



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MÉDICAS

Thais Martins Albanaz da Conceição

**Evolução da mecânica respiratória, da sintomatologia e do estado funcional em pacientes pós-COVID-19: um estudo de coorte**

Florianópolis  
2025

Thais Martins Albanaz da Conceição

**Evolução da mecânica respiratória, da sintomatologia e do estado funcional em pacientes pós-COVID-19: um estudo de coorte**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências Médicas.

Orientadora: Profa. Rosemeri Maurici da Silva, Dra.

Florianópolis

2025

Martins Albanaz da Conceição, Thais

Evolução da mecânica respiratória, da sintomatologia e do estado funcional em pacientes pós-COVID-19: um estudo de coorte / Thais Martins Albanaz da Conceição ; orientador, Rosemeri Maurici da Silva, 2025.

113 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós Graduação em Ciências Médicas, Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Ciências Médicas. 2. COVID-19. 3. Função Pulmonar. 4. Oscilometria de Impulso. 5. Estado Funcional. I. Maurici da Silva, Rosemeri. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas. III. Título.

Thais Martins Albanaz da Conceição

**Evolução da mecânica respiratória, da sintomatologia e do estado funcional em pacientes pós-COVID-19: um estudo de coorte**

O presente trabalho em nível de Doutorado foi avaliado e aprovado, em 27 de julho de 2025, pela banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Alexandre Sherley Casimiro Onofre, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Profa. Roberta Mazzali Biscaro, Dra.  
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Clystenenes Odyr Soares Silva, Dr.  
Universidade Federal de São Paulo

Certificamos que esta é a versão original e final do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de Doutora em Ciências Médicas.

---

Profa. Katia Lin, Dra.

Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas

---

Profa. Rosemeri Maurici da Silva, Dra.  
Orientadora

Florianópolis, 2025.

Este trabalho é dedicado à minha família,  
meu bem maior; minha mãe Graça; minha  
filha Larissa e meu esposo Leonardo.

## **AGRADECIMENTOS**

Chegar até aqui é mais do que uma conquista acadêmica, é o reflexo de uma caminhada longa, intensa, repleta de desafios, aprendizados e, principalmente, de pessoas muito boas, que formaram minha rede de apoio, e estiveram comigo em cada etapa da minha vida. Por isso, gostaria de agradecer, de coração, a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa jornada.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, pela vida, pela saúde, pela fé e por sempre me guiar para o melhor caminho. Quando a dúvida, o cansaço e a sobrecarga foram soberanos, é para Ele que sempre peço amparo, clareza e serenidade para continuar. Obrigada a espiritualidade amiga que também sempre está ao meu lado, me protegendo e me lembrando que todo esforço tem um propósito.

A minha família, meu alicerce, meu eterno agradecimento. Cada etapa da minha vida acadêmica só foi possível graças ao amor, à paciência e ao suporte que recebi de vocês. À minha mãe Graça que sempre esteve ao meu lado com palavras de encorajamento, cobrando quando necessário mas sempre com muito carinho; ao meu marido, Leonardo, meu parceiro de vida, que viveu comigo cada desafio, desde o cursinho até a conclusão do doutorado; à minha filha, Larissa, que sempre foi minha luz, minha força para continuar e a quem eu sempre quis mostrar que a dedicação pode te levar a conquistas inesquecíveis; à minha sogra Hilda, minha concunhada Schirley e meu cunhado Eduardo, que com muito amor sempre cuidaram da Larissa para que eu pudesse estudar com mais tranquilidade e me dedicar a minha construção profissional.

Agradeço à minha orientadora, Professora Rosemeri, pela oportunidade dada e por eu poder aprender com você. Sua inteligência, competência e comprometimento com a pesquisa científica são admiráveis. Obrigada por acreditar em mim e por me permitir trilhar esse caminho que pouquíssimas pessoas terão a chance de conhecer.

As minhas colegas de pesquisa Fernanda, Nair, Franciele, Helen, Flávia, Ana e ao Diego obrigada por compartilharem comigo esse processo, pela parceria nessa jornada, minha admiração e gratidão. Mais do que agradecer, eu quero reconhecer a coragem que tivemos. Começamos essa pesquisa no final de 2020, em meio à pandemia da COVID-19, em um momento em que a maioria das pessoas buscava proteção, segurança e distanciamento. Nós, ao contrário, escolhemos entrar no

hospital, estar na linha de frente da pesquisa, coletar dados em um cenário de incertezas, medos e riscos reais.

Quero destacar especialmente a Flávia, que conheci durante o doutorado e que rapidamente se tornou uma amiga para a vida. Sua presença foi um presente nesse processo. Em cada momento de desânimo, lá estava você com uma palavra firme, um incentivo sincero, uma escuta acolhedora. Obrigada por me lembrar tantas vezes de que eu podia e deveria concluir essa etapa. É um privilégio ser sua amiga.

Aos meus poucos amigos e amigas que me acompanharam de perto ou de longe, que torceram por mim e que celebraram cada pequena conquista e finalmente a entrega deste trabalho: muito obrigada. Cada palavra de apoio, cada gesto de carinho e cada demonstração de afeto fizeram com que essa caminhada fosse mais leve.

Aos profissionais do Nupaiva, que colaboraram com a realização da pesquisa com tanto empenho e respeito, meu sincero agradecimento. Sei o quanto os dias são corridos, o quanto as demandas clínicas são intensas, e mesmo assim encontrei em vocês apoio, disponibilidade e comprometimento. Isso fez toda a diferença para o desenvolvimento e a qualidade deste trabalho.

Aos pacientes que aceitaram participar do estudo, meu profundo respeito e gratidão. Cada pessoa que se dispôs a contribuir com este projeto deixou não só dados, mas também uma parte de sua história e sua confiança. Sem vocês, nada disso seria possível.

À banca examinadora, meu profundo agradecimento por aceitarem o convite para fazer parte deste momento tão importante, pela leitura cuidadosa e pelas valiosas contribuições para o aprimoramento deste trabalho.

E, finalmente, a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, caminharam comigo nesta trajetória. Àquelas que torceram, acolheram, ajudaram com gestos simples e essenciais, que me lembraram do meu propósito quando tudo parecia cansativo demais, meu muito obrigada.

Esta tese é o resultado de um sonho construído com muito esforço, superação e desejo de alcançar meu objetivo. Cada pessoa citada aqui carrega um pedaço dessa conquista comigo, meu eterno reconhecimento.

## RESUMO

A infecção pelo coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2) causou um impacto negativo na saúde pública mundial. A ação rápida e agressiva do vírus, especialmente no sistema respiratório, levou à hospitalização de milhares de pessoas, a necessidade de internação em unidades de terapia intensiva, suporte ventilatório invasivo e demais medidas clínicas necessárias para o tratamento da doença COVID-19. Como consequência é comum as sequelas respiratórias, funcionais e clínicas. Diversos estudos evidenciam a persistência de sintomas respiratórios e disfunções pulmonares, meses após a alta hospitalar, condição chamada de COVID longa. Nesse contexto, o acompanhamento de sobreviventes torna-se essencial para compreender as repercussões da doença a longo prazo. O sistema de oscilometria de impulso (IOS) é uma ferramenta sensível na detecção precoce de alterações nas pequenas vias aéreas. Este estudo teve como objetivo avaliar e comparar a evolução da mecânica respiratória, estado funcional e da persistência dos sintomas dos pacientes hospitalizados pela COVID-19 a curto (AV1) e longo (AV2) prazo após a alta hospitalar e verificar a influência dos parâmetros do IOS. O presente estudo são resultados relatados da linha de pesquisa “Avaliação do impacto no aparelho respiratório a longo prazo no âmbito da COVID-19: um estudo de coorte”; prospectivo, observacional e longitudinal. Foram incluídos pacientes hospitalizados pela COVID-19 e que realizaram o IOS ao menos uma vez. Na primeira avaliação (AV1), em média três meses após a alta hospitalar, foram coletadas as variáveis demográficas, informações clínicas, investigado por meio de um relato retrospectivo a presença ou ausência de sintomas durante a fase aguda e a sua persistência até o momento da avaliação. Foram aplicados os questionários CAT (COPD Assessment Test) e mMRC (Modified Medical Research Council), além da avaliação das propriedades mecânicas do sistema respiratório pelo IOS, avaliação da força muscular periférica por meio da dinamometria de preensão palmar e os testes funcionais: teste de sentar e levantar de 30 segundos (TSL30s) e a Short Physical Performance Battery (SPPB). Os pacientes foram reavaliados, em média, após 12 meses (AV2). Os dados foram comparados por meio do teste McNemar, teste t-Student pareado e teste de Wilcoxon quando apropriado. Foi utilizado o modelo de regressão simples para identificar os fatores influenciadores para o prejuízo do estado funcional e de saúde (CAT e mMRC). Foram realizadas análises separadamente em AV1 e AV2. Foram incluídos 72 pacientes em AV1, maioria do sexo masculino (54,2%), com média de idade  $52,0 \pm 11,9$  anos. Em AV2, foram incluídos 63 pacientes, (55,6%) do sexo masculino com média de idade  $51,3 \pm 11,7$  anos e apenas 45 pacientes realizaram o IOS nos dois momentos (AV1 e AV2) com média de idade de  $57,8 \pm 13,1$  anos, a maioria do sexo masculino (57,8%). Os sintomas persistentes mais prevalentes foram fadiga (87,5%) em AV1 e dispneia (37,7%) na AV2. Em AV1, observou-se influência do X5% previsto nos escores do mMRC [ $\beta = -0,25$ ; (IC 95%: -0,48; -0,01)], indicando que maiores valores de X5% previsto influenciaram em menor percepção de dispneia. Além disso, foi identificada influência do X5 em valores absolutos sobre os escores do SPPB [ $\beta = 0,27$ ; (IC 95%: 0,04;0,50)], sugerindo que maiores valores de X5 absoluto influenciaram em um melhor desempenho físico. Na AV2, os parâmetros oscilométricos preditos demonstraram influência negativa sobre o desempenho funcional. Observou-se que maiores valores de Z5% predito ( $\beta = -0,32$ ; IC 95%: -0,57; -0,07), R5% predito ( $\beta = -0,33$ ; IC 95%: -0,57; -0,08), R20% predito ( $\beta = -0,27$ ; IC 95%: -0,52; -0,02), R5-R20% predito ( $\beta = -0,34$ ; IC 95%: -0,58; -0,09) e

Fres% predito ( $\beta = -0,35$ ; IC 95%: -0,60; -0,10) foram preditores de pior desempenho no TSL30s. Em AV2 também observou-se que o parâmetro Fres esteve significativamente relacionado ao menor desempenho físico funcional, conforme avaliado pelo escore do SPPB. O aumento dos valores de Fres foi preditor de escores mais baixos no SPPB ( $\beta = -0,29$ ; IC 95%: -0,54; -0,05), indicando que a maior Fres esteve vinculada à pior performance funcional. Concluiu-se que disfunções nas pequenas vias aéreas podem persistir até 12 meses após a alta hospitalar, apesar da melhora parcial dos parâmetros funcionais. A elevada prevalência de sintomas respiratórios reforça a necessidade de estratégias de acompanhamento e reabilitação pulmonar em pacientes com COVID longa.

**Palavras-chave:** COVID-19; Função Pulmonar; Oscilometria de Impulso; Sintomas; Estado Funcional.

## ABSTRACT

Infection by Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2 (SARS-CoV-2) has had a negative impact on global public health. The rapid and aggressive action of the virus, especially on the respiratory system, led to the hospitalization of thousands of people, the need for intensive care unit admission, invasive ventilatory support, and other clinical measures necessary for the treatment of COVID-19. As a consequence, respiratory, functional, and clinical sequelae are common. Several studies highlight the persistence of respiratory symptoms and pulmonary dysfunctions even months after hospital discharge, a condition called long COVID. In this context, the follow-up of survivors becomes essential to understand the long-term repercussions of the disease. The impulse oscillometry system (IOS) is a sensitive tool for the early detection of changes in the small airways. This study aimed to assess and compare the evolution of respiratory mechanics, functional status, and the persistence of symptoms in patients hospitalized due to COVID-19 in the short term (AV1) and long term (AV2) after hospital discharge and to verify the influence of IOS parameters. The present study reports results from the research line "Assessment of the long-term impact on the respiratory system in the context of COVID-19: a cohort study"; prospective, observational, and longitudinal. Patients hospitalized due to COVID-19 who underwent IOS at least once were included. In AV1, on average three months after hospital discharge, demographic variables and clinical information were collected, and a retrospective report was used to investigate the presence or absence of symptoms during the acute phase and their persistence at the time of assessment. The CAT (COPD Assessment Test) and mMRC (Modified Medical Research Council) questionnaires were applied, in addition to the analysis of the mechanical properties of the respiratory system using IOS, assessment of peripheral muscle strength by handgrip dynamometry, and functional tests: 30-second sit-to-stand test (TSL30s) and the Short Physical Performance Battery (SPPB). Patients were reassessed, on average, after 12 months (AV2). Data were compared using the McNemar test, paired t-test, and Wilcoxon test when appropriate. A simple regression model was used to identify influencing factors for impaired functional status and health (CAT and mMRC). Analyses were conducted separately for AV1 and AV2. A total of 72 patients were included in AV1, mostly male (54.2%), with a mean age of  $52.0 \pm 11.9$  years. In AV2, 63 patients were included (55.6% male), and only 45 patients underwent IOS at both time points, with a mean age of  $57.8 \pm 13.1$  years, mostly male (57.8%). The most prevalent persistent symptoms were fatigue (87.5%) in AV1 and dyspnea (37.7%) in AV2. In AV1, an influence of predicted X5% on mMRC scores was observed [ $\beta = -0.25$ ; (95% CI: -0.48; -0.01)], indicating that higher values of predicted X5% were associated with lower perceived dyspnea. Additionally, an influence of absolute X5 values on SPPB scores was identified [ $\beta = 0.27$ ; (95% CI: 0.04; 0.50)], suggesting that higher absolute X5 values were associated with better physical performance. In AV2, predicted oscillometric parameters showed a negative influence on functional performance. It was observed that higher values of predicted Z5% ( $\beta = -0.32$ ; 95% CI: -0.57; -0.07), predicted R5% ( $\beta = -0.33$ ; 95% CI: -0.57; -0.08), predicted R20% ( $\beta = -0.27$ ; 95% CI: -0.52; -0.02), predicted R5-R20% ( $\beta = -0.34$ ; 95% CI: -0.58; -0.09), and predicted Fres% ( $\beta = -0.35$ ; 95% CI: -0.60; -0.10) were predictors of worse performance in the TSL30s. In AV2, it was also observed that the Fres (Hz) parameter was significantly related to lower physical functional performance, as assessed by the SPPB score. An increase in Fres values was a predictor of lower SPPB scores ( $\beta = -0.29$ ; 95% CI: -0.54; -0.05), indicating that a higher Fres was associated with worse

functional performance. It was concluded that dysfunctions in the small airways may persist up to 12 months after hospital discharge, despite partial improvement in functional parameters. The high prevalence of respiratory symptoms reinforces the need for follow-up strategies and pulmonary rehabilitation in patients with long COVID.

**Keywords:** COVID-19; Pulmonary Function; Impulse Oscillometry; Symptoms; Functional Status.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Manifestações clínicas, condições associadas e aspectos diagnósticos da Covid Longa .....	33
Figura 2 – Equipamento de oscilometria de impulso <i>MasterScreen</i> IOS .....	35
Figura 3 – Ilustração esquemática dos parâmetros do IOS .....	36
Figura 4 – Ilustração da penetração das ondas sonoras a 5 e 20 Hz .....	38
Figura 5 – Relação entre a reatância e frequência de ressonância no IOS .....	40
Figura 6 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico normal .....	41
Figura 7 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico com obstrução central .....	42
Figura 8 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico com obstrução periférica .....	43
Figura 9 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico com restrição pulmonar .....	44
Figura 10 – Fluxograma do processo de coleta dos dados do estudo .....	49
Figura 11 – Fluxograma dos pacientes incluídos no estudo .....	56
Figura 12 – Frequência de sintomas persistentes relatados durante a fase aguda da COVID-19.....	59
Figura 13 – Frequência de sintomas persistentes em AV1 de pacientes pós-COVID-19 .....	60
Figura 14 – Frequência de sintomas persistentes em AV2 de pacientes pós-COVID-19 .....	61
Figura 15 – Fluxograma do processo de seleção dos participantes.....	73

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Classificação da gravidade da COVID-19 em adultos.....	30
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados sociodemográficos, antropométricos e clínicos dos pacientes incluídos no estudo em AV1 e AV2 .....	58
Tabela 2 – Distribuição dos pacientes por níveis de comprometimento no estado de saúde na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19 .....	62
Tabela 3 – Distribuição dos pacientes por níveis de comprometimento da força muscular periférica e da capacidade funcional em AV1 e AV2 dos pacientes pós-COVID-19.....	63
Tabela 4 – Parâmetros obtidos pelo IOS pré-broncodilatador em AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19.....	64
Tabela 5 – Influência dos parâmetros do IOS sobre os escores de mMRC na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19 .....	65
Tabela 6 – Influência dos parâmetros do IOS sobre escore CAT na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19 .....	66
Tabela 7 – Influência dos parâmetros do IOS sobre a SPPB na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19 .....	67
Tabela 8 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o TSL30s (valor relativo) na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19.....	68
Tabela 9 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o mMRC na AV2 após a alta hospitalar por COVID-19 .....	69
Tabela 10 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o CAT na avaliação de 12 meses (AV2) após a alta hospitalar por COVID-19.....	70
Tabela 11 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o SPPB na avaliação de 12 meses (AV2) após a alta hospitalar por COVID-19 .....	71
Tabela 12 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o TSL30s na avaliação de 12 meses (AV2) após a alta hospitalar por COVID-19 .....	72
Tabela 13 – Características sociodemográficas, antropométricas e clínicas dos pacientes incluídos no estudo, estratificadas por sexo .....	74
Tabela 14 – Caracterização e comparação por níveis de comprometimento no estado de saúde na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19 .....	75
Tabela 15 – Caracterização e comparação entre os parâmetros de força muscular periférica e variáveis quantitativas do estado funcional .....	76

Tabela 16 – Comparação e caracterização entre os parâmetros obtidos pelo IOS pré-broncodilatador em AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19.....	77
Tabela 17 – Influência dos parâmetros obtidos pelo IOS e sua relação sobre o escore CAT na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19.....	78
Tabela 18 – Influência dos parâmetros obtidos pelo IOS e sua relação sobre o escore mMRC na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19.....	79

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AV1	primeira avaliação (curto prazo)
AV2	segunda avaliação (longo prazo)
ATS	<i>American Thoracic Society</i>
AX	área de reatância
CAT	<i>COPD Assesment Test</i>
CEPSH	Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
cm	centímetro
COVID-19	doença coronavírus 2019
CPAP	pressão positiva contínua nas vias aéreas
DCO	difusão do monóxido de carbono
DPOC	doença pulmonar obstrutiva crônica
DPP	dinamometria de prensão palmar
DPVA	disfunções das pequenas vias aéreas
ECA2	enzima conversora de angiotensina 2
ERS	<i>European Respiratory Society</i>
FiO <sub>2</sub>	fração inspirada de oxigênio
Fres	frequência de ressonância
kg	quilograma
kPa	quilopascal
H <sub>2</sub> O	água
HU	hospital universitário
Hz	hertz
IFN- $\gamma$	interferon-gama
IL-6	interleucina-6
IL-8	interleucina-8
IMC	índice de massa corporal
IOS	<i>impulse oscillometry system</i>
L	litro
m <sup>2</sup>	metro quadrado
mmHg	milímetro de mercúrio
MCP-1	proteína quimiotática de monócitos-1
mMRC	escala <i>Medical Research Council</i> modificada

NUPAIVA	Núcleo de Pesquisa em Asma e Inflamação das Vias Aéreas
O <sub>2</sub>	oxigênio
OMS	Organização Mundial da Saúde
p	p valor
PEEP	pressão positiva expiratória final
PaO <sub>2</sub>	pressão parcial de oxigênio
R <sub>sr</sub>	resistência do sistema respiratório
R5	resistência a 5 Hz
R20	resistência a 20 Hz
R5-R20	resistência a 5 Hz menos resistência a 20 Hz
RNA	ácido ribonucleico
rpm	respirações por minuto
RT-PCR	transcriptase reversa polimerase em tempo real
s	segundo
SARS	síndrome respiratória aguda grave
SARS-CoV-2	coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave
SDRA	síndrome do desconforto respiratório agudo
SpO <sub>2</sub>	saturação de pulso de oxigênio
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
TCLE	termo de consentimento livre e esclarecido
TNF- $\alpha$	fatores de necrose tumoral alfa
TSL30s	teste de sentar e levantar de 30 segundos
TSL5r	teste de sentar e levantar de cinco repetições
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UTI	unidade de terapia intensiva
VEGT	fator de crescimento endotelial vascular
VMI	ventilação mecânica invasiva
VUM4m	velocidade usual de marcha em quatro metros
X <sub>sr</sub>	reatância do sistema respiratório
X5	reatância a 5 Hz
Z <sub>sr</sub>	impedância do sistema respiratório
Z5	impedância a 5 Hz

## LISTA DE SÍMBOLOS

%: percentual

%prev: percentual do previsto

>: maior

<: menor

≤: menor ou igual

≥: maior ou igual

+: mais

-: menos

±: mais ou menos

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>21</b>
1.1	HIPÓTESES.....	23
1.1.1	<b>Hipótese Nula</b> .....	<b>23</b>
1.1.2	<b>Hipótese Alternativa</b> .....	<b>23</b>
1.2	OBJETIVOS.....	23
1.2.1	<b>Objetivo Geral</b> .....	<b>23</b>
1.2.2	<b>Objetivos Específicos</b> .....	<b>24</b>
1.3	JUSTIFICATIVA.....	24
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>26</b>
2.1	DOENÇA CORONAVÍRUS 2019 .....	26
2.1.1	<b>Definição, transmissão e diagnóstico</b> .....	<b>26</b>
2.1.2	<b>Sintomas</b> .....	<b>27</b>
2.1.3	<b>Fatores de risco</b> .....	<b>27</b>
2.1.4	<b>Fisiopatologia</b> .....	<b>27</b>
2.1.5	<b>Classificação da gravidade da doença</b> .....	<b>29</b>
2.1.6	<b>COVID longa</b> .....	<b>31</b>
2.2	AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR .....	33
2.2.1	<b>Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS)</b> .....	<b>34</b>
2.3	IOS E COVID-19.....	44
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	<b>46</b>
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	46
3.2	PARTICIPANTES DA PESQUISA .....	46
3.2.1	<b>Critérios de inclusão</b> .....	<b>46</b>
3.2.2	<b>Critérios de exclusão</b> .....	<b>47</b>
3.3	INSTRUMENTOS DA PESQUISA .....	47
3.4	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	47
3.4.1	<b>Avaliação Antropométrica</b> .....	<b>49</b>
3.4.2	<b>Avaliação da mecânica pulmonar</b> .....	<b>50</b>
3.4.3	<b>Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS)</b> .....	<b>50</b>
3.4.4	<b>COPD Assessment Test (CAT)</b> .....	<b>51</b>
3.4.5	<b>Escala <i>Medical Research Council</i> modificada (mMRC)</b> .....	<b>52</b>
3.4.6	<b>Estado funcional</b> .....	<b>52</b>

3.4.6.1	<i>Dinamometria de Preensão Palmar (DPP)</i> .....	52
3.4.6.2	<i>Short Physical Performance Battery (SPPB)</i> .....	53
3.4.6.3	<i>Teste de Sentar e Levantar de 30 segundos (TSL30s)</i> .....	54
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	55
<b>4</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>56</b>
4.1	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA EM AV1 E AV2 .....	56
4.2	SINTOMAS DURANTE A FASE AGUDA.....	58
4.3	SINTOMAS EM AV1 E AV2 .....	59
4.4	ESTADO DE SAÚDE .....	61
4.5	ESTADO FUNCIONAL.....	62
4.6	SISTEMA DE OSCILOMETRIA DE IMPULSO .....	63
4.7	ANÁLISES ESPECÍFICAS DE REGRESSÃO SIMPLES REALIZADAS EM AV1	64
4.8	ANÁLISES ESPECÍFICAS DE REGRESSÃO SIMPLES REALIZADAS EM AV2	68
4.9	DADOS REFERENTE AOS PACIENTES QUE REALIZARAM IOS EM AV1 E AV2	72
<b>4.9.1</b>	<b>Caracterização da Amostra</b> .....	<b>72</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	<b>80</b>
5.1	LIMITAÇÕES .....	84
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>85</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>86</b>
	<b>APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO</b> .....	<b>101</b>
	<b>ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS</b> .....	<b>105</b>
	<b>ANEXO B – COPD ASSESSMENT TEST (CAT)</b> .....	<b>110</b>
	<b>ANEXO C – ESCALA MEDICAL RESEARCH COUNCIL MODIFICADA (MMRC)</b> .....	<b>111</b>
	<b>ANEXO C - SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)</b> ...	<b>112</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Na tentativa de controlar a pandemia estabelecida a partir da identificação de um novo coronavírus, medidas não habituais de saúde pública passaram a ser executadas mundialmente e no Brasil, a partir de março de 2020<sup>1,2,3,4</sup>. Nomeado como coronavírus 2 da síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2), este vírus é o causador da doença coronavírus 2019 (COVID-19)<sup>1,3,5</sup>. Altamente patogênico e transmissível, resulta em uma síndrome que leva, a quadros clínicos variados, desde assintomáticos até uma condição grave de insuficiência respiratória que requer hospitalização, tratamento especializado em unidade de terapia intensiva (UTI) e a ventilação mecânica invasiva (VMI)<sup>3,4,6,7,8,9,10</sup>. Esse comportamento resulta em altas taxas de admissão em UTI, morbidades e mortalidade significativa, especialmente em pacientes com comorbidades, disfunção do desempenho respiratório, físico e psicológico dos pacientes<sup>3,6,11,12</sup>.

Dentre os sobreviventes, muitos relatam sintomas persistência por semanas ou meses após a fase aguda da doença, representando a cronificação da sintomatologia da COVID-19, condição chamada de COVID longa<sup>1,4,5,6,8,10,13</sup>. Essa condição é caracterizada por sintomas como: dispneia, palpitações, dor torácica, diminuição da capacidade de exercício, fadiga, mialgia, cefaleia, redução da capacidade de difusão que perduram por mais de 12 semanas e duram pelo menos dois meses sem qualquer outra doença evidente<sup>4,10</sup>. As manifestações da COVID longa comprometem as habilidades funcionais, a realização das atividades de vida diária e estão associadas a redução da qualidade de vida<sup>3,4,5,8,10,14,15,16,17</sup>.

A hospitalização prolongada, devido à gravidade da doença COVID-19 e o manejo clínico para o tratamento da infecção, na alta hospitalar, frequentemente resulta em pacientes com capacidade funcional reduzida, déficits musculoesqueléticos, incluindo a fraqueza e a fadiga muscular<sup>12,18</sup>. Torna-se, portanto, essencial a avaliação da capacidade funcional, pois tal avaliação fornece informações sobre o prognóstico, indicam a gravidade da doença e o grau de incapacidade dos indivíduos de realizar atividades da vida diária<sup>12,17,19,20</sup>.

A COVID-19 atinge múltiplos órgãos e tem predileção pelos pulmões<sup>7,8,21,22</sup>, com diferentes eventos fisiopatológicos que incluem a destruição difusa das células epiteliais e endoteliais, fibroproliferação secundária, indicando um potencial de remodelamento vascular e alveolar crônico<sup>2,7,22,23</sup>. A infecção por SARS-CoV-2 pode

causar inflamação dos bronquíolos, redução do seu diâmetro luminal e hiper-responsividade bronquiolar, com a formação de tampões mucosos o que contribui para a disfunções das pequenas vias aéreas<sup>10</sup>.

Estudos observacionais demonstraram que o comprometimento da difusão do monóxido de carbono (DCO) foi uma das alterações mais prevalentes após a alta hospitalar, seguido por distúrbios ventilatórios restritivos, ambos associados à gravidade da doença<sup>11,23,24,25,26</sup>. Estudos brasileiros prospectivos, avaliaram os pacientes 30 e 45 dias após a alta hospitalar, observaram que 79 a 96% dos pacientes apresentavam alguma alteração na função pulmonar, como a redução da DCO, dos volumes pulmonares ou da força muscular respiratória, bem como a queixa de continuidade de sintomas iniciados na fase aguda da doença<sup>13,26,27</sup>.

Outros estudos de coortes, com segmentos entre dois e 12 meses após a alta hospitalar, também observaram anormalidades residuais da função pulmonar em suas amostras, com o comprometimento da DCO<sup>9,21,28,29,30,31,32</sup>, além das disfunções das pequenas vias aéreas<sup>9,28</sup>, padrão restritivo<sup>9</sup>, menores volumes e capacidades pulmonares<sup>44,45,48,49</sup>, anormalidades na tomografia computadorizada de tórax<sup>23,44,49</sup> e fraqueza muscular respiratória<sup>11</sup> nos pacientes com maior gravidade da doença COVID-19 na fase aguda<sup>34,35,36</sup>.

