



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA

NAIARA LILIAN FAVATTO DE ANDRADE

Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19

MARINGÁ  
2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



NAIARA LILIAN FAVATTO DE ANDRADE

Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19

Dissertação apresentada ao programa de mestrado profissional em gestão, tecnologia e inovação em urgência e emergência da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Área de concentração: Inovação Tecnológica no atendimento de urgência e emergência.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Zonato Esteves.

MARINGÁ  
2023



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## Ficha Catalográfica

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

A553a

Andrade, Naiara Lilian Favatto de

Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na pós COVID-19 / Naiara Lilian Favatto de Andrade. -- Maringá, PR, 2023.  
46 f.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Zonato Esteves.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Medicina, Programa de Pós-Graduação em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência-PROFURG, 2023.

1. Avaliação vocal - Síndrome pós-COVID-19. 2. Avaliação respiratória - Síndrome pós-COVID-19. 3. COVID-19. 4. Voz - Aspectos fisiológicos. I. Esteves, Roberto Zonato, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Medicina. Programa de Pós-Graduação em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência-PROFURG. III. Título.

CDD 23.ed. 616.2

Síntique Raquel Eleutério - CRB 9/1641



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



**Folha de Aprovação**

FOLHA DE APROVAÇÃO

NAIARA LILIAN FAVATTO DE ANDRADE

Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

Prof. Dr. Roberto Zonato Esteves  
Universidade Estadual de Maringá (Presidente)  
Prof. Dr. Jeferson Cedaro de Mendonça  
Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Cesar Orlando Peralta Bandeira  
Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Jeferson Cedaro de Mendonça  
Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Cesar Orlando Peralta Bandeira  
Universidade Estadual de Maringá

Aprovada em: 24 de JULHO de 2023.  
Local de defesa: Defesa por via remota.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



**DEDICATÓRIA(S)**

Dedico esta dissertação a todos aqueles que  
contribuíram para sua realização.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



### AGRADECIMENTO(S)

Aos meus pais, Aparecida Minanti Favatto e Carlos Gilberto Favatto, por uma vida de dedicação a suas filhas, sempre incentivando a busca pelo conhecimento, obrigada pela confiança, carinho, ajuda e oração durante toda minha vida. Amo vocês.

Ao meu orientador Prof. Dr. Roberto Zonato Esteves, pela oportunidade, por ter conduzido minha trajetória acadêmica, por ter depositado toda a confiança no meu trabalho e na minha capacidade.

Ao Pesquisador professor Dr. Geová Oliveira de Amorim, que foi essencial no desenvolvimento da pesquisa, sempre muito solícito. Muito obrigada.

A minha irmã que eu amo Dra. Naline C. Favatto e meu cunhado Ms. Adriano Ruy Matsuo que foram fundamentais e muito colaboraram para a realização desta pesquisa. Além do cuidado com meu filho durante os dias de aula em que me fazia ausente.

As amigas que a vida meu deu, as de infância, as da graduação e em especial aquelas que o trabalho na UBS me presenteou e que se não fosse o incentivo e companheirismo delas eu não estaria aqui hoje. Muito obrigada Edilaine Climaco e Ariane Calzzavara.

Ao Antônio, meu filho, que ilumina a minha vida desde que nasceu. Tu me ensinaste o verdadeiro significado do amor.

Ao meu esposo, Carlos Antonio de Andrade, pelo incentivo, apoio, compreensão e carinho, sempre presente em todos os momentos. Amo você.

Aos colegas da minha turma do Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência que henriqueceram esta caminhada.

A todos, que direta ou indiretamente ajudaram em minha dissertação, o meu sincero agradecimento.

E acima de tudo À Deus.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



EPÍGRAFE

NÃO HÁ LUGAR PARA A SABEDORIA ONDE NÃO HÁ PACIÊNCIA. NÃO BASTA FAZER COISAS BOAS. É PRECISO FAZE-LAS BEM. NÃO É TANTO O QUE FAZEM, MAS O MOTIVO PELO QUAL FAZEMOS.  
(SANTO AGOSTINHO)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19

### RESUMO

As doenças respiratórias estão entre as dez principais causas de morte no mundo, dentre elas tem-se o novo coronavírus (COVID-19) que foi declarado uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020 e feito até o presente momento mais de 765.000.000 casos. Diante desse contexto, faz-se importante o aprofundamento nos estudos referentes ao novo coronavírus, observando que existe a possibilidade de desenvolvimento de instrumentos diferenciais de diagnóstico, triagem e monitoramento de doenças pulmonares, inclusive para a COVID-19, por meio da correlação da análise vocal e respiratória. Neste sentido, a pesquisa teve como objetivo desenvolver um protocolo de avaliação vocal e respiratória de pessoas em recuperação da COVID-19. Como estudo piloto de aplicação, foi conduzida uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa, sendo os participantes em recuperação da COVID-19, selecionados mediante os dados epidemiológicos da Secretaria Municipal de Saúde de Santa Fé. O protocolo desenvolvido e aplicado foi composto por uma anamnese, testes de avaliação vocal e respiratória, e teste funcional. A anamnese contemplava dados antropométricos do participante, as queixas dos sintomas atuais e as queixas no diagnóstico da COVID-19, além do relato de fadiga. Na sequência, para a avaliação vocal, a análise acústica da voz foi realizada por meio do *software* Praat, utilizando os parâmetros: Tempo máximo fonatório (TMF), Jitter, Shimmer, Frequência fundamental e Intensidade. Por fim, para a avaliação funcional, foi performedo o teste de caminhada de seis minutos (TC6). Além desses parâmetros base, foram avaliados dados vitais como: pressão arterial, saturação de oxigênio, frequência cardíaca e respiratória, e a mensuração da dispneia ao esforço por meio da Escala de Borg. A análise estatística dos dados coletados realizou-se de forma descritiva e inferencial por meio do *software* SPSS. Foi aplicado o teste Qui-quadrado de independência, e o nível de significância estatística adotada de  $p \leq 0,05$ . As análises preliminares não apresentaram correlação estatisticamente significativa entre as variáveis, porém podemos observar uma tendência de relação entre as medidas de tempo máximo fonatório, distância percorrida no TC6 e o relato de fadiga.

**Palavras-chave:** Acústica da voz. Capacidade funcional. COVID-19.





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Voice analysis as a respiratory evaluation parameter in the post-COVID-19

**ABSTRACT**

Respiratory diseases are among the ten leading causes of death in the world, among them the new coronavirus (COVID-19) which was declared a pandemic by the World Health Organization (WHO) on March 11, 2020 and present moment more than 765,000,000 cases. In this context, it is important to deepen the studies related to the new coronavirus, noting that there is the possibility of developing differential instruments for the diagnosis, screening and monitoring of pulmonary diseases, including for COVID-19, through the correlation of the analysis vocal and respiratory. In this sense, the research aimed to develop a protocol for vocal and respiratory evaluation of people recovering from COVID-19. As a pilot application study, an exploratory research with a quantitative approach was conducted, with participants recovering from COVID-19, selected through epidemiological data from Santa Fé Municipal Health Department. The protocol developed and applied consisted of anamnesis, vocal and respiratory assessment tests, and a functional test. The anamnesis included participants anthropometric measures, complaints of current symptoms and diagnosis of COVID-19, in addition the fatigue was reported. Then, for the vocal evaluation, the acoustic analysis of voice was performed using Praat software, using the parameters: Maximum phonatory time, Jitter, Shimmer, Fundamental frequency and Intensity. Finally, for functional assessment, the six-minute walk test (6MWT) was performed. In addition, vital data such as: blood pressure, oxygen saturation, heart and respiratory rate, and measurement of dyspnea on exertion using the Borg Scale was evaluated. The statistical analysis was carried out in a descriptive and inferential way using the SPSS software. The Chi-square test of independence was applied, and statistical significance level adopted was  $p \leq 0.05$ . Preliminary analyzes did not show a statistically significant correlation between the variables, but we can observe a tendency towards a relationship between the measures of maximum phonation time, distance covered in the 6MWT and the report of fatigue.

Keywords: Voice acoustics. Functional capacity. COVID-19.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## Lista de Ilustrações

Tabela 1 Perfil dos participantes de acordo com o sexo.....	37
Tabela 2 Queixas relatadas pelos participantes no momento do diagnóstico da COVID-19 e atual.....	38
Tabela 3 Queixas respiratórias atuais relatadas pelos participantes na Pós COVID-19.....	38
Tabela 4 Resultado da análise acústicas dos participantes.....	39
Tabela 5 Participantes que não atingiram a metragem referência para o teste de 6 minutos de acordo com o relato de fadiga e sexo.....	39



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## FORMATAÇÃO

Dissertação elaborada e formatada conforme as normas da ABNT (Capítulo I e Capítulo II) e das publicações científicas (Capítulo II): Revista CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES (artigo 1) disponível em: CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES (revistacontribuciones.com).



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## Sumário

<b>1</b>	<b>Capítulo I</b>	14
1.1	Introdução	14
1.2	Lacuna da literatura	15
1.3	Revisão da Literatura em Suporte à Lacuna da Literatura	16
1.4	Justificativa	20
1.5	Objetivos	21
1.5.1	Objetivo Geral	21
1.5.2	Objetivos Específicos	21
1.6	Referências	21
<b>2</b>	<b>Capítulo II</b>	24
2.1	Artigo 1: Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19	24
2.1.1	Autores	24
2.1.2	Introdução	24
2.1.2.1	Lacuna da literatura	26
2.1.2.2	Revisão da Literatura em Suporte à Lacuna da Literatura	27
2.1.2.2.1	Relação da voz e respiração	27
2.1.2.2.2	Testes de análise da voz	28
2.1.2.2.3	Testes de função respiratória	30
2.1.2.3	Objetivos	30
2.1.3	Métodos	31
2.1.3.1	Aspectos éticos	31
2.1.3.2.1	Critérios de inclusão e exclusão	31
2.1.3.3	Procedimentos da coleta	32
2.1.3.3.1	Avaliação acústica da voz	32
2.1.3.3.2	Avaliação da capacidade física	34
2.1.4	Resultados	37
2.1.5	Discussão	40
2.1.5.1	Contribuição do artigo	40



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



2.1.5.2	Principais resultados	40
2.1.5.3	Limitações do Estudo	43
2.1.6	Conclusões	43
2.1.7	Referências	44



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## 1 Capítulo I

### 1.1 Introdução

As doenças respiratórias estão entre as dez principais causas de morte no mundo. A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) representa com 6% a terceira causa de morte, seguida pela Infecções das Vias Aéreas Inferiores a ser a doença transmissível mais letal do mundo. (WHO, 2023). Sendo a pneumonia responsável por 15% das mortes em crianças menores de cinco anos (WHO, 2023).

Dentre as doenças respiratórias tem-se o novo coronavírus (COVID-19) que foi declarado uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020 tendo afetado até o presente momento mais de 765.000.000 pessoas dentre estas mais de 6.900.000 fatalidades em todo o mundo segundo dados da OMS. O novo vírus COVID-19 leva à síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2). Os principais sintomas da COVID-19 são, febre, cansaço e tosse seca (WHO, 2023).

Os sintomas típicos da doença respiratória englobam falta de ar, tosse e respiração ofegante entre outras, desta maneira a angústia respiratória pode alterar características da fala como duração, intensidade, padrão e duração da pausa na fala (RASHID et al., 2020). A falta de ar é um sintoma presente em quase 50% dos pacientes com COVID-19 o que também pode indicar outras doenças graves, como a pneumonia (GREENHALGH; KOH; CAR, 2020). Dessa forma, a detecção automatizada da falta de ar a partir da fala pode ser utilizada em cuidados médicos remotos e aplicativos de triagem. A fala do paciente pode ser gravada com um microfone simples e um programa faz a leitura das anormalidades que podem ser detectadas a partir de padrões respiratórios (SHUJA et al., 2020).

O sistema que desencadeia a voz é o sistema respiratório, conseqüentemente qualquer comprometimento da função aérea pode desempenhar um efeito direto sobre a voz e a fala. A fisiologia respiratória é diretamente atingida pelas doenças pulmonares, comprometendo assim o fluxo aéreo. Sendo a fisiologia respiratória intimamente relacionada com a fisiologia vocal, qualquer acometimento no sistema respiratório pode exercer efeito direto sobre a voz e a fala, perceptível em parâmetros como intensidade, altura, qualidade da voz e medidas pneumofônicas que podem detectar alterações do fluxo aéreo expiratório (ROSSI et al., 2006).



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



O valor do tempo máximo fonatório (TMF) pode avaliar o controle aerodinâmico da emissão da voz com a saída progressiva do ar na expiração de forma quantitativa a partir da emissão sustentada da vogal /e/, evidenciando, assim o desempenho do nível respiratório à fonação (CHRISTMANN et al., 2013).

Rossi et al. (2006) descreve em sua pesquisa que a proporção dos tempos de emissão da vogal /e/ é uma estratégia para detecção de componente hipercinético. Podendo a medida isolada da vogal /e/ sugerir clinicamente como o paciente controla a saída progressiva do ar por meio de seu suporte respiratório, sugerindo assim incapacidades no mecanismo respiratório diante de tempos curtos da emissão.

Para o diagnóstico funcional temos a espirometria, fundamental na pneumologia e utilizada como ferramenta na avaliação diagnóstica de sintomas respiratórios ou limitação aos esforços, na classificação da gravidade e mesmo como prognóstico de diversas doenças respiratórias. A espirometria mede os volumes e os fluxos aéreos derivados de manobras inspiratórias e expiratórias máximas forçadas ou lentas. Dentre os parâmetros que podem ser obtidos a partir deste exame e um dos mais utilizados na prática clínica tem-se a capacidade vital (CV) e a medida de pico de fluxo expiratório (PFE) (TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015). Porém este exame apresenta certas limitações, como a dificuldade de realização em alguns idosos e a detecção de um possível acometimento inicial de pequenas vias aéreas (BARRETO, 2015).

O estudo de Mendes (2012) sobre *softwares* e *hardwares* para análise da voz e fala destaca que o Praat 6.1.52 é um instrumento que consiste em uma análise vocal acústica não invasiva de extração de medidas objetivas do sinal e sua extrema precisão permite ao avaliador captar as alterações vocais e destacam ainda por ser gratuito, permitir a obtenção de vários parâmetros acústicos e os principais gráficos dos mesmos.

Dentro desse contexto, Pal e Sankarasubbu (2021) apontam que um teste mais acessível é necessário, com baixo custo, resultado mais rápido e de fácil aplicação para otimizar a capacidade de diagnóstico, planejamento e monitoramento de um tratamento.

## 1.2 Lacuna da literatura

Segundo as pesquisas que trabalham esta temática foram encontrados alguns estudos que relacionam voz e respiração. Os mais recentes se utilizam da tecnologia digital e inteligência



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



artificial como um instrumento para auxílio de diagnóstico de patologias como a asma e a COVID-19, como o estudo de Brown et al. (2020) este trabalho coleta sons da respiração, tosse e voz por meio de um aplicativo para triagem. Seguindo este conceito temos uma outra pesquisa que descreve que o campo da tecnologia da computação realiza avanços imensos em diagnóstico precoce e rápido de vários sons adventícios de doenças pulmonares a partir do som pulmonar (SERBES; ULUKAYA; KAHYA, 2018).

