



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CÂMPUS DE MARÍLIA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE E COMUNICAÇÃO HUMANA**

SIMONE SPERANÇA

**Investigação das Alterações das Habilidades do Processamento
Auditivo Central após infecção por SARS-CoV-2**

MARÍLIA, 2025

SIMONE SPERANÇA

**Investigação das Alterações das Habilidades do Processamento Auditivo
Central após infecção por SARS-CoV-2**

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências, para obtenção do título de Doutora em Ciências da Saúde e Comunicação Humana.

Área de Concentração: Comunicação Humana

Orientadora: Prof.^a. Dr.^a. Ana Cláudia Vieira Cardoso

Coorientadora: Prof.^a. Dr.^a. Márcia Aparecida Sperança

MARÍLIA, 2025

S749i Sperança, Simone
Investigação das alterações das habilidades do
processamento auditivo central após infecção por
SARS-CoV-2 / Simone Sperança. -- Marília, 2025
109 p. : tabs.

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista
(UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília
Orientadora: Ana Claudia Vieira Cardoso
Coorientadora: Márcia Aparecida Sperança

1. COVID-19. 2. Transtorno do Processamento
Auditivo Central. 3. Epidemiologia. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Dados fornecidos pelo autor(a).

SIMONE SPERANÇA

Investigação das Alterações das Habilidades do Processamento Auditivo Central após infecção por SARS-CoV-2

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências, para obtenção do título de Doutora em Ciências da Saúde e Comunicação Humana.

Área de Concentração: Comunicação Humana

Data da defesa: 30/09/2025

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Vieira Cardoso

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Márcia Aparecida Sperança

Banca examinadora:

Membros titulares

Prof^a. Dr^a. Ana Cláudia Figueiredo Frizzo

UNESP – Faculdade de Filosofia e Ciências – Câmpus de Marília

Prof^a. Dr^a. Cristiane Otero Reis Salum

Universidade Federal do ABC

Prof^a. Dr^a. Adriane Ribeiro Teixeira

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Membro suplente:

Prof^a. Dr^a. Maria Renata José

Prof^a. Dr. André Mascioli Cravo

Prof^a. Dr^a. Ilka do Amaral Soares

Este trabalho é o fruto de uma jornada de muito aprendizado pessoal, intelectual, social, e sou feliz por ter vivenciado cada momento. Acredito que a vida é um grande presente, um rio longo e caudaloso que não começa no berço e nem termina no túmulo. As diversas reencarnações nos oferecem a chance de evoluir a cada instante. Por isso, o primeiro agradecimento é a Deus, por me conceder a dádiva da existência e me encher de esperança até no nome.

Simone Sperança

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio institucional e pelo incentivo à pesquisa científica no Brasil. As políticas de fomento da CAPES foram fundamentais para a continuidade deste trabalho, possibilitando condições para o desenvolvimento de uma pesquisa rigorosa e comprometida com a produção de conhecimento de qualidade. Reconheço com gratidão a importância desse suporte para a formação de pesquisadores e para o fortalecimento da ciência nacional.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde e Comunicação Humana da Universidade Estadual Paulista (UNESP) pela excelência acadêmica, pelo acolhimento e pela sólida formação científica proporcionada ao longo desta trajetória. Agradeço a todos os docentes, técnicos e colegas do programa, que contribuíram com ensinamentos, trocas e estímulos intelectuais essenciais para a construção deste trabalho. Fazer parte deste programa foi uma experiência transformadora, que ampliou minha visão sobre a pesquisa e sobre o papel da ciência na promoção da saúde e da comunicação humana.

Agradeço à professora Dra. Márcia Aparecida Sperança e à equipe do Laboratório de Agentes Patogênicos da Universidade Federal do ABC, bem como ao Centro de Ciências Naturais e Humanas desta instituição, pela colaboração generosa e pelo suporte técnico e científico. Sou especialmente grata por terem possibilitado a realização integral da coleta de dados nas dependências da enfermaria do prédio Delta, cuja disponibilidade foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos meus pais, Milton e Neusa, por serem os alicerces da minha vida. Obrigado por acreditarem em mim e me apoiarem nessa jornada. Mãe, obrigada por cada conversa, pela companhia nas madrugadas de estudo. Pai, obrigada pelas manhãs em que eu acordava e o senhor já estava lá, com o cafezinho pronto e um abraço reconfortante.

Agradeço a minha irmã, Márcia, por confiar em mim o tempo todo. Irmã, ao fechar esse ciclo, minha alma transborda de alegria, porque você está aqui eternizada nesse trabalho. Você segurou a minha mão e não soltou, mesmo nas turbulências e tempestades, mostrando que eu nunca estive sozinha. Seu apoio me trouxe até aqui.

Agradeço aos meus sobrinhos, Giovanna, Enzo, Isaque, Arthur, Leona e Atreus, assim como ao meu irmão, Cláudio, minhas irmãs, Márcia, Vanessa e Verônica. Amores, obrigado por compreenderem a minha ausência nas festas e nos momentos mais difíceis da vida. A partir de agora, teremos longas noites do pijama, recheadas de bolos, pipocas, chocolate quente e muitas brincadeiras.

