescindível à capacidade funcional e qualidade de vida do ser humano⁹.

Manter um bom equilíbrio corporal é fundamental à vida, pois um controle postural de qualidade proporciona ao corpo firmeza e solidez necessárias à realização das atividades de vida diária⁷, evitando eventos como quedas, as quais podem gerar grande morbidade, mortalidade e consequentes aumentos nos custos de saúde⁸.

Quando se trata de equilíbrio e postura, estes podem, tradicionalmente, ser avaliados através de escalas específicas e testes diversos como: Teste de Romberg; Escala de Berg, Teste

de Tinetti, Teste de alcance funcional; Teste do estresse postural; Exame de velocidade preferida e máxima da marcha; *Timed up and go test*; Brumel BA e Teste de sentar e levantar. Todas essas metodologias são válidas e muito utilizadas, porém podem não ser tão precisas, sensíveis e podem não capturar deficiências motoras mais sutis. Outros métodos padrão-ouro mais refinados e de maior sensibilidade são: Posturografia/Estabilometria e Cinemetria da marcha; estes por sua vez, não são tão acessíveis, práticos e apresentam alto custo.

Em comparação aos métodos clássicos, tecnologias mais modernas como sistemas inerciais baseados em sensores, os quais quantificam o movimento com mais precisão, superam sobremaneira as limitações dos métodos tradicionais^{10,11}. Já em comparação aos métodos padrão-ouro, para se avaliar equilíbrio estático e dinâmico, os sensores inerciais, atualmente instalados também em aparelhos de telefonia móvel, representam tecnologias mais vantajosas, de maior aplicabilidade e manuseio e, principalmente, de amplo acesso e menor custo.

A maioria dos sistemas operacionais dos aparelhos de telefonia móvel, como o *Android*, possuem sensores integrados que podem mensurar movimento, orientação e várias outras condições ambientais. A partir desses instrumentos, pode-se gerar dados brutos precisos para monitorar movimento e posicionamento tridimensional do dispositivo. Diversos tipos de sensores estão disponíveis nos sistemas de *smartphones*. Uns dos principais tipos utilizados são os sensores de movimento: os que utilizam *hardware* e *software* como base, como é o caso dos sensores de gravidade, aceleração linear, vetor de rotação, movimento significativo, contador de passos e detector de passos; e existem os que utilizam apenas *hardware* como base, é o caso do acelerômetro e giroscópio¹².

Tanto o acelerômetro quanto o giroscópio são tecnologias em microeletrônica que identificam variações inerciais em um intervalo de tempo nos vários eixos de movimento. O primeiro registra o quanto a aceleração de um corpo varia de maneira linear nos vários eixos de movimento, como o sagital (ântero-posterior) e o frontal (médio-lateral); enquanto que o giroscópio trabalha em movimentações rotacionais mensurando velocidade angular⁷.

A utilização de aparelhos de telefonia móvel contendo sensores inerciais tem-se mostrado uma alternativa muito eficiente na análise do equilíbrio e sendo os *smartphones* uma tecnologia de amplo acesso e baixo custo, esse método parece ser cada vez mais promissor no meio científico^{13,14}.

Observa-se, portanto, que o estado de COVID longa pode afetar sobremaneira o equilíbrio corporal dos indivíduos acometidos. Tendo em vista que a estabilidade postural é imprescindível à qualidade de vida e independência funcional do ser humano e que sendo esta uma patologia recente que precisa de novos instrumentos para ser melhor avaliada; objetivou-

se com o estudo a seguir utilizar os sensores inerciais (acelerômetro e giroscópio) contidos em um *smartphone*, para avaliar o equilíbrio estático e dinâmico de pessoas com COVID longa e compara-los com pessoas saudáveis a fim de quantificar o quanto as sequelas da COVID-19 podem influenciar na estabilidade corporal desses indivíduos.

Ao longo do artigo, perceberemos o quanto a COVID longa exerce influência negativa sobre a estabilidade corporal das pessoas acometidas e o quanto a tecnologia supracitada é útil para avaliação e monitoramento desses sujeitos.

Esta é uma pesquisa com peculiaridades. Trata-se de estudo inédito, pois os poucos estudos disponíveis sobre o tema até o momento avaliaram equilíbrio postural no estado pós COVID-19 utilizando várias outras tecnologias que não os sensores inerciais. Os demais estudos, também, analisaram a estabilidade postural de pessoas com poucos meses de COVID longa, diferentemente da atual pesquisa que estudou pessoas com muitos meses e até anos pós infecção primária.

A metodologia está baseada na ciência dos Registros Inerciais e, por conseguinte, pode mencionar linguagem técnica própria do atual âmbito temático. Contemplando o estado da arte, a metodologia, os resultados e a discussão, poderemos observar, portanto, termos específicos, cujos significados podem, porventura, não ser de conhecimento geral. Então, para promover a clara compreensão do texto, disponibilizar-se-á ao final desta dissertação um breve glossário.

ARTIGO CONFORME FORMATAÇÃO DA REVISTA “THE LANCET DIGITAL HEALTH”

Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico em pacientes com COVID longa por meio de sensores inerciais em aparelhos de telefonia móvel: um estudo transversal controlado

Bruna Danielle Campelo Corrêa¹, Enzo Gabriel Rocha Santos², Anderson Belgamo³, Gustavo Henrique Lima Pinto², André dos Santos Cabral⁴, Bianca Callegari⁵, Anselmo de Athayde Costa e Silva⁶, Luiz Fábio Magno Falcão⁴, Givago da Silva Souza^{7,8}

¹Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil.

²Instituto de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil.

³Instituto Federal de São Paulo, Rio Claro, Brazil.

⁴Centro de Ciências Biológicas e da Saúde Ciências, Universidade do Estado do Pará, Belém, Brazil.

⁵Instituto de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil

⁶Instituto de Ciências da Educação, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil

⁷Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil

⁸Núcleo de Medicina Tropical, Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil

Corresponding author: Givago Silva Souza

Address: Av. Generalíssimo Deodoro 92, Umarizal, Belém, Pará, Brazil. 66055240

Telephone: 5591982653131

E-mail: givagosouza@ufpa.br

RESUMO

Contexto: Inúmeros tipos de sequelas da COVID-19 vêm sendo observadas de maneira persistente entre indivíduos previamente acometidos pelo SARS-CoV-2, caracterizando a chamada COVID longa. O déficit no equilíbrio postural persistente após a COVID-19 tem sido descrito previamente em pacientes com poucos meses após infecção. Este estudo avaliou o equilíbrio estático e dinâmico de indivíduos com anos após a COVID-19 utilizando sensores inerciais embutidos em *smartphones*.

Métodos: A amostra do presente estudo apresentou 73 participantes (41 participantes do grupo COVID longa e 32 participantes do grupo controle). Todos os participantes do grupo COVID longa mantiveram queixas físicas por pelo menos 7 meses após a infecção por SARS-CoV-2. Os participantes foram avaliados fixando-se à sua cintura um *smartphone* e os sensores inerciais embutidos no aparelho registraram deslocamentos inerciais durante tarefa de equilíbrio estático e dinâmico (*Timed up and go test*). Os parâmetros avaliativos do equilíbrio estático e dinâmico obtidos de ambos os grupos foram comparados.

Achados: Os grupos foram pareados por idade e IMC. 22 dos 41 participantes do grupo COVID longa relataram déficit de equilíbrio e em 33 destes 41 participantes, o teste de Romberg sensibilizado foi positivo. A avaliação do equilíbrio estático mostrou que o grupo COVID longa teve maior instabilidade postural com os olhos abertos e fechados do que o grupo controle. Na avaliação do equilíbrio dinâmico, o grupo COVID longa apresentou maior aceleração para levantar da cadeira do que o grupo controle.

Interpretação: Pacientes com COVID longa sintomáticos mesmo após vários meses ou anos apresentaram perdas de equilíbrio estático e dinâmico. A atenção às perdas de equilíbrio desses pacientes pode ajudar a evitar quedas e melhorar a qualidade de vida experimentada por eles.

Palavras-chave: COVID longa; Equilíbrio postural; Smartphone; Sensores inerciais.

ABSTRACT

Background: Numerous types of sequelae of COVID-19 have been persistently observed among individuals previously affected by SARS-CoV-2, characterizing the so-called long-term COVID. Deficit in postural balance persists after COVID-19 and has been previously described in patients a few months after infection. This study evaluated the static and dynamic balance of individuals with years after COVID-19 using inertial sensors in the smartphones.