Para Greenhalgh, Koh e Car (2020), os três métodos básicos para a avaliação utilizam-se dos sons da tosse, som da respiração e o último a partir da voz auxiliando na detecção de alterações respiratórias. Um estudo recente mostra que conjuntos de dados de fala/áudios, podem auxiliar na triagem, diagnóstico e detecção de casos positivos de COVID-19, coqueluche e bronquite, no trabalho os pesquisadores avaliam o som da tosse utilizando inteligência artificial a partir de um aplicativo (IMRAN et al., 2020).

Já a pesquisa de Orlandic, Teijeiro e Atienza (2021), apresenta um aplicativo da web que faz classificação da tosse além de fazer observações na gravação como dispneia e chiado, os pesquisadores propuseram uma ideia para smartphone que se trata de um autoteste de COVID-19 usando sons da respiração.

Alguns autores sugerem que as dificuldades respiratórias provenientes da COVID-19 podem revelar padrões e características acústicas para o pré-diagnóstico da doença (FAEZIPOUR; ABUZNEID, 2020).

Com base na busca realizada pode-se observar que são poucos os autores que trabalham nessa temática e segundo as pesquisas mais recentes podemos notar que há a possibilidade de desenvolvimento de um instrumento que possa identificar possíveis alterações respiratórias a partir da voz.

### 1.3 Revisão da Literatura em Suporte à Lacuna da Literatura

Na busca de possíveis parâmetros vocais que se relacionem a respiração encontramos no livro de Behlau (2008) a relação entre tempo máximo fonatório (TMF) e capacidade vital (CV). A autora salienta que a CV também pode interferir nos valores dos TMF e ser uma forma de triagem, pois os TMF apontam a capacidade da coordenação que existe entre os níveis fonatório e respiratório, visto que para ocorrer a sustentação máxima da fonação, o indivíduo usa o





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



máximo da sua capacidade vital (CV) para manter um fonema durante o maior tempo possível, demonstrando o controle neuromuscular e aerodinâmico da produção vocal.

Segundo Rossi et al. (2006) para a obtenção da medida do tempo fonatório necessita-se apenas um cronômetro e a observação clínica, sendo este um teste simples e comum na prática fonoaudiológica. As medidas do TMF também podem se correlacionar com o Pico de Fluxo Expiratório (PFE), este pode ser usado como uma forma para triagem de alteração do fluxo respiratório no exame fonoaudiológico de rotina.

Porém, dentre os instrumentos que mensuram a capacidade vital, temos o espirômetro e o ventilômetro, que são de difícil acesso nas unidades básicas de saúde (UBS). Por sua vez, a medida do PFE é encontrada no teste respiratório a partir do instrumento peak flow, utilizado com frequência em pacientes com distúrbios obstrutivos como a asma.

### 1.3.1 Relação da voz e respiração

Para que a produção vocal aconteça é necessário que uma série de estruturas anatômicas denominada de aparelho fonador entre em ação. Esta estrutura deve se comportar como uma unidade funcional que inclui, o trato vocal supraglótico, composto pela laringe, a faringe, a língua, o palato, a cavidade oral e a cavidade nasal que agem como ressonadores e o trato vocal infraglótico que funciona como a fonte de força para a produção da voz, do qual fazem parte a região subglótica da laringe, a traquéia, os brônquios e os pulmões. Além das estruturas citadas temos a musculatura e a caixa torácica que servem de alicerce para o sistema respiratório, oferecendo um mecanismo de suporte, gerando força e direcionando a corrente de ar controlada que passa entre as pregas vocais (AGUIAR-RICZ, 2023).

Os principais músculos da inspiração são o diafragma e os intercostais externos. O diafragma é o maior e mais importante, e sua ação determina o nível de profundidade respiratória, durante a inspiração, ele se contrai, elevando as costelas e aumentando a dimensão vertical do tórax, criando um espaço entre ele e o pulmão, que será preenchido com a insuflação pulmonar (AGUIAR-RICZ, 2023).

O ar é o combustível energético indispensável para a produção da voz. Somente ocorrerá a fonação se o ar passar entre as pregas vocais e produzir vibração. Quando respiramos em silêncio, o ar deve penetrar pelo nariz para que seja filtrado, aquecido e umidificado, alcançando



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



os pulmões, entretanto durante a fala, a respiração é realizada de maneira buconasal (BEHLAU, 2017).

Os distúrbios da voz ocasionados pelo modo respiratório incorreto compreendem, desvios no sistema de ressonância e na projeção da voz. Uma respiração que não faz uso de todo o suporte aéreo necessário, habitualmente resulta em esforço vocal. A respiração oral, dificulta a ventilação das fossas nasais, podendo assim aumentar as secreções que banham a laringe, o que causa edema e irritação, aumentando o atrito durante a vibração das pregas vocais (HOFFMANN, 2013).

### 1.3.2 Testes de análise da voz

A produção da voz depende do adequado funcionamento dos sistemas respiratório, cardiovascular, musculoesquelético, neurológico e psicossocial do indivíduo (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009). A avaliação perceptivo auditiva é considerada o padrão ouro da avaliação vocal, complementar a ela e considerada objetiva e não invasiva, tem-se a avaliação dos parâmetros acústicos da voz, útil para a precisão do diagnóstico de distúrbios vocais (CIELO et al., 2015).

O estudo de Santos et al. (2010) avaliou a qualidade vocal de pacientes portadores da doença de Parkinson. Os participantes foram submetidos à gravação da voz e fala e os parâmetros acústicos analisados foram: frequência fundamental, jitter e shimmer.

Um dos programas que realiza esta avaliação acústica da voz é o *software* Praat, que é gratuito e de fácil utilização, porém, com escassez de publicações na literatura (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009).

A grande quantidade de informações fornecidas pela análise acústica ainda é pouco conhecida. Dentre as medidas acústicas que os laboratórios de voz ofertam, as principais que apresentam aplicação clínica são: frequência fundamental, intensidade vocal, medidas de ruído e medidas de perturbação da frequência (Jitter) e da intensidade (Shimmer).

As medidas de perturbação avaliam ciclo-a-ciclo as variações do sinal acústico, estão relacionadas a quanto um determinado período de vibração glótica se diferencia do outro que o sucede. (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009). O Jitter, é uma medida objetiva, que avalia pequenas irregularidades dos pulsos glóticos, refletindo a rouquidão e/ou ruído na voz. Valores aumentados no shimmer estão relacionados à diminuição ou inconsistência do coeficiente de



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



contato das pregas vocais e podem ser relacionados à presença de soprosidade e/ou ruído na voz.

A frequência fundamental é uma das medidas mais utilizadas pelos clínicos para caracterizar a voz humana, pois fornece indícios sobre aspectos como idade, sexo e altura do indivíduo. A medida HNR (relação harmônico/ruído), avalia a qualidade vocal, são medidas para a determinação da percepção geral de ruído e de rouquidão na voz (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009).

Além da medida do tempo máximo fonatório (TMF), uma medida acústica altamente confiável que permite uma avaliação quantitativa e qualitativa da fonação a partir da emissão vocal sustentada ou/e da fala encadeada, utilizando-se a expiração máxima do indivíduo. Esta medida integra as funções do sistema respiratório, fonatório e também sofre influências do controle neuromotor, fornecendo dados da dinâmica fonatória, investigando a habilidade e o controle fonatório e expiratório.

### 1.3.3 Testes de função respiratória

Existem inúmeros testes para avaliar cada uma das limitações funcionais Pós COVID-19. Segundo documento emitido pela ASSOBRAFIR com recomendações para avaliação e reabilitação Pós COVID-19, estão descritas sugestões de métodos de avaliação para identificar a redução da tolerância ao exercício, como o teste de caminhada de seis minutos (TC6), o teste do degrau (TD) e o teste de sentar e levantar de 1 minuto (TSL). Já as disfunções respiratórias podem ser avaliadas por meio dos testes de força muscular respiratória (manovacuômetro), os níveis de oxigênio arterial (oximetria de pulso) e a função ventilatória (pico de fluxo expiratório e capacidade vital) (NOGUEIRA; FONTOURA; CARVALHO, 2021).

O documento também apresenta sugestões de avaliações dos sintomas de dispneia e fadiga, que em sua maioria são realizadas utilizando-se de questionários, porém a escolha depende das limitações dos pacientes, a dispneia pode ser avaliada durante atividades ou esforço a partir da Escala de Borg (NOGUEIRA; FONTOURA; CARVALHO, 2021).

No estudo de Nalbandian et al. (2021), ele se refere ao documento de orientação adotado pela British Thoracic Society, que se utiliza de algoritmos para avaliar os sobreviventes de COVID-19 nos primeiros 3 meses após a alta hospitalar, baseados na gravidade da COVID-19 e se o paciente recebeu ou não cuidados em nível de UTI. Os algoritmos para grupos de COVID-



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



19 grave e leve a moderado recomendam avaliação clínica e radiografia de tórax em todos os pacientes em 12 semanas, juntamente com a consideração do TC6, entre outros exames de acordo com o julgamento clínico.

#### 1.4 Justificativa

A partir dos achados pode-se observar que existe a possibilidade do desenvolvimento de um instrumento que possa identificar possíveis alterações respiratórias a partir da voz, auxiliando no monitoramento de doenças pulmonares, dentre elas as sequelas da COVID-19, e a necessidade de aprofundamento nesses estudos.

A extração de parâmetros vocais pode fornecer informações importantes, uma vez que a respiração é o combustível da voz. Assim podemos utilizar de parâmetros subjetivos e objetivos acerca da dinâmica vocal, uma vez que a maneira em que inspiramos falando, incluindo a taxa e a duração de uma exalação e sua intensidade e variabilidade, influenciam fortemente na qualidade da nossa voz. O aparelho fonador é composto por um conjunto de órgãos: pulmões, brônquios e traqueia, que produzem o ar, a laringe onde se localiza as cordas vocais e produzem a energia da fala, assim a voz é produzida quando o ar é expirado e passa pelas pregas vocais, além da faringe e as fossas nasais que são responsáveis pela ressonância.

Doenças respiratórias podem gerar alterações no comportamento vocal muitas vezes notável como uma condição envolvendo inflamação, porém essas mudanças podem ser sutis nos estágios assintomáticos de uma doença e perceptível apenas por meio de tecnologias.

Behlau (2008) em seu livro faz a relação entre parâmetros vocais e respiratórios, apontando uma correlação entre CV, PFE e TMF. Além dos estudos mais recentes como o de Brown et al. (2020) que utilizaram do som da voz como instrumento de triagem de pacientes com COVID-19 e a asma.

Ademais, essa pesquisa é motivada pela vivência pessoal da pesquisadora no ambiente da atenção básica de saúde em uma cidade do interior do Paraná na qual apresenta diversas inquietações no momento da pandemia. Posto que os pacientes que conseguiam realizar a espirometria e que apresentaram normalidade no exame, ainda apresentavam sinais de fadiga durante as atividades de vida diária, inclusive durante a fala. A partir disso pudemos observar a necessidade de um instrumento que faça o monitoramento dos pacientes que estão em



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



recuperação das sequelas respiratórias provenientes da infecção pelo SARS-CoV-2, assim como das demais doenças pulmonares.

## 1.5 Objetivos

### 1.5.1 Objetivo Geral

Desenvolver um protocolo de avaliação vocal e respiratória de pessoas em recuperação da COVID-19.

### 1.5.2 Objetivos Específicos

- Correlacionar o parâmetro vocal tempo máximo fonatório (TMF) com relato de fadiga.
- Correlacionar o parâmetro vocal tempo máximo fonatório (TMF) com o valor da distância percorrida obtidas por meio do teste de caminhada de seis minutos (TC6).
- Aplicar um teste piloto em pessoas em recuperação da COVID-19.

## 1.6 Referências

1. AGUIAR-RICZ, L. N. Anatomofisiologia da produção vocal. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7533012/mod\\_folder/content/0/Fona%C3%A7%C3%A3o%202021/Artigos%20e%20livros/Artigos%20e%20livros/Anatomia%20e%20Fisiologia/ANATOMOFISIOLOGIA%20DA%20PRODU%C3%87%C3%83O%20VOCAL.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7533012/mod_folder/content/0/Fona%C3%A7%C3%A3o%202021/Artigos%20e%20livros/Artigos%20e%20livros/Anatomia%20e%20Fisiologia/ANATOMOFISIOLOGIA%20DA%20PRODU%C3%87%C3%83O%20VOCAL.pdf). Acesso em 24 maio 2023.
2. BARRETO, S. S. M. A Incorporação das Medidas de Volumes Pulmonares na Interpretação dos Testes de Função Pulmonar. **Pulmão RJ**; v.24, n. 1, p. 19-27, 2015.
3. BEHLAU, M. Voz: O livro do especialista. vol.1. Rio de Janeiro: **Revinter**; 2008.
4. BEHLAU, M.; PONTES, P.; MORETI, F.; Higiene vocal: cuidando da voz. 5 ed. Rio de Janeiro: **Revinter**; 2017.
5. BROWN, C. et al. **Exploring Automatic Diagnosis of COVID-19 from Crowdsourced Respiratory Sound Data**. Proceedings of the 26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. **Anais...**New York, NY, USA: ACM, 23 ago. 2020Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3394486.3412865>>
6. CIELO, C. A. et al. Qualidade de vida em voz, avaliação perceptivoauditiva e análise acústica da voz de professoras com queixas vocais / Quality of life in voice, perceptual-auditory assessment and voice acoustic analysis of teachers with vocal complaints. **Audiol Commun Res**, v. 20, n. 2, p. 130–40, 2015.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



7. CHRISTMANN, M. K. et al. Tempo máximo de fonação de futuros profissionais da voz. **Revista CEFAC**, v. 15, n. 3, p. 622–630, 2013.
8. ENRIGHT, P. L. The Six-Minute Walk Test Introduction Standards and Indications 6-Minute Walk Test Versus Shuttle Walk Test Safety Variables Measured Conducting the Test Ensuring Quality Factors That Influence 6-Minute Walk Distance Interpreting the Results Improving the. **Respiratory Care**, v. 48, n. 8, p. 783–785, 2003.
9. FAEZIPOUR, M.; ABUZNEID, A. Smartphone-Based Self-Testing of COVID-19 Using Breathing Sounds. **Telemedicine and e-Health**, v. 26, n. 10, p. 1202–1205, 1 out. 2020.
10. FINGER, L. S.; CIELO, C. A.; SCHWARZ, K. Medidas vocais acústicas de mulheres sem queixas de voz e com laringe normal. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 75, n. 3, p. 432–440, 2009.
11. GREENHALGH, T.; KOH, G. C. H.; CAR, J. Covid-19: a remote assessment in primary care. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 368, p. m1182, 25 mar. 2020.
12. HOFFMANN, C. F. Tipo E Modo Respiratório De Futuros Profissionais Da Voz. **Saúde (Santa Maria)**, v. 39, n. 1, p. 121–130, 2013.
13. IMRAN, A. et al. AI4COVID-19: AI enabled preliminary diagnosis for COVID-19 from cough samples via an app. **Informatics in Medicine Unlocked**, v. 20, 1 jan. 2020.
14. IWAMA, A. M. et al. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, n. 11, p. 1080–1085, 2009.
15. MENDES, A. P. Softwares e hardwares de análise acústica da voz e da fala. **Distúrb. comun**, v. 24, n. 3, p. 421–430, 2012.
16. NALBANDIAN, A. et al. Post-acute COVID-19 syndrome. **Nature Medicine**, v. 27, n. 4, p. 601–615, 2021.
17. NGIAM, J. et al. Silent hypoxia: pulse oximetry and its relation to COVID-19 in Singapore. **Singapore Medical Journal**, 2021.
18. NOGUEIRA, I. C.; FONTOURA, F. F. DA;; CARVALHO, C. R. F. Recomendações para avaliação e reabilitação PÓS-COVID-19. **Assobrafir**, p. 14, 2021.
19. ORLANDIC, L.; TEIJEIRO, T.; ATIENZA, D. The COUGHVID crowdsourcing dataset, a corpus for the study of large-scale cough analysis algorithms. **Scientific Data**, v. 8, n. 1, p. 156, 23 dez. 2021.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