Apesar da disponibilidade de diferentes testes para avaliar a função pulmonar, poucos estudos utilizaram o sistema de oscilometria de impulso – *impulse oscillometry system* (IOS) para avaliar o impacto da COVID-19 no sistema respiratório<sup>9</sup>. Dos estudos supracitados, apenas três<sup>9,11,28</sup> utilizaram, além da espirometria, pletismografia de corpo inteiro e DCO. O IOS é uma técnica não invasiva, sensível para detectar alterações nas vias aéreas periféricas, por meio da mensuração dos componentes da impedância do sistema respiratório: a resistência e a reatância e as suas variações com a frequência, determinado as propriedades mecânicas do sistema respiratório<sup>9,37,38</sup>. São poucos os estudos que utilizam o IOS em pacientes pós-COVID-19, os achados sugerem alta sensibilidade na detecção precoce de alterações mecânicas respiratórias, mesmo com a espirometria normal<sup>9,39</sup>.

Dada a heterogeneidade da apresentação clínica da COVID-19 e o grande número de sobreviventes com sintomas persistentes, torna-se essencial empregar ferramentas simples, sensíveis e reprodutíveis para monitorar o impacto da doença no sistema respiratório<sup>9,35,40</sup>. Além dos tradicionais testes de função pulmonar, devem

ser considerados para a avaliação e acompanhamento clínico dos sobreviventes em fase de convalescência, já que a descoberta de alterações pulmonares é essencial no acompanhamento de pacientes com sequelas respiratórias causadas pela COVID-19<sup>22,31,33,35,50</sup>.

Diante do exposto, torna-se evidente que a COVID-19 pode deixar importantes sequelas no sistema respiratório e na capacidade funcional, mesmo meses após a fase aguda da doença. Neste contexto, estudos de coorte são fundamentais para compreender os impactos desta doença nas propriedades mecânicas do sistema respiratório ao longo do tempo. A partir desse entendimento é possível aprimorar e guiar novos modelos de avaliação clínica e funcional, além dos protocolos de reabilitação mais específicas.

## 1.1 HIPÓTESES

### 1.1.1 Hipótese Nula

Não há prejuízo da mecânica respiratória, estado funcional e persistência dos sintomas em pacientes hospitalizados pela COVID-19 a curto e longo prazo.

### 1.1.2 Hipótese Alternativa

Há prejuízo da mecânica respiratória, estado funcional e persistência dos sintomas em pacientes hospitalizados pela COVID-19 a curto e longo prazo.

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar a evolução da mecânica respiratória, estado funcional e da persistência dos sintomas em pacientes hospitalizados pela COVID-19 a curto e longo prazo após a alta hospitalar.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

Descrever a prevalência e a evolução dos sintomas persistentes relatados pelos pacientes a curto e longo prazo após a alta hospitalar.

Descrever e comparar os parâmetros da mecânica respiratória avaliados pela oscilometria de impulso, a curto e longo prazo após a alta hospitalar.

Analisar a influência dos parâmetros da oscilometria de impulso sobre o estado funcional e a persistência dos sintomas relatados pelos pacientes a curto e longo prazo após a alta hospitalar.

Investigar a associação entre os parâmetros da oscilometria de impulso, capacidade funcional, força muscular periférica e o estado de saúde a curto e longo prazo após a alta hospitalar.

Identificar os parâmetros da oscilometria de impulso que são preditores de pior desempenho funcional e força muscular periférica e o maior comprometimento do estado de saúde a curto e longo prazo após a alta hospitalar.

### 1.3 JUSTIFICATIVA

Apesar da evolução clínica favorável na maioria dos casos de COVID-19, há uma proporção de indivíduos que seguem em recuperação, com sintomas persistentes, muitas vezes de forma sobreposta, que oscilam ao longo do tempo e afetam múltiplos sistemas do corpo humano<sup>8,41</sup>, meses após a alta hospitalar, o que é caracterizada como COVID longa<sup>16,41,42,56</sup>. A ação agressiva do vírus e suas consequências em diferentes órgãos e sistemas, mas principalmente nos pulmões e vasos sanguíneos, levam a condição clínica marcada por manifestações como a dispneia, fadiga, intolerância ao esforço, o que irá impactar na funcionalidade e na qualidade de vida de forma prolongada, mesmo em pacientes que não apresentam comorbidades prévias ou sequelas evidentes durante a fase aguda da doença<sup>24,27,29</sup>.

Embora existam evidências que os sobreviventes da COVID-19, possuem redução da DCO, padrão restritivo, fraqueza muscular respiratória, estes não são acompanhados de forma protocolada após a alta hospitalar<sup>13,27</sup>. Os estudos disponíveis na literatura apontam que a heterogeneidade clínica e os mecanismos envolvidos justificam a necessidade de pesquisas longitudinais para ampliar a

compreensão e avaliar as possíveis sequelas respiratórias a curto e longo prazo<sup>1,9,36,43</sup>.

Há uma proporção significativa de pessoas que fazem parte deste grupo, no entanto, recebem alta hospitalar após o tratamento da fase aguda da COVID-19 e não são avaliadas de forma sistemática ao longo do tempo<sup>14,26</sup>. Até o momento, poucos estudos têm avaliado a evolução clínica e a ocorrência de condições estruturais e funcionais pós-COVID-19, a fim de identificar a persistência de sintomas, os possíveis efeitos colaterais relacionados com processo de internação hospitalar e as prováveis disfunções pulmonares persistentes<sup>14,44</sup>.

A função pulmonar a longo prazo, dos pacientes que sobreviveram à COVID-19 precisa ser mais bem compreendida e por isso a necessidade dos estudos de coorte prospectiva<sup>26</sup>. Esses estudos são fundamentais para entendermos a evolução da doença e os potenciais fatores que poderão predizer os desfechos subsequentes em longo prazo<sup>6</sup>. Assim, poderemos guiar a realização de exames complementares, aprimorando e adaptando à realidade de cada país o acompanhamento dos pacientes pós-COVID-19<sup>27</sup>.

Estudos recentes destacam que a avaliação da função das pequenas vias aéreas é clinicamente relevante, pois pode explicar a dispneia persistente que está relacionada à redução da capacidade de exercício em sobreviventes da COVID-19, independentemente de comorbidades, índice de massa corporal (IMC), tabagismo e o tempo do diagnóstico de COVID-19<sup>15,36,40</sup>. As análises com IOS mostraram que a presença de doença nas pequenas vias aéreas está associada a hiperinsuflação pulmonar estática, um possível motivo para explicar a queixa de dispneia pós-COVID-19<sup>15</sup>.

Dessa forma, a investigação sistemática de alterações clínicas e funcionais, por meio de estudos longitudinais, torna-se essencial para identificar preditores, direcionar a reabilitação e propor intervenções baseadas em evidências científicas, ampliando a compreensão clínica e a relevância fisioterapêutica no acompanhamento de sobreviventes da COVID-19.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 DOENÇA CORONAVÍRUS 2019

Uma nova cepa do coronavírus foi identificada como a causadora da pneumonia, em Wuhan, na China, no final de 2019<sup>45,46</sup>. Com a rápida evolução e disseminação do vírus pelos países nos cinco continentes, a doença passou a ser uma emergência de saúde pública e preocupação internacional<sup>7</sup>. A COVID-19 foi declarada pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020, com transmissão sustentada e generalizada ocorrendo inicialmente na China, posteriormente na Europa, tendo Itália e Espanha como epicentros, seguidos pelo Estados Unidos e Brasil<sup>26,45,47</sup>.

#### 2.1.1 Definição, transmissão e diagnóstico

A COVID-19 é uma doença altamente infecciosa, causada pelo SARS-CoV-2, que pode causar disfunções respiratórias, cardíacas, hepáticas, renais, neurológicas, imunológicas, físicas e psicológicas aos indivíduos<sup>7,45,48,49</sup>. O SARS-CoV-2 é um betacoronavírus, pertence ao subgênero *Sabercovirus*, da família *Coronaviridae*, ordem *Nidovirales*, envelopado em fita única de ácido ribonucleico (RNA) no sentido positivo, altamente contagioso e é o sétimo coronavírus conhecido por infectar humanos<sup>7,48,50,51</sup>. Trata-se do sucessor do SARS-CoV, vírus que causou o surto da SARS de 2002 a 2004<sup>46</sup>.

A transmissão respiratória é o modo dominante entre pessoas contaminadas, devido à proximidade ou ventilação inadequada, as gotículas respiratórias contaminadas são expelidas durante a fala, tosse e/ou espirro e passam a ser transmitidas entre humanos<sup>46,52</sup>. A transmissão pelo ar pode ocorrer nos ambientes de assistência médica durante procedimentos que geram aerossóis ou locais fechados com ventilação inadequada<sup>52</sup>. O contato direto com fômites pode ser passível de transmissão, mas atualmente não há evidências conclusivas para este modo<sup>52</sup>. Nos poucos casos em que a transmissão ocorreu por meio de fômites, a transmissão respiratória não foi completamente descartada<sup>52</sup>. O diagnóstico mais confiável e precoce da COVID-19 consiste na presença de ácido nucléico viral

detectado por meio da reação em cadeia da polimerase de transcrição reversa em tempo real (RT-PCR), a partir de amostras de *swab* orofaríngeo e nasofaríngeo<sup>7,46,47</sup>.

### 2.1.2 Sintomas

Os sintomas variam amplamente devido ao espectro clínico da doença<sup>6,7,8</sup>. Os indivíduos infectados podem ser assintomáticos ou até evoluírem para quadros graves; os sintomas são heterogêneos, como febre, dispneia, tosse seca, manifestações gastrointestinais, êmese, rinorreia, artralgia, cefaleia, mialgia, fadiga generalizada, anosmia, disgeusia, evolução para uma pneumonia grave viral quando associada à síndrome do desconforto respiratório agudo<sup>7,22,46,47,51</sup>. As complicações da doença grave incluem, mas não são limitadas, a falência de múltiplos órgãos, choque séptico e tromboembolismo venoso, por consequência são registradas altas taxas de mortalidade<sup>7</sup>.

### 2.1.3 Fatores de risco

Em indivíduos com comorbidades a COVID-19 pode causar morbidade grave e mortalidade, geralmente sob a forma da síndrome do desconforto respiratório agudo (SDRA) que pode progredir para a falha múltiplos órgãos e óbito<sup>53</sup>. Há condições que aumentam o risco para o agravamento do estado de saúde frente à COVID-19, como por exemplo: idade avançada; sexo masculino; presença de comorbidades; obesidade; doenças cardíacas; doenças respiratórias crônica; doenças renais crônicas; pacientes em diálise (hemodiálise ou diálise peritoneal); imunossupressão por doenças e/ou medicamentos (em vigência de quimioterapia e/ou radioterapia, entre outros medicamentos); transplantados de órgãos sólidos e de medula óssea; gestação; tabagismo, hipertensão, diabetes melitus<sup>7,50</sup>.

### 2.1.4 Fisiopatologia

O SARS-CoV-2 utiliza a serino protease transmembrana 2 do hospedeiro para a iniciação da proteína *spike* no reconhecimento do receptor celular alvo e posterior fusão do vírus nas membranas celulares do hospedeiro, seguindo com a liberação do

RNA viral no citoplasma e a replicação do material genético<sup>46,53,54</sup>. A entrada do SARS-CoV-2 nas células humanas requer a ligação da proteína *spike* a um receptor celular específico da enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2) expressos pelos pneumócitos tipo 2, levando a liberação de citocinas antivirais nos septos alveolares e no interstício pulmonar<sup>3,7,9,47,48,51</sup>. O SARS-CoV-2 possui alta afinidade com o ECA2, receptor que é demasiadamente expresso na superfície celular de diferentes órgãos, em maior concentração nas células do sistema respiratório (pulmões são os órgãos mais afetados) e em menor grau no coração, fígado, rins, testículos, intestinos e endotélio, o que pode explicar as manifestações extrapulmonares associadas a esta doença<sup>7,46,48,51,53</sup>.

A energia da ligação entre a proteína *spike* e o receptor ECA2 é tão elevada, que evidências sugerem que a proteína *spike* pode danificar por si só as células endoteliais pela perda da função da ECA2<sup>55</sup>. Quando o vírus se liga ao receptor ECA2, ocorre a redução de angiotensinas, podendo desencadear uma série de complicações cardiovasculares, endoteliais e lesões microvasculares, hipercoagulabilidade com trombose situ e macrotrombose, aumento das espécies reativas de oxigênio, ou seja, o intenso processo inflamatório devido a resposta imunológica excessiva<sup>46,53,56</sup>. Nos casos críticos, essa resposta é denominado tempestade de citocinas, composta principalmente pelo fator de crescimento endotelial vascular (VEGF), proteína quimiotática de monócitos-1 (MCP-1), interleucina-6 (IL-6), interleucina-8 (IL-8), fatores de necrose tumoral alfa (TNF- $\alpha$ ), interferon-gama (IFN- $\gamma$ ), o que leva a ativação de células dendríticas residentes no pulmão, à produção de linfócitos T e a liberação de citocinas antivirais nos septos alveolares e compartimentos intersticiais pulmonares<sup>7,21,46,51,53</sup>. A partir dessas alterações poderá ocorrer lesão extensiva das células epiteliais e endoteliais, com fibroproliferação secundária, indicando um potencial de remodelação vascular e alveolar crônica<sup>7,21</sup>.

A doença grave é complicada por microangiopatia ou um estado hipercoagulável induzida pela infecção, o que pode causar trombose, venosa e/ou arterial, e conseqüentemente causar danos nos órgãos devido a doença trombótica ou embólica distante<sup>27</sup>. Os achados patológicos predominantes nos casos fatais foram dano alveolar difuso, coagulopatia e comprometimento hemodinâmico<sup>27</sup>. O envolvimento de órgãos não pulmonares foi limitado à inflamação do parênquima, como por exemplo: miocardite, hepatite e encefalite<sup>36,39</sup>. A lesão citopática viral direta

dos órgãos extrapulmonares em geral não foi considerada como causa de insuficiência orgânica<sup>53,56</sup>.

### **2.1.5 Classificação da gravidade da doença**

A gravidade da COVID-19 pode ser explicada devido à extensão das lesões causadas pelo vírus em órgãos vitais, especialmente nos pulmões, bem como a resposta inflamatória do paciente, resultando em um grave desequilíbrio na homeostasia desse indivíduo, o que leva a um estado de hipercoagulabilidade<sup>26</sup>. Os diferentes mecanismos definem subgrupos com o envolvimento de múltiplos órgãos na COVID-19<sup>57</sup>. Dentre os indivíduos infectados pelo SARS-CoV-2, 80% das infecções são leves ou assintomáticas, 15% são infecções graves e 5% são infecções críticas, desses, 14,2% necessitam de cuidados em UTI e 12,2% de VMI e a taxa de mortalidade nesse grupo foi de aproximadamente 24,5%<sup>14,17</sup>. A gravidade da doença pode ser definida de acordo com as diretrizes COVID-19 da OMS<sup>58</sup>, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Classificação da gravidade da COVID-19 em adultos

<b>Gravidade da COVID-19</b>	<b>Sintomatologia</b>
Doença leve	Pacientes adultos sintomáticos que atendem à definição de caso para COVID-19 sem evidência de hipóxia ou pneumonia.
Doença moderada	Pacientes adultos apresentam sinais clínicos de pneumonia (febre, tosse, dispneia, taquipneia), mas nenhum sinal de pneumonia grave, incluindo níveis de $SpO_2 \geq 90\%$ em ar ambiente.
Doença grave	Pacientes adultos com sinais clínicos de pneumonia (febre, tosse, dispneia) associados a um dos seguintes sinais: frequência respiratória $> 30$ respirações por minuto; sinais de desconforto respiratório grave; ou $SpO_2 < 90\%$ em ar ambiente.
Doença crítica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pacientes adultos que terão o diagnóstico de SDRA. Após uma semana do início dos sintomas, o paciente terá agravamento dos sintomas.</li> <li>- Imagem de tórax: opacidades bilaterais, não totalmente explicada por sobrecarga de volume, colapso lobar ou pulmonar ou nódulos.</li> <li>- Origem dos infiltrados pulmonares: insuficiência respiratória não totalmente explicada por insuficiência cardíaca ou sobrecarga de fluido.</li> <li>- Comprometimento da oxigenação em adultos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• SDRA leve: <math>200 \text{ mmHg} &lt; PaO_2/FiO_2 \leq 300 \text{ mmHg}</math> (com PEEP ou CPAP <math>\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}</math>).</li> <li>• SDRA moderada: <math>100 \text{ mmHg} &lt; PaO_2/FiO_2 \leq 200 \text{ mmHg}</math> (PEEP <math>\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}</math>)</li> <li>• SDRA grave: <math>PaO_2/FiO_2 \leq 100 \text{ mmHg}</math> (PEEP <math>\geq 5 \text{ cmH}_2\text{O}</math>).</li> </ul> </li> </ul>

COVID-19: doença coronavírus 2019; SpO<sub>2</sub>: saturação de pulso de oxigênio; SDRA: síndrome do desconforto respiratório agudo; mmHg: milímetro de mercúrio; PaO<sub>2</sub>: pressão parcial de oxigênio; FiO<sub>2</sub>: fração inspirada de oxigênio; PEEP: pressão positiva expiratória final; CPAP: pressão positiva contínua nas vias aéreas; cmH<sub>2</sub>O: centímetro de água.

### 2.1.6 COVID longa

Apesar das altas taxas de mortalidade causadas pela COVID-19, há um subgrupo significativo de pacientes que seguem em recuperação, apresentando sintomas heterogêneos, que podem ser constantes ou oscilantes, substituídos por novos sintomas, comprometendo o retorno à atividade laboral, a qualidade de vida, a capacidade funcional, desempenho econômico e social, bem como a saúde mental dos pacientes<sup>36,56,59,60,61</sup>. Diferentes autores utilizam termos variados como: sequelas pós-agudas de COVID-19, COVID-19 pós-aguda, síndrome pós-COVID-19, manifestações pós-COVID-19, mas o termo COVID longa, do inglês *long COVID*, é utilizado com maior frequência<sup>60,61</sup>.

A COVID longa é definida como uma condição crônica associada a infecção por SARS-CoV-2 que persiste por pelo menos três meses após a infecção aguda, apresentando-se como um estado de doença contínuo, recidivante, remitente, ou progressivo que afeta um ou mais sistemas e órgãos<sup>41,44,56,59,61</sup>. É desafiador o diagnóstico da COVID longa, pois o tempo de recuperação clínica varia conforme a idade, gravidade da doença, presença de comorbidades pré-existentes e complicações associadas que dificultam a definição do tempo de corte para o diagnóstico<sup>44</sup> (Figura 1).

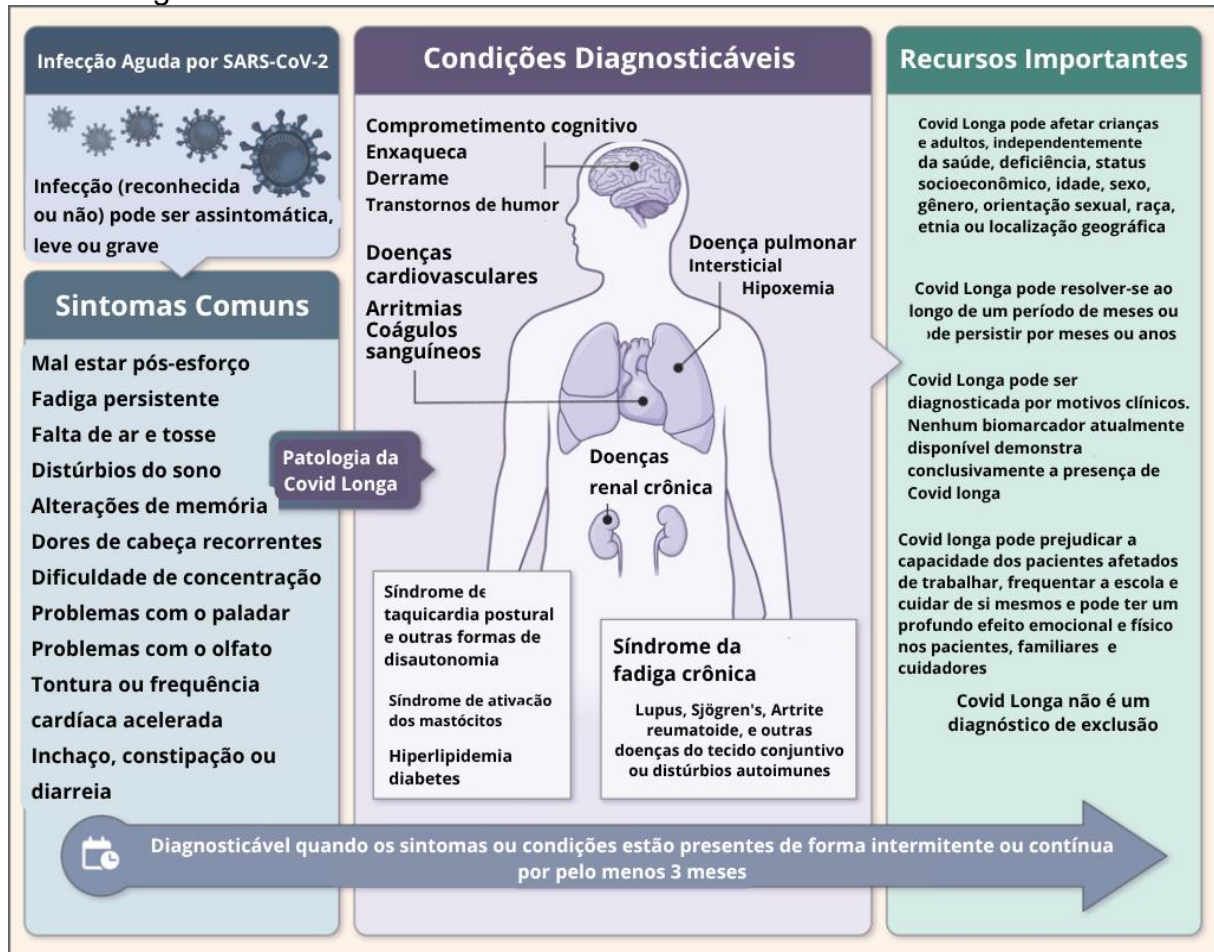
A prevalência de sintomas residuais varia entre os estudos, porém cerca de 35% dos pacientes tratados no ambulatório e cerca de 87% dos pacientes que foram hospitalizados apresentam queixa de ao menos um sintoma residual após a fase aguda da doença<sup>9,44</sup>. Uma revisão sistemática com meta análise, estimou a prevalência de 55 sintomas a longo prazo, sendo os mais comuns: fadiga profunda, dispneia, intolerância ao exercício, tosse crônica, dor torácica, palpitações, cefaleia, mialgia, artralgia, déficit cognitivo, diminuição da concentração, alterações na memória, cefaleia recorrente, distúrbios do sono, alterações gastrointestinais, depressão, ansiedade, zumbido, anosmia, ageusia, disgeusia e *rash* cutâneo<sup>40,41,44,61</sup>.

Entre os sintomas supracitados, a fadiga está associada a sintomas neurocognitivos e é considerada a característica mais debilitante, com maior impacto

negativo na qualidade de vida dos pacientes com COVID longa<sup>9,15</sup>. Os fatores de risco para os sintomas persistentes da COVID longa, especialmente a fadiga, não foram associados à gravidade inicial da doença, mas à idade, ao sexo feminino e ao número de sintomas durante a primeira semana de infecção<sup>16</sup>.

Há múltiplos mecanismos que poderiam explicar a fisiopatologia da COVID longa, mas há fatores contribuintes: predisposição genética, dano celular direto, resposta imune exacerbada com produção de citocinas pró inflamatórias, estado pró-coagulante, angiopatia microvascular trombótica, disfunção endotelial, cardiomiopatia por estresse, lesões pré-existentes em órgãos-alvo, sequelas de doença crítica e a síndrome pós-terapia intensiva<sup>9,21,27,28</sup>. As sequelas abrangem múltiplos órgãos além da fase aguda da infecção<sup>56,59</sup>. Por haver predileção pelo sistema respiratório, a infecção por SARS-CoV-2 pode levar a várias sequelas pulmonares que incluem tosse crônica, dispneia persistente, desmame difícil da VMI, doença pulmonar fibrótica, bronquiectasia e doença vascular pulmonar<sup>39,40,41,44,56,59</sup>. Além disso, há descrito na literatura alterações nos exames complementares, como a tomografia computadorizada de tórax, redução dos volumes e capacidades pulmonares, padrão restritivo, alteração da DCO, redução da força muscular respiratória e redução da saturação aos esforços<sup>26,27,28,29,30,43</sup>.

Figura 1 – Manifestações clínicas, condições associadas e aspectos diagnósticos da Covid Longa



Fonte: Adaptado de Ely et al.<sup>61</sup>

## 2.2 AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR

Os testes para avaliação da função pulmonar são testes não invasivos, fundamentais para o diagnóstico e monitoramento do grau de alteração da função pulmonar e identificação dos seus agravos<sup>21,33,62</sup>. Diferentes tipos de avaliações respiratórias funcionais podem ser realizados, porém, os testes mais comuns e clinicamente aceitos são a espirometria, a DCO, pletismografia de corpo inteiro e a análise dos gases sanguíneos arteriais<sup>62,63,64</sup>. Mas, também há o IOS que pode ser utilizado na prática clínica para aumentar a capacidade diagnóstica dessas avaliações consideradas padrões ouro para a avaliação da função pulmonar<sup>37,39,63,65,66</sup>.

Os testes clássicos são dependentes da cooperação adequada dos pacientes, para a correta execução das manobras respiratórias, o que pode ser considerado fator limitante na avaliação de idosos, crianças e pacientes com déficits cognitivos<sup>67,68,69</sup>.

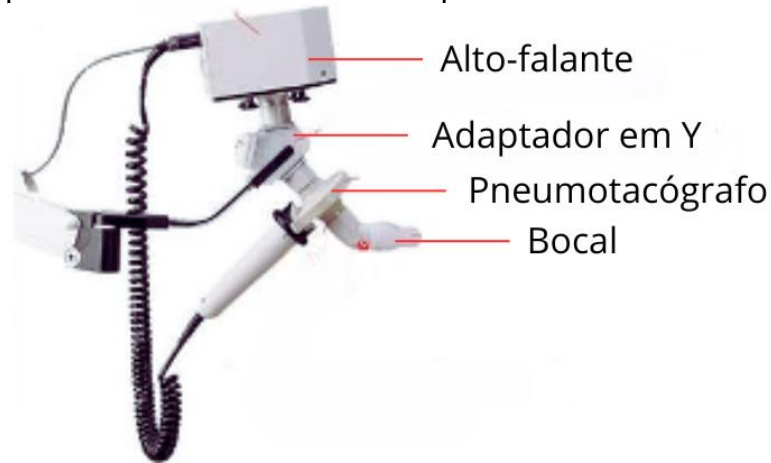
Além disso, esses instrumentos não são capazes de avaliar as vias aéreas periféricas com menos de dois milímetros de diâmetro de lúmen<sup>68,69</sup>. Por isso que o IOS vem alcançando destaque nas análises da função pulmonar, pois necessita da mínima colaboração dos pacientes, podendo ser aplicado em diferentes populações e pode ser utilizado em diferentes ambientes clínicos, como durante a VMI<sup>37,39,65,70,71,72</sup>.

### **2.2.1 Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS)**

A partir do estudo de Dubois et al.,<sup>73</sup> foi estabelecido o primeiro conceito da técnica de oscilação forçada. Os primeiros equipamentos permitiam avaliações em apenas uma frequência e com sinais de ondas sinusoidais<sup>37,67</sup>. Michaelson et al.<sup>74</sup> aprimoraram a técnica, desenvolvendo uma saída de alto-falante computadorizada para aplicar ondas quadráticas de pressão oscilatórias em múltiplas frequências sonoras, que geraram uma amostra maior de medidas, o que permitiu analisar a relação pressão-fluxo por meio de uma análise espectral com informações mais detalhadas da função respiratória. Essa técnica, que poderia utilizar várias frequências, foi denominada sistema de oscilometria de impulso<sup>37,68,74,75</sup>.

O equipamento é composto por um alto-falante, um pneumotacógrafo, com uma peça adaptadora com formato de Y, um bocal e um tubo de impedância<sup>37</sup>, como demonstrado na Figura 2. O gerador externo constituído pelo alto-falante é responsável por gerar um estímulo pulsátil por meio do adaptador em Y, que se propagam por meio do movimento da coluna de ar nas vias aéreas condutoras, envolvendo nesse processo a distensão e recuo de componentes elásticos dos tecidos pulmonares<sup>37,76</sup>. Por meio da sobreposição de ondas sonoras à ventilação espontânea em volume corrente normal, em diferentes frequências geradas por um alto-falante até a boca, é possível analisar as respectivas respostas captadas por sensores que analisam as variações de pressão e fluxo aéreo resultantes das oscilações durante a respiração espontânea<sup>9,37,38,39,67,72,77</sup>.