Methods: The sample of the present study had 73 participants (41 participants in the long-term COVID group and 32 participants in the control group). All participants in the long-term

COVID group maintained physical complaints for at least 7 months after SARS-CoV-2 infection. Participants were evaluated using a smartphone in their waist and the inertial sensors built into the device recorded inertial displacements during a static and dynamic balance task (Timed up and go test). So, the evaluative parameters of static and dynamic balance obtained from both groups were compared.

Findings: Groups were matched for age and BMI. 22 of the 41 participants in the long COVID group reported balance impairment and in 33 of these 41 participants, the sensitized Romberg test was positive. Static balance assessment showed that the long COVID group had greater postural instability with eyes open and closed than the control group. In the dynamic balance assessment, the long COVID group showed greater acceleration to get up from a chair than the control group.

Interpretation: Patients with long-lasting symptomatic COVID-19 even after several months or years showed static and dynamic balance losses. Attention to these patients' loss of balance can help prevent falls and improve the quality of life experienced by them.

Keywords: long COVID; Postural balance; Smartphone; Inertial sensors.

INTRODUÇÃO

A pandemia da *Doença do coronavírus 2019* (COVID-19) assolou mais de cem países e territórios em todos os continentes. Os impactos desta doença estão afetando vertiginosamente a saúde e a economia global¹. Os sintomas típicos inicialmente podem ser febre, tosse seca, dispneia, cefaleia e pneumonia. Progressivamente pode haver falência respiratória e danos alveolares, podendo levar os indivíduos a óbito⁷.

Apesar de o foco dos estudos sobre a doença ter-se concentrado mais nas suas complicações pulmonares e cardiovasculares, é profícuo identificar e investigar manifestações secundárias da doença. Os sintomas da infecção por SARS-CoV-2 vão muito além da fase aguda e podem persistir muitos meses após o paciente já haver apresentado teste negativo para a COVID-19^{5,15}.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, o prolongamento dos sintomas ou o surgimento de novos sintomas em até 3 meses após a infecção inicial pelo SARS-CoV-2, perdurando estes por pelo menos 2 meses sem outra explicação alternativa que os justifiquem caracterizam a chamada condição pós COVID-19, ou Síndrome pós COVID-19, ou ainda COVID longa⁴.

A COVID longa pode acometer indivíduos de qualquer idade. Atualmente, ainda não se reconhece quem apresenta maior risco de desenvolvê-la, mas sabe-se que há pouca relação entre a severidade da doença na fase aguda e a chance de desenvolver a COVID longa¹⁶. Estima-se que em média 65 milhões de indivíduos estão acometidos por essa condição. A sintomatologia é multissistêmica. Embora os sintomas mais comuns relatados sejam fadiga extrema, dispneia e disfunção cognitiva, mais de 200 sintomas diferentes já foram identificados⁴. Estão descritas doenças cardiovasculares, doenças cerebrovasculares, doenças neuromusculares, diabetes tipo 2, encefalomielite miálgica ou síndrome da fadiga crônica, danos ao sistema imune, ao sistema genitourinário, gastrointestinal, dermatológico, osteomioarticular, ao sistema vestibular, danos somatossensoriais, danos olfatórios, dentre outros^{5,15,17,18}.

Muitos dos principais prejuízos inclusos na COVID longa acometem o sistema nervoso central e periférico¹⁹. Diversos casos de acidente vascular encefálico (AVE), síndrome de Guillain Barré, síndrome de Miller Fisher, polineuropatias, encefalites, encefalopatias, miastenia gravis, anosmia e ageusia vem sendo relatados e podem deixar numerosos déficits sensoriomotores aos portadores. Exames neurológicos em pacientes acometidos detectam fraqueza muscular e arreflexia dos membros inferiores; redução da sensibilidade tátil e dolorosa, além de rigidez articular^{5,15,19,20,21}.

Alterações neurológicas também podem afetar os olhos. A perda de fibras nervosas da córnea, aumento da densidade de células dendríticas, alterações significativas na resposta pupilar à luz e prejuízos à microcirculação pupilar também foram observadas na COVID longa¹⁷. Apesar de a manifestação ocular prevalente durante a fase aguda da infecção pelo SARS-CoV-2 ser a conjuntivite, percebe-se que outras manifestações oftalmológicas estão presentes a longo prazo²².

Outro sistema orgânico que sofre severas e prolongadas sequelas da infecção pelo SARS-CoV-2 é o muscular¹⁹. Os danos às células musculares estão geralmente associados ao estado hiperinflamatório causado pela infecção, à injúria pulmonar, hipóxia, dano mitocondrial, disfunção do sistema renina-angiotensina, problemas cerebrovasculares e neuromusculares, neuropatias periféricas e à internação prolongada. Todos esses fatores podem resultar em prejuízos à musculatura causando fadiga, fraqueza muscular, mialgia, redução da performance física, da capacidade funcional para as atividades de vida diária e qualidade de vida geral²³.

Esta infecção também tem prejudicado o sistema labiríntico e auditivo²⁴. As alterações vestibulares e perda auditiva neurossensorial são descritas por alguns autores²⁵. Muitos indivíduos apresentaram déficits auditivos, zumbidos e vertigem²⁴. Alguns autores mostram que infecções pelo SARS-CoV-2 podem estender-se para o ouvido médio e interno produzindo

uma resposta inflamatória ou um efeito direto no epitélio de revestimento gerando sintomas relacionados à audição e ao equilíbrio corporal²⁶. A partir dessa fisiopatogênese, nota-se que sintomas como a tontura parece ser um dos principais problemas de equilíbrio postural encontrado em quase um terço dos pacientes acometidos²⁷.

É necessário, então, investir em tecnologias que possam avaliar e monitorar de maneira precisa os déficits na estabilidade postural desses pacientes, para que melhor se possa tratá-los e para registrar dados quantitativos sobre o controle postural em pessoas com COVID longa, os quais ainda são escassos.

Nesse diapasão, sabe-se que a revolução de tecnologias inteligentes do século 21 trouxe-nos os sensores inerciais capazes de quantificar objetivamente o movimento humano. Estes sensores, como o acelerômetro e o giroscópio, superam muitas das principais limitações dos sistemas biomecânicos tradicionais, pois são marcadores digitais que captam alterações sutis na função motora, ao registrar as oscilações do centro de massa corporal ao longo dos eixos de movimento, podendo auxiliar na detecção de limitações do equilíbrio corporal¹¹.

Esses sensores, em forma de microtecnologia, estão embutidos em um dos aparelhos mais acessíveis da atualidade: o *smartphone*. Fixando-se esse aparelho à coluna lombossacra do indivíduo, ele pode capturar as mais discretas instabilidades do centro de massa do corpo de uma pessoa com alterações no controle motor, como pode ocorrer na COVID longa.

Pesquisas prévias têm estudado as consequências da COVID-19 sobre o controle do equilíbrio^{6,27}. Todos os estudos têm apresentado resultados indicadores de perdas do controle postural, no entanto os resultados que temos até o momento restringem-se a pacientes com duração de sintomas de apenas alguns meses após a infecção. Não é sabido se essa perda de equilíbrio experimentada pelos pacientes com COVID longa pode ser reversível em intervalos de tempo maiores, se será mantida, ou mesmo permanente. Desde os primeiros casos até hoje, já se passaram aproximadamente 3 anos, e não se sabe se as perdas de controle postural são persistentes além dos primeiros meses após o surgimento da doença. O presente estudo objetivou estudar o equilíbrio estático e dinâmico em pacientes com COVID longa com muitos meses a anos após a primeira infecção pelo SARS-CoV-2.

MÉTODOS

Considerações éticas

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará (aprovação n° 61117722.3.0000.5172) e pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade do Estado do Pará

(aprovação número 61117722.3.3001.5174). Todos os participantes aceitaram voluntariamente participar da pesquisa mediante assinatura após explicação dos procedimentos a serem realizados (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido no Apêndice A).

Delineamento

Trata-se de estudo de corte transversal, de caráter quantitativo, abordagem descritiva e analítica. Neste avaliou-se, através de sensores inerciais contidos em *smartphone*, o equilíbrio estático e dinâmico de pessoas diagnosticadas com COVID longa, comparando-as com outras que não apresentaram COVID longa (apresentaram COVID-19 sem sequelas ou não apresentaram COVID-19).