20. PAL, A.; SANKARASUBBU, M. **Pay attention to the cough**. Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on Applied Computing. **Anais...**New York, NY, USA: ACM, 22 mar. 2021Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3412841.3441943>>
21. RASHID, M. et al. Respiratory Distress Detection from Telephone Speech using Acoustic and Prosodic Features. 15 nov. 2020.
22. ROSSI, D. C. et al. Relação do pico de fluxo expiratório com o tempo de fonação em pacientes asmáticos. **Revista CEFAC**, v. 8, n. 4, p. 509–517, dez. 2006.
23. RUIVO, S. et al. Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar. Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 15, n. 4, p. 629–653, 2009.
24. SANTOS, L. L. M. et al. Acoustic and hearing-perceptual voice analysis in individuals with idiopathic Parkinson's disease in “on” and “off” stages. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 68, n. 5, p. 706–711, 2010.
25. SERBES, G.; ULUKAYA, S.; KAHYA, Y. P. An Automated Lung Sound Preprocessing and Classification System Based OnSpectral Analysis Methods. In: **IFMBE Proceedings**. [s.l.: s.n.]. v. 66p. 45–49.
26. SHUJA, J. et al. COVID-19 open source data sets: A comprehensive survey. **medRxiv**, 2020.
27. TRINDADE, A. M.; SOUSA, T. L. F.; ALBUQUERQUE, A. L. P. A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros? **Pulmão RJ**, v. 24, n. 1, p. 3–7, 2015.
28. **WHO | WOLD HEALTH ORGANIZATION**,2023, [Health EmergencyDashboardWHO \(COVID-19\)Homepage](https://www.who.int).Disponívelem:<https://www.who.int>.Acesso em: 10maio. 2023.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



## 2 Capítulo II

### 2.1 Artigo 1: Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19

#### 2.1.1 Autores

Naiara Lilian Favatto de Andrade

Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência

*Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil*

[naiara\\_favatto@hotmail.com](mailto:naiara_favatto@hotmail.com)

Geová Oliveira de Amorim

*Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil*

[geovafono@uol.com.br](mailto:geovafono@uol.com.br)

Roberto Zonato Esteves

Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência e Emergência

*Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil*

[rzesteves@uem.br](mailto:rzesteves@uem.br)

#### 2.1.2 Introdução

As doenças respiratórias estão entre as dez principais causas de morte no mundo. A Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) representa com 6% a terceira causa de morte, seguida pela Infecções das Vias Aéreas Inferiores a ser a doença transmissível mais letal do mundo. (WHO, 2023). Sendo a pneumonia responsável por 15% das mortes em crianças menores de cinco anos (WHO, 2023).

Dentre as doenças respiratórias tem-se o novo coronavírus (COVID-19) que foi declarado uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020 tendo afetado até o presente momento mais de 765.000.000 pessoas dentre estas mais de 6.900.000





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



fatalidades em todo o mundo segundo dados da OMS. O novo vírus COVID-19 leva à síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2). Os principais sintomas da COVID-19 são, febre, cansaço e tosse seca (WHO, 2023).

Os sintomas típicos da doença respiratória englobam falta de ar, tosse e respiração ofegante entre outras, desta maneira a angústia respiratória pode alterar características da fala como duração, intensidade, padrão e duração da pausa na fala (RASHID et al., 2020). A falta de ar é um sintoma presente em quase 50% dos pacientes com COVID-19 o que também pode indicar outras doenças graves, como pneumonia (GREENHALGH; KOH; CAR, 2020). Dessa forma, a detecção automatizada da falta de ar a partir da fala pode ser utilizada em cuidados médicos remotos e aplicativos de triagem. A fala do paciente pode ser gravada com um microfone simples e um programa faz a leitura das anormalidades que podem ser detectadas a partir de padrões respiratórios (SHUJA et al., 2020).

O sistema que desencadeia a voz é o sistema respiratório, conseqüentemente qualquer comprometimento da função aérea pode desempenhar um efeito direto sobre a voz e a fala. A fisiologia respiratória é diretamente atingida pelas doenças pulmonares, comprometendo assim o fluxo aéreo. Sendo a fisiologia respiratória intimamente relacionada com a fisiologia vocal, qualquer acometimento no sistema respiratório pode exercer efeito direto sobre a voz e a fala, perceptível em parâmetros como intensidade, altura, qualidade da voz e medidas pneumofônicas que podem detectar alterações do fluxo aéreo expiratório (ROSSI et al., 2006).

O valor do tempo máximo fonatório (TMF) pode avaliar o controle aerodinâmico da emissão da voz com a saída progressiva do ar na expiração de forma quantitativa a partir da emissão sustentada da vogal /e/, evidenciando, assim, o desempenho do nível respiratório à fonação (CHRISTMANN et al., 2013).

Rossi et al. (2006) descreve em sua pesquisa que a proporção dos tempos de emissão da vogal /e/ é uma estratégia para detecção de componente hipercinético. Podendo a medida isolada da vogal /e/ sugerir clinicamente como o paciente controla a saída progressiva do ar por meio de seu suporte respiratório, sugerindo assim incapacidades no mecanismo respiratório diante de tempos curtos da emissão.

Para o diagnóstico funcional temos a espirometria, fundamental na pneumologia e utilizada como ferramenta na avaliação diagnóstica de sintomas respiratórios, na classificação da gravidade e mesmo como prognóstico de diversas doenças respiratórias. A espirometria mede

Av Mandacaru, 1590 - Campus sede - CEP 87080-000

Fone: (44) 3011-9096 - E-mail: [profurg@uem.br](mailto:profurg@uem.br) - website: [www.dmd.uem.br/profurg](http://www.dmd.uem.br/profurg)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



os volumes e os fluxos aéreos derivados de manobras inspiratórias e expiratórias máximas forçadas ou lentas. Dentre os parâmetros que podem ser obtidos a partir deste exame e os mais utilizados na prática clínica tem-se a capacidade vital (CV) e a medida de pico de fluxo expiratório (PFE) (TRINDADE; SOUSA; ALBUQUERQUE, 2015). Porém este exame apresenta certas limitações, como a dificuldade de realização em alguns idosos e a detecção de um possível acometimento inicial de pequenas vias aéreas (BARRETO, 2015).

O estudo de Mendes (2012) sobre *softwares* e *hardwares* para análise da voz e fala destaca que o Praat 6.1.52 é um instrumento que consiste em uma análise vocal acústica não invasiva de extração de medidas objetivas do sinal e sua extrema precisão permite ao avaliador captar as alterações vocais e destacam ainda por ser gratuito, permitir a obtenção de vários parâmetros acústicos e os principais gráficos dos mesmos.

Dentro desse contexto, Pal e Sankarasubbu (2021) apontam que um teste mais acessível é necessário, com baixo custo, resultado mais rápido e de fácil aplicação para otimizar a capacidade de diagnóstico e planejamento de um tratamento.

### 2.1.2.1 Lacuna da literatura

Segundo as pesquisas que trabalham esta temática foram encontrados alguns estudos que relacionam voz e respiração. Os mais recentes se utilizam da tecnologia digital e inteligência artificial com um instrumento para auxílio de diagnóstico de patologias como a asma e a COVID-19, como o estudo de Brown et al. (2020), este trabalho coleta sons da respiração, tosse e voz por meio de um aplicativo para triagem. Seguindo este conceito temos uma outra pesquisa que descreve que o campo da tecnologia da computação realiza avanços imensos em diagnóstico precoce e rápido de vários sons adventícios de doenças pulmonares a partir do som pulmonar (SERBES; ULUKAYA; KAHYA, 2018).

Para Greenhalgh, Koh e Car (2020), os três métodos básicos para a avaliação utilizam-se dos sons da tosse, som da respiração e o último a partir da voz auxiliando na detecção de alterações respiratórias. Um estudo recente mostra que conjuntos de dados de fala/áudios, podem auxiliar na triagem, diagnóstico e detecção de casos positivos de COVID-19, coqueluche e bronquite, no trabalho os pesquisadores avaliam o som da tosse utilizando inteligência artificial a partir de um aplicativo (IMRAN et al., 2020).



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Já a pesquisa de Orlandic; Teijeiro e Atienza (2021), apresenta um aplicativo da web que faz classificação da tosse além de fazer observações na gravação como dispneia e chiado, os pesquisadores propuseram uma ideia para smartphone que se trata de um autoteste de COVID-19 usando sons da respiração.

Alguns autores sugerem que as dificuldades respiratórias provenientes da COVID-19 podem revelar padrões e características acústicas para o pré-diagnóstico da doença (FAEZIPOUR; ABUZNEID, 2020).

Com base na busca realizada pode-se observar que são poucos os autores que trabalham nessa temática e segundo as pesquisas mais recentes podemos notar que há a possibilidade de desenvolvimento de um instrumento que possa identificar possíveis alterações respiratórias a partir da voz.

### **2.1.2.2 Revisão da Literatura em Suporte à Lacuna da Literatura**

Na busca de possíveis parâmetros vocais que se relacionem a respiração encontramos no livro de Behlau (2008) a relação entre tempo máximo fonatório (TMF) e capacidade vital (CV). A autora salienta que a CV também pode interferir nos valores dos TMF e ser uma forma de triagem, pois os TMF apontam a capacidade da coordenação que existe entre os níveis fonatório e respiratório, visto que para ocorrer a sustentação máxima da fonação, o indivíduo usa o máximo da sua capacidade vital (CV) para manter um fonema durante o maior tempo possível, demonstrando o controle neuromuscular e aerodinâmico da produção vocal.

Segundo Rossi et al. (2006) para a obtenção da medida do tempo fonatório necessita-se apenas um cronômetro e a observação clínica, sendo este um teste simples e comum na prática fonoaudiológica. As medidas do TMF também podem se correlacionar com o Pico de Fluxo Expiratório (PFE), este pode ser usado como uma forma para triagem de alteração do fluxo respiratório no exame fonoaudiológico de rotina.

Porém, dentre os instrumentos que mensuram a capacidade vital temos o espirômetro e o ventilômetro, que são instrumentos de difícil acesso nas unidades básicas de saúde (UBS). Por sua vez, a medida do PFE é encontrada no teste respiratório a partir do instrumento peak flow, utilizado com frequência em pacientes com distúrbios obstrutivos como a asma.

#### **2.1.2.2.1 Relação da voz e respiração**



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Para que a produção vocal aconteça é necessário que uma série de estruturas anatômicas denominada de aparelho fonador entre em ação. Esta estrutura deve se comportar como uma unidade funcional que inclui, o trato vocal supraglótico, composto pela laringe, a faringe, a língua, o palato, a cavidade oral e a cavidade nasal que agem como ressonadores e o trato vocal infraglótico que funciona como a fonte de força para a produção da voz, do qual fazem parte a região subglótica da laringe, a traquéia, os brônquios e os pulmões. Além das estruturas citadas temos a musculatura e a caixa torácica que servem de alicerce para o sistema respiratório, oferecendo um mecanismo de suporte, gerando força e direcionando a corrente de ar controlada que passa entre as pregas vocais (AGUIAR-RICZ, 2023).

Os principais músculos da inspiração são o diafragma e os intercostais externos. O diafragma é o maior e mais importante, e sua ação determina o nível de profundidade respiratória, durante a inspiração, ele se contrai, elevando as costelas e aumentando a dimensão vertical do tórax, criando um espaço entre ele e o pulmão, que será preenchido com a insuflação pulmonar (AGUIAR-RICZ, 2023).

O ar é o combustível energético indispensável para a produção da voz. Somente ocorrerá a fonação se o ar passar entre as pregas vocais e produzir vibração. Quando respiramos em silêncio, o ar deve penetrar pelo nariz para que seja filtrado, aquecido e umidificado, alcançando os pulmões, entretanto durante a fala, a respiração é realizada de maneira buconasal (BEHLAU, 2017).

Os distúrbios da voz ocasionados pelo modo respiratório incorreto compreendem, desvios no sistema de ressonância e na projeção da voz. Uma respiração que não faz uso de todo o suporte aéreo necessário, habitualmente resulta em esforço vocal. A respiração oral, dificulta a ventilação das fossas nasais, podendo assim aumentar as secreções que banham a laringe, o que causa edema e irritação, aumentando o atrito durante a vibração das pregas vocais (HOFFMANN, 2013).

#### **2.1.2.2.2 Testes de análise da voz**

A produção da voz depende, também, do adequado funcionamento dos sistemas respiratório, cardiovascular, musculoesquelético, neurológico e psicossocial do indivíduo (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009). A avaliação perceptivo auditiva é considerada o padrão ouro da avaliação vocal, complementar a ela e considerada objetiva e não invasiva, tem-se a avaliação

Av Mandacaru, 1590 - Campus sede - CEP 87080-000

Fone: (44) 3011-9096 - E-mail: [profurg@uem.br](mailto:profurg@uem.br) - website: [www.dmd.uem.br/profurg](http://www.dmd.uem.br/profurg)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



dos parâmetros acústicos da voz, útil para a precisão do diagnóstico de distúrbios vocais (CIELO et al., 2015).

O estudo de Santos et al. (2010) avaliou a qualidade vocal de pacientes portadores da doença de Parkinson. Os participantes foram submetidos à gravação da voz e fala e os parâmetros acústicos analisados foram: frequência fundamental, jitter e shimmer.

Um dos programas que realiza esta avaliação acústica da voz é o *software* Praat, que é gratuito e de fácil utilização, porém, com escassez de publicações na literatura (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009).

A grande quantidade de informações fornecidas pela análise acústica ainda é pouco conhecida. Dentre as medidas acústicas que os laboratórios de voz ofertam, as principais que apresentam aplicação clínica são: frequência fundamental, intensidade vocal, medidas de ruído e medidas de perturbação da frequência (Jitter) e da intensidade (Shimmer).