Figura 2 – Equipamento de oscilometria de impulso *MasterScreen IOS*



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

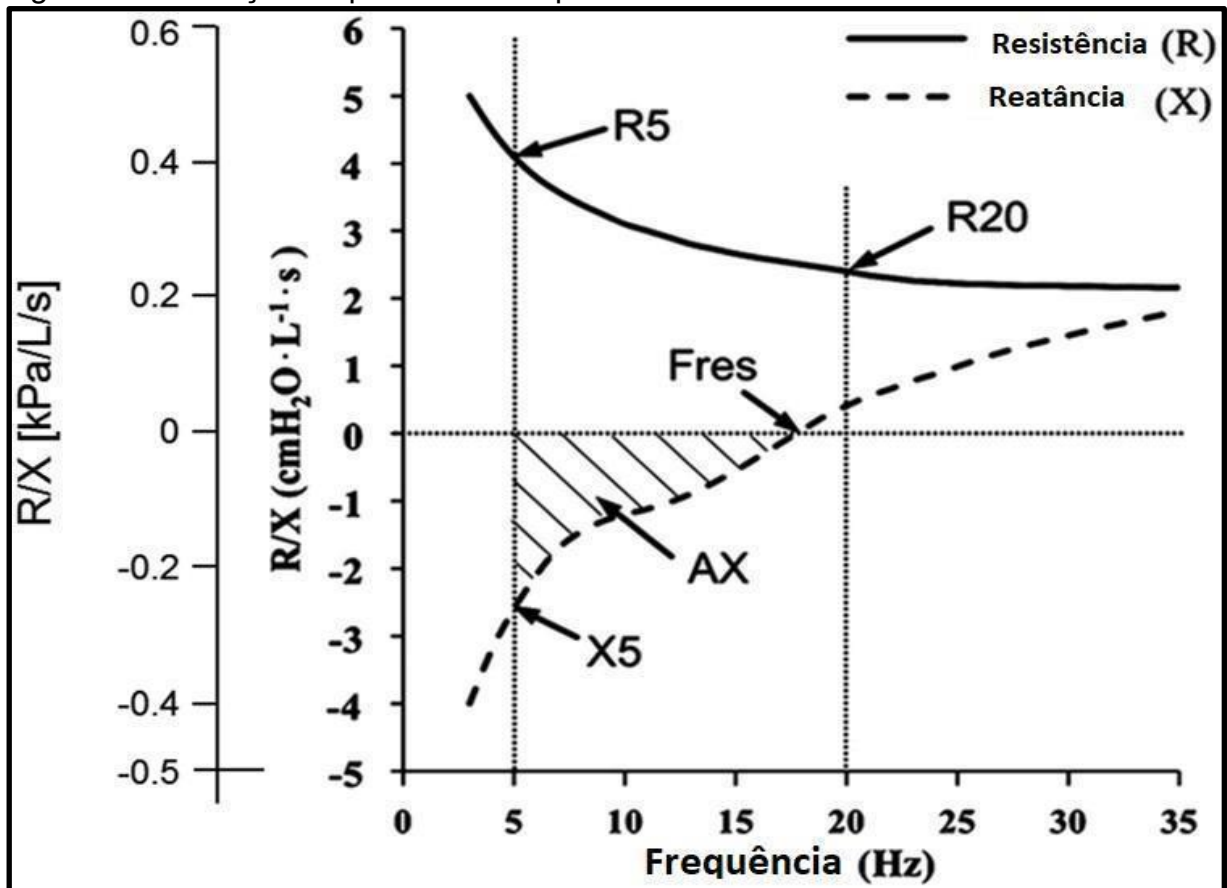
Dessa forma o IOS irá realizar as medidas das propriedades mecânicas do sistema respiratório (vias aéreas superiores e intratorácicas, tecido pulmonar e parede torácica)<sup>38,39,71,77</sup>. Poderá caracterizar as anormalidades da função pulmonar dos portadores de doenças respiratórias crônicas, ser utilizado como ferramenta diagnóstica, especialmente para diagnosticar a asma e a responsividade brônquica e estudar os mecanismos fisiopatológicos de diversas condições envolvendo o sistema respiratório<sup>39,70,78</sup>. Esse instrumento revela informações mais detalhadas sobre a fisiopatologia das doenças obstrutivas, em relação às vias aéreas periféricas, do que na espirometria, sugerindo seu potencial utilidade na avaliação clínica<sup>79</sup>.

O IOS é uma técnica não invasiva, que requer esforço mínimo do paciente, devido a esta facilidade, consegue abranger a avaliação de bebês até idosos, em diferentes condições respiratórias antes mesmo de manifestar os sintomas<sup>22,38,39,63,65,72,77,79,80</sup>. No entanto, o uso deste equipamento na prática clínica é limitado por diferentes razões, principalmente devido a dificuldade de interpretação clínica e fisiológica dos parâmetros avaliados, assim como a falta de valores de referência para a população adulta usando o sistema de oscilometria comercialmente disponíveis<sup>38,39,63,65</sup>.

Os parâmetros avaliados são processados em múltiplas frequências de 5 hertz (Hz)<sup>37</sup>. Desta maneira, é possível configurar um modelo que sintetiza estruturas reais do sistema respiratório a componentes calculáveis<sup>37</sup>. Os parâmetros avaliados, relacionados às propriedades mecânicas do sistema respiratório são: impedância do

sistema respiratório ( $Z_{sr}$ ), resistência do sistema respiratório ( $R_{sr}$ ), reatância do sistema respiratório ( $X_{sr}$ ) e os parâmetros gráficos, que são a frequência de ressonância ( $F_{res}$ ) e a área de reatância ( $AX$ )<sup>37,67,68</sup> (Figura 3). Estes podem ser mensurados em  $\text{cmH}_2\text{O}/\text{L}/\text{s}$  ou  $\text{kPa}/\text{L}/\text{s}$ <sup>37</sup>.

Figura 3 – Ilustração esquemática dos parâmetros do IOS



Fonte: Adaptado de Galant et al.<sup>68</sup>

R5: resistência a 5 Hz; R20: resistência a 20 Hz;  $F_{res}$ : frequência de ressonância, AX: área de reatância; X5: reatância a 5 Hz.

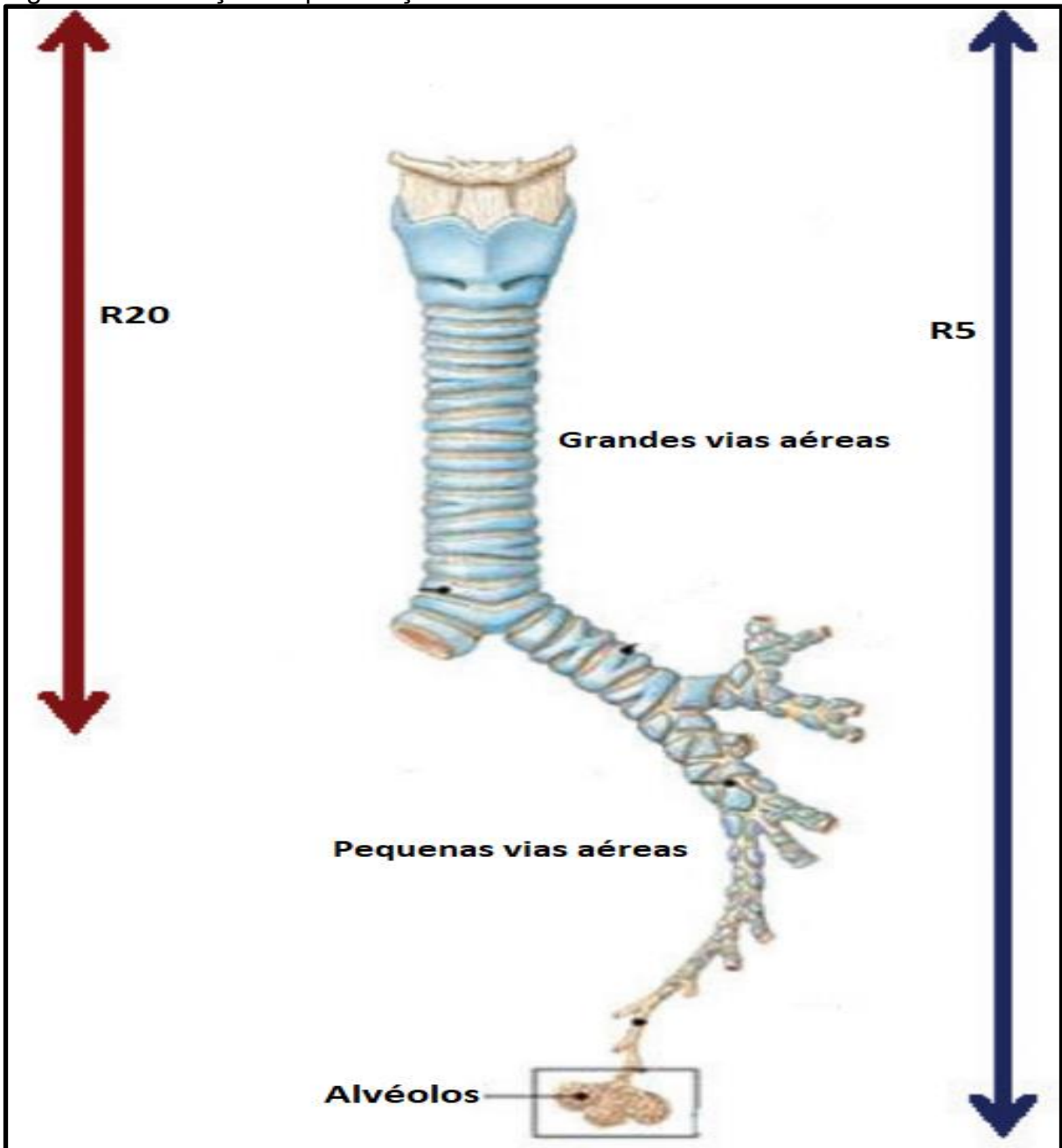
A  $Z_{sr}$  representa o cálculo das forças totais relacionadas a  $R_{sr}$  e  $X_{sr}$  que devem ser superadas para direcionar, ou seja, propagar para dentro e para fora, uma onda de pressão através do sistema respiratório<sup>37,65,67,68,72,81,82</sup>. A taxa de pressão e fluxo são derivadas das oscilações forçadas sobrepostas, representando a carga mecânica total oferecida pelo sistema respiratório<sup>37,67,68,69</sup>. As informações fisiológicas contidas na  $Z_{sr}$  são dependentes da faixa de frequência sobre a qual é medida<sup>67,69,71</sup>. A  $Z_{sr}$  descreve amplamente as propriedades mecânicas de todo o sistema respiratório (via aérea, parênquima e parede torácica)<sup>72</sup>.

A  $R_{sr}$  é um componente real da  $Z_{sr}$  e sua medida pelo IOS reflete a soma de três componentes em série: as vias aéreas extratorácicas e centrais, as pequenas vias

aéreas periféricas e a parede torácica<sup>70,72,80</sup>. A Rsr representa a oposição ao fluxo aéreo dentro do sistema respiratório, refletindo principalmente o calibre e a patência das vias aéreas<sup>48,65,69,76</sup>. Consiste na energia requerida para a propagação de uma onda de pressão por meio das vias aéreas, que passa através dos brônquios, bronquíolos e envolve a distensão do parênquima pulmonar<sup>23,45,48</sup>.

Para análises clínicas, geralmente, são consideradas as frequências de 5 e 20 Hz<sup>37,67</sup>. A resistência a 5 Hz (R5) representa a resistência total, englobando as zonas centrais e periféricas, já resistência a 20 Hz (R20) representa a resistência central, penetrando apenas as vias aéreas de grande calibre (Figura 4) e subtraindo R5 de R20 (R5-R20) tem-se a inferência da representatividade da resistência das pequenas vias aéreas para a resistência respiratória total<sup>40,76,79,80,81,83</sup>. O aumento na Rsr sugere que o fluxo aéreo encontra maior resistência, muitas vezes indicativa de uma condição obstrutiva, estreitamento ou constrição das vias aéreas<sup>65</sup>.

Figura 4 – Ilustração da penetração das ondas sonoras a 5 e 20 Hz



Fonte: Adaptado de Brashier et al <sup>67</sup>.  
 R20: resistência a 20 Hz; R5: resistência a 5 Hz.

O outro componente da Zsr é a Xsr, caracterizada por ser gerada pelo recuo dos pulmões após a distensão por uma onda de pressão, reflete a elastância, o que expressa as propriedades elásticas das estruturas mais periféricas do sistema respiratório e a complacência do tecido pulmonar<sup>37,44,65,68,72,82</sup>. É o componente reativo da Zsr e inclui forças inerciais para mover uma coluna de ar nas vias aéreas, denominada inertância e propriedades elásticas periféricas, denominado capacitância<sup>37,84</sup>. Quando medida em frequências mais baixas, como 5 Hz, denomina-

se reatância capacitiva periférica (X5), esse parâmetro pode fornecer informações relevantes sobre as vias aéreas mais distais, ou seja, a complacência do sistema respiratório uma vez que, a habilidade dos pulmões em armazenar energia capacitiva é manifestada previamente nas pequenas vias aéreas<sup>83</sup>.

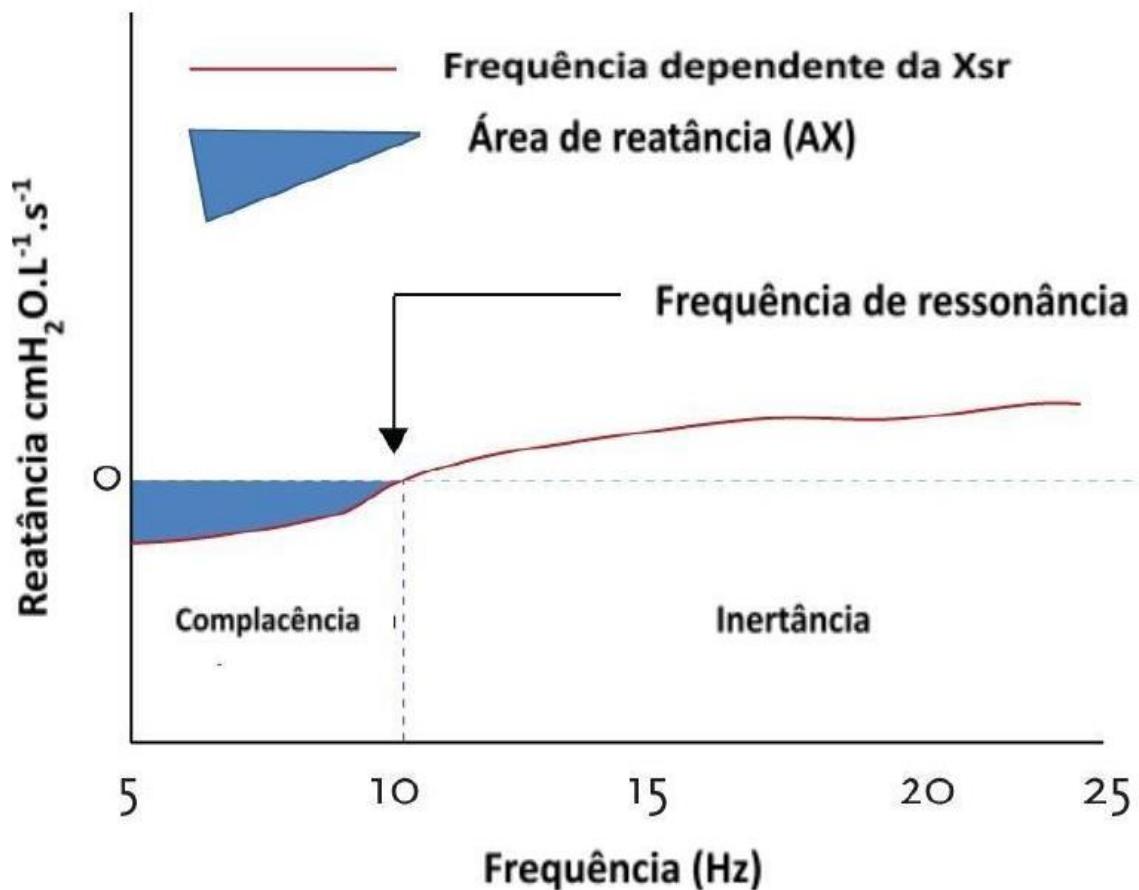
A Xrs é muito dependente do volume pulmonar, representa o componente reativo da impedância respiratória e, em frequências inferiores às da ressonância, sempre esteve relacionado à elastância pulmonar a quantidade de espaços de ar comunicantes acessíveis aos sinais IOS afeta a medição de Xsr<sup>38</sup>. Isso torna esta variável a ser sensível ao fechamento das vias aéreas, ao desrecrutamento pulmonar e à limitação do fluxo expiratório<sup>72,81</sup>. Distúrbios que influenciam a elasticidade do pulmão, como as doenças pulmonares intersticiais, caracterizadas por aumento da elastância, aumentam negativamente a capacitância e X5 se tornará mais negativa e o sistema respiratório torna-se mais rígido<sup>40,67,82</sup>.

Ao contrário das propriedades resistivas do sistema respiratório normal, a inertância e capacitância dependem da frequência de oscilação<sup>68</sup>. Em baixas frequências, as propriedades da capacitância das pequenas vias aéreas dominam, e em altas frequências, as propriedades inertes das vias aéreas dominam<sup>68</sup>. Por convenção, as perdas de pressão capacitadas, são designadas como negativas e perdas de pressão inertes, positivas<sup>37,84</sup>. Conseqüentemente, o equilíbrio entre os dois é negativo em baixas frequências e positivo em altas frequências<sup>37,84</sup>. Se o tecido fibroso ou hiperinsuflação e o dano de recuo elástico forem predominantes com aprisionamento de ar e desrecrutamento do volume pulmonar, então o armazenamento de energia capacitiva será prejudicado, levando a valores de Xsr negativos em frequências oscilatórias mais baixas (abaixo da frequência ressonante)<sup>81</sup>.

A Fres e a AX são os parâmetros gráficos<sup>37</sup>. O primeiro retrata a frequência em que o tecido pulmonar se move da distensão passiva para a estiramento ativo em resposta à força do sinal de onda de pressão, é representada graficamente quando a reatância é igual a zero<sup>67,68,76</sup>. Momento em que as resistências elásticas e inerciais se tornam iguais, porém com sinais opostos e, portanto, se anulam<sup>37,84,85</sup>. O intervalo de referência da Fres para adultos está entre sete e 12 Hz<sup>82</sup>. A Fres é sempre aumentada em ambas as condições, obstrutivas e restritivas e a observação do deslocamento desse ponto gráfico viabiliza a identificação de distúrbios obstrutivos<sup>37,82,84,85</sup>. A AX é também chamada de "Triângulo de Goldman" e constitui a amplitude de reatância

integrada de baixa frequência, ou seja, a amplitude entre X5 e a Fres<sup>68</sup>. É um índice prático relacionado com a complacência respiratória<sup>68</sup>. A AX é um índice útil, sensível e é a única medida que quando aumentada reflete as alterações em graus de obstrução periférica das vias aéreas<sup>68,76,82</sup>.

Figura 5 – Relação entre a reatância e frequência de ressonância no IOS



Fonte: Adaptado de Brashier et al. <sup>67</sup>

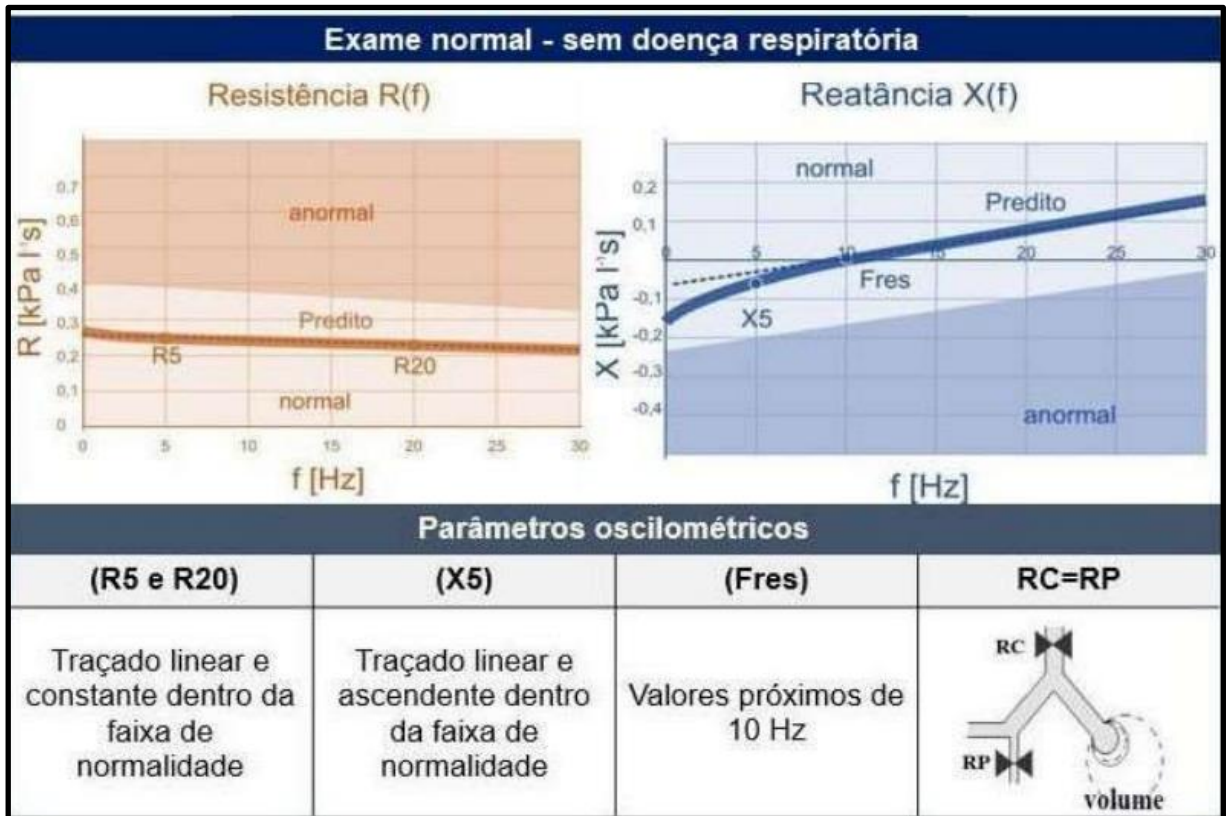
Xsr: Reatância do sistema respiratório; AX: área de reatância.

Por fim, a coerência descreve a variabilidade temporal da amostra de dados em diferentes frequências, geralmente relatada em 5,10 e 20 Hz<sup>69,83</sup>. A coerência estará diminuída por técnica imprópria, como respiração irregular ou obstrução do fluxo pela língua, por isso é utilizada como uma medida de qualidade técnica, mas também pode-se afirmar que a coerência anormal, representa a não uniformidade da mecânica respiratória<sup>69,83</sup>.

A interpretação dos resultados do exame do IOS requer uma familiarização com a definição de seus parâmetros<sup>37</sup>. Os exames podem ser classificados como

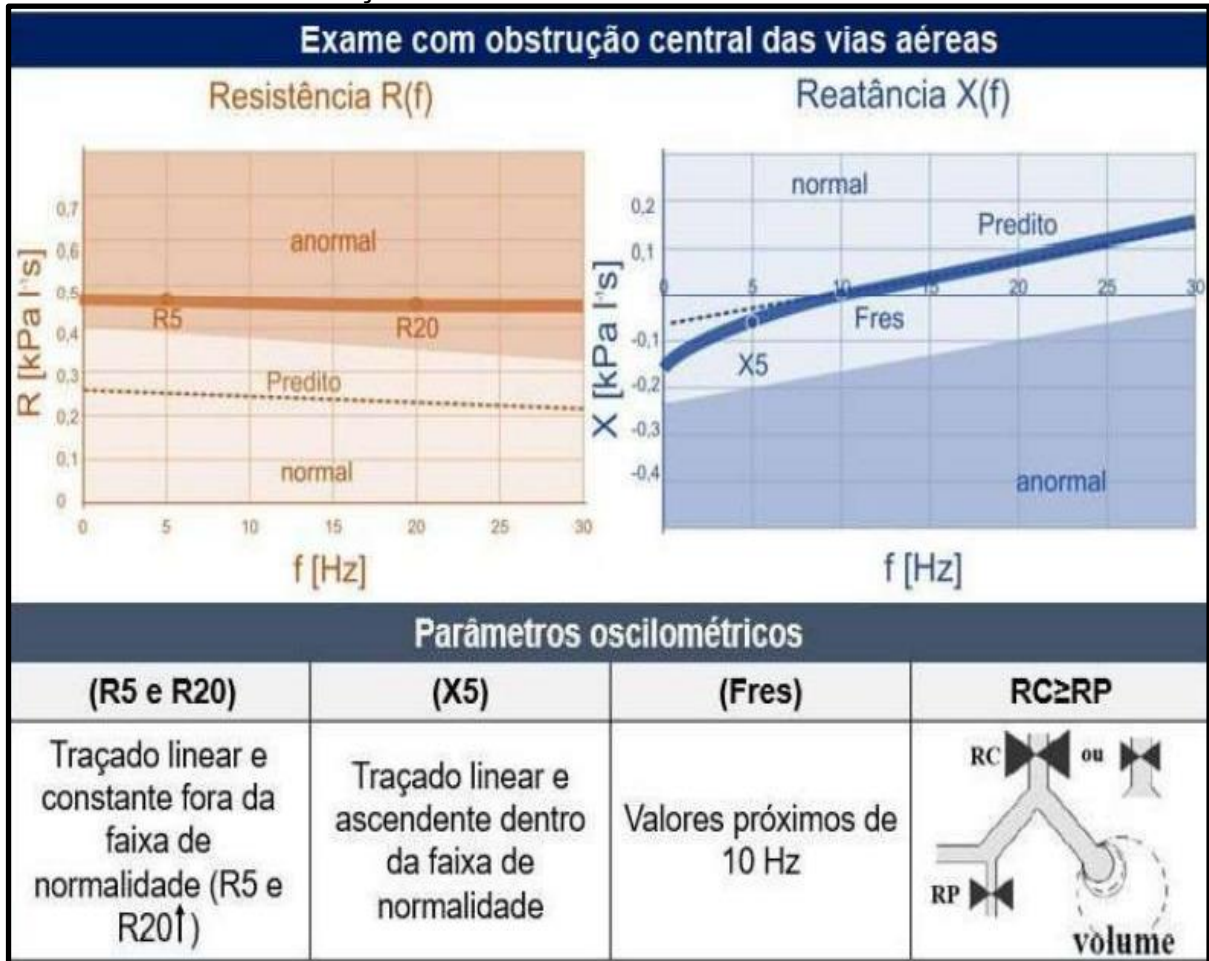
normal, obstrução central, obstrução periférica e restrição pulmonar, conforme descrito nas Figuras 6 a 9.

Figura 6 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico normal



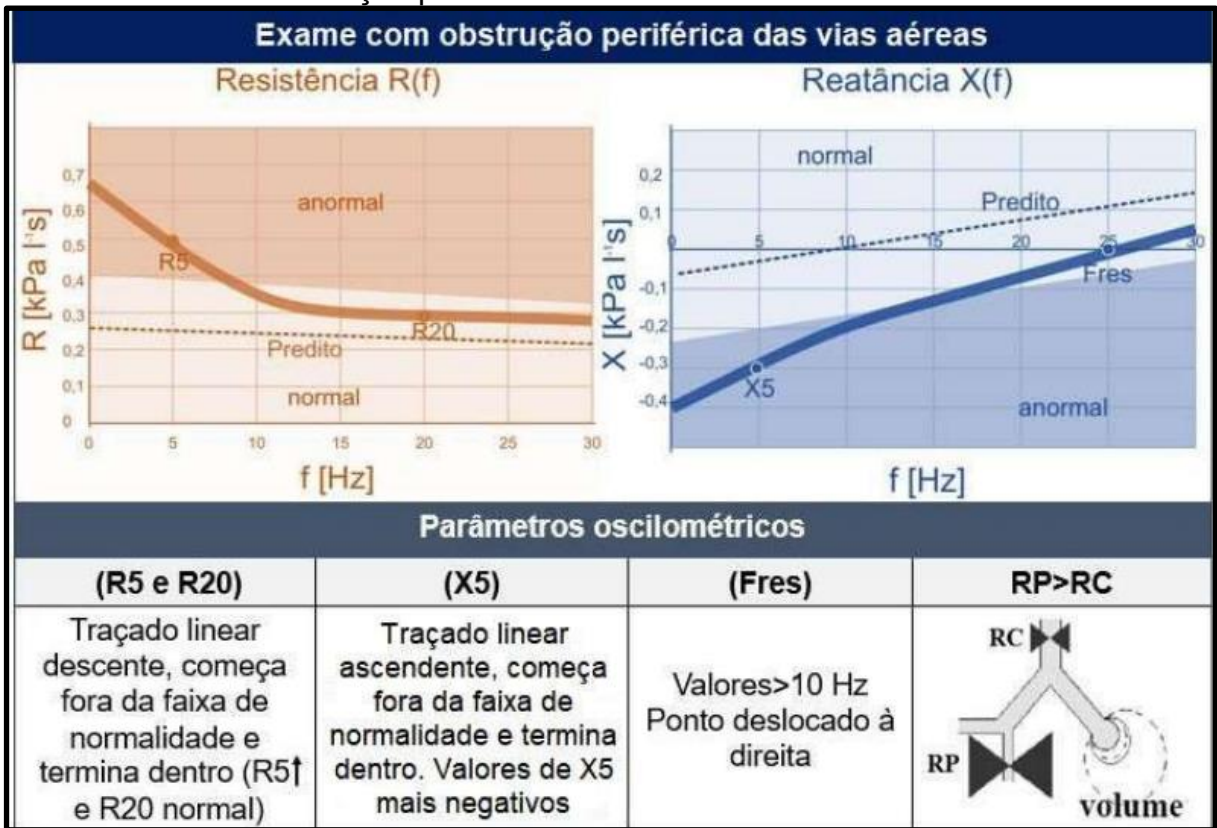
Fonte: Assumpção et al.<sup>37</sup> R5: resistência a 5 Hz; R20: resistência a 20 Hz X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância; RC: resistência central; RP: resistência periférica; f: frequência.