Ambiente da pesquisa e Caracterização da amostra

A avaliação clínica ocorreu na Unidade de Ensino Ambulatorial em Fisioterapia e Terapia Ocupacional (UEAFTO) da Universidade do Estado do Pará (UEPA), onde ocorre o *Programa COVID longa da UEPA*, no qual são atendidos pacientes com sequelas de várias ordens provenientes da COVID-19.

Os indivíduos foram divididos em dois grupos: o Grupo COVID longa, os quais estavam cadastrados para avaliação pelo referido programa; e o Grupo Controle, selecionado por conveniência. Todos os participantes possuíam função cognitiva preservada; capacidade e condicionamento para se submeterem aos testes.

Os participantes do Grupo COVID longa necessitavam possuir comprovação do diagnóstico prévio de COVID-19 seguido do aparecimento de sinais ou sintomas, os quais deveriam ter surgido pelo menos 3 meses após a infecção e persistido durante pelo menos 2 meses. Os participantes não poderiam ter doenças de origem neurológicas, labirínticas, visuais ou osteomioarticulares que lhes prejudicassem o equilíbrio estático ou dinâmico previamente à afecção por COVID-19, tais como acidente vascular encefálico, neuropatias, síndromes neurológicas, labirintopatias, artrose ou artrite severa ou agudizada de membros inferiores, cegueira, baixa visão, dentre outras.

Os participantes do Grupo Controle não apresentaram o diagnóstico de COVID longa. Além disso, o Grupo Controle também não deveria apresentar nenhum tipo de morbidade que causasse prejuízo ao sistema de estabilidade postural. Todas essas informações foram colhidas por entrevista realizada pelos pesquisadores.

Entrevista e exame físico

As coletas foram realizadas entre novembro e dezembro de 2022. Os participantes passaram por entrevista quanto às suas informações pessoais (nome, idade, sexo, profissão, estado civil), condições de vida para se traçar um perfil da amostra; e quanto ao histórico de contágio, internação, vacinação, tratamento e sequelas da COVID-19. Também eram questionados quanto à presença de instabilidade postural surgida após a infecção por COVID-19. Esta anamnese foi feita através de uma ficha avaliativa produzida pelos autores (Apêndice B).

Após isso foram submetidos a exame físico básico. Avaliou-se força muscular para membros superiores (representada pela musculatura flexora de ombro) e membros inferiores (representada pela musculatura extensora do joelho) por meio de Prova de função muscular manual realizada sempre pela mesma avaliadora e classificando a força muscular segundo a Escala de Oxford. Considerou-se força preservada quando o grau de força foi 5; e reduzida quando o grau de força foi 0, 1, 2, 3 ou 4.

A amplitude de movimento (ADM) foi estimada pela inspeção visual dos participantes enquanto esses realizavam os movimentos ativos de membros superiores (flexão de ombro) e membros inferiores (extensão de joelho). Quando o indivíduo conseguia realizar o arco de movimento completo, a ADM era classificada como “preservada”; quando ele não conseguia realizá-la, a ADM era classificada como “reduzida”.

Previamente à avaliação do equilíbrio com o *smartphone*, a fim de se ter uma visão geral da qualidade da estabilidade postural do participante, realizou-se o Teste de Romberg tradicional e o Teste de Romberg sensibilizado (na posição de Tandem, primeiro com o pé direito atrás, depois com o pé esquerdo atrás).

Também foram colhidos dados antropométricos: peso, altura e calculado o índice de massa corpórea (IMC) de cada participante.

Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico usando o *smartphone*

Para a avaliação do equilíbrio estático e dinâmico foi usado um aparelho de telefonia móvel da marca *Samsung*, modelo *Galaxy A32*, sistema operacional *Android 10*. Neste aparelho de celular encontrava-se instalado o aplicativo *Momentum Science* (https://play.google.com/store/apps/details?id=com.beetsoftware.momentum_science), o qual armazena leituras de sensores inerciais embutidos no *smartphone*. Os sensores inerciais foram um acelerômetro triaxial (modelo *lsm6dsl*, 16 bits, resolução de amplitude ± 4 g) e um giroscópio triaxial (modelo *lsm6dsl*, 16 bits, resolução de amplitude 500 gps) com taxa de

aquisição de 50 Hz. O *smartphone* foi colocado na região posterior do corpo do participante, ao nível da coluna vertebral lombar baixa, entre as vértebras L3 e L5, fixado ao seu corpo através de uma faixa elástica resistente presa na cintura.

Para a avaliação do equilíbrio estático foram realizados dois registros em condição de olhos abertos e dois de olhos fechados com duração de 60 segundos cada. Para esta tarefa, foi solicitado ao participante que ficasse descalço, sobre um solo plano e não inclinado. O participante deveria manter-se em pé, com os dois pés separados na distância entre os ombros e os braços relaxados ao lado do corpo (conforme a figura 1 A) com os olhos fixos em um ponto preto inscrito na parede a um metro de distância à sua frente (quando de olhos abertos). Houve intervalo de 60 segundos entre os registros. A avaliação do equilíbrio estático durava um total de 7 minutos.

Para a avaliação do equilíbrio dinâmico foi realizado o teste *Timed up and go* (TUG) com uma cadeira com altura entre 45 e 48 centímetros. Seguindo os protocolos de Coni²⁸, todos os participantes foram orientados para a execução do teste TUG, no qual voluntário sentado ao comando do avaliador deveria levantar-se sem o apoio dos braços e caminhar por 3 metros previamente marcados no piso, chegar até a marcação predeterminada por um “x” inscrito no piso, girar 180°, voltar caminhando até a cadeira, girar e sentar-se novamente. O participante era instruído a realizar o teste caminhando o mais rápido possível sem correr.

Análise dos dados

Para avaliação do equilíbrio estático foram extraídas as séries temporais acelerométricas dos eixos ântero-posterior e médio-lateral para serem quantificadas através de rotinas computacionais desenvolvidas em linguagem de computador MATLAB/GNU OCTAVE. As séries temporais foram processadas com filtragem passa-banda 0,1-10 Hz de defasagem zero por um filtro Butterworth de segunda ordem. Os valores de aceleração foram convertidos para unidades gravitacionais. Calculou-se os seguintes parâmetros²⁹:

(i) Amplitude RMS (do inglês *root mean square*), em unidades gravitacionais, dos gráficos estabilogramas nos eixos médio-lateral e ântero-posterior de acordo com a Equação 1.

$$\text{Amplitude RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i)^2}{N}} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde x é o valor da leitura em um ponto temporal i ; N é o número total de pontos temporais da medição.

(ii) Deslocamento total do gráfico estatocinesiógrama, em unidades gravitacionais, de acordo com a Equação 2.

$$DT = \sum_{i=1}^N \sqrt{AP_i^2 + ML_i^2} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde AP e ML são os valores das leituras no ponto temporal i no deslocamento ântero-posterior e médio-lateral, respectivamente e N é o número total de pontos temporais da medição.

(iii) Área do deslocamento do gráfico estatocinesiógrama, em unidades gravitacionais ao quadrado, usando as Equações 3 e 4.

$$[vec, val] = eig(cov(AP, ML)) \quad (\text{Equação 3})$$

$$Área = pi * prod(2.4478 \times \sqrt{svd(val)}) \quad (\text{Equação 4})$$

Onde vec , val são os autovetores e autovalores da matriz de covariância das oscilações ântero-posterior e médio-lateral, svd é a operação de decomposição de valores únicos, eig é a operação de extração dos autovalores e autovetores da matriz de covariância dos dados de deslocamento anteroposterior (AP) e médiolateral (ML).

(iv) Frequência mediana, em Hz, a qual foi calculada pela aplicação de uma transformada de Fourier sobre a série temporal acelerométrica dos eixos ântero-posterior e médio-lateral e representa a frequência espectral na qual a soma cumulativa da energia espectral é a metade da energia espectral total.

Para a avaliação do equilíbrio dinâmico, por sua vez, foram extraídas as séries temporais acelerométricas e giroscópicas dos três eixos analisados. Para ambos os sensores foi calculado o vetor resultante através da Equação 5.

$$vr = \sqrt{x^2 + y^2 + z^2} \quad (\text{Equação 5})$$

Onde v_r é vetor resultante do sensor e x , y e z são as séries temporais inerciais nos três eixos de análise.

O algoritmo escrito em linguagem MATLAB/OCTAVE foi utilizado para encontrar automaticamente os parâmetros avaliativos do TUG seguido por uma avaliação visual dos parâmetros encontrados pelo algoritmo, a qual foi feita para confirmar as medidas automatizadas.