As medidas de perturbação avaliam ciclo-a-ciclo as variações do sinal acústico, estão relacionadas a quanto um determinado período de vibração glótica se diferencia do outro que o sucede. (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009). O Jitter, é uma medida objetiva, que avalia pequenas irregularidades dos pulsos glóticos, refletindo a rouquidão e/ou ruído na voz. Valores aumentados no shimmer estão relacionados à diminuição ou inconsistência do coeficiente de contato das pregas vocais e podem ser relacionados à presença de soprosidade e/ou ruído na voz.

A frequência fundamental é uma das medidas mais utilizadas pelos clínicos para caracterizar a voz humana, pois fornece indícios sobre aspectos como idade, sexo e altura do indivíduo. A medida HNR (relação harmônico/ruído), avalia a qualidade vocal, são medidas para a determinação da percepção geral de ruído e de rouquidão na voz (FINGER; CIELO; SCHWARZ, 2009).

Além da medida do tempo máximo fonatório (TMF), uma medida acústica altamente confiável que permite uma avaliação quantitativa e qualitativa da fonação a partir da emissão vocal sustentada ou/e da fala encadeada, utilizando-se a expiração máxima do indivíduo. Esta medida integra as funções do sistema respiratório, fonatório e também sofre influências do controle neuromotor, fornecendo dados da dinâmica fonatória, investigando a habilidade e o controle fonatório e expiratório.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



### 2.1.2.2.3 Testes de função respiratória

Existem inúmeros testes para avaliar cada uma das limitações funcionais Pós COVID-19. Segundo documento emitido pela ASSOBRAFIR com recomendações para avaliação e reabilitação Pós COVID-19, estão descritas sugestões de métodos de avaliação para identificar a redução da tolerância ao exercício, como o teste de caminhada de seis minutos (TC6), o teste do degrau (TD) e o teste de sentar e levantar de 1 minuto (TSL). Já as disfunções respiratórias podem ser avaliadas por meio dos testes de força muscular respiratória (manovacuômetro), os níveis de oxigênio arterial (oximetria de pulso) e a função ventilatória (pico de fluxo expiratório e capacidade vital) (NOGUEIRA; FONTOURA; CARVALHO, 2021).

O documento também apresenta sugestões de avaliações dos sintomas de dispneia e fadiga, que em sua maioria são realizadas utilizando-se de questionários, porém a escolha depende das limitações dos pacientes, a dispneia pode ser avaliada durante atividades ou esforço a partir da Escala de Borg (NOGUEIRA; FONTOURA; CARVALHO, 2021).

No estudo de Nalbandian et al. (2021) ele se refere ao documento de orientação adotado pela British Thoracic Society, que se utiliza de algoritmos para avaliar os sobreviventes de COVID-19 nos primeiros 3 meses após a alta hospitalar, baseados na gravidade da COVID-19 e se o paciente recebeu ou não cuidados em nível de UTI. Os algoritmos para grupos de COVID-19 grave e leve a moderado recomendam avaliação clínica e radiografia de tórax em todos os pacientes em 12 semanas, juntamente com a consideração do TC6, entre outros exames de acordo com o julgamento clínico.

### 2.1.2.3 Objetivos

#### 1.1. Objetivo geral

- Desenvolver um protocolo de avaliação vocal e respiratória de pessoas em recuperação da COVID-19.

#### 1.2. Objetivos específicos

- Correlacionar o parâmetro vocal tempo máximo fonatório (TMF) com relato de fadiga.
- Correlacionar o parâmetro vocal tempo máximo fonatório (TMF) com o valor da distância percorrida obtido por meio do teste de caminhada de seis minutos (TC6).
- Aplicar um teste piloto em pessoas em recuperação da COVID-19.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



### 2.1.3 Métodos

Este estudo se caracteriza como metodológico exploratório, com abordagem quantitativa. Também é observacional de caráter transversal à medida que foram realizados levantamentos e análises de dados em um tempo definido.

#### 2.1.3.1 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa (CAAE 58396922.3.0000.0104) foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (COPEP) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), número do Parecer: 5.460.413. na data de 09/06/2022).

Todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Neste momento, se faz necessário frisar que a caneta utilizada para a assinatura do TCLE foi higienizada com álcool 70%, assim como as mãos do participante.

#### 2.1.3.2 Amostra

A seleção dos participantes foi realizada mediante análise dos dados epidemiológicos da Secretaria Municipal de Saúde de Santa Fé. Sendo esta, uma amostra de conveniência, foram utilizados os dados de pessoas que testaram positivo para a COVID-19 entre os meses de janeiro a junho de 2022 em uma população de indivíduos de ambos os sexos, com idade de 18 a 50 anos. Segundo os dados epidemiológicos fornecidos a pesquisadora foram registrados 278 casos de COVID-19 entre o período de janeiro a junho de 2022, com idade entre 18 e 50 anos.

Dos 278 casos, aceitaram participar voluntariamente da pesquisa 58 indivíduos, composto por 41 mulheres e 17 homens. O indivíduo mais velho que participou da pesquisa tinha 50 anos e o mais novo 19 anos. Estes receberam informações sobre os objetivos da investigação, como seria realizada a coleta, assim como sobre o seu anonimato.

##### 2.1.3.2.1 Critérios de inclusão e exclusão

Acerca dos critérios de inclusão dos participantes da pesquisa, estes apresentaram diagnóstico de COVID-19, fora do período de transmissão do vírus, estando no período de 1 a 6 meses de Pós COVID-19, além de possuir idade de 18 a 50 anos. Como critério de exclusão, pessoas com idade inferior a 18 anos e superior a 51 anos, pessoas com quadro grave de



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



insuficiência respiratória, e ter necessitado de suporte ventilatório invasivo, além de apresentar distúrbios da fonação.

Foram usados esses critérios para excluir fatores de enviesamento dos resultados, pois em um estudo a respeito do efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar, os resultados mostraram que há diferenças do padrão respiratório entre jovens adultos e idosos saudáveis, sugerindo que a função pulmonar é influenciada pelo envelhecimento cronológico (RUIVO et al., 2009). Além dos tramites que permeiam a realização de estudos científicos com menor de idade.

Além do fato de excluirmos pessoas com disfonia, condição em que há alteração ou dificuldade na emissão da voz e pessoas que fizeram uso de suporte ventilatório já que a presença da cânula de intubação orotraqueal no pertuito orofaringolaringeano impossibilita o adequado funcionamento sensorial e motor da laringe, onde se localiza as pregas vocais, impactando assim na voz.

### **2.1.3.3 Procedimentos da coleta**

A coleta dos dados se deu entre os meses de julho e agosto de 2022. Para a identificação dos participantes foi empregado o uso de letras e números, sendo que a letra “P”, representa a palavra “Participante” seguido dos numerais 1, 2, 3, 4 e assim consecutivamente para representar o número de participantes da pesquisa.

Salientando que apenas o pesquisador realizou a coleta dos dados, devidamente paramentado com jaleco e máscara. O protocolo de avaliação foi composto por uma única etapa realizada em consultório próprio localizado na cidade de Santa Fé - PR.

Primeiramente, a pesquisadora coletou os dados dos participantes por meio de um formulário do *Google Forms*, contendo as seguintes questões: tempo de diagnóstico da COVID-19, sintomas atuais da doença que foram subdivididos por sistemas, nível de fadiga/cansaço caso presente, escolhendo entre três níveis diferentes (baixo, médio e alto). O formulário também contempla dados pessoais como: idade, sexo, peso e altura. Para a coleta de peso e altura utilizou-se uma balança antropométrica mecânica.

#### **2.1.3.3.1 Avaliação acústica da voz**





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Após o preenchimento do formulário deu-se sequência com a gravação dos áudios. Estes foram captados por meio de um microfone (Headset Stereo Logtech H111), conectado a um computador que realizou as medidas vocais por meio de um programa de análise acústica, o Praat.

Inicialmente para a realização das gravações solicitou-se ao participante que se colocasse sentado de forma adequada com os braços soltos. O avaliador então colocou o microfone a uma distância de quatro dedos da boca do participante e antes que se realizasse a gravação foram feitas as instruções referentes a gravação.

O indivíduo foi instruído pelo avaliador a inspirar profundamente e utilizando-se de sua expiração, realizar a emissão sustentada da vogal /e/, o mais longamente que conseguisse, na intensidade e na frequência habituais. Além de que se necessário esta gravação se repetiria mais uma vez com um descanso entre uma emissão e outra caso a gravação apresentasse erro como ruídos externos e que o pesquisador utilizaria e melhor gravação.

Em seguida, o pesquisador solicita ao participante que verbalize o som da vogal sustentada /e/, ouvida imediatamente após o término da gravação. A medida isolada da vogal /e/ pode indicar como o indivíduo controla a saída progressiva do ar a partir de seu suporte respiratório, sugerindo que tempos curtos de emissão aponte deficiências em seu mecanismo respiratório (PINHO, 2003).

Este processo foi realizado pela pesquisadora de forma individual e em uma sala reservada para minimizar possíveis ruídos externos ou desconfortos. Além disso, para maior segurança o microfone foi higienizado com álcool 70% antes e depois de cada gravação.

Os dados vocais captados pelo microfone conectado a um notebook da marca Dell foram armazenados e analisados através do *software* Praat 6.1.52 que realiza a análise acústica da voz e da fala. Este *software* de acesso livre contém um conjunto de medidas para quantificar irregularidades na produção da voz, e alguns dos parâmetros utilizados no presente estudo foram, frequência fundamental (F0), uma das medidas mais utilizadas pelos clínicos para caracterizar a voz humana, com valores de referência de 113Hz para homens e 208Hz para as mulheres, a intensidade com valores de referência de 65dB para ambos os sexos, jitter (medida de perturbação da frequência) com valor de referência 3.0% e shimmer (medida de perturbação da intensidade) com valores de referência de 0.5% a 1.0%, as medidas de perturbação avaliam ciclo-a-ciclo as variações do sinal acústico e estão relacionadas a quanto um determinado

Av Mandacaru, 1590 - Campus sede - CEP 87080-000

Fone: (44) 3011-9096 - E-mail: [profurg@uem.br](mailto:profurg@uem.br) - website: [www.dmd.uem.br/profurg](http://www.dmd.uem.br/profurg)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



período de vibração glótica se diferencia do outro que o sucede, outro parâmetro é a relação harmônica para ruído (HNR) com valor de referência de 7dB, são medidas para a determinação da percepção geral de ruído, além do tempo máximo fonatório (TMF) mensurado em segundos (s) com valores de referência de 15s a 25s para mulheres e 25s a 35s para homens, fornecendo dados da dinâmica fonatória, investigando a habilidade e o controle fonatório e expiratório, analisando assim cada um dos ciclos de vibração das cordas vocais.

Na avaliação do material excluímos o início e o final do áudio por serem fontes de distorções, pois queríamos utilizar apenas a pronuncia da vogal, não havendo assim corte na emissão.

#### 2.1.3.3.2 Avaliação da capacidade física

Dando sequência, após a extração das medidas acústicas foram captados os parâmetros utilizados no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e a Escala de Borg modificada, usada para medir o grau de dispneia durante o TC6.

O teste foi realizado em um local pré-determinado, em ambiente fechado, em temperatura confortável e a pista de teste marcada a cada 1 metro em uma distância de 30 metros. Antes do início do teste, foi calculada a distância percorrida predita (DPP) de cada participante, por meio da equação internacional específica para ambos os sexos, para o sexo masculino usamos a equação  $(7,57 \times \text{Altura em cm}) - (5,02 \times \text{Idade}) - 1,76 \times \text{Peso em kg} - 309$  e para o sexo feminino a seguinte equação  $(2,11 \times \text{Altura em cm}) - (5,78 \times \text{Idade}) - 2,29 \times \text{Peso em kg} + 667$  (ENRIGHT, 2003).

Também foi realizado o cálculo da DPP por meio da equação específica da população brasileira,  $622,461 - (1,846 \times \text{Idade}) + (61,503 \times \text{Sexo})$ , masculino = 1; feminino = 0) (IWAMA et al., 2009).

A classificação do teste foi de acordo com a distância percorrida (DP) pelo paciente, em comparação aos valores das DPP calculadas para cada um, segundo o parâmetro internacional e nacional citados acima.

Para darmos início ao teste foi explicado ao participante que o TC6 é um teste simples que avalia a capacidade funcional, dentro desse contexto, o paciente foi orientado a caminhar o máximo que puder por seis minutos, sem correr, podendo diminuir o ritmo ou interromper o teste de acordo com a sua necessidade e que alguns parâmetros seriam coletados.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



As variáveis coletadas foram frequência cardíaca (FC) e saturação de oxigênio (SpO<sub>2</sub>) utilizando um oxímetro de pulso, pressão arterial (PA) utilizando o esfigmomanômetro, frequência respiratória (FR) e a percepção subjetiva da dispneia por meio da Escala de Borg modificada com pontuação que varia de 0 “nenhum esforço” a 10 “esforço máximo”, que foi apresentada ao participante para que ele indique o grau de dispneia durante a realização do teste, essas variáveis foram aferidas antes e logo após o término da caminhada de 6 minutos.

Lembrando que, antes de iniciar o teste, o participante permaneceu sentado por 10 minutos, em uma cadeira logo no início da pista, na qual foram aferidas as variáveis mencionadas acima. Ao completar os seis minutos, o participante parou onde estava e o avaliador levou a cadeira para que ele se sentasse e imediatamente foram aferidas as mesmas variáveis pré-teste, utilizando-se um cronômetro para marcar o tempo de 6 minutos e a fita métrica para medir a distância percorrida pelo participante no teste.

#### 2.1.3.4 Análise estatística

Os dados foram tabulados em planilha do *software* Excel, do pacote *Microsoft Office* 365, e analisados com o auxílio do *software Statistical Package for the Social Sciences* versão 23.0 (SPSS, Chicago, Illinois). Os resultados foram tratados, estatisticamente, através da estatística descritiva (medidas de frequência) e inferencial. Para a análise de associação foi utilizado o teste de Qui-quadrado de independência, sendo adotado o valor de significância de *Likelihood Ratio*. O nível de significância estatística adotada em todas as análises foi de  $p \leq 0,05$ .

#### 2.1.3.5 Desenvolvimento do protocolo

O protocolo foi redigido após discussões com a participação do fonoaudiólogo professor Dr. Geová Oliveira de Amorim, especialista em voz, concluído com a construção de um protocolo de avaliação conjunta vocal e respiratória.

#### Protocolo/Instrumento

1. Nome: \_\_\_\_\_
2. Número de identificação: \_\_\_\_\_
3. Sexo: ( ) F ( ) M
4. Idade: \_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



5. Peso: \_\_\_\_\_
6. Altura: \_\_\_\_\_
7. Tempo de diagnóstico da COVID-19: \_\_\_\_\_
8. Sintomas no diagnóstico da COVID-19: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_
9. Sintomas atuais da doença:  
 Fadiga/Cansaço     Respiração ofegante/Hiperventilação  
 Tosse                     Mal estira geral     Dificuldade para dormir  
 Dor/Pressão no peito                     Assintomático
10. Nível de fadiga/cansaço caso presente:  
 Baixo     Médio     Alto
11. Avaliação funcional:  
Pressão artéria: \_\_\_\_\_  
Saturação sanguínea: \_\_\_\_\_  
Frequência cardíaca: \_\_\_\_\_  
Frequência respiratória: \_\_\_\_\_  
Escala de Borg: \_\_\_\_\_  
Distância percorrida no teste de caminhada de seis minutos: \_\_\_\_\_
12. Análise acústica da voz / Praat  
Tempo máximo fonatório: \_\_\_\_\_  
Jitter: \_\_\_\_\_  
Shimmer: \_\_\_\_\_  
Frequência fundamental: \_\_\_\_\_  
Intensidade: \_\_\_\_\_



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



### 2.1.3.6 Teste-Piloto

O desenvolvimento do protocolo foi motivado pelo grande impacto da pandemia do coronavírus e a necessidade de buscar formas mais acessíveis de diagnóstico e monitoramento de indivíduos infectados por uma doença respiratória nova quando comparada as demais pneumopatias. Para o início do teste piloto, primeiramente participaram da pesquisa indivíduos em recuperação da COVID-19, durante o período de pandemia do coronavírus.