Figura 7 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico com obstrução central



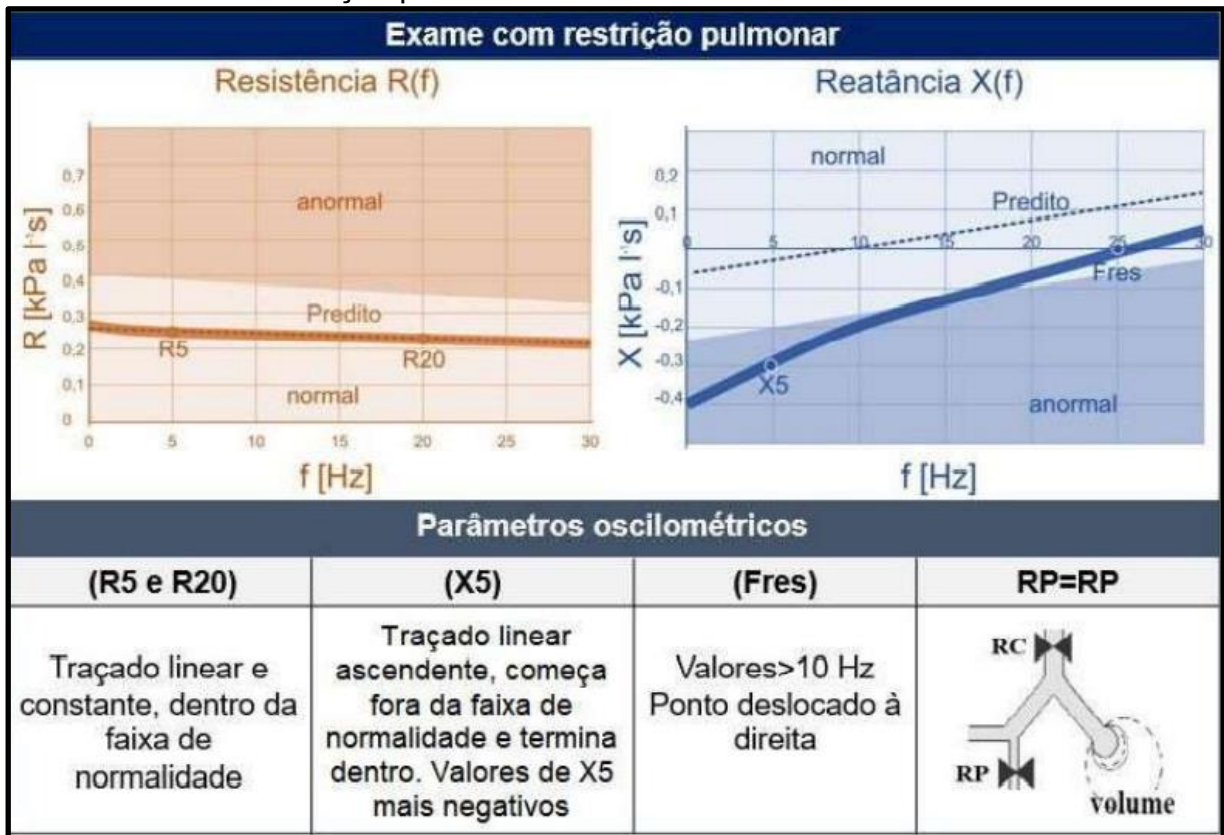
Fonte: Assumpção et al.<sup>37</sup> R5: resistência a 5 Hz; R20: resistência a 20 Hz; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância; RC: resistência central; RP: resistência periférica; f: frequência.

Figura 8 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico com obstrução periférica



Fonte: Assumpção et al.<sup>37</sup> R5: resistência a 5 Hz; R20: resistência a 20 Hz X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância; RC: resistência central; RP: resistência periférica; f: frequência.

Figura 9 – Representação gráfica e descrição dos parâmetros em um exame oscilométrico com restrição pulmonar



Fonte: Assumpção et al.<sup>37</sup>. R5: resistência a 5 Hz; R20: resistência a 20 Hz; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância; RC: resistência central; RP: resistência periférica; f: frequência.

### 2.3 IOS E COVID-19

A maioria dos estudos prospectivos, que avaliaram a função pulmonar após a infecção pelo SARS-CoV-2, incluem análise dos testes convencionais como a espirometria, DCO e a pletismografia de corpo inteiro, além das análises dos exames de imagem do tórax<sup>24,26,27,30,32</sup>. Há um constante crescimento em estudos envolvendo a análise das propriedades mecânicas desses pacientes, por meio do IOS, pois em sua maioria, os pacientes que apresentam espirometria normal, é possível diagnosticar disfunções nas pequenas vias aéreas<sup>15,39,40</sup>.

Huang et al. (2020)<sup>11</sup> dividiram os participantes em dois grupos (grave, n = 17 e não grave, n = 40) e realizaram espirometria, pletismografia de corpo inteiro, DCO, IOS e exames de imagem. Desses pacientes, 14% apresentaram R5 maior que 150% do previsto e 17,5% a R20 maior que 150% previsto ( $p = 0,024$ ), resultados que sugerem aumento da resistência nas vias aéreas centrais e periférica, mesmo em pacientes com espirometria dentro da normalidade.

O estudo de Zhang et al. (2021)<sup>28</sup>, que investigou o impacto da COVID-19 na função pulmonar após oito meses da alta hospitalar, em 15 casos moderados e 25 graves. Observou alterações significativas nos exames de imagem do tórax e de dados clínicos da internação, 55% dos pacientes com COVID-19 grave apresentaram sintomas físicos e psicológicos persistentes ( $p = 0,009$ ), 48% dos pacientes graves com DCO anormal ( $p = 0,013$ ), disfunção das pequenas vias aéreas ( $p = 0,050$ ), maior Z5 Hz % previsto ( $p = 0,020$ ) e maior R5 ( $p = 0,015$ ). Os dados indicaram que mesmo após oito meses, a disfunção de pequenas vias aéreas persiste em muitos casos graves.

Investigou-se a correlação entre os parâmetros do IOS e os testes de avaliação da capacidade de exercício no estudo de Candemir et al. (2023)<sup>40</sup>. A amostra foi composta por 72 indivíduos, na sua maioria do sexo masculino (71%), 61% dos pacientes foram hospitalizados, desses, 32% necessitaram de VMI com média de idade de 54 e desvio padrão de 10. A redução da capacidade de exercício poderia ser interpretada como uma limitação ventilatória. A AX, a Fres, a reatância a 20 Hz e a R5–20 correlacionaram-se negativamente com os testes funcionais aplicados na amostra que apresenta a capacidade funcional reduzida.

No estudo brasileiro de Lopes et al. (2021)<sup>20</sup>, o IOS foi utilizado como um instrumento para o diagnóstico de disfunções das pequenas vias aéreas em pacientes pós-COVID-19 com sintomas respiratórios persistentes. Foram detectados exames anormais em 52 (88,1%) pacientes com dois meses após o diagnóstico da COVID-19 e em 42 (71,2%) pacientes, cinco meses após o diagnóstico da COVID-19 ( $p = 0,002$ ). A heterogeneidade de resistência entre 4 e 20 Hz  $> 20\%$ , variável utilizada para o diagnóstico das disfunções das pequenas vias aéreas (DPVA), foi observada em 38 (64,4%) e 33 (55,9%) pacientes, em dois e cinco meses, respectivamente ( $p = 0,30$ ).

Em outro estudo do mesmo grupo Lopes et al.<sup>86</sup> avaliar a capacidade de detectar alterações pulmonares em sobreviventes da COVID-19 e sua associação com exames de ultrassonografia pulmonar e espirometria. Em 65% da amostra os parâmetros do IOS estavam alterados e o mesmo se mostrou mais sensível do que a espirometria para detectar disfunção de vias aéreas periféricas em sobreviventes da COVID-19, com R4–R20  $> 20\%$  em 51.3% da amostra ( $p < 0,001$ ). Parâmetros como R4–R20, Fres e AX mostraram forte associação com alterações estruturais detectadas por ultrassonografia pulmonar.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo são resultados relatados da linha de pesquisa “Avaliação do impacto no aparelho respiratório a longo prazo no âmbito da COVID-19: um estudo de coorte”, estudo prospectivo, observacional e longitudinal. Realizado no Hospital Universitário Polydoro Ernani de São Thiago – HU, localizado no Campus da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos (CEPSH) da UFSC sob o número de protocolo CAAE: 36944620.5.1001.0121 (ANEXO A).

#### 3.2 PARTICIPANTES DA PESQUISA

A população do estudo foi composta por pacientes que foram hospitalizados HU/UFSC no período de Agosto de 2020 a Novembro de 2021. A população elegível foi composta por pacientes maiores de 18 anos, de ambos os sexos, residentes na grande Florianópolis. A amostra foi selecionada de maneira intencional, não-probabilística e por acessibilidade, para os indivíduos que se adequaram aos critérios de inclusão. Os pacientes incluídos no estudo foram previamente informados sobre a condução e os objetivos do mesmo e, após, assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A).

##### 3.2.1 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão adotados foram: (1) pacientes que tiveram COVID-19 confirmado em laboratório por resultado positivo por RT-PCR de *swab* nasal ou orofaringe e (2) internação hospitalar devido a COVID-19 (3) receberam alta hospitalar em média 90 dias.

### 3.2.2 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão adotados foram: (1) decisão do paciente em se retirar do estudo, (2) impossibilidade de acompanhamento devido a transtornos psicóticos, demência ou readmissão hospitalar atribuída a doenças subjacentes e (3) não realização do teste de função pulmonar por qualquer motivo.

### 3.3 INSTRUMENTOS DA PESQUISA

Neste estudo foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Esfigmomanômetro
- Estetoscópio
- Oxímetro de pulso
- Goniômetro
- Balança digital (Tanita, BC-558 Ironman<sup>®</sup>, Tóquio, Japão)
- Estadiômetro (Sanny, portátil, São Paulo, Brasil)
- *Master Screen IOS* (Erich Jaeger<sup>®</sup>, Wurzburg, Alemanha)

#### Questionário e escala

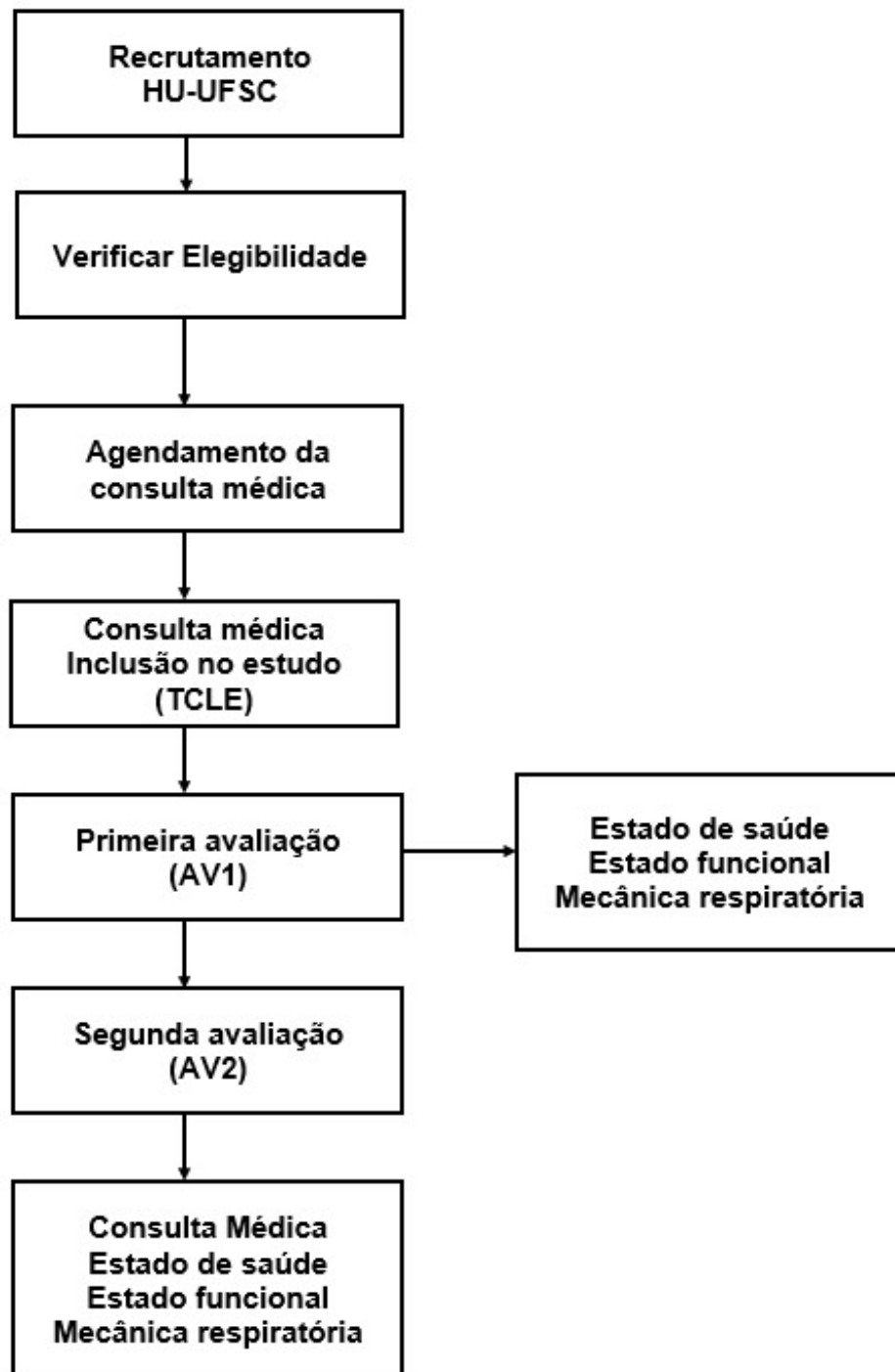
- *COPD Assessment Test* [CAT (ANEXO B)]
- *Escala Medical Research Council* modificada [mMRC (ANEXO C)]
- Dinamômetro de Preensão Palmar (modelo 12-0604, Jamar Plus +<sup>®</sup>, Bollingbrook, EUA)
- *Short Physical Performance Battery* [SPPB (ANEXO D)]
- Teste de Sentar e Levantar de 30 segundos (TSL30s)

### 3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A coleta presencial dos dados (Figura 10) ocorreu nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Asma e Inflamação das Vias Aéreas (NUPAIVA) do HU/UFSC por um período de um ano após a alta hospitalar de cada paciente. As etapas da pesquisa incluíram: uma primeira visita, em torno de três meses após a alta hospitalar, para a primeira avaliação (AV1), e a segunda avaliação (AV2), após 12 meses da alta hospitalar.

Durante as visitas de acompanhamento, foram realizados os seguintes exames: exame clínico, histórico médico, avaliação do estado de saúde (CAT e mMRC), estado funcional (dinamometria de preensão palmar, SPPB e SL30s) e a avaliação pelo IOS. Os seguintes parâmetros clínicos foram obtidos por entrevista em AV1: informações demográficas (sexo, idade, altura, massa corporal, histórico de tabagismo e comorbidades autorreferidas), tempo do início dos sintomas, relato retrospectivo sobre a presença ou ausência de sintomas durante a fase aguda e a persistência de sintomas relatados. Por meio de uma revisão retrospectiva dos prontuários físicos do HU/UFSC, dados referentes ao período de internação hospitalar (sintomas, tempo internação hospitalar e em UTI, tempo de VMI) e demais itens não relatados na consulta médica, a fim de caracterizar a amostra e elencar os desfechos clínicos.

Figura 10 – Fluxograma do processo de coleta dos dados do estudo



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

### 3.4.1 Avaliação Antropométrica

A avaliação antropométrica foi realizada conforme o protocolo determinado pelos *Centers for Disease Control and Prevention*<sup>86</sup>. Para a aferição da massa corporal, em quilogramas (kg), foi utilizado uma balança digital previamente calibrada (Tanita, BC-558 Ironman<sup>®</sup>, Tóquio, Japão), com o paciente em posição ortostática, sem calçados e trajando roupas leves. Um estadiômetro (Sanny, portátil, São Paulo, Brasil) foi utilizado para verificar a estatura em centímetros (cm). Adotou-se a posição ortostática, coluna ereta, com os pés descalços e paralelos, tornozelos unidos, braços estendidos ao longo do corpo e cabeça alinhada com olhar fixo para o horizonte, para a realização da medida. A partir desses valores foi calculado IMC em kg/m<sup>2</sup>. E posteriormente categorizado em baixo peso (IMC < 20 kg/m<sup>2</sup>), eutrofia (20 kg/m<sup>2</sup> ≤ IMC < 25 kg/m<sup>2</sup>), sobrepeso (25 kg/m<sup>2</sup> ≤ IMC < 30 kg/m<sup>2</sup>) e obesidade (IMC ≥ 30 kg/m<sup>2</sup>) segundo OMS<sup>58</sup>.

#### **3.4.2 Avaliação da mecânica pulmonar**

A avaliação da mecânica pulmonar foi realizada por meio do IOS, conforme as orientações da *American Respiratory Society* e a *European Respiratory Society* (ATS/ERS)<sup>71</sup>. O equipamento utilizado foi o *Master Screen IOS* (Erich Jaeger<sup>®</sup>, Wurzburg, Alemanha) que foi calibrado diariamente antes da realização dos testes, com uma seringa de 3,0 L conforme as especificações do fabricante do equipamento<sup>71</sup>. Para minimizar as possíveis variabilidades, os exames foram realizados pelo mesmo avaliador, orientações padronizadas prévias foram apresentadas aos pacientes, assim como as manobras foram demonstradas e as possíveis dúvidas elucidadas, antes do início dos testes.

Para a avaliação, os pacientes foram posicionados sentados, confortavelmente, durante todo o procedimento do teste de função pulmonar, na altura adequada para alcançar o bocal com a cervical em posição neutra, coluna ereta encostada na cadeira. Foi utilizado filtro antimicrobiano descartável e clipe nasal. Para a realização do IOS os pacientes foram orientados a sustentar as bochechas com as mãos espalmadas a fim de minimizar a perda de pressão oscilatória, decorrente da elevada complacência das mesmas e das vias aéreas superiores<sup>71</sup>.

#### **3.4.3 Sistema de Oscilometria de Impulso (IOS)**

Inicialmente os pacientes foram informados sobre a técnica de aferição que seria utilizada e os comandos que seriam dados durante a coleta. O teste foi realizado com os pacientes na posição sentada, pés apoiados, com a cabeça e o pescoço em posição neutra ou levemente estendida, uso do clipe nasal e com suporte manual das bochechas, para minimizar a influência de vibrações das bochechas e vazamento de ar. Para não causar obstrução do bucal, o mesmo era posicionado sobre a língua, entre os dentes, com os lábios cerrados, sem deglutir, tossir ou vocalizar durante o teste. As oscilações de pressão geradas pelo alto-falante foram sobrepostas à respiração em volume corrente por 30 a 60 segundos.

Os parâmetros avaliados, medidos em kPa/L/s, foram os seguintes: Zsr refere-se à oposição encontrada pelo fluxo de ar oscilatório dentro do sistema respiratório; resistência das vias aéreas (R), medida em 5 Hz (R5), que representa a resistência total ou em 20 Hz (R20), que representa a resistência central; a diferença entre R5 e R20 (R5-R20) que reflete a resistências das vias aéreas periféricas e a heterogeneidade ventilatória regional; reatância (X) medida em 5 Hz (X5) e a frequência de ressonância (Fres). As porcentagens previstas dos parâmetros do IOS foram determinadas conforme Shulz et al. (2013)<sup>87</sup>. Os valores anormais foram definidos como R5 e R20 maiores que 150% do previsto, Fres > 14,14, X5 < -0,12 e R5-R20 > 0,07, este último é considerado preditor de doença das pequenas vias aéreas<sup>36,79,88</sup>.

O teste foi iniciado com a instrução para os pacientes acoplarem a boca na peça bucal do equipamento e realizarem respirações espontâneas, em volume corrente, desempenhando dessa forma, respirações estáveis e tranquilas. Foi adotado um tempo mínimo de 20 a 30 segundos para aquisição dos dados, não sendo consideradas as provas com alterações nos parâmetros oscilométricos durante o teste<sup>71</sup>. Foi considerado um teste válido aquele com um traçado linear, ascendente, dentro da faixa de normalidade do sistema, sem interferências, como tosse, fechamento da glote ou vazamentos durante as medições<sup>71</sup>. Atualmente, os valores de referência disponíveis na literatura são limitados, baseados em caucasianos, europeus ou chineses<sup>69</sup>. Não há ponto de corte e valores de referência estabelecidos para a população adulta brasileira.

#### **3.4.4 COPD Assessment Test (CAT)**

O CAT (ANEXO B) avalia o estado de saúde, por meio da quantificação do impacto dos sintomas comuns da doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC), divididos em oito itens: tosse, catarro, aperto no peito, falta de ar ao subir ladeiras/escadas, limitações nas atividades domiciliares, confiança em sair de casa, sono e energia. A pontuação de cada item varia de zero a cinco e a pontuação total varia de zero a 40 - quanto maior a pontuação obtida no CAT, pior o estado de saúde<sup>89,90,91</sup>. O ponto de corte maior ou igual a 10 será considerado para a identificação de pacientes com mais sintomas<sup>92</sup>.

### **3.4.5 Escala *Medical Research Council* modificada (mMRC)**

A escala mMRC (ANEXO C) é discriminativa, simples, utilizada para graduar a percepção de dispneia com atividades de mínimo a máximo esforço físico. É composta por cinco itens, pontuados de zero a quatro (0- tenho falta de ar ao realizar exercício intenso; 1- tenho falta de ar quando apresso meu passo, ou subo escadas ou ladeiras; 2- preciso parar algumas vezes quando ando no meu passo, ou ando mais devagar que outras pessoas da minha idade; 3- preciso parar de caminhar quando ando no plano para puxar o fôlego, depois de andar alguns metros ou alguns minutos e, 4- sinto tanta falta de ar que não saio de casa ou preciso de ajuda para me vestir ou tomar banho). Quanto maior a pontuação, maior a dispneia<sup>93,94</sup>. Será considerado o ponto de corte para o escore maior ou igual a dois pontos para identificar com mais sintomas<sup>92</sup>.

### **3.4.6 Estado funcional**

#### **3.4.6.1 *Dinamometria de Preensão Palmar (DPP)***

Para a avaliação da DPP do membro dominante foi utilizado o dinamômetro digital Jamar (modelo 12-0604, Jamar Plus+®, EUA). Para a coleta do dado, o paciente foi posicionado da seguinte maneira: na posição sentada, com ombro aduzido e neutramente rodado, cotovelo flexionado a 90°, antebraço em posição neutra, punho entre zero grau e 30° de extensão e entre zero grau e 15° de desvio ulnar. A manopla do dinamômetro era ajustada na segunda posição, a qual é considerada a mais eficiente para testes de força, conforme a recomendação da

*American Society of Hand Therapists* para avaliações padronizadas<sup>95</sup>. Foram realizadas três medidas consecutivas e foi considerado o maior valor obtido entre elas para as análises. Os pacientes que obtiveram um valor abaixo do esperado para a faixa etária e sexo, foram classificados com força muscular reduzida<sup>96</sup>.

#### 3.4.6.2 *Short Physical Performance Battery (SPPB)*

A funcionalidade dos pacientes incluídos no estudo foi avaliada por meio do SPPB (ANEXO D) a qual foi traduzida e adaptada para o português no Brasil<sup>97</sup>. A SPPB é composta por uma bateria de testes que irá refletir a capacidade funcional dos membros inferiores, simulando atividades de vida diária, por meio de três tarefas: equilíbrio estático, velocidade usual de marcha em quatro metros (VUM4m) e o teste de sentar e levantar da cadeira de cinco repetições (TSL5r). Cada teste gera uma pontuação de zero (incapaz de realizar) a quatro (o mais alto nível de desempenho) pontos, somando um total de 12 pontos. Com a pontuação total final é possível categorizar os pacientes: zero a três pontos indica incapacidade ou desempenho muito baixo; quatro a seis pontos, baixo desempenho; sete a nove pontos desempenho moderado; e de 10 a 12 pontos, bom desempenho<sup>98,99</sup>.

A primeira avaliação é a do equilíbrio estático, os pacientes devem ser capazes de manter três diferentes posições (*side-by-side*, *semi-tandem stand*, *tandem stand*) por 10 segundos cada. Os pacientes que eram incapazes de manter nenhuma posição por 10 segundos receberam zero pontos. Caso conseguissem apenas a primeira posição, foi atribuído um ponto. Pacientes que permaneceram na segunda posição, mas não passaram de três segundos da terceira posição, receberam dois pontos. Quem permanecia entre três e nove segundos na terceira posição marcava três pontos, enquanto aqueles que mantinham cada posição por 10 segundos atingiam o escore máximo de quatro pontos<sup>98</sup>.

Para o teste em VUM4m foi realizado o percurso de quatro metros, no qual os pacientes eram instruídos a caminhar em sua velocidade habitual da marcha. O teste foi repetido duas vezes e a mais rápida das duas caminhadas foi utilizada. A VUM4m foi calculada dividindo-se a distância percorrida pelo tempo registrado. A pontuação é atribuída conforme o tempo de execução: zero pontos para o paciente incapaz de completar o teste; um ponto para tempos acima de 8,70 segundos; dois pontos para tempos entre 6,21 a 8,70 segundos; três pontos para tempos entre 4,82 a 6,20

segundos e pontuação máximo de quatro pontos para tempos menores que 4,82 segundos<sup>98</sup>.

O último teste que foi realizado é o TSL5r. Os pacientes foram instruídos a se levantar e sentar cinco vezes o mais rápido possível e o tempo foi registrado. O teste foi realizado apenas depois que os pacientes demonstraram pela primeira vez a capacidade de se levantar uma vez sem usar os braços. Os pacientes que não conseguem realizar a tarefa de levantar e sentar as cinco vezes ou realizam o teste em tempo superior a 60 segundos a pontuação é zero. Um ponto foi atribuído se o tempo do teste fosse maior ou igual a 16,70 segundos; dois pontos para tempos entre 13,70 a 16,69 segundos; três pontos, para tempos entre 11,20 a 13,69 segundos; e quatro pontos para tempos inferiores ou iguais a 11,19 segundos<sup>98</sup>.

Para a interpretação dos resultados, os pacientes com pontuação total superior a 10 pontos foram classificados como indivíduos saudáveis. Enquanto aqueles com pontuação igual ou inferior a 10, possuem comprometimento da funcionalidade<sup>98</sup>. Além da análise da pontuação total do teste, também foram considerados para as análises os valores individuais obtidos no VUM4m e no TSL5r. A categorização dessas variáveis foi realizada com base em equações de referência, o que é possível identificar pacientes que apresentam capacidade funcional reduzida em relação ao esperado<sup>100</sup>.

#### 3.4.6.3 *Teste de Sentar e Levantar de 30 segundos (TSL30s)*

O TSL30s foi utilizado para a avaliação da capacidade física dos pacientes. Este teste tem o objetivo de realizar o máximo de repetições de levantar e sentar em uma cadeira durante 30 segundos, em uma velocidade individualizada, sem utilizar os braços para o apoio. Para prevenir eventos adversos a cadeira é colocada encostada em uma parede. O paciente foi posicionado sentado no centro da cadeira, com a coluna ereta, os pés apoiados no chão, afastados na distância da largura dos ombros, e um dos pés, de preferência do paciente, posicionado levemente à frente do outro para auxiliar no equilíbrio. Os braços permanecem cruzados sobre o tórax ao longo de todo o teste.

Ao sinal do avaliador o paciente deve levantar-se completamente, fazer a extensão completa dos joelhos, manter o corpo ereto, e retornar para a posição inicial e repetir o movimento quantas vezes for capaz dentro dos 30 segundos de teste. O

avaliador deve observar a execução dos movimentos e contar, de forma silenciosa, apenas as repetições que foram executadas corretamente<sup>96,101</sup>. Os pacientes que apresentaram valores abaixo dos previstos para a sua faixa etária foram considerados com capacidade física reduzida<sup>100</sup>.