A Figura 1-B mostra os eventos relacionados a medidas acelerométricas e giroscópicas durante o TUG. A série temporal acelerométrica permite a identificação do momento que o sujeito iniciava a saída da posição sentada (número 1 na Figura 1-B) para impulso em direção à posição de pé (número 2 na Figura 1-B), iniciando a fase de caminhada de ida (número 3 na Figura 1-B). Ao chegar em 3 metros de caminhada, o participante girou (número 4 na Figura 1-B) e retornou em direção à cadeira (número 5 na Figura 1-B), até que ele chegava em frente à cadeira e girava (número 6 na Figura 1-B) e iniciava o movimento de descer (número 7 na Figura 1-B) para poder se sentar de volta e finalizar o teste (número 8 na Figura 1-B). Os gráficos da Figura 1-B trazem os eventos inerciais acelerométricos e giroscópicos relacionados aos movimentos realizados durante o teste TUG.

Partindo-se da identificação dos eventos inerciais, foi possível extrair parâmetros quantitativos inerciais durante o teste TUG: duração total, tempo de subida, tempo de caminhada de ida, tempo de caminhada de volta, tempo de descida, máxima aceleração de subida, máxima aceleração de descida, máxima velocidade angular no giro de retorno, máxima velocidade angular no giro para se sentar, impulso de subida e impulso de descida.

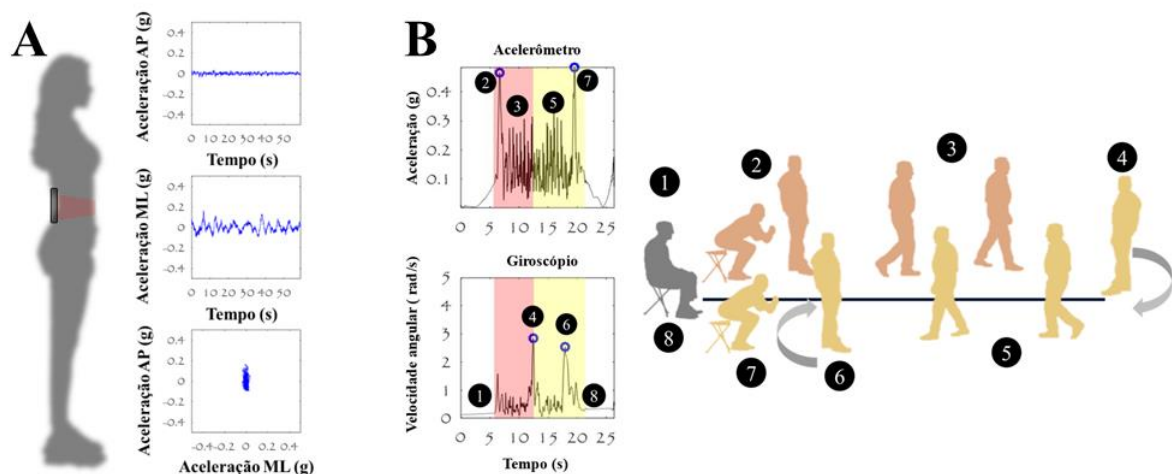


Figura 1: Sumário dos testes realizados neste estudo. (A) Avaliação do equilíbrio estático. O participante manteve-se em pé com o smartphone preso à cintura e os registros acelerométricos nos eixos ântero-

posterior e médio-lateral foram usados para quantificar o equilíbrio estático. (B) Movimentos e eventos relacionados durante o teste Timed Up and Go. (1) Paciente sentado, (2) fase de subida, (3) caminhada de ida, (4) giro de retorno, (5) caminhada de volta, (6) giro para se sentar, (7) fase de descida, (8) finalização do teste.

Análise estatística

A análise dos dados foi processada utilizando-se o programa Jamovi 2.2.5.0. Em todas as análises considerou-se nível de significância de 5% (p -valor $<0,05$). Para testar a diferença estatística entre os dados de ambos os grupos (idade, IMC, equilíbrio estático com olhos aberto, com olhos fechados e equilíbrio dinâmico) primeiro se avaliou o ajuste da distribuição dos dados pelo teste de Shapiro-Wilk e em seguida utilizou-se o teste t-student não pareado, com correção de Welch quando os dados apresentavam distribuição normal e o teste de Mann-Whitney quando as premissas de normalidade eram violadas pelo teste de Shapiro-Wilk. Para comparar a proporção de homens e mulheres por grupo COVID longa e grupo controle utilizou-se o teste de Qui-quadrado corrigido de Yates.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra dados demográficos dos dois grupos e foi observado que ambos eram pareados em idade, IMC e proporção de homens e mulheres.

Características	COVID LONGA (n=41)	CONTROLE (n=32)	p-valor
Sexo			
Masculino	10	11	0,50 ^a
Feminino	31	21	
Idade (anos)	50 (9)	50,5 (10,5)	0,93 ^b
IMC (kg/m ²)	26,4 (6,8)	25,7 (3,2)	0,75 ^b

IMC: Índice de massa corpórea. ^aQui-quadrado (Yates), ^bTeste de Mann-Whitney. Na idade e IMC são apresentadas a mediana e o intervalo interquartil dentro dos parênteses.

Tabela 1: Dados de identificação e dados antropométricos dos grupos.

A Tabela 2 traz informações sobre a história natural da COVID-19 dos participantes do grupo COVID longa e do grupo controle (visto que alguns participantes deste último grupo apresentaram COVID-19). Pode-se observar que a maioria dos pacientes do grupo COVID longa não ficaram internados durante a fase aguda da COVID-19 e todos experimentaram pelo menos uma dose da vacinação contra COVID-19. Quanto ao grupo controle, 25 pessoas tiveram COVID-19 e apenas uma não recebeu nenhuma dose de vacina contra COVID-19.

Histórico	Grupo COVID Longa (n=41)	Grupo controle (n =32)
Tempo de COVID longa em meses (Mediana IIQ)	30 (8)	-
Diagnóstico de COVID-19	41	25
Internações	5	0
Vacinação		
0 dose	0	1
1 dose	2	1
2 doses	1	8
3 doses	20	8
4 doses	18	14

Tabela 2: Histórico natural referente à COVID-19 dos participantes do grupo COVID longa e controle.

Os participantes também foram interrogados quanto à sintomatologia apresentada desde a infecção. Foram registradas sequelas de diversas ordens e todos apresentaram mais de um sintoma simultaneamente. Os sintomas eram numerosos e foram divididos em categorias (tipos de sintomas), como se vê na Tabela 3.

Sintomas	COVID Longa (n=41)
Alterações neurológicas	32
Alterações musculo-esqueléticas	32
Fadiga generalizada	31
Alterações oto-labirínticas	23
Alterações psiquiátricas	23
Perda de equilíbrio	22
Alterações pneumológicas	19
Hiposmia/ageusia	16
Alterações cardiovasculares	8
Alterações dermatológicas	4
Alterações metabólicas	3
Alterações gastrintestinais	3

Sintomas pneumológicos: dispneia, dor torácica. Sintomas Cardiovasculares: taquicardia, angina, hiper ou hipotensão arterial. Neurológicos: parestesias, paresias, dor neuropática, cefaleia, perdas de memória ou atenção. Músculo-esqueléticos: artralgia, rigidez articular, inchaço nas articulações, mialgia, dores na coluna vertebral. Oto-labirínticos: otite, dor reatroauricular, zumbido, hipoacusia, vertigem, tontura. Psiquiátricos: depressão, ansiedade, insônia, flutuações de humor. Gastrointestinais: epigastralgia, refluxo gástrico, diarreia, náuseas. Metabólicos: diabetes, dislipidemia. Dermatológicos: vesículas cutâneas, manchas hiper e hipocrômicas, alopecia.

Tabela 3: Número de participantes que apresentaram os diferentes tipos de sintomas persistentes na COVID longa

Quanto ao exame físico, pôde-se observar grande e significativa diferença entre a força muscular apresentada pelo grupo COVID longa e pelo grupo controle. Nos testes de Romberg tradicional e Romberg sensibilizado (tanto Tandem à direita, quanto à esquerda) também notou-se grande diferença. Muitos dos pacientes com COVID longa apresentaram o sinal de Romberg. Na avaliação da ADM, porém, não houve diferença significativa entre os grupos (Tabela 4).