O protocolo foi aplicado em 58 indivíduos, que aceitaram participar do estudo em uma cidade do interior do Paraná, sendo aplicado exclusivamente pela pesquisadora, em consultório próprio e de maneira individual. O teste de cada participante levou em torno de 20 minutos para ser realizado. Iniciamos o protocolo com o relato das queixas (no momento do diagnóstico e as queixas atuais), o relato de fadiga atual e a aferição dos dados antropométricos (idade, peso e altura).

Em seguida, em uma sala fechada para evitar ruído externo, realizamos a coleta do áudio sustentado da vogal /e/ por meio do *software* Praat e a escala de Borg para a voz. Por fim foi realizada a avaliação funcional a partir do teste de caminhada de seis minutos, foi solicitado ao participante que percorresse por seis minutos a maior distância possível em um corredor de 30 metros, ressaltando que a aferição dos dados vitais do participante (pressão arterial, frequência cardíaca e respiratória e saturação de oxigênio), foram verificados antes e após o TC6, assim como a escala de Borg para avaliar a dispneia durante o teste.

Podemos observar com o instrumento de pesquisa desenhado que se trata de um teste factível, pois sua aplicação se mostrou simples e com a utilização de materiais cotidianos da profissão, além da utilização do programa de análise acústica da voz, o Praat, de fácil manuseio, captando todos os parâmetros vocais e oferecendo os resultados instantaneamente. Considerando que os parâmetros acústicos analisados pelo *software* neste estudo foram jitter, shimmer, relação harmônico/ruído, intensidade, frequência e TMF.

### 2.1.4 Resultados

A Tabela 1 apresenta as características antropométricas da amostra de acordo com o sexo.

**Tabela 1** – Perfil dos participantes de acordo com o sexo

Mulheres (n=41)	Homens (n=17)
-----------------	---------------



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



<b>Idade</b>	38,95±8,51	39,70±6,08
<b>Massa corporal</b>	67,00 (12,50)	91,58±18,64
<b>Estatura</b>	1,61±0,05	1,77±0,06
<b>IMC</b>	26,42±3,45	28,97±5,34

Dados apresentados em média ± desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico).

Na Tabela 2 são apresentadas as frequências absolutas e relativa referentes aos sintomas, nos diferentes sistemas, relatados pelos participantes no momento do diagnóstico da Covid-19, assim como no momento atual.

**Tabela 2** – Queixas relatadas pelos participantes no momento do diagnóstico da Covid-19 e atual

	<b>Mulheres (n=41)</b>		<b>Homens (n=17)</b>	
	<b>Diagnóstico</b>	<b>Momento atual</b>	<b>Diagnóstico</b>	<b>Momento atual</b>
<b>Respiratórias</b>	37 (90,2%)	19 (46,3%)	15 (88,2%)	4 (23,5%)
<b>Cardiovasculares</b>	1 (2,4%)	3 (7,3%)	3 (17,6%)	2 (11,8%)
<b>Neurológicas/Cognitivas</b>	20 (48,8%)	21 (51,2%)	9 (52,9%)	5 (29,4%)
<b>Metabólicas</b>	5 (12,2%)	5 (12,2%)	1 (5,9%)	1 (5,9%)
<b>Sensoriais</b>	9 (22%)	5 (12,2%)	3 (17,6%)	2 (11,8%)
<b>Gastrointestinais</b>	5 (12,2%)		2 (11,8%)	
<b>Músculo esqueléticas</b>	24 (58,5%)	8 (19,5%)	10 (58,8%)	2 (11,8%)
<b>Ausência de queixas</b>	2 (4,9%)	8 (19,5%)	1 (5,9%)	8 (47,1%)

Dados apresentados em frequência absoluta (relativa).

A Tabela 3 apresenta as frequências absoluta e relativa referentes as queixas respiratórias atuais, mais comuns, relatadas pelos participantes no Pós COVID-19.

**Tabela 3** – Queixas respiratórias atuais relatadas pelos participantes no Pós COVID-19

	<b>Mulheres (n=41)</b>	<b>Homens (n=17)</b>
<b>Tosse</b>	10 (24,4%)	1 (5,9%)
<b>Mialgia/Mal-estar geral</b>	7 (17,1%)	2 (11,8%)
<b>Cansaço/Fadiga ofegante</b>	11 (26,8%)	3 (17,6%)
<b>Dor/Pressão no peito</b>	3 (7,3%)	1 (5,9%)
<b>Distúrbio do sono</b>	7 (17,1%)	4 (23,5%)
<b>Ausência de queixas</b>	21 (51,2%)	13 (76,5%)

Dados apresentados em frequência absoluta (relativa).



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Na Tabela 4 são apresentados os dados referentes aos parâmetros acústicos da voz, obtidos por meio do programa de análise acústica Praat.

**Tabela 4** – Resultado da análise acústica dos participantes

	Mulheres (n=41)	Homens (n=17)
<b>TMF</b>	13,03±4,79	17,68±7,35
<b>JITTER</b>	0,646 (0,869)	0,367±0,194
<b>SHIMMER</b>	9866,10±3808,17	8731,65±2058,47
<b>HNR</b>	0,950 (0,085)	0,933±0,041
<b>Frequência</b>	194,40 (22,40)	135,35±29,18
<b>Intensidade</b>	60,34±5,12	61,37±4,78

Dados apresentados em média ± desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico).

Em relação as variáveis TMF e Intensidade, quando analisamos os valores obtidos e os valores de referência para normalidade, observamos que entre as mulheres 36,6% apresentaram alteração no TMF e 24,4% na Intensidade. Já entre os homens, verificou-se que 17,6% deles apresentaram TMF e Intensidade alterados.

A Tabela 5 apresenta os resultados obtidos através do TC6 estratificada de acordo com o relato de fadiga pelos participantes na Pós Covid-19. Estão relacionados nessa tabela apenas os indivíduos que não atingiram a metragem referência para o TC6, bem como a média da quantidade de metros que esses indivíduos ficaram abaixo do valor referencial.

**Tabela 5** - Participantes que não atingiram a metragem referência para o teste de caminhada de 6 minutos de acordo com o relato de fadiga e o sexo

	Mulheres		Homens	
	Sem fadiga (n=29)	Fadiga (n=12)	Sem fadiga (n=13)	Fadiga (n=4)
<b>Indivíduos</b>	19 (66%)	8 (67%)	5 (38%)	2 (50%)
<b>TC6 (m)</b>	-34,68±32,16	-61,79±33,67	-73,14±50,14	-56,18±27,12

Em relação aos indivíduos, os dados são apresentados em frequência absoluta (relativa); em relação ao TC6 (teste de caminhada de 6min), os dados são apresentados em média ± desvio.

Esses resultados mostraram que, no sexo feminino, daquelas que não atingiram a metragem referência do TC6, 66% não relataram sentir fadiga, enquanto 67% relataram sentir fadiga na



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Pós COVID-19. No sexo masculino, 38% daqueles que relataram não sentir fadiga e 50% dos que sentem fadiga, não atingiram a metragem do TC6.

## 2.1.5 Discussão

### 2.1.5.1 Contribuição do artigo

A partir da pesquisa pode-se destacar que existe a possibilidade de desenvolvimento de instrumentos diferenciais de diagnóstico, triagem e monitoramento das pneumopatias. Em nosso teste piloto abordamos indivíduos em recuperação da COVID-19, porém podemos empregar este método em outras alterações respiratórias como a asma. Destacando a fácil aplicabilidade do teste, pois não se trata de um teste sofisticado como os que temos no mercado e sim um teste extremamente acessível. A extração de parâmetros vocais pode fornecer informações importantes, uma vez que a respiração é o combustível da voz.

### 2.1.5.2 Principais resultados

Existem questões pertinentes que envolvem a contribuição da clínica fonoaudiológica da voz, com a utilização de parâmetros acústicos, à avaliação respiratória. O estudo da voz depara-se com algumas medições da função respiratória, dentre elas encontra-se a medida do pico de fluxo expiratório (PFE), com utilização de aparelhos portáteis e a medida da capacidade vital (CV), obtido por meio de um espirômetro. Medidas que estão diretamente relacionadas com o volume pulmonar e utilizadas com frequência na clínica pneumológica como procedimento de rotina (MALLOZI, 1996).

A espirometria tem um papel central na pneumologia, ferramenta utilizada na avaliação diagnóstica de sintomas respiratórios gerais. Este exame mensura o volume e os fluxos aéreos derivados de manobras inspiratórias e expiratórias máximas forçadas ou lentas e dentre os parâmetros que podem ser obtidos por meio da espirometria e os mais utilizados na prática clínica estão a medida de CV e o PFE.

Já na avaliação da voz temos varios parâmetros que também mensuram e avaliam suas alterações como no caso da disfonia, termo utilizado para descrever qualquer distúrbio da voz, nomeadamente no que diz respeito à qualidade, altura tonal, volume ou flexibilidade da voz. Dentre os parâmetros utilizados na prática da fonoaudiologia temos o tempo máximo fonatório (TMF).





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Como a função pulmonar está diretamente relacionada com a produção da voz é de se esperar que o TMF possa estar alterado, também, em indivíduos com doenças pulmonares. No estudo de Rossi et al. (2006) foi possível observar uma proporcionalidade entre as medidas TMF e PFE de pacientes asmáticos de forma simultânea. Porém, não se pode afirmar que há uma relação direta entre as medidas devido ao número limitado da amostra além de um número grande de variáveis, assim como na pesquisa em que pudemos notar que a amostra foi insuficiente tendo encontrado uma relação entre TMF e a fadiga relatada com um valor de  $p=0,385$  (homens) e  $p=0,498$  (mulheres).

Observando os valores obtidos no Praat para o TMF a média foi inferior aos valores de referência tanto para os homens (17,68s) como para as mulheres (13,03s) tendo como referência 15 a 25s para as mulheres e 25 a 35s para os homens, porém com desvio padrão grande.

No estudo de Rossi et al. (2006), realizado com 14 pacientes asmáticos e 10 indivíduos normais, o volume expirado durante a fala foi menor nos pacientes com asma, o protocolo incluía gravações com sons da fala, e as medidas das alterações do volume pulmonar foram feitas por meio de um respitrace. Os dados mostraram que asmáticos utilizam maior percentual de sua capacidade vital reduzida e tiveram fluxo inspiratório mais lento e fluxo expiratório mais rápido e, na fala, tiveram tempo mais curto para o ciclo respiratório total.

A porcentagem no nosso estudo, de indivíduos que apresentaram o tempo máximo fonatório com valores inferiores ao de referência foi de 36,6% para as mulheres e 17,6% para os homens. A pesquisa abordou casos leves e moderados de COVID-19, assim pessoas com quadro grave de insuficiência respiratória e que necessitaram de suporte ventilatório invasivo não participaram do estudo, isto pode justificar os resultados, posto que casos mais graves apresentam maiores complicações na Pós COVID-19.

As estimativas de prevalência de sequelas Pós COVID-19 de alguns estudos sugerem que pacientes com maior gravidade de COVID-19 (especialmente aqueles que requerem cânula nasal de alto fluxo e ventilação mecânica não invasiva ou invasiva) correm maior risco para complicações pulmonares de longo prazo, incluindo comprometimento persistente da difusão e anormalidades pulmonares radiográficas (NALBANDIAN et al., 2021). Este estudo, que abordou as possíveis sequelas em diferentes fases, agudo, subagudo e crônico e cita estudos nessa temática, mostrou que pacientes Pós COVID-19 apresentam fisiologia restritiva e sugere



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



como uma das formas de avaliação destes pacientes o teste de caminhada de 6 minutos, correlacionando os valores de referência com os dos pacientes Pós COVID-19.

O TC6 é um teste simples que avalia a capacidade funcional, e reflete bem as atividades da vida diária dos pacientes com doença pulmonar ou cardiovascular. Na pesquisa obtivemos uma média geral de 58,62 % dos participantes com a metragem abaixo do esperado. O estudo relacionou a distância percorrida pelos participantes com a fadiga relatada pelos mesmos e pode observar que há uma relação entre essas variáveis pois 67% das mulheres e 50% dos homens que não atingiram a metragem esperada no TC6 e relataram sentir fadiga e destes 100% dos homens e 66% das mulheres obtiveram valor reduzido no TMF. Fato que indica uma tendência de relação entre as medidas TMF, distância percorrida e relato de fadiga.

O estudo de Accorsi et al (2020) busca avaliar remotamente a dispneia por meio da pontuação de Roth, apontando os benefícios do atendimento à distância, o estudo faz a correlação entre a pontuação no escore de Roth e a oximetria. Nesta avaliação remota, a dispneia, sintoma geralmente considerado de maior gravidade, foi relatado por 29,4% dos pacientes e metade desses descreveu a dispneia como leve. O escore de Roth obteve resultado normal em 83,5%, moderadamente alterado em 10,7% e gravemente alterado em 5,6% dos casos. O escore de Roth de todos os pacientes com dispneia autorrelatada foi calculado, e somente em 48 casos (32,6%) houve alterações.

O parâmetro saturação de oxigênio avaliado por meio da oximetria de pulso, fornece informações acerca do sistema cardíaco e respiratório e quanto de oxigênio seu sangue está transportando no organismo. A maioria das pessoas precisa de um nível de saturação de oxigênio SpO<sub>2</sub> de no mínimo 89% para manter suas células saudáveis, porém os níveis indicados devem estar acima de 95%.

Em valores absolutos 12% dos participantes do nosso estudo apresentaram saturação inferior a 95%, fizemos a correlação entre saturação e TMF, não encontrando relação estatisticamente significativa, o teste de Sperman não mostrou correlação entre as variáveis com valor de  $p=0,55$ . Não houve associação também entre a saturação e o relato de fadiga, o teste de Qui-quadrado não mostrou associação entre as variáveis com valor de  $p=0,962$ .

Em um estudo realizado por Ngiem et al. (2021) em cingapura durante o surto do coronavirus foram ofertados oxímetros de pulso para a população no intuito de detectar a pneumonia silenciosa no contexto da COVID-19, esta condição foi relatada ser letal, mas silenciosa na



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



COVID-19, referindo-se a um estado um tanto paradoxal em que o paciente apresenta níveis de saturação de oxigênio perigosamente baixos apesar da ausência de dispneia. Acredita-se que um nível menor que 89% por um curto tempo não cause danos, entretanto, suas células podem ser agredidas e sofrer danos se a baixa nos níveis de oxigênio ocorrer muitas vezes.