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados coletados foram armazenados em planilhas do *Microsoft Excel*® (Pacote Office 365, Microsoft, Washington, EUA) e posteriormente foram analisados no programa IBM SPSS *Statistics*, versão 22.0 (IBM Corporation, Armonk, EUA). Inicialmente, a normalidade dos dados foi testada por meio do teste de *Shapiro-Wilk*. Medidas de tendência central e dispersão para variáveis numéricas, frequência absoluta e relativa para variáveis categóricas foram empregadas para sumarizar a amostra, bem como os escores dos instrumentos aplicados.

Para a comparação entre os momentos das avaliações (AV1 e AV2), nos desfechos funcionais, estado de saúde e as propriedades mecânicas do sistema respiratório foi aplicado o teste *t* pareado ou *Wilcoxon* conforme a recomendação. O teste Qui-quadrado de *Pearson* ou exato de *Fisher*, conforme apropriado, para identificar associação entre as variáveis categóricas. O teste *McNemar* foi empregado para analisar a diferença entre as proporções ao longo do tempo.

Foi utilizado o modelo de regressão linear simples para verificar quais as variáveis do estado de saúde (CAT e mMRC), funcionalidade (SPPB) e capacidade física (TSL30s) influenciam as propriedades mecânicas do sistema respiratório em pacientes que foram diagnosticados com COVID-19.

Foi adotado um nível de significância estatística de 5% e intervalo de confiança de 95%.

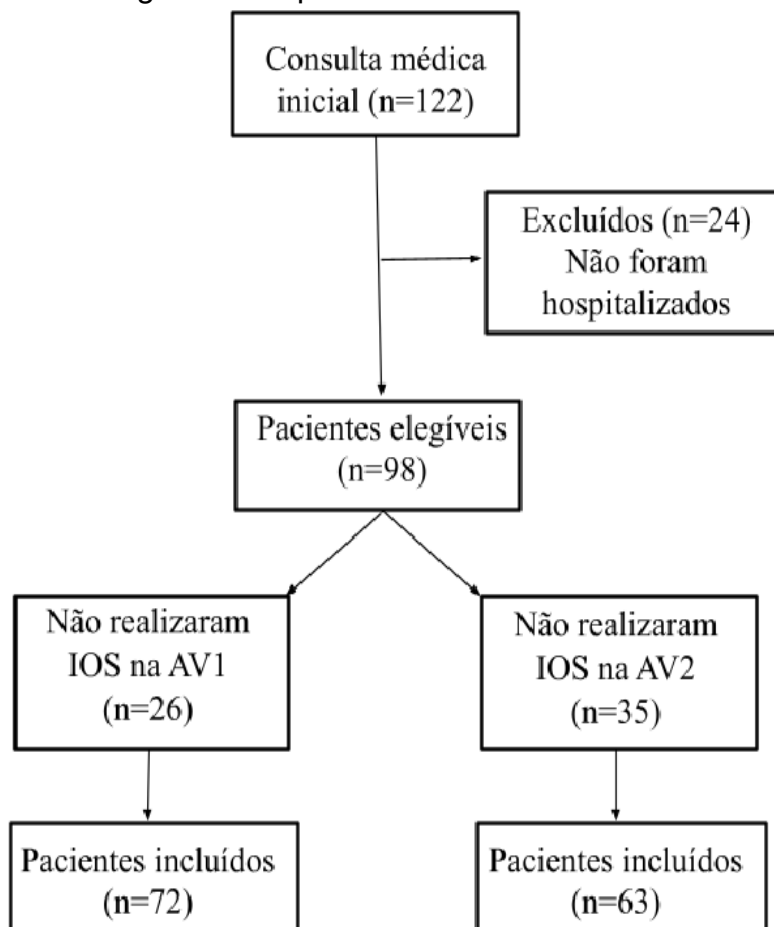
## 4 RESULTADOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA EM AV1 E AV2

Os resultados das avaliações a curto prazo (AV1) e a longo prazo (AV2) foram apresentados de forma integrada, para facilitar a interpretação dos dados e destacar as diferenças descritivas entre os dois momentos avaliados. A AV1 foi realizada, em média, 77 dias após a alta hospitalar, enquanto a AV2 ocorreu, em média, 372 dias após a alta hospitalar.

Inicialmente, compareceram à consulta médica 122 pacientes. Dentre esses, 24 foram excluídos, deste estudo, por não terem sido hospitalizados. Assim, foram considerados elegíveis 98 pacientes. Contudo, 26 e 35 pacientes em AV1 e AV2, respectivamente, não realizaram a avaliação com IOS. Portanto, foram incluídos 72 pacientes em AV1 e 63 em AV2 (Figura 11).

Figura 11 – Fluxograma dos pacientes incluídos no estudo



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Na AV1, dos 72 pacientes, 39 (54,2%) do sexo masculino, com média de idade de  $52,0 \pm 11,9$  anos. O IMC apresentou média de  $31,8 \pm 4,9$  kg/m<sup>2</sup>, e 42 (58,3%) dos pacientes possuíam ao menos uma comorbidade. Em AV2, a mostra foi composta por 63 pacientes, dos quais 35 (55,6%) eram do sexo masculino, com média de idade de  $51,3 \pm 11,7$  anos, IMC médio de  $32,6 \pm 6,2$  kg/m<sup>2</sup>, e 45 (71,4%) dos pacientes possuíam ao menos algum tipo de comorbidade.

O tempo de internação hospitalar variou entre dois e 76 dias, com uma mediana de 18,0 dias (10,3–25,8) em AV1 e 18 dias (10–30) em AV2. A maior parte dos pacientes necessitou de internação em UTI, 58 (80,6%) em AV1 e 54 (85,7%) em AV2. O tempo de permanência na UTI variou entre três a 61 dias, com uma mediana de 10,0 dias (5,0–16,0) em AV1 e 11,0 dias (8–17) em AV2. Além disso, 51 (70,8%) pacientes necessitaram de VMI, com duração mínima de dois e máxima de 52 dias, com a mediana de 7,0 dias (0,0-11,0) em AV1. Enquanto em AV2, 44 (69,8%) pacientes, permaneceram em VMI, com mediana de 9 dias (7-12,3). A Tabela 1 exhibe os dados sociodemográficos, antropométricos e clínicos dos pacientes participantes deste estudo.

Tabela 1 – Dados sociodemográficos, antropométricos e clínicos dos pacientes incluídos no estudo em AV1 e AV2

<b>Variáveis</b>	<b>AV1 (n=72)</b>	<b>AV2 (n=63)</b>
<b>Gênero</b>		<b>n (%)</b>
Masculino	39 (54,2)	35 (55,6)
Feminino	33 (45,8)	28 (44,4)
<b>IMC (classes)</b>		
Magreza	1 (1,4)	1 (1,7)
Eutrofia	2 (2,8)	2 (3,5)
Sobrepeso	21 (29,6)	14 (24,1)
Obesidade	47 (66,2)	41 (70,7)
<b>Gravidade</b>		
Moderado	14 (19,4)	9 (14,3)
Grave	58 (80,6%)	54 (85,7)
<b>Tabagismo</b>		
Nunca	42 (58,3)	36 (57,1)
Atual	28 (38,9)	25 (39,7)
Pregresso	2 (2,8)	2 (3,2)
<b>Comorbidades</b>		
Respiratória	8 (11,3)	7 (11,1)
Cardiovascular	20 (28,2)	16 (25,4)
Metabólicas	35 (48,6)	29 (46,0)
Neurológicas	2 (2,8)	2 (3,2)
		<b>M (DP)</b>
Idade (anos)	52,0 (11,9)	51,3 (11,7)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	31,8 (4,9)	32,6 (6,2)
		<b>Md (P<sub>25-75</sub>)</b>
Hospitalização (dias)	18,0 (10,3-25,8)	18,0 (10,0-30,0)
UTI (dias)	10,0 (5,0-16,0)	11 (8,0-17,0)
VMI (dias)	7,0 (0,0-11,0)	9,0 (9,0-12,3)

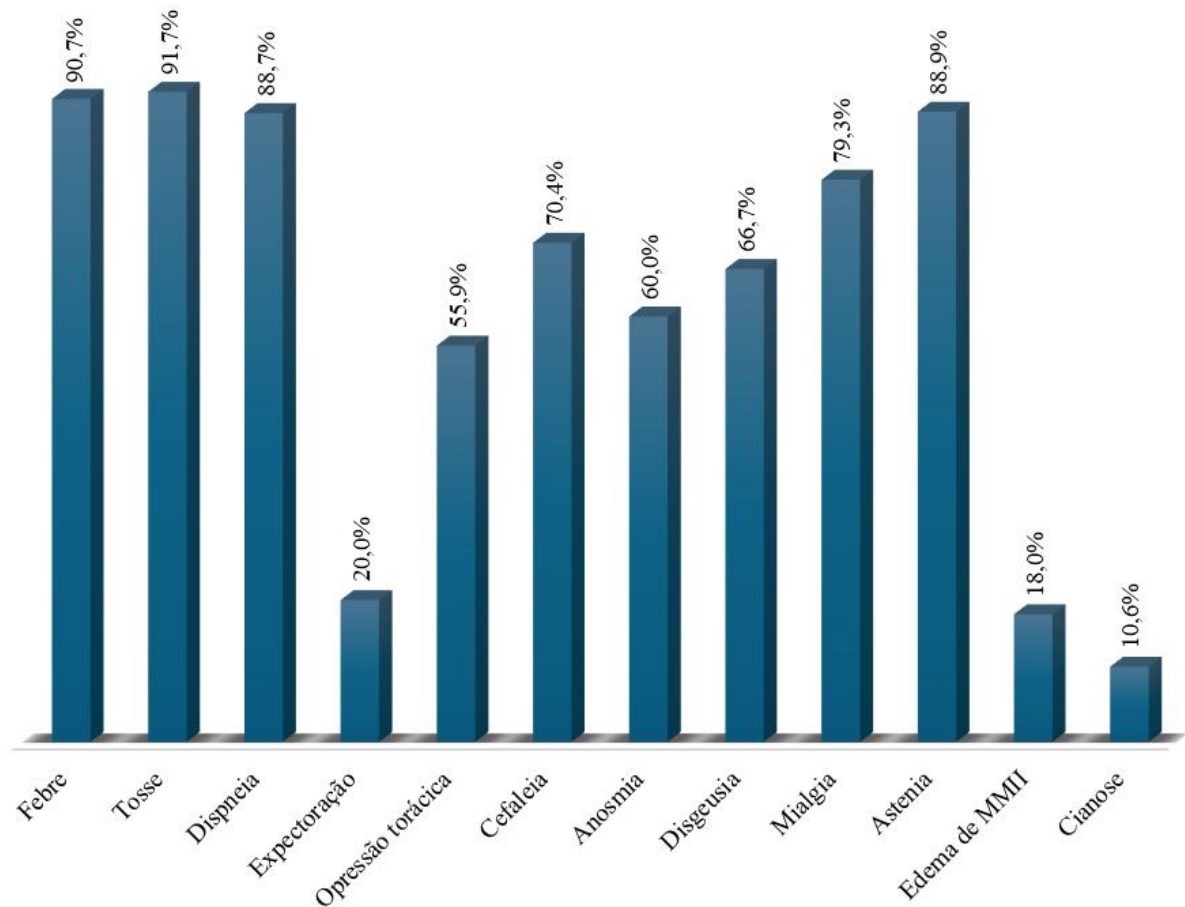
Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: AV1: avaliação curto prazo; AV2: avaliação longo prazo; IMC = Índice de Massa Corporal; Kg/m<sup>2</sup> = razão quilograma por metro quadrado; UTI = Unidade de Terapia Intensiva; VMI = Ventilação Mecânica Invasiva; M = média; DP = desvio padrão. Md = mediana; P<sub>25-75</sub> = intervalo interquartil. Valores expressos em frequência relativa e absoluta.

#### 4.2 SINTOMAS DURANTE A FASE AGUDA

Durante a fase aguda da doença, os sintomas mais frequentemente relatados foram: tosse (91,7%), febre (90,7%) e dispneia (88,7%). Seguidos por outros sintomas como a opressão torácica (55,9%), cefaleia (70,4%), anosmia (60,0%), disgeusia (66,7%), mialgia (79,3%) e astenia (88,9%), conforme Figura 12.

Figura 12 – Frequência de sintomas persistentes relatados durante a fase aguda da COVID-19

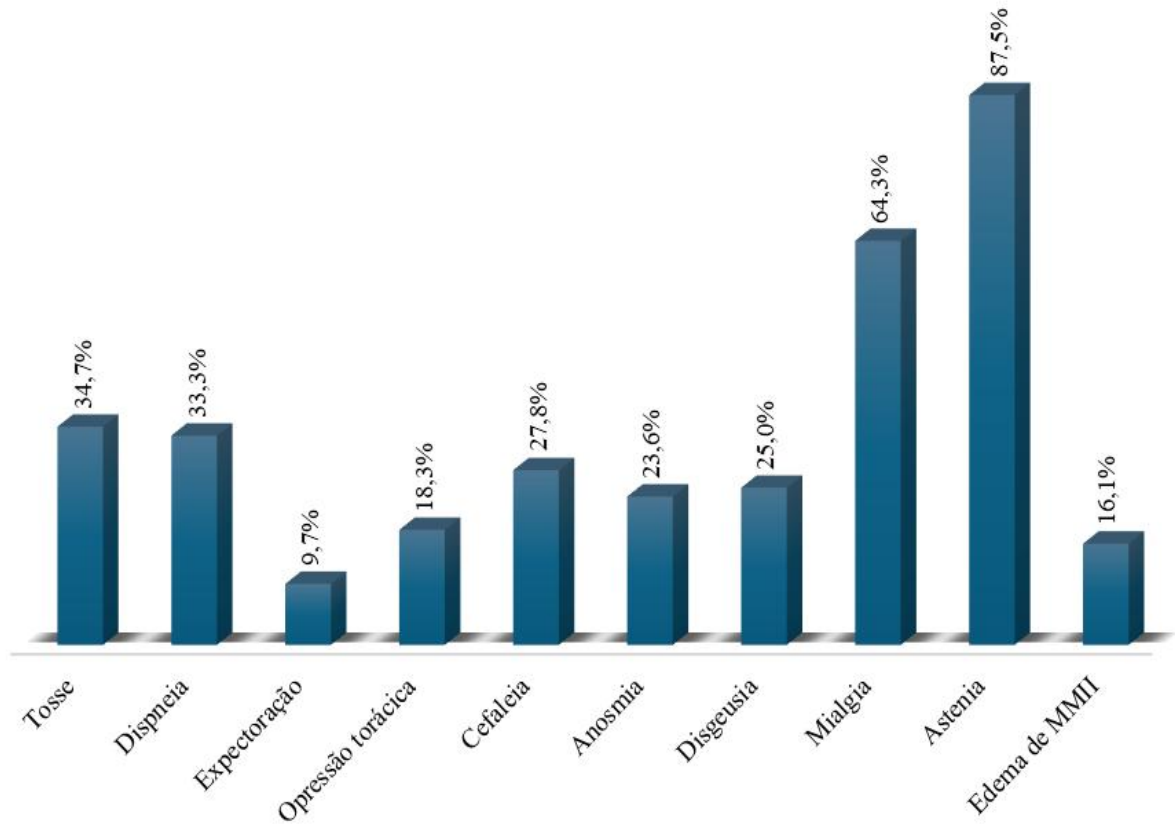


Fonte: elaborado pela autora, 2025.  
Valores expressos em frequência absoluta e relativa.

#### 4.3 SINTOMAS EM AV1 E AV2

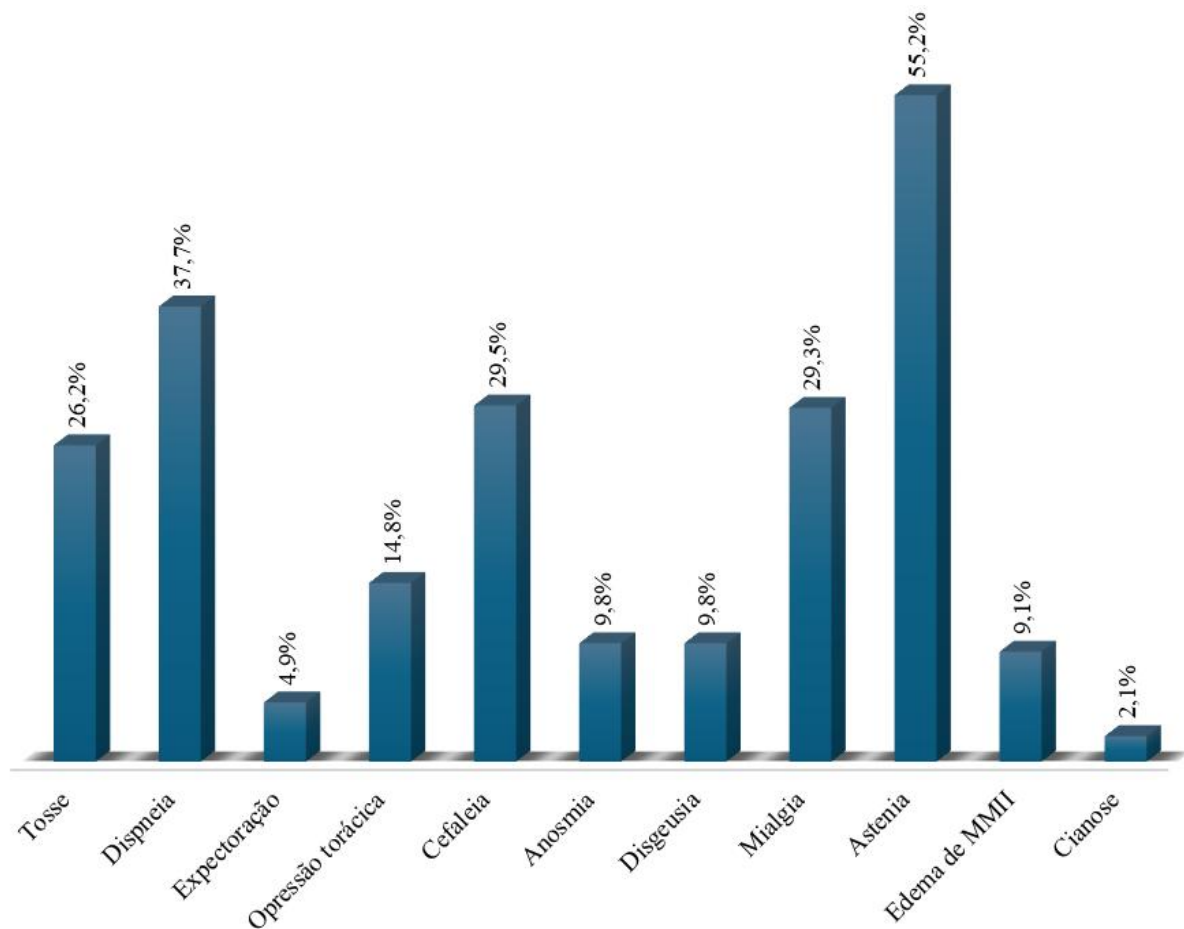
No acompanhamento, em AV1, os sintomas persistentes mais prevalentes foram astenia (87,5%) e mialgia (64,3%). Manifestações sensoriais, como anosmia (23,6%) e disgeusia (25,0%), também foram relatadas (Figura 13). Em AV2 a astenia continuou a ser o sintoma mais relatado (55,2%), agora seguido pela dispneia (37,7%) da amostra (Figuras 14).

Figura 13 – Frequência de sintomas persistentes em AV1 de pacientes pós-COVID-19



Fonte: elaborado pela autora, 2025.  
Valores expressos em frequência absoluta e relativa.

Figura 14 – Frequência de sintomas persistentes em AV2 de pacientes pós-COVID-19



Fonte: elaborado pela autora, 2025.  
Valores expressos em frequência absoluta e relativa.

#### 4.4 ESTADO DE SAÚDE

O estado de saúde dos pacientes foi avaliado utilizando dois instrumentos: CAT e mMRC. Em AV1 o escore do CAT variou de 0 a 31, com mediana de 11 pontos (7–18). A maioria dos pacientes 46 (63,8%) obteve escores iguais ou superiores a 10. Em AV2 variou de 0 a 31 com mediana de 10 pontos (5-15), com redução dos pacientes, 37 (58,7%) com escore superior ou igual a 10.

Em relação ao escore da escala mMRC variou de 0 a 4, com mediana de 1 ponto (0-2) em AV1, com a maioria dos pacientes 46 (63,4%) foi classificada com escores inferiores a 2. Em AV2, a pontuação do mMRC também variou de 0 a 4, com mediana de 1 (0-1), com aumento do número de pacientes, 49 (77,4%) classificados com escores inferiores a 2.

Tabela 2 – Distribuição dos pacientes por níveis de comprometimento no estado de saúde na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19

<b>Variáveis</b>	<b>AV1 (n=72)</b>	<b>AV2 (n=63)</b>
<b>CAT</b>		
Pouco comprometido < 10	26 (36,2)	26 (41,3)
Comprometido ≥ 10	46 (63,8)	37 (58,7)
<b>mMRC</b>		
Baixo risco < 2	46 (63,4)	49 (77,4)
Alto risco ≥ 2	26 (36,6)	14 (22,6)

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: AV1 = primeira avaliação; AV2 = segunda avaliação; CAT = COPD *Assessment Test*; mMRC = escala modificada *Medical Research Council*. Valores expressos em frequência absoluta (n) e relativa (%).

#### 4.5 ESTADO FUNCIONAL

O estado funcional dos pacientes foi avaliado por meio da DPP, funcionalidade pelo SPPB e a capacidade física pelo TSL30s e TSL5r. Na Tabela 3, encontra-se a caracterização dessas variáveis.

Tabela 3 – Distribuição dos pacientes por níveis de comprometimento da força muscular periférica e da capacidade funcional em AV1 e AV2 dos pacientes pós-COVID-19

<b>Variáveis</b>	<b>AV1 (n=72)</b>	<b>AV2 (n=63)</b>
<b>DPP</b>		
Força muscular preservada	25 (34,3)	41 (64,5)
Força muscular reduzida	47 (65,7)	22(35,5)
<b>SPPB</b>		
Funcionalidade preservada (>10 pontos)	42 (58,0)	49 (77,8)
Limitação funcional ( $\leq$ 10 pontos)	30 (42,0)	14 (22,2)
<b>TSL30s</b>		
Capacidade funcional preservada	35 (49,3)	43 (68,3)
Capacidade funcional reduzida	37 (50,7)	20 (31,7)
<b>TSL5r</b>		
Capacidade funcional preservada	28 (38,6)	14 (22,2)
Capacidade funcional reduzida	44 (61,4)	49 (77,8)
<b>VUM4m</b>		
Capacidade funcional preservada	64 (88,6)	60 (95,2)
Capacidade funcional reduzida	8 (11,4)	3 (4,8)

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: AV1 = primeira avaliação; AV2 = segunda avaliação; DPP = dinamometria de preensão palmar; SPPB = *Short Physical Performance Battery*; TSL30s = Teste de Sentar e Levantar de 30 segundos; TSL5r = Teste de Sentar e Levantar de cinco repetições; VUM4m = Teste de Velocidade Usual de Marcha em quatro metros. Valores expressos em frequência absoluta (n) e relativa (%).

#### 4.6 SISTEMA DE OSCILOMETRIA DE IMPULSO

A Tabela 4 mostra os resultados dos parâmetros avaliados pelo IOS em AV1 e AV2, em valores absolutos, percentual do previsto e os alterados.

Tabela 4 – Parâmetros obtidos pelo IOS pré-broncodilatador em AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b>AV1 (n=72)</b>	<b>AV2 (n=63)</b>
<b>Valores absolutos (kPa/L/s)</b>	<b>M(DP)</b>	
Z5 (kPa/L/s)	0,48±0,16	0,44±0,16
R5 (kPa/L/s)	0,45±0,15	0,42±0,14
R20 (kPa/L/s)	0,34±0,10	0,32±0,10
R5-R20 (kPa/L/s)	0,11±0,08	0,09±0,06
X5 (kPa/L/s)	-0,15±0,08	-0,14±0,09
Fres (Hz)	19,30±5,03	18,24±4,15
<b>Valores percentual predito</b>		
Z5 %predito	133,81±43,63	118,93±43,67
R5 %predito	135,17±44,03	119,30±42,05
R20 %predito	136,58±38,33	124,83±39,49
R5-R20 %predito	138,54±81,44	115,27±94,11
X5 %predito	131,63±63,04	121,05±73,17
Fres %predito	140,52±49,33	125,75±33,28
<b>Valores alterados</b>	<b>n (%)</b>	
R5 %predito > 150%	22 (31,4)	10 (16,4)
R20 %predito > 150%	27 (38,6)	15 (24,6)
R5-R20 > 0,07 (kPa/L/s)	46 (63,9)	32 (50,8)
X5 < - 0,12 (kPa/L/s)	48 (66,7)	39 (61,9)
Fres > 14,2 (Hz)	65 (90,3)	51(82,3)

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; AV1 = primeira avaliação; AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância; M = média; DP = desvio padrão; n (%): frequência absoluta e relativa.

#### 4.7 ANÁLISES ESPECÍFICAS DE REGRESSÃO SIMPLES REALIZADAS EM AV1

Foram conduzidas análises de regressão simples para investigar a influência dos parâmetros obtidos pelo IOS sobre os escores finais do estado de saúde avaliado pelo CAT e pela escala mMRC, assim como na funcionalidade, avaliada pelo SPPB e

na capacidade física (TSL30s), dos pacientes avaliados em média três meses após a alta hospitalar.

Os resultados mostraram que valores mais negativos de  $X5_{\%predito}$  estão associados à piora da percepção de dispneia (Tabela 5) e que os valores absolutos de X5, mais altos, estão associados ao melhor desempenho no SPPB (Tabela 7).

Tabela 5 – Influência dos parâmetros do IOS sobre os escores de mMRC na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,06	-0,18; 0,30	0,63
R5 (kPa/L/s)	0,07	-0,16; 0,31	0,53
R20 (kPa/L/s)	0,12	-0,12; 0,36	0,33
R5-R20 (kPa/L/s)	-0,01	-0,25; 0,23	0,95
X5 (kPa/L/s)	0,08	-0,16; 0,32	0,50
Fres (Hz)	-0,08	-0,32; 0,16	0,52
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,23	-0,46; 0,01	0,06
R5 %predito	-0,13	-0,38; 0,11	0,27
R20 %predito	-0,10	-0,34; 0,14	0,42
R5-R20 %predito	-0,13	-0,37; 0,11	0,27
X5 %predito	-0,25	-0,48; -0,01	0,04*
Fres %predito	-0,21	-0,45; 0,03	0,08

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; mMRC = escala modificada *Medical Research Council*. AV1 = primeira avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância; \* Nível de significância adotado de 5% ( $p < 0,05$ ).

Tabela 6 – Influência dos parâmetros do IOS sobre escore CAT na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,06	-0,18; 0,30	0,63
R5 (kPa/L/s)	0,04	-0,20; 0,29	0,73
R20 (kPa/L/s)	-0,03	-0,27; 0,21	0,81
R5-R20 (kPa/L/s)	0,11	-0,13; 0,36	0,35
X5 (kPa/L/s)	-0,12	-0,36; 0,12	0,33
Fres (Hz)	0,01	-0,23; 0,26	0,92
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,05	-0,29; 0,20	0,70
R5 %predito	-0,09	-0,34; 0,15	0,45
R20 %predito	-0,16	-0,41; 0,08	0,19
R5-R20 %predito	-0,02	-0,27; 0,22	0,85
X5 %predito	-0,01	-0,26; 0,24	0,95
Fres %predito	-0,12	-0,37; 0,13	0,33

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; CAT = COPD *Assessment Test*; AV1 = primeira avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância.

Tabela 7 – Influência dos parâmetros do IOS sobre a SPPB na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	-0,04	-0,28; 0,20	0,74
R5 (kPa/L/s)	0,01	-0,23; 0,25	0,92
R20 (kPa/L/s)	0,10	-0,14; 0,35	0,39
R5-R20 (kPa/L/s)	-0,12	-0,36; 0,12	0,31
X5 (kPa/L/s)	0,27	0,04; 0,50	0,02*
Fres (Hz)	-0,07	-0,31; 0,17	0,57
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,05	-0,30; 0,19	0,65
R5 %predito	0,04	-0,20; 0,29	0,71
R20 %predito	0,14	-0,10; 0,38	0,25
R5-R20 %predito	0,01	-0,23; 0,26	0,91
X5 %predito	-0,17	-0,42; 0,07	0,15
Fres %predito	0,01	-0,24; 0,25	0,96

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; SPPB = *Short Physical Performance Battery*; AV1 = primeira avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância. \* Nível de significância adotado de 5% ( $p < 0,05$ ).

Tabela 8 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o TSL30s (valor relativo) na AV1 após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,09	-0,15; 0,33	0,47
R5 (kPa/L/s)	0,10	-0,15; 0,34	0,43
R20 (kPa/L/s)	0,12	-0,12; 0,37	0,31
R5-R20 (kPa/L/s)	0,02	-0,22; 0,26	0,87
X5 (kPa/L/s)	-0,01	-0,25; 0,24	0,95
Fres (Hz)	0,07	-0,17; 0,32	0,55
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,04	-0,28; 0,20	0,75
R5 %predito	0,00	-0,25; 0,25	0,99
R20 %predito	0,10	-0,15; 0,35	0,42
R5-R20 %predito	0,07	-0,18; 0,32	0,58
X5 %predito	-0,05	-0,30; 0,19	0,67
Fres %predito	-0,08	-0,33; 0,17	0,52

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; TSL30S = teste de sentar e levantar de 30 segundos; AV1 = primeira avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância.