Exame Físico	COVID LONGA (n=41)	CONTROLE (n=32)	p-valor
Força muscular de MMSS preservada	13	30	<0,001*
Força muscular de MMII preservada	17	30	<0,001*
ADM de MMSS preservada	38	32	0,25**
ADM de MMII preservada	41	32	-
Teste de Romberg positivo	11	0	0,002**
Teste de Romberg sensibilizado positivo à direita ou à esquerda	33	1	<0,001*

MMSS: membros superiores; MMII: membros inferiores; ADM: amplitude de movimento; *Qui-quadrado (Yates), **Teste Exato de Fisher

Tabela 4: Número de participantes que apresentaram as diferentes características no exame físico.

Na comparação entre os dados mensurados na avaliação do equilíbrio estático de olhos abertos e olhos fechados entre os grupos, houve diferença estatística significativa entre os grupos nos parâmetros obtidos no domínio do tempo, tanto em condição experimental com os olhos abertos quanto com os olhos fechados.

De uma forma geral, o grupo com COVID longa apresentou maiores amplitudes de oscilação corporal que o grupo controle. Altos valores dessas amplitudes significam que o centro de massa do corpo do participante variou muito de lugar ao longo dos eixos de movimento, denotando menor estabilidade corporal e pior controle da postura estática.

A frequência mediana das oscilações não foi estatisticamente diferente entre os grupos em ambas as condições experimentais.

Equilíbrio Estático	COVID LONGA (n=41)	CONTROLE (n=32)	p-valor
<i>OLHOS ABERTOS</i>			
Deslocamento total	27,7 (5,9)	23,8 (6,6)	0,025 ^{a*}
RMS ML	0,002 (0,0008)	0,001 (0,0004)	0,006 ^{a*}
RMS AP	0,005 (0,001)	0,003 (0,0007)	<0,001 ^{a*}
ÁREA	0,02 (0,0009)	0,01 (0,006)	0,025 ^{a*}
F50 ML	4,3 (1,36)	4,5 (0,79)	0,056 ^b
F50 AP	1,57 (0,89)	1,86 (1)	0,059 ^b
<i>OLHOS FECHADOS</i>			
Deslocamento total	32,6 (16,2)	26,5 (8,9)	0,009 ^{a*}
RMS ML	0,002 (0,001)	0,001 (0,0006)	0,014 ^{a*}
RMS AP	0,006 (0,003)	0,005 (0,002)	0,02 ^{a*}
ÁREA	0,02 (0,01)	0,02 (0,006)	0,041 ^{a*}
F50 ML	4,1 (0,96)	4,3 (0,61)	0,41 ^b
F50 AP	1,4 (0,87)	1,7 (0,64)	0,32 ^a

^a Mediana (intervalo interquartil) e Teste de Mann-Whitney; ^b Média (desvio-padrão) e Teste t-student (Welch); *p < 0.05

Tabela 5: Comparação dos parâmetros avaliativos do controle do equilíbrio estático a partir dos sinais inerciais registrados com o smartphone.

A comparação dos parâmetros relacionados à avaliação durante tarefa de equilíbrio dinâmico mostrou que houve diferença estatística apenas na amplitude da subida da cadeira durante o teste TUG. Todos os demais parâmetros não apresentaram diferença estatística (Tabela 6).

Parâmetros TUG	COVID LONGA (n=41)	CONTROLE (n=32)	p-valor
Duração total (s)	13,6 (3,8)	13,2 (2,6)	0,36 ^a
Tempo de subida (s)	1 (0,35)	1 (0,20)	0,12 ^a
Tempo de ida (s)	4,9 (1,5)	4,9 (0,97)	0,92 ^b
Tempo de volta (s)	4,6 (2)	4,4 (1,5)	0,82 ^a
Tempo de descida (s)	1,45 (0,54)	1,57 (0,42)	0,83 ^a
Amplitude de subida (g)	0,51 (0,11)	0,43 (0,09)	0,009 ^{a*}
Amplitude de descida (g)	0,52 (0,11)	0,49 (0,08)	0,28 ^b
Velocidade angular máxima do primeiro giro (rad/s)	2,4 (0,72)	2,4 (0,49)	0,47 ^a
Velocidade angular máxima do segundo giro (rad/s)	2,8 (1,1)	3 (0,72)	0,32 ^a
Impulso de subida (g/s)	0,46 (0,13)	0,43 (0,11)	0,28 ^b
Impulso de descida (g/s)	0,36 (0,1)	0,33 (0,1)	0,37 ^b

^aMediana (intervalo interquartil) e Teste de Mann-Whitney; ^bMédia (desvio-padrão) e Teste t-student (Welch);
* $p < 0.05$

Tabela 6: Comparação dos parâmetros extraídos dos registros inerciais obtidos durante a tarefa de equilíbrio dinâmico.

DISCUSSÃO

O resultado principal da presente pesquisa foi que os pacientes com COVID longa apresentaram dados indicativos de perdas de equilíbrio estático e dinâmico comparado com o grupo controle. Adicionalmente é possível inferir que a perda de equilíbrio é persistente por um tempo mais prolongado do que o já anteriormente descrito na literatura. Os participantes do grupo COVID longa do atual estudo apresentam sintomas mesmo anos após a infecção primária por COVID-19.

O equilíbrio postural adequado depende de uma perfeita integração entre os sistemas sensorial e motor³⁰, componentes essenciais do sistema nervoso, o qual comprovadamente é um dos sistemas amplamente afetados no estado pós COVID-19^{5,15}. As possíveis explicações para as perdas de equilíbrio observadas nos participantes do presente estudo devem ser multifatoriais, já que os participantes descrevem sintomas e apresentam sinais de perdas funcionais de diferentes sistemas integrantes do controle postural: sistema vestibular, somestesia e sistema muscular.

Yilmaz *et al.* observaram alterações otolabirínticas importantes em pacientes pós infecção por COVID-19²⁷ e Saniasiaya e Kulasegarah indicam a tontura como uma das principais manifestações da COVID-19. Apesar de ser muitas vezes um sintoma inespecífico, a tontura geralmente está associada a outras manifestações áudio-vestibulares da infecção como hipoacusia e zumbido³¹.

Observou-se em nosso estudo que manifestações otolabirínticas foram muito incidentes em grande parte dos indivíduos com COVID longa. Sabendo-se que vertigem e tontura são umas das principais causas de déficit de equilíbrio postural, também notamos que este último foi um dos principais problemas relatados pelo grupo COVID longa do presente estudo.

Foi verificado nesta pesquisa que sequelas neurológicas, como parestesia, parestesia, disautonomias, dor neuropática, cefaleia e déficit na concentração foram as prevalentes nos pacientes acometidos. Além dos componentes do equilíbrio já citados, para se ter uma postura sólida e estável, deve-se contar com a integridade do componente somatossensorial, o qual está relacionado (também) à qualidade do sistema osteo-mio-articular. Verificou-se em nosso estudo, no grupo COVID longa, grande incidência de rigidez articular, artralgia e mialgia. Além

disso, a força muscular do grupo acometido foi significativamente menor do que no grupo saudável (controle). Ademais, a fadiga presente na maioria deles também pode prejudicar a manutenção da posição em bipedestação.

Outros estudos prévios descreveram avaliações de equilíbrio estático e dinâmico em pacientes que tiveram COVID-19^{6,27,32,33}.

Yilmaz *et al.* avaliaram 35 pacientes pós COVID-19 (22 a 124 dias após a doença) usando a posturografia dinâmica computadorizada com o protocolo do teste de organização sensorial que permite distinguir os componentes visuais, vestibulares e somatossensoriais do controle do equilíbrio. Os autores observaram perdas de equilíbrio dinâmico no grupo COVID-19 comparado ao controle, especialmente no componente visual do teste realizado²⁷.

Zychowska *et al.* estudaram o controle dinâmico do equilíbrio de 33 pacientes com 2 a 4 semanas pós infecção por SARS-CoV-2 por meio de estabilografia usando o método *rambling-trembling*. Foi encontrado que indivíduos no estado pós COVID-19 não apresentaram diferença estatisticamente significativa, no entanto eles notaram que dentre os pacientes, aqueles que apresentaram alterações olfatórias tenderam a possuir menor controle postural que os pacientes sem esse tipo de alteração³².

Sousa, Gardel e Lopes encontraram forte correlação entre fraqueza muscular (mensurada por dinamometria), fadiga generalizada (mensurada pelo questionário *Functional Assessment of Chronic Illness Therapy Fatigue*) e déficit de equilíbrio (mensurado pelas escalas de Berg e de Tinetti) em pacientes com COVID longa com pelo menos 12 semanas após a infecção pelo SARS-CoV-2³³.