Segundo Greenhalgh, Koh e Car (2020) a falta de ar é um sintoma preocupante e não há ferramenta validada para avaliá-la remotamente em especial na atenção primária. Os estudos mais recentes se utilizam da tecnologia digital e inteligência artificial como instrumento para auxílio de diagnóstico de patologias como a asma e a COVID-19, como o estudo de Brown et al. (2020), este coleta sons da respiração, tosse e voz por meio de um aplicativo para triagem de pacientes respiratórios.

Com base no exposto a pesquisa vem nessa temática da busca de uma ferramenta acústica que possa ser utilizada como um parâmetro de medição da fadiga em pacientes com doença respiratórias dentre elas asma, bronquite e os indivíduos em recuperação da COVID -19. É importante salientar que uma medida não deve ser interpretada isoladamente, mas sim em conjunto com as demais.

### **2.1.5.3 Limitações do Estudo**

O reduzido número da amostra e o grande número de variáveis influenciaram nos resultados da pesquisa impossibilitando a realização de testes estatísticos mais robustos. Além do fato da amostra conter apenas casos leves a moderados de infecções pelo coronavírus e o escasso número de referências bibliográficas nesta temática.

### **2.1.6 Conclusões**

Podemos concluir que as análises preliminares não apresentaram correlação estatisticamente significativa entre as variáveis, porém podemos observar uma tendência de relação entre as medidas de tempo máximo fonatório, distância percorrida no TC6 e o relato de fadiga.

Posto que, não se pode assegurar que haja uma relação direta entre as variáveis pela não aplicabilidade de teste estatístico devido ao limitado número da amostra e o grande número de variáveis, o presente estudo aponta a possibilidade de reprodução do protocolo para outras pneumopatias agudas e crônicas.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



### 2.1.7 Referências

1. ACCORSI, T. A. D. et al. Assessment of patients with acute respiratory symptoms during the COVID-19 pandemic by Telemedicine: clinical features and impact on referral TT - Avaliação de pacientes com sintomas respiratórios agudos durante a pandemia de COVID-19 via Telemedicina: c. **Einstein (São Paulo)**, v. 18, p. eAO6106–eAO6106, 2020.
2. AGUIAR-RICZ, L. N. Anatomofisiologia da produção vocal. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7533012/mod\\_folder/content/0/Fona%C3%A7%C3%A3o%202021/Artigos%20e%20livros/Artigos%20e%20livros/Anatomia%20e%20Fisiologia/ANATOMOFISIOLOGIA%20DA%20PRODU%C3%87%C3%83O%20VOCAL.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7533012/mod_folder/content/0/Fona%C3%A7%C3%A3o%202021/Artigos%20e%20livros/Artigos%20e%20livros/Anatomia%20e%20Fisiologia/ANATOMOFISIOLOGIA%20DA%20PRODU%C3%87%C3%83O%20VOCAL.pdf). Acesso em 24 maio 2023.
3. BARRETO, S. S. M. A Incorporação das Medidas de Volumes Pulmonares na Interpretação dos Testes de Função Pulmonar. **Pulmão RJ**; v.24, n. 1, p. 19-27, 2015.
4. BEHLAU, M. Voz: O livro do especialista. vol.1. Rio de Janeiro: **Revinter**, 2008.
5. BEHLAU, M. A voz do especialista. v. 1. Rio de Janeiro: **Revinter**, 2001.
6. BEHLAU, M.; PONTES, P.; MORETI, F.; Higiene vocal: cuidando da voz. 5 ed. Rio de Janeiro: **Revinter**, 2017.
7. BROWN, C. et al. **Exploring Automatic Diagnosis of COVID-19 from Crowdsourced Respiratory Sound Data**. Proceedings of the 26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. **Anais...**New York, NY, USA: ACM, 23 ago. 2020Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3394486.3412865>>
8. CIELO, C. A. et al. Qualidade de vida em voz, avaliação perceptivoauditiva e análise acústica da voz de professoras com queixas vocais / Quality of life in voice, perceptual-auditory assessment and voice acoustic analysis of teachers with vocal complaints. **Audiol Commun Res**, v. 20, n. 2, p. 130–40, 2015.
9. CHRISTMANN, M. K. et al. Tempo máximo de fonação de futuros profissionais da voz. **Revista CEFAC**, v. 15, n. 3, p. 622–630, 2013.
10. ENRIGHT, P. L. The Six-Minute Walk Test Introduction Standards and Indications 6-Minute Walk Test Versus Shuttle Walk Test Safety Variables Measured Conducting the Test Ensuring Quality Factors That Influence 6-Minute Walk Distance Interpreting the Results Improving the. **Respiratory Care**, v. 48, n. 8, p. 783–785, 2003.
11. FAEZIPOUR, M.; ABUZNEID, A. Smartphone-Based Self-Testing of COVID-19 Using Breathing Sounds. **Telemedicine and e-Health**, v. 26, n. 10, p. 1202–1205, 1 out. 2020.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



12. FINGER, L. S.; CIELO, C. A.; SCHWARZ, K. Medidas vocais acústicas de mulheres sem queixas de voz e com laringe normal. **Brazilian Journal of Otorhinolaryngology**, v. 75, n. 3, p. 432–440, 2009.
13. GREENHALGH, T.; KOH, G. C. H.; CAR, J. Covid-19: a remote assessment in primary care. **BMJ (Clinical research ed.)**, v. 368, p. m1182, 25 mar. 2020.
14. HOFFMANN, C. F. Tipo E Modo Respiratório De Futuros Profissionais Da Voz. **Saúde (Santa Maria)**, v. 39, n. 1, p. 121–130, 2013.
15. IMRAN, A. et al. AI4COVID-19: AI enabled preliminary diagnosis for COVID-19 from cough samples via an app. **Informatics in Medicine Unlocked**, v. 20, 1 jan. 2020.
16. IWAMA, A. M. et al. The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 42, n. 11, p. 1080–1085, 2009.
17. MALLOZI, M. C. Valores de referência para espirometria em crianças e adolescentes, calculados a partir de uma amostra da cidade de São Paulo. Valores finais publicados em: Pereira CAC, Lemle A, Algranti E, Jansen JM, Valença LM, Nery LE, Mallozi M, Gerbas M, Dias RM. **I Consenso Brasileiro sobre Espirometria. Jornal de Pneumologia**, v. 28, p. S1–S82, 1996.
18. MENDES, A. P. Softwares e hardwares de análise acústica da voz e da fala. **Distúrb. comun**, v. 24, n. 3, p. 421–430, 2012.
19. NALBANDIAN, A. et al. Post-acute COVID-19 syndrome. **Nature Medicine**, v. 27, n. 4, p. 601–615, 2021.
20. NGIAM, J. et al. Silent hypoxia: pulse oximetry and its relation to COVID-19 in Singapore. **Singapore Medical Journal**, 2021.
21. NOGUEIRA, I. C.; FONTOURA, F. F. DA.; CARVALHO, C. R. F. Recomendações para avaliação e reabilitação PÓS-COVID-19. **Assobrafir**, p. 14, 2021.
22. ORLANDIC, L.; TEIJEIRO, T.; ATIENZA, D. The COUGHVID crowdsourcing dataset, a corpus for the study of large-scale cough analysis algorithms. **Scientific Data**, v. 8, n. 1, p. 156, 23 dez. 2021.
23. PAL, A.; SANKARASUBBU, M. **Pay attention to the cough**. Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on Applied Computing. **Anais...New York, NY, USA: ACM**, 22 mar. 2021 Disponível em: <<https://dl.acm.org/doi/10.1145/3412841.3441943>>
24. PINHO, S. M. Fundamentos em fonoaudiologia: tratando os distúrbios da voz. Rio de Janeiro: **Guanabara Koogan**; p. 24-9, 2003.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



25. RASHID, M. et al. Respiratory Distress Detection from Telephone Speech using Acoustic and Prosodic Features. 15 nov. 2020.
26. ROSSI, D. C. et al. Relação do pico de fluxo expiratório com o tempo de fonação em pacientes asmáticos. **Revista CEFAC**, v. 8, n. 4, p. 509–517, dez. 2006.
27. RUIVO, S. et al. Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar. Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis. **Revista Portuguesa de Pneumologia**, v. 15, n. 4, p. 629–653, 2009.
28. SANTOS, L. L. M. et al. Acoustic and hearing-perceptual voice analysis in individuals with idiopathic Parkinson’s disease in “on” and “off” stages. **Arquivos de Neuro-Psiquiatria**, v. 68, n. 5, p. 706–711, 2010.
29. SERBES, G.; ULUKAYA, S.; KAHYA, Y. P. An Automated Lung Sound Preprocessing and Classification System Based On Spectral Analysis Methods. In: **IFMBE Proceedings**. [s.l.: s.n.]. v. 66p. 45–49.
30. SHUJA, J. et al. COVID-19 open source data sets: A comprehensive survey. **medRxiv**, 2020.
31. TRINDADE, A. M.; SOUSA, T. L. F.; ALBUQUERQUE, A. L. P. A interpretação da espirometria na prática pneumológica: até onde podemos avançar com o uso dos seus parâmetros? **Pulmão RJ**, v. 24, n. 1, p. 3–7, 2015.
32. **WHO | WORLD HEALTH ORGANIZATION**, 2023, [Health Emergency Dashboard WHO \(COVID-19\) Homepage](https://www.who.int). Disponível em: <https://www.who.int>. Acesso em: 10 maio. 2023.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



**3.1 Artigo 1: Análise da voz como parâmetro de avaliação respiratória na Pós COVID-19**

**Voice analysis as a respiratory evaluation parameter in the Post-COVID-19**

**3.1.1 Autores**

Naiara Lilian Favatto de Andrade

Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência  
e Emergência

*Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil*

[naiara\\_favatto@hotmail.com](mailto:naiara_favatto@hotmail.com)

Geová Oliveira de Amorim

*Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil*

[geovafono@uol.com.br](mailto:geovafono@uol.com.br)

Roberto Zonato Esteves

Programa de Mestrado Profissional em Gestão, Tecnologia e Inovação em Urgência  
e Emergência

*Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil*

[rzesteves@uem.br](mailto:rzesteves@uem.br)

**RESUMO**

A pesquisa teve como objetivo desenvolver um protocolo de avaliação vocal e respiratória de pessoas em recuperação da COVID-19. Como estudo piloto de aplicação, foi conduzida uma pesquisa exploratória com abordagem quantitativa, sendo os participantes em recuperação da COVID-19, selecionados mediante os dados epidemiológicos da Secretaria Municipal de Saúde de Santa Fé. O protocolo desenvolvido e aplicado foi composto por uma anamnese, testes de avaliação vocal e respiratória, e teste funcional. A anamnese contemplava dados antropométricos do participante, as queixas dos sintomas atuais e as queixas no diagnóstico da COVID-19, além do relato de fadiga. Na sequência, para a avaliação vocal, a análise acústica da voz foi realizada por meio do software Praat, utilizando os parâmetros: Tempo máximo fonatório (TMF), Jitter, Shimmer, Frequência fundamental e Intensidade. Por fim, para a avaliação funcional, foi performedo o teste de caminhada de seis minutos

Av Mandacaru, 1590 - Campus sede - CEP 87080-000

Fone: (44) 3011-9096 - E-mail: [profurg@uem.br](mailto:profurg@uem.br) - website: [www.dmd.uem.br/profurg](http://www.dmd.uem.br/profurg)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



(TC6). Além desses parâmetros base, foram avaliados dados vitais como: pressão arterial, saturação de oxigênio, frequência cardíaca e respiratória, e a mensuração da dispneia ao esforço por meio da Escala de Borg. A análise estatística dos dados coletados realizou-se de forma descritiva e inferencial por meio do software SPSS. Foi aplicado o teste Qui-quadrado de independência, e o nível de significância estatística adotada de  $p \leq 0,05$ . As análises preliminares não apresentaram correlação estatisticamente significativa entre as variáveis, porém podemos observar uma tendência de relação entre as medidas de tempo máximo fonatório, distância percorrida no TC6 e o relato de fadiga.

**Palavras-chave:** Acústica da voz. Capacidade funcional. Pós COVID-19.

### **ABSTRACT**

The research aimed to develop a protocol for vocal and respiratory assessment of people recovering from COVID-19. As a pilot study of application, an exploratory research with a quantitative approach was conducted, and the participants in recovery from COVID-19, selected through the epidemiological data of the Municipal Health Department of Santa Fe. The protocol developed and applied consisted of anamnesis, vocal and respiratory assessment tests, and a functional test. The anamnesis included participants anthropometric measures, complaints of current symptoms and diagnosis of COVID-19, in addition the fatigue was reported. Then, for the vocal evaluation, the acoustic analysis of voice was performed using Praat software, using the parameters: Maximum phonatory time, Jitter, Shimmer, fundamental frequency and Intensity. Finally, for functional assessment, the six-minute walk test (6MWT) was performed. In addition, vital data such as: blood pressure, oxygen saturation, heart and respiratory rate, and measurement of dyspnea on exertion using the Borg Scale was evaluated. The statistical analysis was carried out in a descriptive and inferential way using the SPSS software. The Chi-square test of independence was applied, and statistical significance level adopted was  $p \leq 0.05$ . Preliminary analyzes did not show a statistically significant correlation between the variables, but we can observe a tendency towards a relationship between the measures of maximum phonation time, distance covered in the 6MWT and the report of fatigue.

**Keywords:** Voice acoustics. Functional capacity. Post-COVID-19.

## INTRODUÇÃO

As doenças respiratórias estão entre as dez principais causas de morte no mundo, onde a doença pulmonar obstrutiva crônica ocupa a terceira posição, seguida pelas infecções das vias aéreas inferiores, a doença transmissível mais letal do mundo. (WHO, 2023).





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Dentre as doenças respiratórias, tem-se o novo coronavírus (COVID-19) que foi declarado uma pandemia pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 11 de março de 2020. Até o presente momento a COVID-19 infectou mais de 765.000.000 pessoas e dentre estas mais de 6.900.000 foram a óbito em todo o mundo (WHO, 2023). O novo vírus COVID-19 pode levar à síndrome respiratória aguda grave (SARS-CoV-2). Os principais sintomas da COVID-19 são, febre, cansaço e tosse seca (Who, 2023).

Os sintomas típicos da doença respiratória englobam falta de ar, tosse e respiração ofegante, entre outras. Nesse contexto, a angústia respiratória pode alterar características da fala como duração, intensidade, padrão e duração da pausa na fala (Rashid et al., 2020). A falta de ar é um sintoma presente em quase 50% dos pacientes com COVID-19 o que também pode indicar outras doenças graves, como pneumonia (Greenhalgh et al., 2020).

Existem inúmeros testes para avaliar cada uma das limitações funcionais Pós COVID-19. Uma delas é o teste de caminhada de seis minutos (TC6), método de avaliação para identificar a redução da tolerância ao exercício, um teste simples que avalia a capacidade funcional, e reflete bem as atividades da vida diária dos pacientes com doença pulmonar ou cardiovascular (Nogueira et al., 2021).