#### 4.8 ANÁLISES ESPECÍFICAS DE REGRESSÃO SIMPLES REALIZADAS EM AV2

Em AV2 também foram conduzidas análises de regressão simples para investigar a influência dos parâmetros obtidos pelo IOS sobre os escores finais do estado de saúde avaliado pelo CAT e pela escala mMRC, assim como na funcionalidade, avaliada pelo SPPB e na capacidade física (TSL30s), dos pacientes avaliados em média 12 meses após a alta hospitalar.

Os parâmetros do IOS não influenciaram os escores finais do CAT e do mMRC. Os resultados mostraram que os valores mais altos da Fres estão associados a menor

desempenho funcional pelo SPPB (Tabela 11). Os parâmetros (Z5, R5, R20, R5-R20 e Fres) em percentual do predito apresentam maior influência na redução da capacidade funcional 12 meses após a alta hospitalar, conforme a (Tabela 12).

Tabela 9 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o mMRC na AV2 após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,09	-0,16; 0,35	0,48
R5 (kPa/L/s)	0,09	-0,16; 0,35	0,48
R20 (kPa/L/s)	0,10	-0,16; 0,35	0,45
R5-R20 (kPa/L/s)	0,05	-0,21; 0,30	0,70
X5 (kPa/L/s)	-0,08	-0,33; 0,18	0,54
Fres (Hz)	-0,02	-0,28; 0,23	0,86
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	0,02	-0,24; 0,28	0,86
R5 %predito	0,04	-0,22; 0,30	0,79
R20 %predito	0,01	-0,25; 0,27	0,93
R5-R20 %predito	0,02	-0,24; 0,28	0,89
X5 %predito	-0,03	-0,29; 0,23	0,80
Fres %predito	0,00	-0,26; 0,27	0,99

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; mMRC = escala modificada *Medical Research Council*. AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância.

Tabela 10 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o CAT na avaliação de 12 meses (AV2) após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,04	-0,21; 0,30	0,73
R5 (kPa/L/s)	0,02	-0,24; 0,27	0,89
R20 (kPa/L/s)	-0,04	-0,30; 0,21	0,73
R5-R20 (kPa/L/s)	0,10	-0,15; 0,36	0,42
X5 (kPa/L/s)	-0,11	-0,37; 0,14	0,37
Fres (Hz)	0,02	-0,24; 0,27	0,90
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,07	-0,33; 0,19	0,60
R5 %predito	-0,07	-0,33; 0,18	0,56
R20 %predito	-0,15	-0,41; 0,10	0,24
R5-R20 %predito	0,06	-0,20; 0,32	0,62
X5 %predito	-0,05	-0,31; 0,21	0,71
Fres %predito	0,06	-0,21; 0,32	0,68

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; CAT = COPD *Assessment Test*; AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância.

Tabela 11 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o SPPB na avaliação de 12 meses (AV2) após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	-0,10	-0,35; 0,16	0,45
R5 (kPa/L/s)	-0,05	-0,31; 0,20	0,67
R20 (kPa/L/s)	0,09	-0,17; 0,34	0,50
R5-R20 (kPa/L/s)	-0,24	-0,49; 0,00	0,05
X5 (kPa/L/s)	0,19	-0,06; 0,44	0,14
Fres (Hz)	-0,29	-0,54; -0,05	0,02*
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	0,04	-0,22; 0,30	0,75
R5 %predito	0,07	-0,19; 0,33	0,60
R20 %predito	0,19	-0,06; 0,45	0,14
R5-R20 %predito	-0,14	-0,40; 0,12	0,29
X5 %predito	-0,03	-0,29; 0,23	0,81
Fres %predito	-0,01	-0,27; 0,26	0,95

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; SPPB = *Short Physical Performance Battery*; AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância. \* Nível de significância adotado de 5% ( $p < 0,05$ ).

Tabela 12 – Influência dos parâmetros do IOS sobre o TSL30s na avaliação de 12 meses (AV2) após a alta hospitalar por COVID-19

<b>Parâmetros IOS</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>IC95%</b>	<b>p-valor</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	-0,16	-0,41; 0,09	0,21
R5 (kPa/L/s)	-0,15	-0,41; 0,10	0,23
R20 (kPa/L/s)	-0,17	-0,42; 0,08	0,19
R5-R20 (kPa/L/s)	-0,08	-0,33; 0,18	0,54
X5 (kPa/L/s)	0,03	-0,23; 0,28	0,82
Fres (Hz)	-0,14	-0,40; 0,12	0,28
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,32	-0,57; -0,07	0,01*
R5 %predito	-0,33	-0,57; -0,08	0,01*
R20 %predito	-0,27	-0,52; -0,02	0,03*
R5-R20 %predito	-0,34	-0,58; -0,09	0,01*
X5 %predito	-0,12	-0,38; 0,13	0,34
Fres %predito	-0,35	-0,60; -0,10	0,01*

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

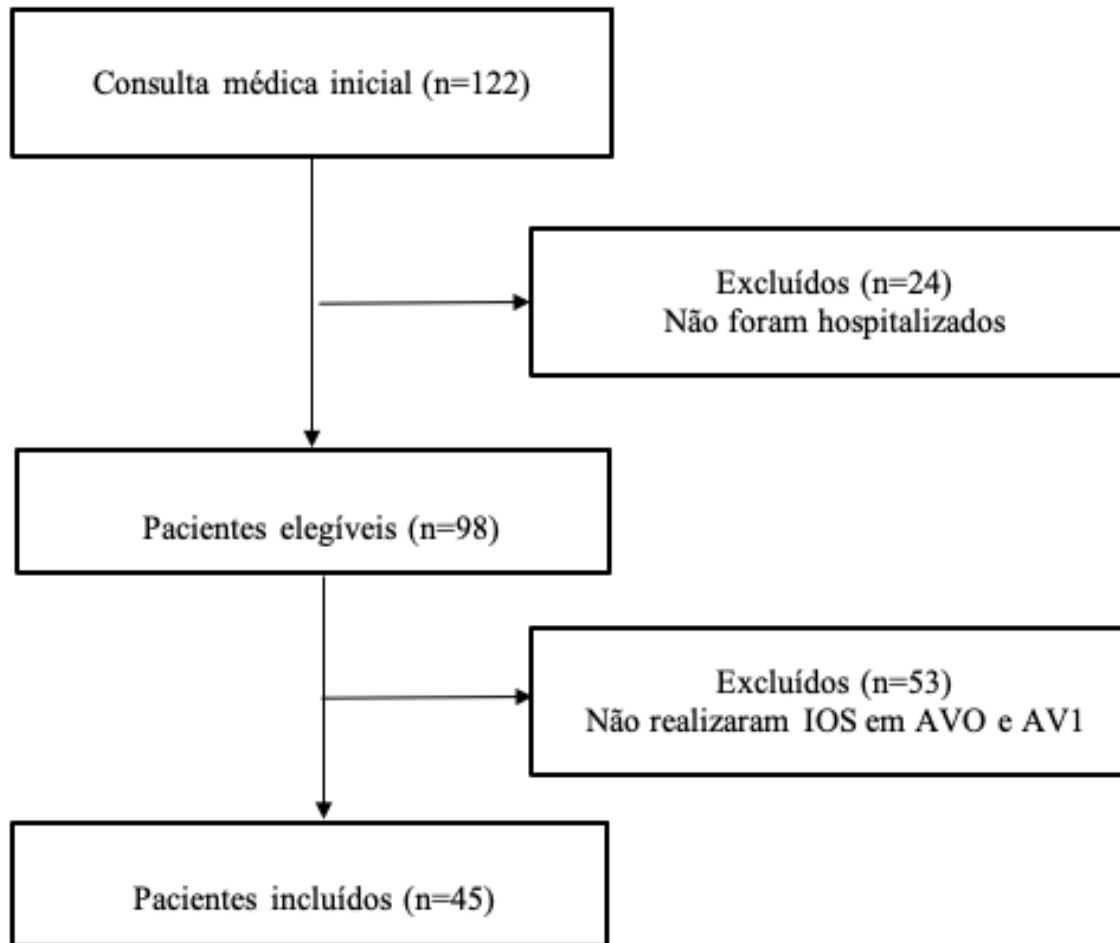
Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; TSL30S = teste de sentar e levantar de 30 segundos; AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância. \* Nível de significância adotado de 5% ( $p < 0,05$ ).

## 4.9 DADOS REFERENTE AOS PACIENTES QUE REALIZARAM IOS EM AV1 E AV2

### 4.9.1 Caracterização da Amostra

Compareceram à consulta médica inicial 122 pacientes. Dentre esses, 24 foram excluídos deste estudo por não terem sido hospitalizados. Foram considerados elegíveis 98 pacientes, destes, 53 pacientes não realizaram a avaliação do IOS nos dois momentos pré-estabelecidos do estudo. Portanto, 45 pacientes foram incluídos (Figura 15).

Figura 15 – Fluxograma do processo de seleção dos participantes



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Entre os participantes, 26 (57,8%) do sexo masculino, com média de idade de 52,0 (DP = 10,1) anos, índice de massa corporal de 32,0 (DP = 4,9), 33 (73,3%) foram classificados com obesidade e 20 pacientes (44,4%) apresentaram histórico de tabagismo. Comorbidades prévias foram relatadas por 34 (75,6%) pacientes, com predomínio das metabólicas (51,1%). Todos os pacientes deste estudo foram hospitalizados, com tempo médio de hospitalização de 27,5 (DP = 13,1) dias. No total, 37 (82,2%) pacientes necessitam de internação na UTI, com média de 17,5 (DP = 10,9) dias de internação, e 32 (71,1%) foram submetidos a VMI, por um período médio de 13,4 (DP = 10,1) dias. A Tabela 13 apresenta as demais informações da caracterização da amostra, estratificados por sexo.

Tabela 13 – Características sociodemográficas, antropométricas e clínicas dos pacientes incluídos no estudo, estratificadas por sexo

Variáveis	Sexo	
	Masculino (n=26)	Feminino (n=19)
<b>IMC (classes)</b>	n (%)	
Magreza	1 (3,8)	0 (0,0)
Eutrofia	1 (3,8)	0 (0,0)
Sobrepeso	4 (15,4)	6 (31,6)
Obesidade	20 (76,9)	13 (68,4)
<b>Gravidade</b>		
Moderado	5 (19,2)	3 (15,8)
Grave	21 (80,8)	16 (84,2)
<b>Tabagismo</b>		
Nunca	14 (53,8)	11 (57,9)
Atual	11 (42,3)	7 (36,8)
Pregresso	1 (3,8)	1 (5,3)
<b>Comorbidades</b>		
Respiratória	3 (11,5)	3 (15,8)
Cardiovascular	6 (23,1)	7 (36,8)
Metabólicas	13 (50,0)	10 (52,6)
Neurológicas	1 (3,8)	0 (0,0)
Outras	4 (15,4)	5 (26,3)
		<b>M (DP)</b>
Idade (anos)	51,2 (9,0)	52,9 (11,5)
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	31,6 (4,9)	32,6 (5,0)
Hospitalização (dias)	21,5 (13,1)	23,4 (16,0)
UTI (dias)	14,4 (9,3)	18,4 (12,9)
VMI (dias)	12,9 (8,9)	13,9 (11,4)

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IMC = Índice de Massa Corporal; Kg/m<sup>2</sup> = razão quilograma por metro quadrado; UTI = Unidade de Terapia Intensiva; VMI = Ventilação Mecânica Invasiva; M = média; DP = desvio padrão. Md = mediana; Valores expressos em frequência relativa e absoluta.

O número médio de dias após a alta hospitalar em AV1 e AV2 foi de 77 e 372, respectivamente. Os escores do CAT e do mMRC foram comparados entre as avaliações (AV1 e AV2), mas não houve diferença com significância estatística nas frequências entre os escores do CAT [ $\chi^2_{(1)} 0,308$ ,  $p = 0,58$ ] e mMRC [ $\chi^2_{(1)} 0,308$ ,  $p = 0,58$ ] (Tabela 14).

Tabela 14 – Caracterização e comparação por níveis de comprometimento no estado de saúde na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19

Variáveis	Tempo observado		p-valor
	AV1	AV2	
<b>CAT</b>			0,58
Pouco comprometido < 10	16 (37,2)	19 (42,2)	
Comprometido ≥ 10	27 (62,8)	26 (57,8)	
<b>mMRC</b>			0,58
Baixo risco < 2	31 (68,9)	34 (77,3)	
Alto risco ≥ 2	14 (31,1)	10 (22,7)	

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: AV1 = primeira avaliação; AV2 = segunda avaliação; CAT = COPD Assessment Test; mMRC = escala modificada *Medical Research Council*. Valores expressos em frequência relativa e absoluta.

Observou-se diferença significativa entre as frequências das distribuições no que se refere aos resultados envolvendo o SPPB [ $\chi^2_{(1)} 4,923$ ,  $p = 0,02$ ], indicando que os pacientes que apresentaram limitação funcional em AV1 evoluíram para capacidade funcional preservada em AV2. Contudo, não foi observada diferença com significância estatística ao avaliar a DPP [ $\chi^2_{(1)} 3,500$ ,  $p = 0,06$ ], TSL5r [ $\chi^2_{(1)} 2,769$ ,  $p = 0,09$ ], TLS30s [ $\chi^2_{(1)} 2,083$ ,  $p = 0,15$ ] e a VUM4m [ $\chi^2_{(1)} 0,250$ ,  $p = 0,62$ ] (Tabela 15).

Tabela 15 – Caracterização e comparação entre os parâmetros de força muscular periférica e variáveis quantitativas do estado funcional

Variáveis	Tempo observado		p-valor
	AV1	AV2	
<b>DPP</b>			0,06
Força muscular preservada	8 (18,2)	20 (44,4)	
Força muscular reduzida	36 (81,8%)	25 (55,6)	
<b>SPPB</b>			0,02*
Funcionalidade preservada (>10 pontos)	27 (60,0)	36 (80,0)	
Limitação funcional ( $\leq$ 10 pontos)	18 (40,0)	9 (20,0)	
<b>TSL30s</b>			0,15
Capacidade funcional preservada	24 (54,5)	31 (68,9)	
Capacidade funcional reduzida	20 (45,5)	14 (31,1)	
<b>TSL5r</b>			0,09
Capacidade funcional preservada	28 (62,2)	36 (80,0)	
Capacidade funcional reduzida	17 (37,8)	9 (20,0)	
<b>VUM4m</b>			0,62
Capacidade funcional preservada	41(91,1)	43 (95,6)	
Capacidade funcional reduzida	4 (8,9)	2 (4,4)	

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: DPP = Dinamometria de Preensão Palmar; SPPB = *Short Physical Performance Battery*; TSL30s = Teste de Sentar e Levantar de 30 segundos; TSL5r = Teste de Sentar e Levantar de cinco repetições; VUM4m = Teste de Velocidade Usual de Marcha em quatro metros. Valores expressos em frequência absoluta (n) e relativa (%). \* Nível de significância adotado de 5% ( $p < 0,05$ ).

Os valores absolutos e previstos do IOS são fornecidos na Tabela 16. Estes mostraram que houve diferença significativa entre a  $R5-R20_{(kPa/L/s)}$  [ $t_{(44)} 2,035$ ,  $p = 0,05$ ], observou-se que em AV1 a resistência estava em média maior em comparação com AV2. Também foi identificado diferença significativa entre  $R5Hz$  (% previsto) [ $t_{(44)} = 2,223$ ;  $p = 0,03$ ] e a  $Fres$ (% previsto) [ $t_{(44)} 2,915$ ,  $p = 0,01$ ]. Esses achados demonstram que, em média, ambos parâmetros estavam maiores em AV1 em comparação com AV2. Foi observada um declínio no número de pacientes com alterações nos parâmetros do IOS, com exceção de X5 que manteve o mesmo número, entre AV1 e AV2, porém essa redução não foi significativa.

Tabela 16 – Comparação e caracterização entre os parâmetros obtidos pelo IOS pré-broncodilatador em AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19

Parâmetros IOS	Tempo observado		p-valor
	AV1	AV2	
<b>Valores absolutos</b>	<b>M(DP)</b>		
Z5 (kPa/L/s)	0,49±0,17	0,46±0,17	0,17
R5 (kPa/L/s)	0,46±0,15	0,43±0,15	0,11
R20 (kPa/L/s)	0,35±0,11	0,33±0,10	0,21
R5-R20 (kPa/L/s)	0,12±0,07	0,10±0,08	0,05*
X5 (kPa/L/s)	-0,16±0,09	-0,15±0,10	0,77
Fres (Hz)	19,23±4,78	18,35±4,52	0,11
<b>Valores percentual predito</b>			
Z5 %predito	135,52±40,37	123,97±48,83	0,06
R5 %predito	136,70±41,20	124,64±41,81	0,03*
R20 %predito	139,88±38,72	130,75±37,84	0,08
R5-R20 %predito	171,03±282,57	119,83±99,34	0,13
X5 %predito	133,89±65,58	124,76±80,64	0,50
Fres %predito	136,98±41,37	126,48±36,60	0,01*
<b>Valores alterados</b>	<b>n (%)</b>		
R5 %predito > 150%	15 (33,3)	12 (26,7)	0,55
R20 %predito > 150%	18 (40,0)	13 (29,5)	0,18
R5-R20 > 0,07 (kPa/L/s)	29 (64,4)	23 (51,1)	0,15
X5 < - 0,12 (kPa/L/s)	19 (42,2)	19 (42,2)	1,00
Fres > 14,2 (Hz)	41 (91,1)	36 (80,0)	0,12

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; AV1 = primeira avaliação; AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; \*: significância do teste t pareado ( $p \leq 0,05$ ); Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: Valores expressos em frequência absoluta (n) e relativa (%). \* Nível de significância adotado de 5% ( $p < 0,05$ ).

Os resultados demonstraram que os parâmetros que compõem o IOS não foram considerados preditores quando avaliados pelo estado de saúde, por meio do CAT (Tabela 17) e mMRC (Tabela 18) em ambas as avaliações.

Tabela 17 – Influência dos parâmetros obtidos pelo IOS e sua relação sobre o escore CAT na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19

<b>Parâmetros avaliados em AV1</b>	<b>β</b>	<b>p-valor</b>	<b>IC95%</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,08	0,59	-0,22; 0,38
R5 (kPa/L/s)	0,04	0,78	-0,26; 0,35
R20 (kPa/L/s)	-0,12	0,43	-0,42; 0,19
R5-R20 (kPa/L/s)	0,26	0,08	-0,03; 0,56
X5 (kPa/L/s)	-0,20	0,19	-0,50; 0,10
Fres (Hz)	0,13	0,40	-0,18; 0,43
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	0,02	0,90	-0,29; 0,33
R5 %predito	0,00	1,00	-0,31; 0,31
R20 %predito	-0,23	0,12	-0,53; 0,06
R5-R20 %predito	0,28	0,06	-0,01; 0,58
X5 %predito	0,20	0,19	-0,10; 0,50
Fres %predito	0,21	0,17	-0,09; 0,51
<b>Parâmetros avaliados em AV2</b>	<b>β</b>	<b>p-valor</b>	<b>IC95%</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,07	0,65	-0,24; 0,38
R5 (kPa/L/s)	0,06	0,70	-0,25; 0,37
R20 (Kpa/L/s)	-0,04	0,80	-0,34; 0,27
R5-R20 (kPa/L/s)	0,22	0,15	-0,08; 0,52
X5 (kPa/L/s)	-0,01	0,96	-0,31; 0,30
Fres (Hz)	0,11	0,48	-0,20; 0,41
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,07	0,64	-0,38; 0,23
R5 %predito	-0,06	0,68	-0,37; 0,24
R20 %predito	-0,19	0,22	-0,49; 0,11
R5-R20 %predito	0,15	0,32	-0,15; 0,45
X5 %predito	-0,12	0,44	-0,42; 0,19
Fres %predito	0,05	0,72	-0,25; 0,36

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; CAT = COPD *Assessment Test*; AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; β: coeficiente beta; IC: intervalo de confiança; kPa: quilopascal; L: litros; s: segundos; Hz: Hertz. Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância.

Tabela 18 – Influência dos parâmetros obtidos pelo IOS e sua relação sobre o escore mMRC na AV1 e AV2 em pacientes pós-COVID-19

<b>Parâmetros avaliados em AV1</b>	<b>β</b>	<b>p-valor</b>	<b>IC95%</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,10	0,50	-0,20; 0,41
R5 (kPa/L/s)	0,12	0,42	-0,18; 0,43
R20 (kPa/L/s)	0,13	0,40	-0,18; 0,43
R5-R20 (kPa/L/s)	0,09	0,56	-0,22; 0,40
X5 (kPa/L/s)	0,06	0,70	-0,25; 0,37
Fres (Hz)	-0,08	0,61	-0,38; 0,23
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	-0,05	0,74	-0,36; 0,26
R5 %predito	-0,01	0,94	-0,32; 0,30
R20 %predito	-0,02	0,87	-0,33; 0,28
R5-R20 %predito	-0,13	0,40	-0,43; 0,18
X5 %predito	-0,19	0,20	-0,49; 0,11
Fres %predito	-0,17	0,26	-0,47; 0,13
<b>Parâmetros avaliados em AV2</b>	<b>β</b>	<b>p-valor</b>	<b>IC95%</b>
<b>Valores absolutos</b>			
Z5 (kPa/L/s)	0,05	0,74	-0,26; 0,36
R5 (kPa/L/s)	0,07	0,65	-0,24; 0,38
R20 (kPa/L/s)	0,08	0,58	-0,22; 0,39
R5-R20 (kPa/L/s)	0,00	0,99	-0,30; 0,31
X5 (kPa/L/s)	0,06	0,71	-0,25; 0,36
Fres (Hz)	-0,01	0,92	-0,32; 0,29
<b>Valores preditos</b>			
Z5 %predito	0,06	0,70	-0,25; 0,37
R5 %predito	0,08	0,60	-0,22; 0,39
R20 %predito	0,09	0,54	-0,21; 0,40
R5-R20 %predito	0,03	0,84	-0,28; 0,34
X5 %predito	-0,08	0,61	-0,38; 0,23
Fres %predito	-0,03	0,85	-0,34; 0,28

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Legenda: IOS: sistema de oscilometria de impulso; mMRC = escala modificada *Medical Research Council*. AV2 = segunda avaliação; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; Kpa/L/s: unidade de medida em Kilopascal por litro por segundo; β: coeficiente beta; IC: intervalo de confiança; kPa: quilopasca Hz: Hertz; Z5: impedância respiratória a 5 Hz; R5: resistência total; R20: resistência central; R5-R20: resistência das vias aéreas periféricas; X5: reatância a 5 Hz; Fres: frequência de ressonância.

## 5 DISCUSSÃO

Os principais resultados deste estudo mostram que pacientes que foram hospitalizados por COVID-19 apresentam alterações significativas em diferentes aspectos, como os sintomas persistentes, estado funcional e as propriedades mecânicas do sistema respiratório, avaliadas em curto [três meses (AV1)] e longo [12 meses (AV2)] prazo após a alta hospitalar. Embora tenha sido observada uma tendência geral de melhora em algumas variáveis entre AV1 e AV2, muitos pacientes mantiveram queixas persistentes, principalmente fadiga e dispneia, o que confirma o impacto prolongado da doença. Além disso, o IOS destacou alterações nas pequenas vias aéreas, mesmo em pacientes sem alterações significativas nos escores clínicos, sugerindo que seu uso na prática clínica é importante na detecção precoce das sequelas pulmonares.

Na fase aguda da doença, os sintomas mais prevalentes foram: tosse (91,7%), febre (90,7%), fadiga (88,9%), seguida da dispneia (88,7%). No estudo de Huang et al. (2020)<sup>11</sup>, o sintoma mais comum no início da doença foi a febre em 40 (98%) de 41 pacientes, seguido de tosse 31 (76%), mialgia ou fadiga 18 (44%) e dispneia em 55% dos pacientes. Nas avaliações realizadas neste estudo, a fadiga foi a queixa mais frequente, relatada por 87,5% e 55,2% respectivamente em AV1 e AV2. Seguido de mialgia (64%) em AV1 e dispneia (37%) em AV2. Resultados que são consistentes com a literatura, que apontam a dispneia, fadiga e comprometimento neurocognitivo como os sintomas mais comuns em pacientes com COVID longa<sup>9,15,35,102,103</sup>.

Esses achados também estão de acordo com o estudo brasileiro de Lopes et al. (2021)<sup>9</sup>, que observou fadiga em 89,8% e 64,4% dos pacientes, em avaliações realizadas em dois e cinco meses, respectivamente ( $p = 0,0007$ ). No mesmo estudo, 49 (83,1%) e 32 (54,2%) pacientes, relataram dispneia nas mesmas avaliações ( $p = 0,0004$ ). A fadiga foi identificada como o sintoma mais persistente e com maior impacto funcional<sup>46,103,104,105</sup>. Esses autores sugerem que a fadiga na COVID longa pode ter origem multifatorial, incluindo a baixa capacidade física, inflamação sistêmica, redução mitocondrial e fatores neuromusculares. Nos estudos de Zhao et al. (2020)<sup>21</sup>, Mancuzo et al. (2021)<sup>27</sup> e Prata et al. (2024)<sup>13</sup>, reforçam que esses sintomas podem persistir por até um ano após a recuperação da COVID longa, evidenciando a necessidade do acompanhamento prolongado.

Os escores de estado de saúde mensurados pelo CAT e mMRC não mostraram diferenças estatísticas entre os momentos avaliados. No entanto, observou-se melhora clínica com aumento do número de pacientes classificados como baixo risco (mMRC < 2) e pouco comprometidos (CAT < 10). Esses achados corroboram com Skjorten et al. (2021)<sup>105</sup>, Lerum et al. (2021)<sup>31</sup>, Scaramuzzo et al. (2022)<sup>34</sup> e Sahin et al. (2023)<sup>35</sup> que indicam que a dispneia residual não se associa à gravidade da doença inicial e por ter causas multifatoriais, como disfunção pulmonar, alterações nas vias aéreas periféricas (falta de homogeneidade da ventilação periférica, lesão das vias aéreas e/ou parênquima, anormalidades microvasculares ou uma combinação desses eventos) ou a fatores extrapulmonares, como redução da atividade física, hipóxia, desnutrição, inflamação sistêmica e danos extrapulmonares<sup>31,46</sup>.

Estudo de Sahin et al. (2023)<sup>35</sup> evidenciou que alterações nas pequenas vias aéreas podem estar diretamente relacionadas à persistência dos sintomas, reforçando a importância do IOS como para identificar disfunções respiratórias mesmo após a recuperação inicial. Prata et al. (2024)<sup>13</sup>, também avaliaram os sintomas persistentes, função pulmonar e qualidade de vida, após um ano da internação por COVID-19, concluíram que há vários mecanismos para a persistência dos sintomas 12 meses após a hospitalização. Apesar de seu potencial, o IOS é subutilizado na prática clínica em adultos, atualmente mais um instrumento de pesquisa, principalmente, pela falta de padronização na interpretação dos resultados e baixa familiaridade dos profissionais<sup>79</sup>. Adicionar o IOS à rotina clínica, pode proporcionar benefícios importantes, incluindo informações mais detalhadas sobre as propriedades mecânicas do sistema respiratório, possibilitando a diferenciação de resistência e reatância em diferentes níveis das vias aéreas (2024)<sup>38</sup>.

Neste estudo, foi observado uma melhora significativa, no valor absoluto de R5-R20 ( $p = 0,05$ ), e percentual do predito de R5 ( $p = 0,03$ ) e Fres ( $p = 0,01$ ), entre AV1 e AV2, o que sugere uma recuperação parcial das vias aéreas periféricas ao longo do tempo. Resultados estes que estão em consonância com os estudos de Lopes et al. (2021)<sup>9</sup>, Suppini et al. (2020)<sup>82</sup>, Lu et al. (2023)<sup>106</sup>; Sarkar et al. (2023)<sup>65</sup>; Matesanz-López et al. (2024)<sup>38</sup>; Po-Chun et al. (2024)<sup>15</sup> que destacaram a alta sensibilidade do IOS para detectar alterações das pequenas vias aéreas mesmo quando outros métodos não indicaram anormalidades ou os pacientes não apresentaram sintomas. O receptor da enzima conversora de angiotensina 2 é

utilizado pelo SARS-CoV-2 para entrada viral e está localizado principalmente nas vias aéreas menores e nos alvéolos<sup>107</sup>. Isso pode resultar em um efeito viral direto nas pequenas vias aéreas de pacientes com COVID-19 longo, que está correlacionado com hiperinsuflação pulmonar e dispneia persistente<sup>36</sup>, associada a um aumento das resistências das vias aéreas periféricas<sup>9</sup> e / ou uma redução da DCO<sup>31</sup>.