Guzik *et al.* avaliaram o equilíbrio de pacientes com COVID longa após aproximadamente 4,5 meses da infecção primária. Os autores observaram perdas de equilíbrio estático usando plataforma de força com apoio bipodal e unipodal e pior desempenho em tarefas dinâmicas como o teste *Timed Up and Go*, teste de caminhada de 6 minutos, teste de sentar e levantar e teste do degrau de 15 segundos⁶.

O presente trabalho diferencia-se dos demais estudos que investigaram o controle do equilíbrio em pacientes com COVID longa em alguns aspectos. Primeiramente, o grupo de pacientes com COVID longa da pesquisa atual apresenta uma mais longa duração desde a infecção inicial pelo SARS-CoV-2 comparado com os demais estudos semelhantes. A nossa amostra tem duração mediana de 30 meses desde a infecção e já foi vacinada em diferentes doses, sendo assim mais próxima das condições populacionais vividas hoje em dia. Sendo assim, essa primeira diferença é uma indicação de que as perdas de equilíbrio experimentadas pelas pessoas com COVID longa podem ter maior duração ou mesmo permanentes.

Outra diferença é que este estudo usou sensores inerciais embutidos em *smartphone* para avaliar parâmetros descritos do controle do equilíbrio estático e dinâmico e conseguiu mostrar resultados semelhantes a outras pesquisas que usaram métodos padrão ouro como a de Guzik⁶. A validade dos sensores inerciais de *smartphones* na identificação de perdas no equilíbrio em pacientes com COVID longa pode permitir que essa avaliação chegue a mais pessoas visto que o instrumento é de relativo baixo custo e fácil transporte, sendo assim possível a maior cobertura do monitoramento de perdas do equilíbrio, especialmente em populações de menor renda.

O presente trabalho mostrou que as consequências funcionais da COVID longa podem durar anos após a primeira infecção e os presentes resultados podem ajudar na construção de políticas públicas voltadas ao monitoramento do equilíbrio e prevenção de quedas nos pacientes com COVID longa.

REFERÊNCIAS

- 1 WHO. Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report – 51 [Internet]. [place unknown]: WHO; 2020 [updated 2020 Mar 11; cited 2022 Apr 20]. Available from: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331475/nCoVsitrep11Mar2020-eng.pdf>.
- 2 Parums DV. Editorial: revised World Health Organization (WHO) terminology for variants of concern and variants of interest of SARS-CoV-2. *Med. Sci Monit.* 2021 Jun;**27**:e933622. doi:10.12659/MSM.933622.
- 3 Barizien N, Guen ML, Russel S, Touche P, Huang F, Vallée A. Clinical characterization of dysautonomia in long COVID-19 patients. *Sci. Rep. (Nat. Publ. Group)*. 2021;**11**:1-7. doi:10.1038/s41598-021-93546-5.
- 4 WHO. Post COVID-19 condition (long COVID) [homepage on the Internet]. [place unknown]: WHO; 2022 [cited 2022 Dec 30]. Available from: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/post-covid-19-condition>.
- 5 Gervasoni F, LoMauro A, Ricci V, Salce G et al. Balance and visual reliance in post-COVID syndrome patients assessed with a robotic system: a multi-sensory integration deficit. *Neurol. Sci.* 2022;**43**:85-8. doi:10.1007/s10072-021-05647-8.
- 6 Guzik A, Wolan-Nieroda A, Kochman M, Perenc L, Drużbicki M. Impact of mild COVID-19 on balance function in young adults, a prospective observational study. *Sci. Rep. (Nat. Publ. Group)*. 2022;**12**:1-8. doi:10.1038/s41598-022-16397-8

- 7 Hou YR, Chiu YL, Chiang SL, Chen HY, Sung WH. Development of a smartphone-based balance assessment system for subjects with stroke. *Sens.* 2020;**20**(88):1-9. doi:10.3390/s20010088.
- 8 Lima LHM, Fagundes DS, Menezes MF, Prado MLR, Michele Thais Favero MT. Reabilitação do equilíbrio postural com o uso de jogos de realidade virtual. *Rev. Cient. Fac. Educ. Meio Ambiente.* 2017 Jun;**8**(1):161-76. doi:10.31072/rcf.v8i1.443.
- 9 Nascimento LCG, Patrizzi LJ, Oliveira CCES. Efeito de quatro semanas de treinamento proprioceptivo no equilíbrio postural de idosos. *Fisioter. Mov.* 2012 Jun;**25**(2):325-31. doi:10.1590/S0103-51502012000200010.
- 10 Opara JA, Małecki A, Małecka E, Socha T. Motor assessment in Parkinson's disease. *Ann. Agric. Environ. Med.* 2017;**24**(3):411-5. doi:10.5604/12321966.1232774.
- 11 Johnston W, O'Reilly M, Coughlan GF, Caulfield B. Inertial sensor technology can capture changes in dynamic balance control during the y balance test. *Digit Biomark.* 2017;**1**:106-17. doi:10.1159/000485470.
- 12 Android. Visão geral dos sensores [Internet]. [place unknown]: Android; 2019 [updated 2019 Dec 27; cited 2023 Jan 5]. Available from: https://developer.android.com/guide/topics/sensors/sensors_overview?hl=pt-br.
- 13 Moral-Munoz JA, Esteban-Moreno B, Herrera-Viedma E, Cobo MJ, Pérez IJ. Smartphone applications to perform body balance assessment: a standardized review. *J Med Syst.* 2018;**42**:1-8. doi:10.1007/s10916-018-0970-1.
- 14 Kuosmanen E, Wolling F, Vega J et al. Smartphone-based monitoring of Parkinson disease: quasi-experimental study to quantify hand tremor severity and medication effectiveness. *JMIR Mhealth Uhealth.* 2020;**8**(11):1-17. doi:10.2196/21543.
- 15 Bridwell R, Long B, Gottlieb M. Neurologic complications of COVID-19. *Am. J. Emerg. Med.* 2020;**38**:1-3. doi:10.1016/j.ajem.2020.05.024.
- 16 Sykes DL, Holdsworth L, Jawad N, Gunasekera P, Morice AH, Crooks MG. Post COVID-19 symptom burden: what is long-COVID and how should we manage it? *Lung.* 2021;**199**:113-9. doi:10.1007/s00408-021-00423-z.
- 17 Davis HE, McCorkell L, Vogel JM, Topol EJ. Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nat. Rev. Microbiol.* 2023;**21**:133-46. doi:10.1038/s41579-022-00846-2.
- 18 Paranhos ACM, Dias ARN, Silva LCM et al. Sociodemographic characteristics and comorbidities of patients with long COVID and persistent olfactory dysfunction. *JAMA Network Open.* 2022;**5**(9):1-12. doi:10.1001/jamanetworkopen.2022.30637.
- 19 Paliwal VK, Garg K, Gupta A, Tejan N. Neuromuscular presentations in patients with COVID-19. *Neurol Sci.* 2020 Sept; **41**:3039-56. doi:10.1007/s10072-020-04708-8.