A fisiologia respiratória é diretamente atingida pelas doenças pulmonares, comprometendo assim o fluxo aéreo. Sendo a fisiologia respiratória intimamente relacionada com a fisiologia vocal, qualquer acometimento no sistema respiratório pode exercer efeito direto sobre a voz e a fala, sendo perceptível em parâmetros como intensidade, altura e qualidade da voz que podem detectar alterações do fluxo aéreo expiratório. (Rossi et al., 2006).

Um estudo utilizando um protocolo com gravações dos sons da fala e medidas do volume pulmonar por meio de um respitrace em pacientes asmáticos, verificou que esses sujeitos utilizam maior percentual de sua capacidade vital, tiveram fluxo inspiratório mais lento e fluxo expiratório mais rápido e, na fala, tiveram tempo mais curto para o ciclo respiratório total (Rossi et al., 2006).

Nesse sentido, a detecção automatizada da falta de ar, a partir da fala, pode ser utilizada em cuidados médicos remotos e aplicativos de triagem. Assim, a fala do



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



paciente pode ser gravada com um microfone simples e um programa faz a leitura das anormalidades que podem ser detectadas a partir de padrões respiratórios (Shuja et al., 2020).

Um parâmetro importante obtido em programas de análise da voz é o valor do tempo máximo fonatório (TMF), este pode avaliar o controle aerodinâmico da emissão da voz com a saída progressiva do ar na expiração de forma quantitativa a partir da emissão sustentada da vogal /e/, evidenciando, assim, o desempenho do nível respiratório à fonação (Christmann et al., 2013).

Alguns autores sugerem que as dificuldades respiratórias provenientes da COVID-19 podem revelar padrões e características acústicas para o pré-diagnóstico da doença (Faezipour & ABuzneid, 2020). Recentemente, ferramentas que fazem uso de equipamento de áudio e de inteligência artificial (Imran et al., 2020), assim como aplicativos da Web e smartphones (Orlandic et al., 2021), que analisam a voz, têm auxiliado na detecção de casos positivos de COVID-19.

Dentro desse contexto, Pal & Sankarasubbu (2021) apontam que um teste mais acessível é necessário, com baixo custo, resultado mais rápido e de fácil aplicação para otimizar a capacidade de diagnóstico e planejamento de um tratamento.

Posto que no ambiente das unidades de saúde pública (UBS), principalmente nas cidades do interior do país observamos a necessidade de um instrumento que faça o monitoramento dos pacientes que estão em recuperação das sequelas respiratórias provenientes da infecção pelo SARS-CoV-2, assim como das demais doenças pulmonares.

Neste sentido, este estudo teve como objetivo desenvolver um protocolo de avaliação vocal e respiratória de pessoas em recuperação da COVID-19.

## MÉTODOS

A seleção dos participantes foi realizada mediante análise dos dados epidemiológicos da Secretaria Municipal de Saúde de Santa Fé. Sendo esta, uma amostra de conveniência, foram utilizados os dados de pessoas que testaram positivo para a Covid-19 entre os meses de janeiro a junho de 2022 em uma população de



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



indivíduos de ambos os sexos, com idade de 18 a 50 anos. Segundo os dados epidemiológicos fornecidos a pesquisadora foram registrados 278 casos de covid-19 entre o período de janeiro a junho de 2022, com idade entre 18 e 50 anos.

Dos 278 casos, aceitaram participar voluntariamente da pesquisa 58 indivíduos, composto por 41 mulheres e 17 homens. O indivíduo mais velho que participou da pesquisa tinha 50 anos e o mais novo 19 anos. Estes receberam informações sobre os objetivos da investigação, como seria realizada a coleta, assim como sobre o seu anonimato.

Foram adotados como critérios de inclusão ter sido diagnosticado com COVID-19 estando no período de 1 a 6 meses de Pós COVID-19 e possuir idade de 18 a 50 anos. Como critério de exclusão adotou-se o diagnóstico com quadro grave de insuficiência respiratória, ter necessitado de suporte ventilatório invasivo, e a apresentação de distúrbios da fonação.

Foram usados esses critérios para excluir fatores de enviesamento dos resultados, pois em um estudo a respeito do efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar, os resultados mostraram que há diferenças do padrão respiratório entre jovens adultos e idosos saudáveis, sugerindo que a função pulmonar é influenciada pelo envelhecimento cronológico (Ruivo et al., 2009). Além dos tramites que permeiam a realização de estudos científicos com menor de idade.

Além do fato de excluirmos pessoas com disfonia, condição em que há alteração ou dificuldade na emissão da voz e pessoas que fizeram uso de suporte ventilatório já que a presença da cânula de intubação orotraqueal no pertuito orofaringolaríngeo impossibilita o adequado funcionamento sensorial e motor da laringe, onde se localiza as pregas vocais, impactando assim na voz.

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá (UEM), número do Parecer: 5.460.413. Todos os participantes leram e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido. Foram respeitados os critérios éticos e legais em pesquisas envolvendo seres humanos de acordo com a Lei 466 de 2012. Os procedimentos utilizados seguiram as regulamentações exigidas na Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde sobre pesquisa envolvendo seres humanos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



#### Procedimentos da coleta

A coleta dos dados se deu entre os meses de julho e agosto de 2022. O protocolo de avaliação foi composto por uma única etapa realizada em consultório próprio localizado na cidade de Santa Fé - PR.

Os dados dos participantes foram coletados por meio de um formulário contendo as seguintes questões: tempo de diagnóstico da COVID-19, sintomas atuais da doença, que foram subdivididos por sistemas, nível de fadiga/cansaço caso presente, escolhendo entre três níveis diferentes (baixo, médio e alto). O formulário também contemplava dados pessoais como: idade, sexo, peso e altura. Para a coleta de peso e altura utilizou-se uma balança antropométrica mecânica.

#### Avaliação acústica da voz

A gravação dos áudios foi feita por meio de um microfone (Headset Stereo Logtech H111), conectado a um computador que realizou as medidas vocais por meio de um programa de análise acústica, o Praat 6.1.52 (Fon, Holanda).

O indivíduo foi instruído pelo avaliador a inspirar profundamente e utilizando-se de sua expiração realizar a emissão sustentada da vogal /e/, o mais longamente que conseguisse, na intensidade e na frequência habituais. Além de que se necessário esta gravação se repetiria mais uma vez com um descanso entre uma emissão e outra caso a gravação apresentasse erro como ruídos externos e que o pesquisador utilizaria e melhor gravação.

Este processo foi realizado pela pesquisadora de forma individual e em uma sala reservada para minimizar possíveis ruídos externos ou desconfortos. Além disso, para maior segurança o microfone foi higienizado com álcool 70% antes e depois de cada gravação. Na avaliação de cada gravação excluímos o início e o final da emissão da vogal /e/, para evitar distorções e interferências de ruídos, não havendo corte na emissão.

Os parâmetros utilizados desta avaliação foram, a frequência fundamental (F0), com valores de referência de 113Hz para homens e 208Hz para as mulheres, a intensidade com valores de referência de 65dB para ambos os sexos, *jitter* (medida

Av Mandacaru, 1590 - Campus sede - CEP 87080-000

Fone: (44) 3011-9096 - E-mail: [profurg@uem.br](mailto:profurg@uem.br) - website: [www.dmd.uem.br/profurg](http://www.dmd.uem.br/profurg)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



de perturbação da frequência) com valor de referência de 3.0% e *shimmer* (medida de perturbação da intensidade) com valores de referência de 0.5% a 1.0%. Os outros parâmetros foram a relação harmônica para ruído (HNR), com valores de referência de 7dB, e o tempo máximo fonatório (TMF), com valores de referência de 15s a 25s para mulheres e 25s a 35s para homens.

#### Avaliação da capacidade física

Dando sequência, após a extração das medidas acústicas foram captados os parâmetros utilizados no teste de caminhada de 6 minutos (TC6) e a Escala de Borg modificada, usada para medir o grau de dispneia durante o TC6.

O teste foi realizado em um local pré-determinado, em ambiente fechado, em temperatura confortável e a pista de teste marcada a cada 1 metro em uma distância de 30 metros. Antes do início do teste, foi calculada a distância percorrida predita (DPP) de cada participante, por meio da equação internacional específica para ambos os sexos, para o sexo masculino usamos a equação  $(7,57 \times \text{Altura em cm}) - (5,02 \times \text{Idade}) - 1,76 \times \text{Peso em kg} - 309$  e para o sexo feminino  $(2,11 \times \text{Altura em cm}) - (5,78 \times \text{Idade}) - 2,29 \times \text{Peso em kg} + 667$  (Enright, 2003).

Também foi realizado o cálculo da DPP por meio da equação específica da população brasileira,  $622,461 - (1,846 \times \text{Idade}) + (61,503 \times \text{Sexo})$ , masculino = 1; feminino = 0) (Iwama et al., 2009).

A classificação do teste foi de acordo com a distância percorrida (DP) pelo paciente, em comparação aos valores das DPP calculadas para cada um, segundo o parâmetro internacional e nacional citados acima.

As variáveis coletadas foram frequência cardíaca (FC) e saturação de oxigênio (SpO2) utilizando um oxímetro de pulso, pressão arterial (PA) utilizando o esfigmomanômetro, frequência respiratória (FR) e a percepção subjetiva da dispneia por meio da Escala de Borg modificada com pontuação que varia de 0 “nenhum esforço” a 10 “esforço máximo”, que foi apresentada ao participante para que ele indique o grau de dispneia durante a realização do teste, essas variáveis foram aferidas antes e logo após o término da caminhada de 6 minutos.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



### Análise estatística

Os dados foram tabulados em planilha do software Excel, do pacote Microsoft Office 365, e analisados com o auxílio do software Statistical Package for the Social Sciences versão 23.0 (SPSS, Chicago, Illinois). Os resultados foram tratados, estatisticamente, através da estatística descritiva (medidas de frequência) e inferencial. Para a análise de associação foi utilizado o teste de Qui-quadrado de independência, sendo adotado o valor de significância de Likelihood Ratio. O nível de significância estatística adotada em todas as análises foi de  $p \leq 0,05$ .

### RESULTADOS

A tabela 1 apresenta as características antropométricas da amostra de acordo com o sexo.

#### Tabela 1

*Perfil dos participantes de acordo com o sexo*

	Mulheres (n=41)	Homens (n=17)
<b>Idade</b>	38,95±8,51	39,70±6,08
<b>Massa corporal</b>	67,00 (12,50)	91,58±18,64
<b>Estatura</b>	1,61±0,05	1,77±0,06
<b>IMC</b>	26,42±3,45	28,97±5,34

Dados apresentados em média ± desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico).

Fonte: autores

Na tabela 2 são apresentadas as frequências absolutas e relativa referentes aos sintomas, nos diferentes sistemas, relatados pelos participantes no momento do diagnóstico da Covid-19, assim como no momento atual.

#### Tabela 2

*Queixas relatadas pelos participantes no momento do diagnóstico da Covid-19 e atual*

	Mulheres (n=41)	Homens (n=17)
--	-----------------	---------------



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



	Diagnóstico	Momento atual	Diagnóstico	Momento atual
<b>Respiratórias</b>	37 (90,2%)	19 (46,3%)	15 (88,2%)	4 (23,5%)
<b>Cardiovasculares</b>	1 (2,4%)	3 (7,3%)	3 (17,6%)	2 (11,8%)
<b>Neurológicas/Cognitivas</b>	20 (48,8%)	21 (51,2%)	9 (52,9%)	5 (29,4%)
<b>Metabólicas</b>	5 (12,2%)	5 (12,2%)	1 (5,9%)	1 (5,9%)
<b>Sensoriais</b>	9 (22%)	5 (12,2%)	3 (17,6%)	2 (11,8%)
<b>Gastrointestinais</b>	5 (12,2%)		2 (11,8%)	
<b>Músculo esqueléticas</b>	24 (58,5%)	8 (19,5%)	10 (58,8%)	2 (11,8%)
<b>Ausência de queixas</b>	2 (4,9%)	8 (19,5%)	1 (5,9%)	8 (47,1%)

Dados apresentados em frequência absoluta (relativa).

Fonte: autores

A tabela 3 apresentada as frequências absoluta e relativa referentes as queixas respiratórias atuais, mais comuns, relatadas pelos participantes na Pós COVID-19.

### Tabela 3

*Queixas respiratórias atuais relatadas pelos participantes na Pós COVID-19*

	Mulheres (n=41)	Homens (n=17)
<b>Tosse</b>	10 (24,4%)	1 (5,9%)
<b>Mialgia/Mal-estar geral</b>	7 (17,1%)	2 (11,8%)
<b>Cansaço/Fadiga ofegante</b>	11 (26,8%)	3 (17,6%)
<b>Dor/Pressão no peito</b>	3 (7,3%)	1 (5,9%)
<b>Distúrbio do sono</b>	7 (17,1%)	4 (23,5%)
<b>Ausência de queixas</b>	21 (51,2%)	13 (76,5%)

Dados apresentados em frequência absoluta (relativa).

Fonte: autores

Na tabela 4 são apresentados os dados referentes aos parâmetros acústicos da voz, obtidos por meio do programa de análise acústica Praat.

### Tabela 4

*Resultado da análise acústica dos participantes*



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



	Mulheres (n=41)	Homens (n=17)
TMF	13,03±4,79	17,68±7,35
JITTER	0,646 (0,869)	0,367±0,194
SHIMMER	9866,10±3808,17	8731,65±2058,47
HNR	0,950 (0,085)	0,933±0,041
Frequência	194,40 (22,40)	135,35±29,18
Intensidade	60,34±5,12	61,37±4,78

Dados apresentados em média ± desvio padrão e mediana (intervalo interquartilico).

Fonte: autores

Em relação as variáveis TMF e Intensidade, quando analisamos os valores obtidos e os valores de referência para normalidade, observamos que entre as mulheres 36,6% apresentaram alteração no TMF e 24,4% na Intensidade. Já entre os homens, verificou-se que 17,6% deles apresentaram TMF e Intensidade alterados.

A tabela 5 apresenta os resultados obtidos através do TC6 estratificada de acordo com o relato de fadiga pelos participantes na Pós Covid-19. Estão relacionados nessa tabela apenas os indivíduos que não atingiram a metragem referência para o TC6, bem como a média da quantidade de metros que esses indivíduos ficaram abaixo do valor referencial.

### Tabela 5

*Participantes que não atingiram a metragem referência para o teste de caminhada de 6 minutos de acordo com o relato de fadiga e o sexo*

	Mulheres		Homens	
	Sem fadiga (n=29)	Fadiga (n=12)	Sem fadiga (n=13)	Fadiga (n=4)
Indivíduos	19 (66%)	8 (67%)	5 (38%)	2 (50%)
TC6 (m)	-34,68±32,16	-61,79±33,67	-73,14±50,14	-56,18±27,12

Em relação aos indivíduos, os dados são apresentados em frequência absoluta (relativa); em relação ao TC6 (teste de caminhada de 6min), os dados são apresentados em média ± desvio.