Apesar da melhora clínica, mais de 50% dos pacientes mantiveram persistência nas alterações da R5 acima de 150% e R5-R20 superior a 0,07 kPa/(L/s) em ambas as avaliações. Lopes et al. (2021)<sup>9</sup> evidenciaram que os parâmetros como R4-R20 > 20% são marcadores confiáveis de disfunção em pequenas vias aéreas, presentes em mais da metade após 12 meses. A presença dessas alterações está relacionada à hiperinsuflação pulmonar estática que pode ser um mecanismo relevante para a dispneia pós-COVID-19<sup>15,79</sup>. Na prática, um R5 maior do que R20 significa doença das pequenas vias aéreas, e o aumento de ambos os parâmetros (R20 e R5) indica doença das vias aéreas proximais<sup>9,27,30</sup>. A presença de valores elevados de R5-R20 e AX foi associados a dispneia em diferentes estudos<sup>36,79</sup>, sugerindo obstrução das pequenas vias aéreas, estreitamento heterogêneo nas vias aéreas periféricas, embora também possa ser afetada pela heterogeneidade de vias aéreas mais centrais, constantes de tempo e pelo fluxo de derivação das vias aéreas superiores<sup>72</sup>.

Doenças que afetam a elasticidade do pulmão irão aumentar negativamente a capacitância (X5 será mais negativo), ou seja, a Xsr em baixas frequências (5 Hz), tem relação com as propriedades elásticas e intersticiais do pulmão<sup>82</sup>. Valores que podem ser influenciados pela idade e peso<sup>82</sup>. Neste estudo, nos dois momentos de avaliação o total de 19 (42,2%) os pacientes mantiveram os valores anormais nesta variável. Estudos brasileiros, como o de Mancuzo et al. (2021)<sup>27</sup>, também identificaram alterações duradouras na mecânica das vias aéreas em sobreviventes da COVID-19, especialmente naqueles com comorbidades metabólicas e obesidade, fatores amplamente presentes na amostra deste estudo.

Estudos como o de Zhang et al. (2021)<sup>28</sup> e Chaiwong et al. (2023)<sup>108</sup>, relataram alterações respiratórias e funcionais persistentes até um ano após a alta, mesmo em pacientes submetidos à reabilitação. Esse padrão foi observado também em nossa amostra, especialmente entre os 45 pacientes que realizaram IOS nos dois momentos, destacando que apesar das melhorias médias, uma parcela expressiva mantém sequelas respiratórias. Além disso, estudos como o de Ortiz et al. (2020)<sup>107</sup>, Li et al (2021)<sup>109</sup> e Scaramuzzo et al. (2022)<sup>34</sup> reforçam a hipótese de que os danos

às pequenas vias aéreas e alterações intersticiais podem gerar alterações detectáveis no IOS, mesmo quando espirometria e DCO permanecem dentro da normalidade.

Em relação ao estado funcional, observou-se melhora significativa nos escore do SPPB ( $p = 0,02$ ), com aumento na proporção de pacientes com funcionalidade preservada, de 58,0% em AV1 para 77,8% em AV2. Resultados que corroboram com os achados de Ribeiro et al. (2022)<sup>39</sup>, Almeida et al. (2023)<sup>12</sup> e Pollini et al. (2024)<sup>4</sup> ressaltam a importância de programas de reabilitação prolongadas, com intervenções específicas para recuperação muscular e funcional pós-COVID-19. As variáveis DPP, TSL30s e TSL5r, também demonstraram evolução positiva, embora sem significância, reforçando a presença de limitações musculoesqueléticas e funcionais que perduram mesmo após um ano da alta hospitalar.

O desempenho reduzido nos testes físicos também foi descrito por Cortés-Telles et al. (2021)<sup>32</sup>, que demonstrou que a performance no teste de caminhada de seis minutos permanece reduzida mesmo um ano após a infecção por SARS-CoV-2, especialmente entre os pacientes com maior tempo de internação ou os que necessitaram de VMI. Taboada et al. (2021)<sup>5</sup>, afirmam que 53% dos pacientes mantinham redução da qualidade de vida e 44% apresentavam capacidade funcional limitada seis meses após a alta hospitalar. Tabota et al. (2020)<sup>5</sup>, Frota et al (2020)<sup>110</sup>, Mancuzo et al. (2021)<sup>27</sup>, Ribeiro et al. (2022)<sup>39</sup> e Singh et al. (2023)<sup>46</sup>, alertam para o fato de que a recuperação funcional é heterogênea e pode ser limitada pela presença de comorbidades metabólicas, idade avançada, inflamação crônica, lesões endoteliais, tempo de internação, sedentarismo pós alta hospitalar e alterações neuropsicológicas persistentes.

Em uma revisão sistemática de Almeida et al. (2023)<sup>12</sup>, concluiu-se que a capacidade funcional, avaliada por SPPB, teste de caminhada de seis minutos e testes de força muscular, permanece prejudicada em uma proporção significativa de pacientes pós-COVID-19. Assim como na meta-análise de Dustenfelt et al. (2022)<sup>103</sup>, afirmam que a capacidade de exercício foi reduzida mais de três meses após a infecção por SARS-CoV-2 entre indivíduos com sintomas persistentes em comparação com indivíduos sem sintomas. Essa limitação física tem implicações diretas na reintegração social e laboral dos pacientes Niyatiwatchanchai et al. (2022)<sup>111</sup> e Almeida et al. (2023)<sup>12</sup>, o que justifica a adoção de protocolos de reabilitação, reduzir os sintomas persistentes e melhorar a qualidade de vida a longo prazo.

A diminuição da força de preensão palmar, observada em 36 (81,8%) em AV1 e 25 (55,6%) em AV2, está de acordo com Qorolli et al. (2023)<sup>19</sup> que identificaram a força de preensão manual reduzida em 33% dos pacientes, desempenho inferior a 80% do valor de referência. Assim como, identificaram uma pontuação média de 9 (8-10) no SPBB, com 67% dos pacientes apresentando escore < 10 3 18% com escore < 7, indicando grave incapacidade física. Esses achados reforçam a importância da avaliação funcional ampla. Outro aspecto importante em pacientes com COVID-19 que estão internados é que longos períodos de restrições de movimento e a própria internação podem reduzir a função física, devido à redução da força muscular, mobilidade articular, capacidade respiratória, entre outros. Em consequência, há prejuízos na realização das atividades de vida diária, reduzindo a autonomia e independência do paciente e impactando negativamente sua qualidade de vida<sup>12</sup>. Uma melhor compreensão das repercussões funcionais da COVID-19 pode ajudar no desenho e implementação de estratégias e intervenções voltadas para a recuperação da incapacidade que possam melhorar a qualidade de vida dessa população<sup>12</sup>.

## 5.1 LIMITAÇÕES

Embora este estudo tenha fornecido importantes informações sobre a evolução funcional e respiratória de pacientes pós-COVID-19, é importante reconhecer as limitações do estudo apresentado. Primeira limitação é a característica unicêntrica do estudo, o que dificulta a contextualização dos dados em outras regiões. Segundo refere-se ao tamanho amostral reduzido, visto que os pacientes que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa, ao longo do tempo não completaram as avaliações ou desistiram de participar. Terceira limitação é a ausência de grupo controle, para a comparação dos achados, visto a dificuldade nos pontos de corte para o IOS em adultos. No entanto, essas limitações podem restringir as inferências, mas não invalidam os resultados apresentados. Pois os achados encontrados foram análises realizadas com pacientes que necessitam de internação hospitalar e instrumentos específicos para mensurar as propriedades mecânicas do sistema respiratório e o estado funcional.

## **6 CONCLUSÃO**

Este estudo contribuiu para a literatura científica ao oferecer importantes informações longitudinais de pacientes hospitalizados pela COVID-19. Os resultados evidenciam que, os pacientes após um ano da sua alta hospitalar apresentam persistência de sintomas, alterações nas propriedades mecânicas do sistema respiratório e declínio funcional. Embora haja melhora funcional e respiratória ao longo do tempo, as sequelas pós-COVID-19 permanecem significativas em muitos pacientes. Esses achados reforçam a importância de programas de reabilitação física e respiratória contínuos, bem como a utilização de instrumentos como o IOS para monitoramento detalhado e precoce dos pacientes na prática clínica. Estudos futuros com maior poder estatístico e períodos de acompanhamento mais extensos são necessários para aprofundar o entendimento sobre a progressão das sequelas pós-COVID-19 e guiar a incorporação do IOS na prática clínica para o monitoramento precoce desses pacientes.

## REFERÊNCIAS

1. Simpson R, Robinson L. Rehabilitation After Critical Illness in People With COVID-19 Infection. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020;99(6):470-474. DOI: 10.1097/PHM.0000000000001443
2. Barker-Davies RM, O'Sullivan O, Senaratne KPP, Baker P, Cranley M, Dharm-Datta S, et al. The Stanford Hall consensus statement for post-COVID-19 rehabilitation. *Br J Sports Med.* 2020;54(16):949-959. DOI: 10.1136/bjsports-2020-102596
3. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med.* 2021;27(4):601-615. DOI: 10.1038/s41591-021-01283-z
4. Pollini E, Lazzarini SG, Cordani C, Del Furia MJ, Kiekens C, Negrini S, et al. Effectiveness of Rehabilitation Interventions on Adults With COVID-19 and Post-COVID-19 Condition. A Systematic Review With Meta-analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2024;105(1):138-149. doi: 10.1016/j.apmr.2023.08.023
5. Taboada M, Moreno E, Cariñena A, Rey T, Pita-Romero R, Leal S, et al. Quality of life, functional status, and persistent symptoms after intensive care of COVID-19 patients. *Br J Anaesth.* 2021;126(3):e110-e113. DOI: 10.1016/j.bja.2020.12.007
6. Rodriguez-Morales AJ, Cardona-Ospina JA, Gutiérrez-Ocampo E, Villamizar-Peña R, Holguin-Rivera Y, Escalera-Antezana JP, et al. Clinical, laboratory and imaging features of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Travel Med Infect Dis.* 2020;34:101623. DOI: 10.1016/j.tmaid.2020.101623
7. Al-Ani AH, Prentice RE, Rentsch CA, Johnson D, Ardalán Z, Heerasing N, et al. Review article: prevention, diagnosis and management of COVID-19 in the IBD patient. *Aliment Pharmacol Ther.* 2020;52(1):54-72. DOI: 10.1111/apt.15779

8. Ramakrishnan RK, Kashour T, Hamid Q, Halwani R, Tleyjeh IM. Unraveling the Mystery Surrounding Post-Acute Sequelae of COVID-19. *Front Immunol.* 2021;12:686029. DOI: 10.3389/fimmu.2021.686029
9. Lopes AJ, Mafort TT, da Cal MS, Monnerat LB, Litrento PF, Ramos I, de Oliveira RFJ, da Costa CH, Rufino R. Impulse Oscillometry Findings and Their Associations With Lung Ultrasound Signs in COVID-19 Survivors. *Respir Care.* 2021 Nov;66(11):1691-1698. doi: 10.4187/respcare.09193
10. Vontetsianos A, Chynkiamis N, Anagnostopoulou C, Lekka C, Zaneli S, Anagnostopoulos N, et al. Small airways dysfunction and lung hyperinflation in long COVID-19 patients as potential mechanisms of persistent dyspnoea. *Adv Respir Med.* 2024;92(5):329–337. doi:10.3390/arm92050031
11. Huang Y, Tan C, Wu J, Chen M, Wang Z, Luo L, et al. Impact of coronavirus disease 2019 on pulmonary function in early convalescence phase. *Respir Res.* 2020;21(1):163. DOI: 10.1186/s12931-020-01429-6
12. Almeida F. D. et al. A systematic review on physical function, activities of daily living and health-related quality of life outcomes in COVID-19 survivors. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 5, p. 1298, 2022. DOI: 10.3390/jcm11051298
13. Prata MMG, Costa IB, Bezerra TS, et al. Avaliação da função pulmonar e qualidade de vida de pacientes pós-COVID-19: estudo prospectivo multicêntrico. *J Bras Pneumol.* 2024;50(1):e20230241. doi:10.36416/1806-3756/e20230241.
14. Daher A, Balfanz P, Cornelissen C, Müller A, Bergs I, Marx N, et al. Follow up of patients with severe coronavirus disease 2019 (COVID-19): Pulmonary and extrapulmonary disease sequelae. *Respir Med.* 2020;174:106197. DOI: 10.1016/j.rmed.2020.106197
15. Lo PC, Feng JY, Hsiao YH, Su KC, Chou KT, Chen YM, Ko HK, Perng DW. Long COVID symptoms after 8-month recovery: persistent static lung hyperinflation

associated with small airway dysfunction. *Respir Res.* 2024 May 15;25(1):209. doi: 10.1186/s12931-024-02830-1

16. Antoniou, K. M. et al. Functional impairment in COVID-19 patients 12 months after hospital discharge: A multicenter study. *Journal of Clinical Medicine*, v. 11, n. 23, p. 7054, 2022. DOI: 10.3390/jcm11237054.

17. Estebanez-Pérez M J. et al. Long-term outcomes in COVID-19 survivors: pulmonary function, exercise capacity, and health-related quality of life. *Respiratory Research*, v. 23, n. 1, p. 98, 2022. DOI: 10.1186/s12931-022-02036-6.

18. Larrateguy, L. et al. Respiratory and functional outcomes after COVID-19 infection: a longitudinal cohort study. *Archivos de Bronconeumología (English Edition)*, v. 59, n. 4, p. 273–280, 2023. DOI: 10.1016/j.arbres.2022.08.001.

19. Qorolli M, Beqaj S, Ibrahim-Kaçuri D, Murtezani A, Krasniqi V, Mačak Hadžiomerović A. Functional status and quality of life in post-COVID-19 patients two to three weeks after hospitalization: A cross-sectional study. *Health Sci Rep.* 2023 Aug 22;6(8):e1510. doi: 10.1002/hsr2.1510.

20. Torres-Castro R, et al. Long-term impact of COVID-19 on lung function: a systematic review and meta-analysis. *Ann Am Thorac Soc.* 2023;20(4):610-618. doi:10.1513/AnnalsATS.202210-847OC

21. Zhao YM, Shang YM, Song WB, Li QQ, Xie H, Xu QF, et al. Follow-up study of the pulmonary function and related physiological characteristics of COVID-19 survivors three months after recovery. *E Clinical Medicine.* 2020;25:100463. DOI: 10.1016/j.eclinm.2020.100463

22. Torres-Castro R, Vasconcello-Castillo L, Alsina-Restoy X, Solis-Navarro L, Burgos F, Puppo H, et al. Respiratory function in patients post-infection by COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Pulmonology.* 2021;27(4):328-337. DOI: 10.1016/j.pulmoe.2020.10.013

23. Mo X, Jian W, Su Z, Chen M, Peng H, Peng P, et al. Abnormal pulmonary function in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur Respir J*. 2020;55:2001217. DOI: 10.1183/13993003.01217-2020
24. Huang C, Huang L, Wang Y, Li X, Ren L, Gu X, et al. 6-month consequences of COVID-19 in patients discharged from hospital: a cohort study. *Lancet*. 2021;397(10270):220-232. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)32656-8
25. Nusair S. Abnormal carbon monoxide diffusion capacity in COVID-19 patients at time of hospital discharge. *Eur Respir J*. 2020;56(1):2001832. DOI: 10.1183/13993003.01832-2020
26. Polese J, Sant'Ana L, Moulaz IR, Lara IC, Bernardi JM, Lima MD, et al. Pulmonary function evaluation after hospital discharge of patients with severe COVID-19. *Clinics*. 2021;76:e2848. DOI:10.6061/clinics/2021/e2848
27. Mancuzo EV, Marinho CC, Machado-Coelho GLL, Batista AP, Oliveira JF, Andrade BH, et al. Lung function of patients hospitalized with COVID-19 at 45 days after hospital discharge: first report of a prospective multicenter study in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2021;47(6):e20210162. DOI:10.36416/1806-3756/e20210162
28. Zhang S, Bai W, Yue J, Qin L, Zhang C, Xu S, et al. Eight months follow-up study on pulmonary function, lung radiographic, and related physiological characteristics in COVID-19 survivors. *Sci Rep*. 2021;11(1):13854. DOI: 10.1038/s41598-021-93191-y
29. Huang L, Yao Q, Gu X, Wang Q, Ren L, Wang Y, et al. 1-year outcomes in hospital survivors with COVID-19: a longitudinal cohort study. *Lancet*. 2021;398(10302):747-758. DOI: 10.1016/S0140-6736(21)01755-4
30. Guler SA, Ebner L, Aubry-Beigelman C, Bridevaux PO, Brutsche M, Clarenbach C, et al. Pulmonary function and radiological features 4 months after COVID-19: first results from the national prospective observational Swiss COVID19 lung study. *Eur Respir J* 2021; 57: 2003690. DOI: 10.1183/13993003.03690-2020

31. Lerum TV, Aaløkken TM, Brønstad E, Aarli B, Ikdahl E, Lund KMA et al. Dyspnoea, lung function and CT findings 3 months after hospital admission for COVID-19. *Eur Respir J*. 2021;57(4):2003448. DOI: 10.1183/13993003.03448-2020
32. Cortés-Telles A, López-Romero S, Figueroa-Hurtado E, Pou-Aguilar YN, Wong AW, Milne KM, et al. Pulmonary function and functional capacity in COVID-19 survivors with persistent dyspnoea. *Respir Physiol Neurobiol*. 2021;288:103644. DOI: 10.1016/j.resp.2021.103644
33. Van Gassel RJJ, Bels JLM, Raafs A, van Bussel BCT, van de Poll MCG, Simons SO, et al. High Prevalence of Pulmonary Sequelae at 3 Months after Hospital Discharge in Mechanically Ventilated Survivors of COVID-19. *Am J Respir Crit Care Med*. 2021;203(3):371-374. DOI: 10.1164/rccm.202010-3823LE
34. Scaramuzzo G, Ronzoni L, Campo G, Priani P, Arena C, La Rosa R, et al. Long-term dyspnea, regional ventilation distribution and peripheral lung function in COVID-19 survivors: a 1 year follow up study. *BMC Pulm Med*. 2022;22(1):408. doi: 10.1186/s12890-022-02214-5
35. Sahin H, Celik M, Gungor G, Gumus A, In E. Relation of impulse oscillometry and spirometry with quantitative analysis of computed tomography in post-acute COVID-19 patients. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2023;18:1157–66. doi:10.2147/COPD.S403211
36. Lo PC, Tsai YH, Lai YY, Chang SW, Lee CY. Small airway dysfunction and pulmonary sequelae in long COVID: impulse oscillometry and quantitative CT study. *Respir Res*. 2024;25(1):21. doi:10.1186/s12931-023-02792-4
37. Assumpção MS de, Gonçalves RM, Ferreira LG, Schivinski CI. Sistema de oscilometria de impulso em pediatria: revisão de literatura. *Medicina (Ribeirão Preto)* 2014;47(2):131-42. DOI: <https://doi.org/10.11606/issn.2176-7262.v47i2p131-142>

38. Matesanz-López C, Raboso-Moreno B, Saldaña-Pérez LE, Rodríguez-Nieto MJ, Río-Ramírez MT. Is Lung Function Measured by Oscillometry Useful in Interstitial Lung Diseases? *Open Respir Arch*. 2023 Oct 12;6(1):100278. doi: 10.1016/j.opresp.2023.100278
39. Ribeiro CO, Lopes AJ, de Melo PL. Respiratory Oscillometry in Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Association with Functional Capacity as Evaluated by Adl Glittre Test and Hand Grip Strength Test. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2022;17:1017-1030. doi: 10.2147/COPD.S353912.
40. Candemir I, Ergun P, Şahin ME, Karamanli H. Relationship between exercise capacity and impulse oscillometry parameters after COVID-19 infections. *Wien Klin Wochenschr*. 2023;135(9-10):260-265. doi: 10.1007/s00508-022-02137-5.
41. Mendelson M, Nel J, Blumberg L, Madhi SA, Dryden M, Stevens W, et al. Long-COVID: An evolving problem with an extensive impact. *S Afr Med J*. 2020;111(1):10-12. DOI: 10.7196/SAMJ.2020.v111i11.15433
42. Greenhalgh T, Knight M, A'Court C, Buxton M, Husain L. Management of post-acute covid-19 in primary care. *BMJ*. 2020;370:m3026. DOI: 10.1136/bmj.m3026
43. Kleinhendler E, Rosman M, Fireman E, Freund O, Gershman I, Pumin I, Perluk T, Tiran B, Unterman A, Bar-Shai A. Impulse Oscillometry as an Alternative Lung Function Test for Hospitalized Adults. *Respir Care*. 2024 Mar 27;69(4):415-421. doi: 10.4187/respcare.10963
44. Raveendran AV. Long COVID-19: Challenges in the diagnosis and proposed diagnostic criteria. *Diabetes Metab Syndr*. 2021;15(1):145-146. DOI: 10.1016/j.dsx.2020.12.025
45. Lu R, Zhao X, Li J, Niu P, Yang B, Wu H, et al. Genomic characterisation and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *Lancet*. 2020;395(10224):565-574. DOI: 10.1016/S0140-6736(20)30251-8

46. Singh SP, Pritam M, Pandey B, Yadav TP. Microstructure, pathophysiology, and potential therapeutics of COVID-19: A comprehensive review. *J Med Virol*. 2021;93(1):275-299. DOI: 10.1002/jmv.26254
47. Adil MT, Rahman R, Whitelaw D, Jain V, Al-Taan O, Rashid F, et al. SARS-CoV-2 and the pandemic of COVID-19. *Postgrad Med J*. 2021;97(1144):110-116. DOI: 10.1136/postgradmedj-2020-138386
48. Wang Y, Zhou Y, Yang Z, Xia D, Hu Y, Geng S. Clinical Characteristics of Patients with Severe Pneumonia Caused by the SARS-CoV-2 in Wuhan, China. *Respiration*. 2020;99(8):649-657. DOI: 10.1093/ofid/ofaa187
49. Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of Viruses. The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol*. 2020;5(4):536-544. DOI: 10.1038/s41564-020-0695-z
50. Gandhi RT, Lynch JB, Del Rio C. Mild or Moderate Covid-19. *N Engl J Med*. 2020;383(18):1757-1766. DOI: 10.1056/NEJMcp2009249
51. Frizzelli A, Tuttolomondo D, Aiello M, Majori M, Bertorelli G, Chetta A. O que acontece com os pulmões das pessoas quando elas contraem a doença 2019 do coronavírus? *Acta Biomed*. 2020 Maio 11;91(2):146-149. DOI: 10.23750/abm.v91i2.9574
52. Meyerowitz EA, Richterman A, Gandhi RT, Sax PE. Transmission of SARS-CoV-2: A Review of Viral, Host, and Environmental Factors. *Ann Intern Med*. 2021;174(1):69-79. DOI: 10.7326/M20-5008
53. Peiris S, Mesa H, Aysola A, Manivel J, Toledo J, Borges-Sa M, et al. Pathological findings in organs and tissues of patients with COVID-19: a systematic review. *PLoS One*. 2021;16(4):e0250708. DOI: 10.1371/journal.pone.0250708

54. Hoffmann M, Kleine-Weber H, Schroeder S, Krüger N, Herrler T, Erichsen S, et al. SARS-CoV-2 Cell Entry Depends on ACE2 and TMPRSS2 and Is Blocked by a Clinically Proven Protease Inhibitor. *Cell*. 2020;181(2):271-280.e8. DOI: 10.1016/j.cell.2020.02.052
55. Lei Y, Zhang J, Schiavon CR, He M, Kleine-Weber H, Schroeder S et al. SARS-CoV-2 spike protein prejudica a função endotelial através da regulação da ACE 2. *Circ Res*. 2021;128(9):1323-6. DOI: 10.1101/2020.12.04.409144
56. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med*. 2021;27(4):601-615. DOI: 10.1038/s41591-021-01283-z
57. Morrow, A.J., Sykes, R., McIntosh, A. et al. A multisystem, cardio-renal investigation of post-COVID-19 illness. *Nat Med*. 28, 1303–1313 (2022). <https://doi.org/10.1038/s41591-022-01837-9>
58. World Health Organization. (WHO). Living guidance for clinical management of COVID-19: living guidance, 23 November 2021. Living guidance for clinical management of COVID-19: living guidance, 23 November 2021 (who.int)
59. Boutou AK, Asimakos A, Kortianou E, Vogiatzis I, Tzouveleakis A. Long COVID-19 Pulmonary Sequelae and Management Considerations. *J Pers Med*. 2021;11(9):838. DOI: 10.3390/jpm11090838
60. Lopez-Leon, S., Wegman-Ostrosky, T., Perelman, C. et al. More than 50 long-term effects of COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Sci Rep* 11, 16144 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-95565-8>
61. Ely EW, Brown ML, Fineberg HV. *N Engl Med*. 2024;391:1746-1753. doi:10.1056/NEJMs2408466

62. Pereira CA de C, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol.* 2007;33(4):397-406. DOI: 10.1590/s1806-3713200700040000
63. Berger KI, Wohlleber M, Goldring RM, Reibman J, Farfel MR, Friedman SM, Oppenheimer BW, Stellman SD, Cone JE, Shao Y. Respiratory impedance measured using impulse oscillometry in a healthy urban population. *ERJ Open Res.* 2021 Mar 29;7(1):00560-2020. doi: 10.1183/23120541.00560-2020
64. Amin B.J.H., Kakamad F.H., Ahmed G.S., Ahmed S.F., Abdulla B.A., Mohammed S.H., et al Fibrose pulmonar pós-COVID-19; um estudo de meta-análise. *Ann. Med. Surg.* 2022;77:103590. doi: 10.1016/j.amsu.2022.103590
65. Sarkar M, Niranjana N, Dey R. Oscillometry in lung function assessment: a review. *J Thorac Dis.* 2023;15(4):1534–45. doi:10.21037/jtd-22-1543
66. Beinart D, Goh ESY, Boardman G, Chung LP. Small airway dysfunction measured by impulse oscillometry is associated with exacerbations and poor symptom control in patients with asthma treated in a tertiary hospital subspecialist airways disease clinic. *Front Allergy.* 2024 Aug 15;5:1403894. doi: 10.3389/falgy.2024.1403894
67. Brashier B, Salvi S. Measuring lung function using sound waves: role of the forced oscillation technique and impulse oscillometry system. *Breathe.* 2015;11(1):57-65. DOI: 10.1183/20734735.020514
68. Galant SP, Komarow HD, Shin HW, Siddiqui S, Lipworth BJ. The case for impulse oscillometry in the management of asthma in children and adults. *Ann Allergy Asthma Immunol.* 2017;118(6):664-671. DOI: 10.1016/j.anai.2017.04.009
69. Kalchiem-Dekel O, Hines SE. Forty years of reference values for respiratory system impedance in adults: 1977-2017. *Respir Med.* 2018;136:37-47. DOI: 10.1016/j.rmed.2018.01.015

70. Galant SP, Nickerson B. Lung function measurement in the assessment of childhood asthma: recent important developments. *Curr Opin Allergy Clin Immunol*. 2010;10:149-54. DOI:10.1097/ACI.0b013e328335ce48
71. King GG, Bates J, Berger KI, Calverley P, de Melo PL, Dellacà RL, et al. Technical standards for respiratory oscillometry. *Eur Respir J*. 2020;55(2):1900753. DOI: 10.1183/13993003.00753-2019
72. Kaminsky DA, Simpson SJ, Berger KI, Calverley P, de Melo PL, Dandurand R, et al. Clinical significance and applications of oscillometry. *Eur Respir Rev*. 2022 Feb 9;31(163):210208. doi: 10.1183/16000617.0208-2021
73. Dubois AB, Brody AW, Lewis DH, Burgess BF Jr. Oscillation mechanics of lungs and chest in man. *J Appl Physiol*. 1956;8(6):587-94. DOI: 10.1152/jappl.1956.8.6.587
74. Michaelson ED, Grassman ED, Peters WR. Pulmonary mechanics by spectral analysis of forced random noise. *J Clin Invest*. 1975;56:1210–1230. DOI: 10.1172/JCI108198
75. Desiraju K, Agrawal A. Impulse oscillometry: The state-of-art for lung function testing. *Lung India*. 2016;33(4):410-6. DOI: 10.4103/0970-2113.184875
76. Komarow HD, Myles IA, Uzzaman A, Metcalfe DD. Impulse oscillometry in the evaluation of diseases of the airways in children. *Ann Allergy Asthma Immunol*. 2011;106(3):191-9. DOI: 10.1016/j.anai.2010.11.011
77. Li L-Y, Yan T-S, Yang J, et al. Impulse oscillometry for detection of small airway dysfunction in subjects with chronic respiratory symptoms and preserved pulmonary function. *Respir Res*. 2021;22(1):68. doi:10.1186/s12931-021-01662-7
78. De Prado SCL, Mendes GC, Fregonezi GA, Alencar MCB, Parreira VF. Functional and respiratory outcomes in post-COVID-19 patients: a prospective cohort study. *Physiother Res Int*. 2023;28(1):e1992