- 20 Zhao H, Shen D, Zhou H, Liu J, Chen S. Guillain-Barré syndrome associated with SARS-CoV-2 infection: causality or coincidence? *Lancet neurol.* 2020 May;**19**(5):383-4. Doi:10.1016/S1474-4422(20)30109-5.
- 21 Galán JMTG. Ictus como complicación y como factor pronóstico de COVID-19. *Neurol.* 2020;**35**(5):318-22. doi:10.1016/j.nrl.2020.04.015.
- 22 Martins TGS, Martins DGS, Martins TGS, Marinho P, Schor P. COVID 19 repercussions in ophthalmology: a narrative review. *Med J.* 2021 May;**139**(5). doi:10.1590/1516-3180.2021.0113.R1.0504221.
- 23 Silva CC, Bichara CNC, Carneiro FRO et al. Muscle dysfunction in the long coronavirus disease 2019 syndrome: pathogenesis and clinical approach. *Rev Med Virol.* 2022;**32**(6):1-14. doi:10.1002/rmv.2355.
- 24 Narożny W, Tretiakow D, Skorek A. Can the SARS-CoV-2 virus damage human hearing and balance? *Med. Pracy.* 2021;**72**(3):321-5. doi:10.13075/mp.5893.01083.
- 25 Fancello V, Hatzopoulos S, Corazzi V et al. SARS-CoV-2 (COVID-19) and audio-vestibular disorders. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2021 Dec;**35**:1-8. doi:10.1177/20587384211027373.
- 26 Baig AM. Pathways and pathogenesis of hearing deficits, tinnitus, and vertigo in COVID-19. *ACS Chem Neurosci.* 2021 Dec;**12**(23):4368-70. doi:10.1021/acchemneuro.1c00706.
- 27 Yilmaz O, Mutlu BO, Yaman H, Bayazit D, Demirhan H, Bayazit YA. Assessment of balance after recovery from Covid-19 disease. *Auris Nasus Larynx.* 2022;**49**(2):291-8. doi:10.1016/j.anl.2021.08.011.
- 28 Coni A, Ancum JMV, Bergquist R et al. Comparison of standard clinical and instrumented physical performance tests in discriminating functional status of high-functioning people aged 61-70 years old. *Sens.* 2019 Jan;**19**(3):1-12. doi:10.3390/s19030449.
- 29 Duarte M, Freitas SMSF. Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Rev Bras Fisioter.* 2010 Jun;**14**(3):183-92. doi:10.1590/S1413-3552010000300003.
- 30 Nishino LK, Rocha GD, Souza TSA, Ribeiro FAQ, Cóser PL. Protocolo para posturografia estática com provas dinâmicas em indivíduos sem queixas vestibulares utilizando o sistema Horus. *CoDAS.* 2021;**33**(3):1-13.doi:10.1590/2317-1782/20202019270.
- 31 Saniasiaya J, Kulasegarah J. Dizziness and COVID-19. *Ear Nose Throat J.* 2021;**100**(1):29-30. doi:10.1177/0145561320959573.
- 32 Żychowska M, Jaworecka K, Mazur E et al. COVID-19 and postural control: a stabilographic study using rambling-trembling decomposition method. *Med.* 2022;**58**(2):1-13. doi:10.3390/medicina58020305.

- 33 Sousa KCA, Gardel DG, Lopes AJ. Postural balance and its association with functionality and quality of life in non-hospitalized patients with post-acute COVID-19 syndrome. *Physiother Res Int.* 2022;**27**;1-8. doi:10.1002/pri.1967.

GLOSSÁRIO

Ageusia: Perda completa do paladar.

Anosmia: Perda completa do olfato.

Apoio bipodal: Apoio em um único pé.

Apoio bipodal: Apoio nos dois pés.

Arreflexia: Perda dos reflexos neurológicos.

Bipedestação: Postura de pé.

Cefaleia: Dor de cabeça.

Células dendríticas: células de defesa do organismo.

Coluna lombossacra: Porção mais inferior da coluna vertebral.

Danos alveolares: Danos às menores unidades do pulmão.

Dinamometria: Mensuração de força muscular a partir do aparelho dinamômetro.

Disautonomias: Problemas no sistema nervoso autônomo.

Dispneia: Falta de ar.

Escala de Oxford: Escala que classifica a força de uma musculatura em graus de zero a cinco, em que zero é a musculatura sem força e cinco, a musculatura com força máxima.

Estabilograma: Gráfico que mostra a amplitude de oscilação do centro de massa corporal ao longo do tempo.

Estado hiperinflamatório: Aumento das células e substâncias inflamatórias no organismo.

Estatocinesiograma: Gráfico que mostra uma inscrição do trajeto do centro de massa ao longo dos eixos de movimento.

Filtragem passa-banda: Na engenharia, é o filtro que seleciona uma faixa de frequência, rejeitando a faixa fora dela.

Filtro Butterworth: Na engenharia, é o filtro que gera uma resposta em frequência o mais plana possível.

Fisiopatogênese: Mecanismo de origem da doença.

Hipoacusia: Redução da audição.

Hipogeusia: Redução do paladar.

Hiposmia: Redução do olfato.

Mialgia: Dor muscular.

Microeletrônica: Eletrônica em miniatura, “chips”.

Paresia: Perda parcial da força muscular.

Parestesia: Sintomas sensoriais de formigamento, queimação ou dormência.

Root mean square (RMS): Nível de vibração de um corpo em função do tempo.

Sensibilidade dolorosa: Capacidade de sentir dor.

Sensibilidade tátil: Capacidade de sentir toque sutil.

Sistema renina-angiotensina: Sistema responsável pela manutenção da pressão arterial.

Somatossensorial: parte do sistema nervoso que responde à mudanças na superfície ou dentro do corpo.

Teste de romberg: Teste para avaliação do equilíbrio estático.

Transformada de fourier: Modelo que decompõe uma função temporal em frequência.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O artigo em questão nos permite observar a quantidade e variedade de sistemas orgânicos que podem ser acometidos a longo prazo pelo SARS-CoV-2, podemos ter dimensão da morbidade e deterioração que ele pode causar à funcionalidade dos indivíduos. A manutenção do equilíbrio corporal é fundamental à vida do ser humano, está na dependência de vários fatores e neste estudo apresentou-se deficitária em pessoas que nunca haviam apresentado prejuízos labirínticos previamente à infecção. Isto nos mostra o quanto a COVID-19 pode prejudicar a qualidade de vida em muitos aspectos.

Os presentes achados são importantes para dar robustez aos estudos que investigam estabilidade corporal no estado pós COVID-19 e para mostrar que as sequelas podem perdurar muito mais tempo do que o já registrado. Pôde-se verificar o quanto as tecnologias presentes em aparelhos de telefonia móvel podem contribuir para solidificar as pesquisas sobre estabilidade postural e podem ser promissoras para monitorar pacientes com COVID longa ou outras patologias que cursem com déficit de equilíbrio. Ao auxiliar na detecção de limitações, essa tecnologia acaba por contribuir indiretamente no tratamento de sequelas desta doença que ainda nos é tão desafiadora e carece de estudos para ser melhor combatida.

Necessitamos, ainda, mencionar algumas limitações neste estudo. Primeiramente, alguns pacientes cadastrados no *Programa COVID longa da UEPA* já haviam iniciado o protocolo de tratamento proposto, o que pode representar um viés à pesquisa. Além disso, existiu certa heterogeneidade no grupo controle, no qual houve participantes que não haviam contraído COVID-19 e outros que, apesar de não possuírem nenhuma sequela, contraíram em algum momento a doença. Pesquisas futuras podem dividir esses grupos amplos em sub-grupos que contemplem todo o tipo de participante.

Outras limitações também são ressaltadas: muitos pacientes do grupo COVID longa apresentaram a doença mais de uma vez, o que pode ter afetado a intensidade de sua sintomatologia. Além disso, alguns pacientes do grupo de estudo se encontravam sob uso de medicações (o que poderia interferir na qualidade de sua estabilidade postural), as quais não podiam ser interrompidas durante as avaliações. Por último, não se verificou se os sintomas surgiram ou pioraram antes ou após a vacinação, fato que poderia ter despertado correlações importantes à análise. Nesse sentido, estudos que registrem esses tipos de informações em sua metodologia são necessários.

Apêndice A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

“Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico em pacientes com COVID longa por meio de sensores inerciais em aparelhos de telefonia móvel: um estudo transversal controlado”

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado “Avaliação do equilíbrio estático e dinâmico em pacientes com COVID longa por meio de sensores inerciais em aparelhos de telefonia móvel: um estudo transversal controlado” da pesquisadora Bruna Danielle Campelo Corrêa e seus orientadores Givago da Silva Souza e Anselmo Athayde Costa e Silva, todos pertencentes ao Programa de pós-graduação em neurociências e comportamento pertencente à Universidade Federal do Pará – PPGNC/UFPA.

O estudo iniciará após aprovação pelo Comitê de ética e pesquisa do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade federal do Pará e do Centro de ciências biológicas e da saúde da Universidade do Estado do Pará. A pesquisa se destina a avaliar pessoas que apresentaram COVID-19 e depois disso começaram a apresentar sintomas persistentes, como: fadiga, falta de ar, fraqueza muscular, sensação de formigamento, choque ou dormência em braços e pernas, fraqueza e dificuldade para movimentar braços e pernas, perda de movimentos, rigidez nas articulações (sentem as juntas endurecidas), dores musculares, tontura, tendência a quedas, zumbido no ouvido, perda do paladar ou do olfato. Para fins comparativos, também serão avaliadas pessoas que não tiveram COVID-19 ou que tiveram COVID-19, mas posteriormente não apresentaram as referidas repercussões.