Fonte: autores





UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Esses resultados mostraram que, no sexo feminino, daquelas que não atingiram a metragem referência do TC6, 66% não relataram sentir fadiga, enquanto 67% relataram sentir fadiga na Pós Covi-19. No sexo masculino, 38% daqueles que relataram não sentir fadiga e 50% dos que sentem fadiga, não atingiram a metragem do TC6.

## DISCUSSÃO

A partir da pesquisa pode-se destacar que existe a possibilidade de desenvolvimento de instrumentos diferenciais de diagnóstico, triagem e monitoramento das pneumopatias. Em nosso teste piloto abordamos indivíduos em recuperação da COVID-19, porém podemos empregar este método em outras alterações respiratórias como a asma. Destacando a fácil aplicabilidade do teste, pois não se trata de um teste sofisticado como os que temos no mercado e sim um teste extremamente acessível. A extração de parâmetros vocais pode fornecer informações importantes, uma vez que a respiração é o combustível da voz.

Existem questões pertinentes que envolvem a contribuição da clínica fonoaudiológica da voz, com a utilização de parâmetros acústicos, à avaliação respiratória. O estudo da voz depara-se com algumas medições da função respiratória, dentre elas encontra-se a medida do pico de fluxo expiratório (PFE) com utilização de aparelhos portáteis e a medida da capacidade vital (CV), obtido por meio de um espirômetro, um aparelho de custo mais elevado. Medidas que estão diretamente relacionadas com o volume pulmonar e utilizadas com frequência na clínica pneumológica como procedimento de rotina (Mallozi, 1996).

A espirometria tem um papel central na pneumologia, ferramenta utilizada na avaliação diagnóstica de sintomas respiratórios gerais. Este exame mensura o volume e os fluxos aéreos derivados de manobras inspiratórias e expiratórias máximas forçadas ou lentas e dentre os parâmetros que podem ser obtidos por meio da espirometria e os mais utilizados na prática clínica estão a medida de CV e o PFE.

Já na avaliação da voz temos vários parâmetros que também mensuram e avaliam suas alterações como no caso da disfonia, termo utilizado para descrever



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



qualquer distúrbio da voz, nomeadamente no que diz respeito à qualidade, altura tonal, volume ou flexibilidade da voz. Dentre os parâmetros utilizados na prática da fonoaudiologia temos o tempo máximo fonatório (TMF).

Como a função pulmonar está diretamente relacionada com a produção da voz é de se esperar que o TMF possa estar alterado, também, em indivíduos com doenças pulmonares. No estudo de Rossi et al. (2006) foi possível observar uma proporcionalidade entre as medidas TMF e PFE de pacientes asmáticos de forma simultânea. Porém, não se pode afirmar que há uma relação direta entre as medidas devido ao número limitado da amostra além de um número grande de variáveis, assim como na pesquisa em que pudemos notar que a amostra foi insuficiente tendo encontrado uma relação entre TMF e a fadiga relatada com um valor de  $p=0,385$  (homens) e  $p=0,498$  (mulheres).

Observando os valores obtidos no Praat para o TMF, a média foi inferior aos valores de referência tanto para os homens (17,68s) como para as mulheres (13,03s) tendo como referência 15 a 25s para as mulheres e 25 a 35s para os homens, porém com desvio padrão grande.

No estudo de Rossi et al. (2006), realizado com 14 pacientes asmáticos e 10 indivíduos normais, o volume expirado durante a fala foi menor nos pacientes com asma, o protocolo incluía gravações com sons da fala, e as medidas das alterações do volume pulmonar foram feitas por meio de um respirace. Os dados mostraram que asmáticos utilizam maior percentual de sua capacidade vital reduzida e tiveram fluxo inspiratório mais lento e fluxo expiratório mais rápido e, na fala, tiveram tempo mais curto para o ciclo respiratório total.

A porcentagem no nosso estudo, de indivíduos que apresentaram o tempo máximo fonatório com valores inferiores ao de referência foi de 36,6% para as mulheres e 17,6% para os homens. A pesquisa abordou casos leves e moderados de COVID-19, assim pessoas com quadro grave de insuficiência respiratória e que necessitaram de suporte ventilatório invasivo não participaram do estudo, isto pode justificar os resultados, posto que casos mais graves apresentam maiores complicações na Pós-COVID-19.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



As estimativas de prevalência de sequelas Pós COVID-19 de alguns estudos sugerem que pacientes com maior gravidade de COVID-19 (especialmente aqueles que requerem cânula nasal de alto fluxo e ventilação mecânica não invasiva ou invasiva) correm maior risco para complicações pulmonares de longo prazo, incluindo comprometimento persistente da difusão e anormalidades pulmonares radiográficas (Nalbandian et al., 2021).

Este estudo, que abordou as possíveis sequelas em diferentes fases, agudo, subagudo e crônico e cita estudos nessa temática, mostrou que pacientes Pós COVID-19 apresentam fisiologia restritiva e sugere como uma das formas de avaliação destes pacientes o teste de caminhada de 6 minutos, correlacionando os valores de referência com os dos pacientes Pós COVID-19.

O TC6 é um teste simples que avalia a capacidade funcional, e reflete bem as atividades da vida diária dos pacientes com doença pulmonar ou cardiovascular. Na pesquisa obtivemos uma média geral de 58,62 % dos participantes com a metragem abaixo do esperado. O estudo relacionou a distância percorrida pelos participantes com a fadiga relatada pelos mesmos e pode observar que há uma relação entre essas variáveis pois 67% das mulheres e 50% dos homens que não atingiram a metragem esperada no TC6 e relataram sentir fadiga e destes 100% dos homens e 66% das mulheres obtiveram valor reduzido no TMF. Fato que indica uma tendência de relação entre as medidas TMF, distância percorrida e relato de fadiga.

O estudo de Accorsi et al (2020) busca avaliar remotamente a dispneia por meio da pontuação de Roth, apontando os benefícios do atendimento à distância, o estudo ainda faz a correlação entre a pontuação no escore de Roth e a oximetria. Nesta avaliação remota, a dispneia, sintoma geralmente considerado de maior gravidade, foi relatado por 29,4% dos pacientes e metade desses descreveu a dispneia como leve. O escore de Roth obteve resultado normal em 83,5%, moderadamente alterado em 10,7% e gravemente alterado em 5,6% dos casos. O escore de Roth de todos os pacientes com dispneia autorrelatada foi calculado, e somente em 48 casos (32,6%) houve alterações.

Outro parâmetro avaliado foi a saturação de oxigênio por meio da oximetria de pulso, esta fornece informações acerca do sistema cardíaco e respiratório e quanto



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



de oxigênio seu sangue está transportando no organismo. A maioria das pessoas precisa de um nível de saturação de oxigênio SpO<sub>2</sub> de no mínimo 89% para manter suas células saudáveis, porém os níveis indicados devem estar acima de 95%.

Em valores absolutos 12% dos participantes do nosso estudo apresentaram saturação inferior a 95%, fizemos a correlação entre saturação e TMF, não encontrando relação estatisticamente significativa, o teste de Sperman não mostrou correlação entre as variáveis com valor de  $p=0,55$ . Não houve associação também entre a saturação e o relato de fadiga, o teste de Qui-quadrado não mostrou associação entre as variáveis com valor de  $p=0,962$ .

Em um estudo realizado por Ngiam et al (2021) em Cingapura durante o surto do coronavírus foram ofertados oxímetros de pulso para a população no intuito de detectar a pneumonia silenciosa no contexto de COVID-19, esta condição foi relatada ser letal, mas silenciosa na COVID-19, referindo-se a um estado um tanto paradoxal em que o paciente apresenta níveis de saturação de oxigênio perigosamente baixos apesar da ausência de dispneia. Acredita-se que um nível menor que 89% por um curto tempo não cause danos, entretanto, suas células podem ser agredidas e sofrer danos se a baixa nos níveis de oxigênio ocorrer muitas vezes.

Segundo Greenhalgh et al (2020) a falta de ar é um sintoma preocupante e não há ferramenta validada para avaliá-la remotamente em especial na atenção primária. Os estudos mais recentes se utilizam da tecnologia digital e inteligência artificial como instrumento para auxílio de diagnóstico de patologias como a asma e a COVID-19, como o estudo de Brown et al. (2020), que coleta sons da respiração, tosse e voz por meio de um aplicativo para triagem de pacientes respiratórios.

Com base no exposto a pesquisa vem nessa temática da busca de uma ferramenta acústico que possa ser utilizado como um parâmetro de medição da fadiga em pacientes com doença respiratórias dentre elas asma, bronquite e os indivíduos em recuperação da COVID -19. É importante salientar que uma medida não deve ser interpretada isoladamente, mas sim em conjunto com as demais.

## LIMITAÇÕES



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



O reduzido número da amostra e o grande número de variáveis influenciaram nos resultados da pesquisa impossibilitando a realização de testes estatísticos robustos. Além do fato da amostra conter apenas casos leves a moderados de infecções pelo coronavírus e o escasso número de referências bibliográficas nesta temática.

## CONCLUSÕES

Podemos concluir que mesmo tratando-se de um teste piloto em uma amostra limitada, houve uma proporcionalidade entre as medidas TMF, DP e o relato de fadiga simultaneamente. Posto que, não se pode assegurar que haja uma relação direta entre as variáveis pela não aplicabilidade de teste estatístico devido ao limitado número da amostra e o grande número de variáveis, o presente estudo aponta a possibilidade de reprodução do protocolo para outras pneumopatias agudas e crônicas.

## Referências

Accorsi, T. A. D., Amicis, k., Brígido, A. R. D., Belfort, D. S. P., Habrum, F. C., Scarpanti, F. G., Magalhães, I, R, Silva Filho, J. R., Sampaio, L. P.C., Lira, M. T. S. S., Morbeck, R. A., Pedrotti, C. H. S., Cordioli, E. (2020). Avaliação de pacientes com sintomas respiratórios agudos durante a pandemia de COVID-19 via Telemedicina: características clínicas e impacto no encaminhamento. *Einstein (São Paulo)*, 18, 1-8. [https://doi.org/10.31744/einstein\\_journal/2020AO6106](https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2020AO6106)

Brown, C., Chauhan, J, Grammenos, A., Han, J., Hasthanasombat, A., Spathis, D., Xia, T., Cicuta, P., Mascolo, C. (2020). Exploring Automatic Diagnosis of COVID-19 from Crowdsourced Respiratory Sound Data. Proceedings of the 26th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery & Data Mining. Anais...New York, NY, USA: ACM, *Virtual Event*, USA, 3474- 3484. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3394486.3412865>

Christmann, M. K., Scherer, T. M., Cielo, C, A., Hoffmann, C. F. (2013). Tempo máximo de fonação de futuros profissonais da voz. *Revista CEFAC*, 15(3), 622–630. <https://www.scielo.br/j/rcefac/a/Hjx9HK9JqcJLDSpGFqYyRff/?format=pdf>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Enright, P. L. (2003). The Six-Minute Walk Test Introduction Standards and Indications 6-Minute Walk Test Versus Shuttle Walk Test Safety Variables Measured Conducting the Test Ensuring Quality Factors That Influence 6-Minute Walk Distance Interpreting the Results Improving the. *Respiratory Care*, 48(8), 783–785.  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12890299/>

Faezipour, M.; Abuzneid, A. (2020). Smartphone-Based Self-Testing of COVID-19 Using Breathing Sounds. *Telemedicine and e-Health*, 26(10), 1202–1205.  
<https://doi.org/10.1089/tmj.2020.0114>

Greenhalgh, T., Koh, G. C. H., Car, J. (2020). Covid-19: a remote assessment in primary care. *BMJ Clinical research ed*, 368, 1182.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.m1182>

Imran, A., Posokhova, A., I. I., Qureshi, H. N., Masood, U., Riaz, M. S., Ali, K., John, C, N., Hussain, I., Nabeel, M. (2020). AI4COVID-19: AI enabled preliminary diagnosis for COVID-19 from cough samples via an app. *Informatics in Medicine Unlocked*, 20(1),1-13. <https://doi.org/10.1016/j.imu.2020.100378>

Iwama, A. M., Andrade, G. N., Chima, P., Tanni, S. E., Godoy, I., Dourado, V. Z. (2009). The six-minute walk test and body weight-walk distance product in healthy Brazilian subjects. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 42(11), 1080–1085. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2009005000032>

Mallozi, M. C. (1995). *Valores de referência para espirometria em crianças e adolescentes, calculados a partir de uma amostra da cidade de São Paulo*. (Tese de doutorado) Escola Paulista de medicina, Universidade Federal de São Paulo.  
<http://repositorio.unifesp.br/handle/11600/12817>

Nalbandian, A. et al. (2021). Post-acute COVID-19 syndrome. *Nature Medicine*, 27(4) 601–615. <https://doi.org/10.1038/s41591-021-01283-z>

Ngiam, J., Chen, N. W. S., Sai, C. H., Kong, w. K. F., Pok, K.K. (2021). Silent hypoxia: pulse oximetry and its relation to COVID-19 in Singapore. *Singapore Medical Journal*, 64(4):222-225. <https://doi.org/10.11622/smedj.2021134>

Nogueira, I. C., Fontoura, F. F., Carvalho, C. R. F. (2021). Recomendações para avaliação e reabilitação PÓS-COVID-19. *Assobrafir*, 1-14, 2021.  
[https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6572257/mod\\_resource/content/1/Reab%20Covid-19-ASSOBRAFIR.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6572257/mod_resource/content/1/Reab%20Covid-19-ASSOBRAFIR.pdf)

Orlandic, L., Teijeiro, T., Atienza, D. (2021). The COUGHVID crowdsourcing dataset, a corpus for the study of large-scale cough analysis algorithms. *Scientific Data*, 8(1), 156. <https://doi.org/10.1038/s41597-021-00937-4>



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE MEDICINA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO,  
TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM URGÊNCIA E EMERGÊNCIA



Pal, A.; Sankarasubbu, M. (2021). Pay attention to the cough; early diagnosis of COVID-19 using interpretable symptoms embeddings with cough sound signal processing. *ACM*, 620-628. <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/3412841.3441943>

Rashid, M., Alman, K. A., Hasan, K., Hansen, J. H. L., Hasan, T. (2020). Respiratory Distress Detection from Telephone Speech using Acoustic and Prosodic Features. *Electrical Engineering and Systems Science*, 13(32), 1-5. 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2011.09270>

Rossi, D. C. et al. Relação do pico de fluxo expiratório com o tempo de fonação em pacientes asmáticos. *Revista CEFAC*, 8(4), 509–517, dez. 2006. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462006000400012>

Ruivo, S., Munhoz, D. F., Nogueira, C. R., Oliveira, C. M., Britto, A. T. B. O. (2009). Efeito do envelhecimento cronológico na função pulmonar. Comparação da função respiratória entre adultos e idosos saudáveis. *Revista Portuguesa de Pneumologia*, 15(4): 629–653.

Shuja, J., Alanazi, Alasmay, Alashaikh, (2020). COVID-19 open source data sets: A comprehensive survey. *medRxiv*, 51(3):1296-1325. <https://doi.org/10.1007/s10489-020-01862-6>

World Health Organization. (2023). [WHO Coronavirus \(COVID-19\) Dashboard](https://www.who.int). <https://www.who.int>.