79. Liang Y, Chang C, Ding Y, Gai X, Chu H, Zeng L. et al. SARS-CoV-2 RNAemia as a reliable predictor of long-term mortality among older adults hospitalized in pulmonary intermediate care units: a prospective cohort study. *Viol J.* 2024 Oct 7;21(1):247. doi: 10.1186/s12985-024-02526-4
80. Yamamoto A, Shirai T, Hirai K, Tanaka Y, Watanabe H, Endo Y, et al. Oscillometry as a Predictor of Exercise Tolerance in COPD. *COPD.* 2020 Dec;17(6):647-654. doi: 10.1080/15412555.2020.1844176
81. Bednarek M, Maciejewski J, Kuca P, Zieliński J. Current place of impulse oscillometry in the assessment of respiratory system mechanics in clinical practice. *Adv Respir Med.* 2020;88(4):283–289. doi:10.5603/ARM.a2020.0053
82. Suppini N, Fira-Mladinescu O, Marc M, Tudorache E, Oancea C. Lung function assessment by impulse oscillometry in adults. *Ther Clin Risk Manag.* 2020;16:1139–1150. doi:10.2147/TCRM.S275920.I
83. Bickel S, Popler J, Lesnick B, Eid N. Lilmpulse oscillometry: interpretation and practical applications. *Chest.* 2014;146(3):841-847. DOI: 10.1378/chest.13-1875
84. Peirano KRM. Oscilometría de impulso (IOS) em niños. *Neumol Pediatr.* 2010;5:89-95. DOI: <https://doi.org/10.5935/0104-7795.20150036>
85. Oostveen E, MacLeod D, Lorino H, Farré R, Hantos Z, Desager K, et al. ERS Task Force on Respiratory Impedance Measurements. The forced oscillation technique in clinical practice: methodology, recommendations and future developments. *Eur Respir J.* 2003;22(6):1026-41. DOI: 10.1183/09031936.03.00089403
86. Lopes AJ, Litrento PF, Provenzano BC, Carneiro AS, Monnerat LB, da Cal MS, et al. Small airway dysfunction on impulse oscillometry and pathological signs on lung ultrasound are frequent in post-COVID-19 patients with persistent respiratory symptoms. *PLoS One.* 2021;16(11):e0260679. DOI: 10.1371/journal.pone.0260679

87. Schulz H, Flexeder C, Behr J, Heier M, Holle R, Huber RM, Jörres RA, Nowak D, Peters A, Wichmann HE, Heinrich J, Karrasch S; KORA Study Group. Reference values of impulse oscillometric lung function indices in adults of advanced age. *PLoS One*. 2013 May 15;8(5):e63366. doi: 10.1371/journal.pone.0063366
88. Zaidan MF, Reddy AP, Duarte A. Impedance Oscillometry: Emerging Role in the Management of Chronic Respiratory Disease. *Curr Allergy Asthma Rep*. 2018 Jan 29;18(1):3. doi: 10.1007/s11882-018-0757-y
89. Jones PW, Harding G, Berry P, Wiklund I, Chen WH, Kline Leidy N. Development and first validation of the COPD Assessment Test. *Eur Respir J*. 2009;34(3):648-54. DOI: 10.1183/09031936.00102509
90. Jones PW, Tabberer M, Chen WH. Creating scenarios of the impact of COPD and their relationship to COPD Assessment Test (CAT™) scores. *BMC Pulm Med*. 2011;11:42. DOI: 10.1186/1471-2466-11-42
91. SILVA, G. P. F. DA et al. Portuguese-language version of the COPD Assessment Test: validation for use in Brazil. *J bras pneumol*. 2013;39 (04):402-08. DOI: 10.1590/S1806-37132013000400002
92. Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD). Global Strategy for the Diagnosis, Management and Prevention of Chronic Obstructive Pulmonary Disease: 2022 Report. Published online 2022.
93. Ferris BG. Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). *Am Rev Respir Dis*. 1978;118(6 Pt 2):1-120.
94. Kovelis D, Segretti NO, Probst VS, Lareau SC, Brunetto AF, Pitta F. Validation of the Modified Pulmonary Functional Status and Dyspnea Questionnaire and the Medical Research Council scale for use in Brazilian patients with chronic obstructive pulmonary disease. *J Bras Pneumol*. 2008;34(12):1008-18. DOI: 10.1590/s1806-37132008001200005

95. Cuesta-Vargas A, Hilgenkamp T. Valores de referência da força de preensão medidos com um dinamômetro Jamar em 1526 adultos com deficiência intelectual e comparados a adultos sem deficiência intelectual. PLoS Um. 8 de junho de 2015; 10(6):e0129585. DOI: 10.1371/journal.pone.0129585
96. Bohannon Richard W., Anneli Peolsson, Nicola Massy-Westropp, Johanne Desrosiers, Jane Bear-Lehman. Reference values for adult grip strength measured with a Jamar dynamometer: a descriptive meta-analysis. *Physiotherapy*. Volume 92, Issue 1, 2006, Pages 11-15, <https://doi.org/10.1016/j.physio.2005.05.003>.
97. Nakano, M. M. Versão brasileira da Short Physical Performance Battery - SPPB: Adaptação cultural e estudo da confiabilidade. 1–181 f. 2007. - Universidade Estadual de Campinas, [s. l.], 2007.
98. Guralnik Lower Extremity Function and Subsequent Disability: Consistency Across Studies, Predictive Models, and Value of Gait Speed Alone Compared With the Short Physical Performance Battery.
99. Puthof ML. Research Corner Outcome Measures in Cardiopulmonary Physical Therapy: Short Physical Performance Battery. *Cardiopulmonary Physical Therapy Journal*, v. 19, n. 1, p. 17–22, 2008
100. Furlanetto KC, Correia NS, Mesquita R, Morita AA, do Amaral DP, Mont'Alverne DGB, et al. Reference Values for 7 Different Protocols of Simple Functional Tests: A Multicenter Study. *Arch Phys Med Rehabil*. 2022 Jan;103(1):20-28.e5. doi: 10.1016/j.apmr.2021.08.009
101. Jones CJ, Rikli RE, Beam WC. A 30-s chair-stand test as a measure of lower body strength in community-residing older adults. *Res Q Exerc Sport*. 1999 Jun;70(2):113-9. doi: 10.1080/02701367.1999.10608028.

102. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS, et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med*. 2021;27(4):601-615. DOI: 10.1038/s41591-021-01283-z
103. Durstenfeld MS, Sun K, Tahir P, Peluso MJ, Deeks SG, Aras MA, Grandis DJ, Long CS, Beatty A, Hsue PY. Use of Cardiopulmonary Exercise Testing to Evaluate Long COVID-19 Symptoms in Adults: A Systematic Review and Meta-analysis. *JAMA Netw Open*. 2022 Oct 3;5(10):e2236057. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2022.36057
104. Sonnweber T, Sahanic S, Pizzini A, Luger A, Schwabl C, Sonnweber B, et al. Cardiopulmonary recovery after COVID-19: an observational prospective multicentre trial. *Eur Respir J*. 2021;57(4):2003481. doi:10.1183/13993003.03481-2020
105. Skjørten I, Ankerstjerne OAW, Trebinjac D, Brønstad E, Rasch-Halvorsen Ø, Einvik G, et al. Cardiopulmonary exercise capacity and limitations 3 months after COVID-19 hospitalisation. *Eur Respir J*. 2021;58(3):2100996. doi:10.1183/13993003.00996-2021
106. Lu C-Y, Lin S-H, Chen C-M. Impulse oscillometry in patients with persistent post-COVID-19 symptoms: A retrospective study. *Health Sci Rep*. 2024;7(6):e2191. doi:10.1002/hsr2.2191
107. Orzes N, Pini L, Levi G, Uccelli S, Guarnieri G, Visca D, et al. A prospective evaluation of lung function at three and six months in patients with previous SARS-CoV-2 pneumonia. *Respir Med*. 2021;186:106541
108. Chaiwong W, et al. Long COVID symptoms and respiratory function among COVID-19 survivors in a post-acute care clinic: A cross-sectional study. *J Clin Med*. 2023;12(2):435. doi:10.3390/jcm12020435
109. Li Y, Wang Y, Liu H, Song Q, Ma Q. Impulse oscillometry for detection of small airways dysfunction in patients with stable asthma: a systematic review and meta-analysis. *Clin Exp Allergy*. 2021;51(6):725–36. doi:10.1111/cea.13820

110. Frota ALA, et al. Functional capacity and rehabilitation strategies in COVID-19 patients: current knowledge and challenges. *Rev Bras Med Esporte*. 2021;27(3):224-230. doi:10.1590/1517-8692202127032021\_0145
111. Niyatiwatchanchai N, Deesomchok A, Chaiwong W, Duangjit P, Pothirat C, Liwsrisakun C, Bumroongkit C, Theerakittikul T, Limsukon A, Tajarernduang P, Trongtrakul K, Euathrongchit J, Wannasopha Y, Srisuwan T. Comparative Study of Early Impacts of Post-COVID-19 Pneumonia on Clinical Manifestations, Pulmonary Function, and Chest Radiographs. *Medicina (Kaunas)*. 2022 Feb 1;58(2):216. doi: 10.3390/medicina5802021

**APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA**  
**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS**  
**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

1/4

**AVALIAÇÃO DO IMPACTO NO APARELHO RESPIRATÓRIO A LONGO PRAZO  
NO ÂMBITO DA COVID19: UM ESTUDO DE COORTE**

O(a) senhor(a) está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), em uma pesquisa que tem como objetivo avaliar o estado de saúde de pessoas após a COVID-19 e as possíveis consequências respiratórias decorrentes desta infecção que podem ser hiperreatividade brônquica, bronquiolite e fibrose pulmonar.

No período de dois anos, avaliações do estudo serão conduzidas nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Asma e Inflamação das Vias Aéreas (NUPAIVA), no Hospital Universitário Professor Polydoro Ernani de São Thiago (HU/UFSC). Serão realizados exames para avaliação de função pulmonar e cardiovascular, exames para avaliação de estruturas torácicas, exames para avaliação de estado nutricional, exames de sangue para avaliar presença de inflamação e testes para avaliação de capacidade e performance física. Também serão aplicados questionários, escalas e testes para avaliação do estado de saúde e realizadas consultas médicas. Ao ingressar no estudo, o(a) senhor(a) receberá uma caderneta e um medidor portátil de pico de fluxo expiratório (PFE) para registro domiciliar diário de sinais e sintomas, medicamentos administrados e também do PFE durante quinze dias. Durante todo o período do estudo, dados clínicos serão coletados também em consultas ao seu prontuário médico do HU/UFSC.

Para cada uma das 4 visitas (testes físicos, questionários, coleta de sangue e consulta médica) que o Sr(a) fará ao Núcleo de Pesquisa, serão dispendidas aproximadamente 2 horas, acrescidas de três visitas adicionais de 1 hora para realização de Tomografia, Pletismografia e Ecocardiograma.

Os benefícios e as vantagens em participar dessa pesquisa serão que, com os dados coletados por meio das avaliações do estudo, os profissionais da saúde poderão analisar a gravidade da doença e sua evolução. O(A) senhor(a) terá acesso a resultados das avaliações e receberá quatro consultas médicas realizadas ou supervisionadas por pneumologista. Em caso de necessidade, conforme análise clínica, o(a) senhor(a) receberá suporte para agendamento de outras consultas médicas com pneumologista, encaminhamento para outras especialidades e solicitação de outros exames durante o período de um ano. É possível que o(a) senhor(a) sinta algum desconforto durante as

avaliações. Nas avaliação de função pulmonar e de performance física o Sr.(a) poderá sentir algum desconforto como falta de ar, tosse, cansaço, tontura ou dor no peito. Caso alguma destas manifestações aconteça, os testes serão interrompidos e o Sr.(a) será avaliado por um médico que estará disponível em todas as etapas de avaliação, o qual poderá diagnosticar o problema e tomar as providências necessárias. Estas manifestações podem ocorrer na realização destes exames em qualquer tipo de doença e os profissionais que aplicam os testes tem experiência e total condições de avaliar e resolver o problema. Todas as avaliações serão realizadas nas dependências do HU/UFSC (que apresenta suporte para atendimento de emergência, em caso de necessidade), acompanhadas por profissionais da saúde e supervisionadas por pneumologista. Os riscos das demais avaliações, com por exemplo a aplicação de questionários poderá causar algum grau de ansiedade ou constrangimento, e o Sr. (a) poderá a qualquer momento interromper ou se negar a responder determinadas perguntas se assim desejar., sem que isto traga prejuízo à sua avaliação e tratamento. Da mesma forma um profissional poderá avaliar os sintomas e medicá-lo se houver necessidade. Os riscos dessas avaliações não irão além daqueles relativos a uma consulta médica ou à realização de exames de rotina em Pneumologia, que são mínimos. A coleta de sangue poderá causar algum desconforto ou dor no local de introdução da agulha, porém de caráter transitório, e será feita por profissional habilitado para tal. Da mesma forma o Sr.(a) poderá recusar a coleta de sangue sem nenhum prejuízo ao seu tratamento ou avaliação. Os exames de imagem (Rx e Tomografia) colocam o paciente em exposição à radiação ionizante, em doses que não são prejudiciais ao organismo quando realizadas de forma segura e esporádica.

Essa pesquisa está pautada na resolução 466/12, de acordo com o Conselho Nacional de Saúde (CNS). Durante todo o período da pesquisa, os participantes terão direito a esclarecimento de dúvidas, bastando para isso entrar em contato com os pesquisadores ou com o Conselho de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH). Os convidados terão garantido seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão a qualquer momento, sem nenhum tipo de penalização por sua decisão. Além disso, participantes e acompanhantes estarão isentos de despesas decorrentes da participação na pesquisa, cujos valores de deslocamento para as avaliações presenciais serão ressarcidos mediante solicitação. Se necessário, será fornecida alimentação no período de avaliação presencial se o participante assim o desejar e necessitar. Eventuais outras despesas decorrentes exclusivamente da participação no projeto de pesquisa serão

ressarcidas mediante comprovação. Participantes que sofrerem danos decorrentes das avaliações do estudo terão direito a assistência integral que será prestada pelo Núcleo de Pesquisa em Asma e Inflamação das Vias Aéreas e pelo Hospital Universitário. Ao assinar este termo, o Sr.(a) não está renunciando ao direito de indenização adquirido por vias legais. As informações dessa pesquisa serão confidenciais, sendo divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes (a não ser entre os pesquisadores) e sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Agradecemos a sua participação e colaboração.

Profa. Dra. Rosemeri Maurici da Silva

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), HU/UFSC, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis, Santa Catarina (SC) – CEP 88040-970.

Telefones: +55 (48) 3721-9014; +55 (48) 98805-4510.

Se o(a) senhor(a) tiver alguma dúvida ou consideração sobre a ética desta pesquisa, entre em contato com o CEPESH da UFSC.

Endereço: Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Prédio da Reitoria II, 4º andar, sala 401, Trindade, Florianópolis, SC.

Telefone: +55 (48) 3721-6094.

#### CONSENTIMENTO EM PARTICIPAR

Declaro que fui informado(a) sobre todos os procedimentos da pesquisa, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao estudo e que todos os meus dados coletados serão sigilosos. Eu compreendo que, nesta pesquisa, as avaliações serão feitas em mim. Tive tempo para tomar a decisão, bem como chance de fazer questionamentos sobre o estudo. Minhas dúvidas foram esclarecidas. Estou ciente de que posso interromper a participação no estudo em qualquer momento.

Nome do(a) participante por extenso:

---

Assinatura do(a) participante:

---

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Assinatura do(a) Pesquisador(a):

---

Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Nota: O presente Termo terá duas vias, uma ficará à guarda dos pesquisadores e a outra via será da posse do(a) próprio(a) participante da pesquisa.

## ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Avaliação do impacto no aparelho respiratório a longo prazo no âmbito da COVID19: um estudo de coorte.

**Pesquisador:** Rosemeri Maurici da Silva

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 36944620.5.1001.0121

**Instituição Proponente:** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

**Patrocinador Principal:** CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTIFICO E TECNOLÓGICO-CNPQ

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.290.578

#### Apresentação do Projeto:

Trata-se de projeto multicêntrico coordenado pela professora Rosemeri Maurici da Silva com a participação das pesquisadoras Fernanda Rodrigues Fonseca, Alexania De Re, Nayala Lirio Gomes Gazola, Roberta Rodolfo Mazzali Biscaro, Marcia Margaret Menezes Pizzichini e do pesquisador Maico Oliveira Buss, ligados ao Hospital Universitário/UFSC/EBSERH e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Médicas/CCS/UFSC. O outro centro é o Hospital Especializado Octávio Mangabeira, tendo como pesquisador Marcelo Chalhoub Coelho Lima.

Estudo observacional, com 300 participantes. No centro coordenador serão incluídos 133 participantes divididos em três grupos a saber: G1 com 33 participantes graves, G2 com 50 participantes com Covid-19 leve e G3 com 50 participantes com Covid-19 moderada.

**Critérios de inclusão:** Pacientes diagnosticados com COVID-19.

Informam o recrutamento em ambiente de triagem, enfermarias e UTI. Os participantes serão convidados a participar do estudo no momento de internação ou alta hospitalar e serão incluídos mediante assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

**Critérios de exclusão:** Não constam.

**Intervenções:**

A coleta presencial de dados ocorrerá durante dois anos nas dependências do Núcleo de Pesquisa em Asma e Inflamação das Vias Aéreas (NUPAIVA) do Hospital Universitário Professor Polydoro

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401

**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400

**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS

**Telefone:** (48)3721-6094

**E-mail:** cep.propesq@conlato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.290.578

Ernani de São Thiago (HU/UFSC): visita inicial 30 dias após a alta hospitalar (V0), visita após seis meses (V6meses), visita após um ano (V1ano) e dois anos (V2 anos). Por mais quatro anos, os participantes continuarão sendo acompanhados por telefone para monitoramento em entrevistas semestrais. Os prontuários do HU/UFSC referentes ao período de internação serão consultados para coleta de dados. Em V0, V1 ano e V2 anos realizar-se-ão: consulta médica, solicitação de exames (espirometria, pletismografia radiografia – Rx, tomografia computadorizada – TC, ecocardiograma bidimensional com doppler – ECO), aplicação de instrumentos de avaliação do estado de saúde (escala Medical Research Council modificada – mMRC, Saint George Respiratory Questionnaire – SGRQ, escala London Chest Activity of Daily Living – LCADL, escala Self-Reported Functional Limitation – SRFL, escala Hospital Anxiety and Depression – HAD, Mini-Exame do Estado Mental – MEEM, Mini Nutritional Assessment – MNA, antropometria, análise de impedância bioelétrica (BIA) e testes físicos (dinamometrias de preensão palmar e extensão de joelho, Short Physical Performance Battery – SPPB e teste senta-levanta de um minuto – TSL1min). Ainda em V0, será disponibilizada uma caderneta e um medidor portátil de pico de fluxo expiratório (PFE) aos participantes para autoavaliação domiciliar durante um mês. Em V6 meses será realizada consulta médica com coleta de dados de identificação, anamnese, exame físico, julgamento clínico de fragilidade por meio da Clinical Frailty Scale, coleta de dados sociodemográficos e solicitação de exames. Dados sobre exposição a fatores de risco, progressão da doença, desenvolvimento de complicações, comorbidades, terapia farmacológica e outros tratamentos médicos serão acompanhados nas consultas médicas, nas entrevistas telefônicas e nas consultas a prontuários. Dados referentes a óbito serão coletados por meio de entrevistas telefônicas e consultas a prontuários médicos do HU/UFSC. Em todas as visitas será realizada coleta de sangue para avaliação de marcadores inflamatórios e aspectos imunológicos.

**Hipótese:**

A COVID-19 apresenta repercussões a curto e longo prazo não somente no aparelho respiratório, mas relacionadas a questões de atividade de vida diária, força muscular, aspectos psicológicos, imunológicos e de qualidade de vida.

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário: Identificar as repercussões da doença sobre o aparelho respiratório e seu comportamento a longo prazo em pacientes diagnosticados com COVID19 nas formas leve,

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.290.578

moderada e grave.

**Objetivo Secundário:** Comparar os grupos de gravidade de acordo com as repercussões na função pulmonar, arquitetura pulmonar e impacto da doença sobre a vida do indivíduo; - Avaliar fatores de risco para comprometimento da função pulmonar nos diferentes grupos de gravidade; - Avaliar presença de inflamação sistêmica e suas características a curto e longo prazo; - Avaliar aspectos imunológicos da doença.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

**Riscos:** A avaliação de riscos apresentada no TCLE abrange todas as etapas e testes aos quais o participante será submetido, bem como indica o tempo necessário de permanência no NUPAIVA em cada visita.

**Benefícios:** Os benefícios e as vantagens em participar dessa pesquisa serão que, com os dados coletados por meio das avaliações do estudo, os profissionais da saúde poderão analisar a gravidade da doença e sua evolução. O paciente terá acesso a resultados das avaliações e receberá quatro consultas médicas realizadas ou supervisionadas por pneumologista. Em caso de necessidade, conforme análise clínica, receberá suporte para agendamento de outras consultas médicas com pneumologista, encaminhamento para outras especialidades e solicitação de outros exames totalmente custeados pelo projeto.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Os questionamentos que geraram pendências sobre aos custos foram esclarecidos pela pesquisadora em carta resposta "Quanto aos exames de imagem (Radiografia de Tórax e Tomografia Computadorizada de Tórax) serão realizados em clínica particular fora das dependências do HU-UFSC e serão custeadas pelo projeto de pesquisa e pelo NUPAIVA. Quanto ao Ecocardiograma, o aparelho foi cedido para utilização pelo HU-UFSC e será utilizado em período fora da agenda de marcação habitual de pacientes do hospital, não causando dano ou prejuízo ao atendimento habitual... As análises de sangue no que diz respeito à avaliação de inflamação utilização estrutura de laboratórios parceiros e serão custadas pelo projeto."

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Folha de rosto assinada pela pesquisadora responsável e pela superintendente do Hospital Universitário Professor Polydoro Ernani de São Thiago (HU/UFSC/EBSERH).

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.290.578

TCLE baseado na resolução 466/12 inclui os itens obrigatórios.

Constam os instrumentos para coleta de dados.

Cronograma ajustado indica coleta de dados a partir de 21/09/2020.

Financiamento pelo CNPq no valor de R\$ 664.000,00

**Recomendações:**

Recomendamos que o TCLE, sempre que possível, apresente linguagem simples e direta para a boa compreensão do participante.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Todas as pendências e inadequações foram resolvidas. Não há impedimentos para o início do projeto.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1616181.pdf	16/09/2020 08:44:26		Aceito
Outros	Carta_Resposta_ao_Parecer_Consubstanciado_do_CEP.pdf	16/09/2020 08:43:56	Rosemeri Maurici da Silva	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLECOVID19.pdf	16/09/2020 08:42:57	Rosemeri Maurici da Silva	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_DE_PESQUISA_COVID19_CNPq.pdf	16/09/2020 08:42:39	Rosemeri Maurici da Silva	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	25/08/2020 09:18:59	Rosemeri Maurici da Silva	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	ConcordanciaInstituicao.pdf	25/08/2020 09:18:43	Rosemeri Maurici da Silva	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vítor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 4.290.578

Não

FLORIANOPOLIS, 21 de Setembro de 2020

---

**Assinado por:**  
**Nelson Canzian da Silva**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II, R: Desembargador Vitor Lima, nº 222, sala 401  
**Bairro:** Trindade **CEP:** 88.040-400  
**UF:** SC **Município:** FLORIANOPOLIS  
**Telefone:** (48)3721-6094 **E-mail:** cep.propesq@contato.ufsc.br

## ANEXO B – COPD ASSESSMENT TEST (CAT)

O seu nome:

Data de hoje:



### Como está a sua DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica)? Faça o Teste de Avaliação da DPOC (COPD Assessment Test™ - CAT)

Este questionário irá ajudá-lo e ao seu profissional de saúde a medir o impacto que a DPOC (Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica) causa no seu bem estar e no seu dia a dia. As suas respostas e a pontuação do teste podem ser utilizadas por você e pelo seu profissional de saúde para ajudar a melhorar o controle da sua DPOC e a obter o máximo benefício do tratamento.

Para cada um dos itens a seguir, assinale com um (X) o quadrado que melhor o descreve presentemente. Certifique-se de selecionar apenas uma resposta para cada pergunta.

Por exemplo: Estou muito feliz:  0  1  2  3  4  5 Estou muito triste

	PONTUAÇÃO
Nunca tenho tosse <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Tenho tosse o tempo todo	↓
Não tenho nenhum catarro (secreção) no peito <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 O meu peito está cheio de catarro (secreção)	↓
Não sinto nenhuma pressão no peito <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Sinto uma grande pressão no peito	↓
Não sinto falta de ar quando subo uma ladeira ou um andar de escada <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Sinto bastante falta de ar quando subo uma ladeira ou um andar de escada	↓
Não sinto nenhuma limitação nas minhas atividades em casa <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Sinto-me muito limitado nas minhas atividades em casa	↓
Sinto-me confiante para sair de casa, apesar da minha doença pulmonar <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Não me sinto nada confiante para sair de casa, por causa da minha doença pulmonar	↓
Durmo profundamente <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Não durmo profundamente devido à minha doença pulmonar	↓
Tenho muita energia (disposição) <input type="radio"/> 0 <input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 5 Não tenho nenhuma energia (disposição)	↓
<b>PONTUAÇÃO TOTAL</b>	↓

O logo COPD Assessment Test e CAT é uma marca registrada do grupo de empresas GlaxoSmithKline.  
© 2009 do grupo de empresas GlaxoSmithKline. Todos os direitos reservados.  
Last Updated: February 23, 2012

**ANEXO C – ESCALA MEDICAL RESEARCH COUNCIL MODIFICADA (MMRC)**

0	Tenho falta de ar apenas quando faço esforço físico
1	Tenho falta de ar quando ando apressado mesmo no plano ou quando subo um pequeno morro
2	No plano ando mais devagar que pessoas da minha idade porque sinto falta de ar ou tenho que parar para respirar quando ando no meu ritmo
3	Paro para respirar depois que ando cerca de noventa metros ou depois de poucos minutos no plano
4	A minha falta de ar não permite sair de casa ou sinto falta de ar ao me vestir ou me despir

### ANEXO C - SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB)

<b>Teste de Equilíbrio</b>		
Posição	Tempo de execução (s)	Motivo da falha
Pés unidos		Conseguiu executar sem ajuda e com segurança Tentou, mas não conseguiu Não conseguiu manter-se na posição sem ajuda Não tentou, o(a) avaliador(a) sentiu-se inseguro Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro Não conseguiu entender as instruções Outros: _____ Recusou participação
Um pé parcialmente à frente		( 1 ) Conseguiu executar sem ajuda e com segurança ( 2 ) Tentou, mas não conseguiu ( 3 ) Não conseguiu manter-se na posição sem ajuda ( 4 ) Não tentou, o(a) avaliador(a) sentiu-se inseguro ( 5 ) Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro ( 6 ) Não conseguiu entender as instruções ( 7 ) Outros: _____ ( 8 ) Recusou participação
Um pé totalmente à frente		( 1 ) Conseguiu executar sem ajuda e com segurança ( 2 ) Tentou, mas não conseguiu ( 3 ) Não conseguiu manter-se na posição sem ajuda ( 4 ) Não tentou, o(a) avaliador(a) sentiu-se inseguro ( 5 ) Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro ( 6 ) Não conseguiu entender as instruções ( 7 ) Outros: _____ ( 8 ) Recusou participação
<b>Teste de Marcha de Quatro Metros</b>		
	Teste 1	Teste 2
Duração (s)		
Dispositivo para marcha	( 0 ) Nenhum; ( 1 ) Bengala; ( 2 ) Outro:	( 0 ) Nenhum; ( 1 ) Bengala; ( 2 ) Outro:
Motivo da falha	( 1 ) Conseguiu executar sem ajuda e com segurança ( 2 ) Tentou, mas não conseguiu ( 3 ) Não conseguiu caminhar sem ajuda ( 4 ) Não tentou, o(a) avaliador(a) julgou inseguro ( 5 ) Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro ( 6 ) Não conseguiu entender as instruções	( 1 ) Conseguiu executar sem ajuda e com segurança ( 2 ) Tentou, mas não conseguiu ( 3 ) Não conseguiu caminhar sem ajuda ( 4 ) Não tentou, o(a) avaliador(a) julgou inseguro ( 5 ) Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro ( 6 ) Não conseguiu entender as instruções

	( 7 )Outros: _____ ( 8 )Recusou participação	( 7 )Outros: _____ ( 8 )Recusou participação
<b>Teste de Sentar-se e Levantar-se da Cadeira de Cinco Repetições</b>		
	Pré-teste	Teste
Repetições	1	5
Duração (s)	-	
Motivo da falha	( 1 )Conseguiu executar sem ajuda e com segurança ( 2 )Tentou, mas não conseguiu ( 3 )Não conseguiu levantar-se da cadeira sem ajuda ( 4 )Não tentou, o(a) avaliador(a) julgou inseguro ( 5 )Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro ( 6 )Não conseguiu entender as instruções ( 7 )Outros: _____ ( 8 )Recusou participação	( 1 )Conseguiu executar sem ajuda e com segurança ( 2 )Tentou, mas não conseguiu ( 3 )Não conseguiu levantar-se da cadeira sem ajuda ( 4 )Não tentou, o(a) avaliador(a) julgou inseguro ( 5 )Não tentou, o(a) paciente sentiu-se inseguro ( 6 )Não conseguiu entender as instruções ( 7 )Outros: _____ ( 8 )Recusou participação