A importância deste estudo é identificar como se encontra o equilíbrio do corpo desses voluntários, isto é, vamos avaliar através de alguns testes se você consegue ficar em pé sozinho sem apoio, se consegue caminhar, sentar e levantar sem apoio, se durante essas atividades você apresenta dor, tendência a queda, tontura, fraqueza nas pernas ou outros sintomas.

A coleta de dados ocorrerá na Unidade de ensino ambulatorial de fisioterapia e terapia ocupacional (UEAFTO) localizada na Universidade do estado do Pará (UEPA), campus II, localizada na travessa Perebebuí, número 2623, bairro do Marco em Belém, Pará. Você será avaliado (a) em apenas um dia, não necessitando voltar novamente. O estudo será feito da seguinte maneira: você responderá a uma entrevista breve sobre seus dados sociais e sobre a doença que você apresentou e passará por um pequeno exame físico para sabermos como estão suas atuais condições de saúde como força muscular e movimentação dos braços e pernas. Dando continuidade a essa avaliação do equilíbrio, será envolto em sua cintura um cinto elástico

contendo fixo nele um telefone celular; este aparelho será utilizado para registrar os dados a serem coletados no teste. Usando o cinto você deverá permanecer em algumas posturas que serão solicitadas pelos pesquisadores, em seguida você deverá sentar em uma cadeira, levantar e a partir daí você será solicitado a caminhar uma pequena distância de 3 metros, retornar à cadeira e sentar novamente.

Esta não é uma pesquisa invasiva, nem contém muitos riscos, porém ela pode ser um pouco demorada e durante sua execução, você pode apresentar ligeiro cansaço. A fim de minimizar os riscos, a pesquisadora permanecerá todo o tempo da avaliação bem próxima a você.

Se durante a avaliação, você sentir cansaço ou qualquer mal-estar, você poderá avisar ao avaliador e os testes serão interrompidos imediatamente, seus sinais vitais e nível de cansaço serão mensurados para saber de suas condições de saúde durante o teste.

Os benefícios esperados com a sua participação no projeto de pesquisa, mesmo que indiretamente são: você receberá uma avaliação de saúde ampla e descobrirá se seu equilíbrio foi afetado pela doença e estará contribuindo para os registros de sintomas da COVID-19, uma doença que ainda é muito nova e carece de bastantes estudos como este para ser bem compreendida e tratada.

Você será informado (a) do resultado final do projeto e sempre que desejar, serão fornecidos esclarecimentos sobre cada uma das etapas do estudo. A qualquer momento, você poderá se recusar a continuar participando do estudo e também poderá retirar seu consentimento, sem que isso lhe traga qualquer penalidade ou prejuízo. As informações conseguidas através da sua participação não permitirão a identificação da sua pessoa, exceto para a equipe de pesquisa, e a divulgação das mencionadas informações só será feita entre os profissionais estudiosos do assunto após a sua autorização.

O estudo não acarretará nenhuma despesa para você. Além disso, sua participação na pesquisa ocorrerá de maneira voluntária, isto é, nela você não receberá nenhum tipo de pagamento ou remuneração. Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pela pesquisadora principal. Sua contribuição é muito importante para este estudo. Em caso de dúvida de qualquer ordem, a pesquisadora responsável coloca-se à disposição: Bruna Corrêa – fone pessoal: 91 980443868, e-mail pessoal: bruna_exd@hotmail.com; endereço profissional: PPGNC/UFPA, localizado na rua Augusto Corrêa, número 01, bairro Guamá, CEP: 66075-110, Belém, Pará, fone 3201-7949, e-mail: ppgnc@ufpa.br. Na necessidade de quaisquer esclarecimentos, você pode, ainda, recorrer ao Comitê de ética e pesquisa (CEP). O CEP é um órgão institucional constituído por profissionais

de várias áreas, que deve existir nas instituições que realizam pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, criado para defender os interesses dos participantes das pesquisas de acordo com sua integridade e dignidade, este órgão tem como objetivo contribuir no desenvolvimento das pesquisas dentro dos padrões éticos (Normas e Diretrizes Regulamentadoras da Pesquisa envolvendo Seres Humanos –Res. CNS nº 466/12). O Comitê de Ética é responsável pela avaliação e acompanhamento dos protocolos de pesquisa sobre normas éticas.

Este estudo se iniciará após a aprovação pelos Comitês de ética e pesquisa das duas instituições envolvidas no estudo: CEP do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade federal do Pará - CEP/NMT/UFPA, localizado na Avenida Generalíssimo Deodoro, número 92, bairro Umarizal, CEP: 66055-240, Belém, Pará, fone (91) 3201-0961, e-mail cepnmt@ufpa.br e CEP do CCBS CAMPUS II UEPA, localizado na travessa Perebebuí, 2623, Biblioteca, 1º andar, sala 01. Bairro: Marco. Belém- PA. Contato: (91) 3131-1781, e-mail:cepccbs@uepa.br. Horário de Funcionamento de ambos: segunda a sexta-feira, das 8:00 às 12:00 e 13:00 às 16:00h.

Eu,..... tendo compreendido perfeitamente tudo o que me foi informado sobre a minha participação no mencionado estudo e estando consciente dos meus direitos, das minhas responsabilidades, dos riscos e dos benefícios que a minha participação implicam, concordo em dele participar e para isso eu DOU O MEU CONSENTIMENTO SEM QUE PARA ISSO EU TENHA SIDO FORÇADO OU OBRIGADO.

Belém, ____ de _____ de 2022.

Assinatura do participante

Bruna Danielle Campelo Corrêa

Autora do projeto

Apêndice B – Ficha de avaliação

IDENTIFICAÇÃO – CONTROLE () / COVID LONGA ()

Nome:

Nascimento:

Idade:

Sexo:

Estado civil:

Escolaridade:

Ocupação:

HISTÓRICO

Data do diagnóstico de COVID-19:

Internações () sim () não

Enfermaria () Semi-intensiva () UTI ()

Vacinação:

1 Dose ()

2 Dose ()

3 Dose ()

4 Dose ()

5 Dose ()

Tempo de COVID-19 longa:

Sintomas persistentes

() Parestesia

() Dor neuropática

() Artralgia

() Fadiga

() Deficit de equilíbrio

() Rigidez articular

() Hiposmia

() Zumbido no ouvido

() Hipoageusia

() Vertigem/Tontura

() Mialgia

() Taquicardia

() Cefaleia

() Hipertensão arterial

() Cãimbra

() Alterações dermatológicas

() Alterações oculares/visuais

() Perdas de memória

() Alopecia

() Ansiedade

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Distúrbios gastrintestinais | <input type="checkbox"/> Dor retroauricular |
| <input type="checkbox"/> Paraparesia | <input type="checkbox"/> Tumor maligno ou benigno |
| <input type="checkbox"/> Incontinência urinária | <input type="checkbox"/> Insônia |
| <input type="checkbox"/> Dispneia | <input type="checkbox"/> Depressão |
| <input type="checkbox"/> Dor torácica | <input type="checkbox"/> Dor nas costas |
| <input type="checkbox"/> Candidíase | <input type="checkbox"/> Piora de dislipidemia |
| <input type="checkbox"/> Hipotensão arterial | <input type="checkbox"/> Pigarro contínuo |
| <input type="checkbox"/> Sonolencia | <input type="checkbox"/> Otite |
| <input type="checkbox"/> Instabilidade do humor | <input type="checkbox"/> Edema em MMII |
| <input type="checkbox"/> Diabetes | <input type="checkbox"/> Calafrios |
| <input type="checkbox"/> Febre constante | <input type="checkbox"/> Sudorese |
| <input type="checkbox"/> Déficit de equilíbrio | <input type="checkbox"/> outros |

Possui patologias pregressas:

sim não Quais? _____

Exame físico

Amplitudes de movimento:

MMSS (flexão ombro) – preservadas () alteradas ()

MMII (extensão joelho) – preservadas () alteradas ()

Força muscular:

MMSS (flexores de ombro) – preservadas () grau (); alteradas () grau ()

MMII (extensores de joelho) – preservadas () grau (); alteradas () grau ()

Antropometria: Peso: _____ Kg Altura: _____ m IMC: _____ kg/m²

Equilíbrio estático

Romberg: ()+ ()–

Romberg sensibilizado - Tandem à direita (pé direito atrás): ()+ ()–

Romberg sensibilizado - Tandem à esquerda (pé esquerdo atrás): ()+ ()–

Avaliador: _____

DATA: __/__/__