Agradeço às minhas amigas a Luciane Dalboni, Tatiana Magalhães, Karen Teixeira e Aline Bovolini por todo suporte emocional e apoio. A amizade de vocês me manteve sã.

Agradeço à banca de qualificação e defesa, professoras Ana Cláudia Figueiredo Frizzo, Cristiane Otero Reis Salum e Adriane Ribeiro Teixeira, por toda a dedicação, cuidado e subsídios que me permitiram explorar ao máximo os resultados obtidos. Aos professores suplentes, minha gratidão por se dedicarem a ler e comentar o meu trabalho.

A minha orientadora, Profa. Dra. Ana Claudia Vieira Cardoso, minha gratidão mais profunda. Obrigada por aceitar este desafio.

Aos pacientes e a toda a comunidade da Universidade Federal do ABC que, generosamente, contribuíram para esta pesquisa, minha eterna gratidão. Os frutos dessa pesquisa são, em grande parte, resultado da colaboração de vocês.

Agradeço aos meus alunos do curso de Fonoaudiologia. Embora em universidades diferentes, iniciamos essa jornada juntos há quatro anos, e a felicidade que sinto ao finalizarmos nossos ciclos é imensa. Crescemos e aprendemos juntos, lado a lado.

E, por último, mas não menos importante, agradeço aos anjos de quatro patas que estiveram comigo. À minha gatinha Agatha, que, mesmo se tornando uma anjinha de bigodes durante o percurso, me acompanhou nos primeiros três anos desta saga. E à minha Sophy, que esteve e está ao meu lado desde o primeiro dia, com sua presença tranquila e reconfortante.

Este trabalho é de todos vocês. Muito obrigada.

Resumo

Com a pandemia da COVID-19, a infecção pelo SARS-CoV-2 emergiu como fator relevante para alterações do sistema auditivo, incluindo sintomas que afetam tanto a via periférica quanto a central. Os sintomas mais frequentes relatados no mundo pós-pandemia são alterações de memória e distúrbios de atenção, também encontrados em relatos de indivíduos com alterações das habilidades auditivas centrais. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi investigar as habilidades auditivas em indivíduos que testaram positivo para SARS-CoV-2 através do RTqPCR, durante o monitoramento da comunidade UFABC. Para tanto, 31 sujeitos que atenderam os critérios de inclusão foram avaliados em relação a características clínico-epidemiológicas e as habilidades auditivas centrais por meio da bateria de testes comportamentais. Os resultados revelaram que 96,8 % dos indivíduos apresentaram transtorno do processamento auditivo central, sem correlação com fatores clínico-epidemiológicos, sendo a causa mais provável das alterações, a infecção por SARS-CoV-2. As alterações ocorreram em pelo menos uma das habilidades auditivas investigadas, com maior frequência significativa ($p < 0,001$) em figura fundo em escuta dicótica (87,1%); ordenação temporal (67,7%) e figura fundo em escuta monótica (61,3%), cujas estruturas fisiológicas cerebrais associadas, apresentam correlação com a hipótese da via de infecção dos neurônios *terminalis* por SARS-CoV-2. Por esta via, o vírus invade o sistema nervoso central por meio dos neurônios *terminalis*, acessórios do sistema olfatório, chegando ao hipotálamo, tendo potencial de se disseminar por células que expressam ACE2, causando neuroinflamação. O número de alterações das habilidades auditivas foi inversamente proporcional ao número de reinfecções por SARS-CoV-2, indicando potencial diminuição da quantidade e duração da infecção pelo vírus ao longo do tempo. A avaliação da autopercepção das inabilidades auditivas por pontuação do questionário *Scale of Auditory Behaviors* (SAB), mostrou-se sensível quando analisado por domínios (87,1%; $p=0,016$) em comparação a análise da pontuação total (64,5%). Este estudo abre novas perspectivas para a compreensão das alterações no sistema nervoso central associados ao processamento auditivo central e aos sintomas relacionados a falta de concentração e distúrbios da atenção relatados na COVID19.

Palavras-chave: Percepção Auditiva, Síndrome de Pós-COVID-19 Aguda, Epidemiologia, Transtornos da Percepção Auditiva, Testes Auditivos

Abstract

With the COVID-19 pandemic, SARS-CoV-2 infection has emerged as a relevant factor for auditory system alterations, including symptoms affecting both the peripheral and central systems. The most frequent symptoms reported in the post-pandemic world are memory impairments and attention disorders, also found in reports of individuals with alterations in central auditory abilities. Thus, the objective of this study was to evaluate the central auditory processing of individuals with preserved peripheral hearing who had at least one SARS-CoV-2 infection during the virus monitoring period in a university community. To this end, 31 subjects who met the inclusion criteria were evaluated for clinical and epidemiological characteristics and central auditory abilities using a battery of behavioral tests. The results revealed that 96.8% of the individuals had central auditory processing disorders, with no correlation with clinical and epidemiological factors, with the most likely cause of the alterations being SARS-CoV-2 infection. The alterations occurred in at least one of the auditory skills investigated, with a significant higher frequency ($p < 0.001$) in figure-ground in dichotic listening (87.1%); temporal ordering (67.7%); and figure-ground in monotic listening (61.3%). The associated brain physiological structures correlate with the hypothesis that SARS-CoV-2 infects *terminalis* neurons. Through this pathway, the virus invades the central nervous system through *terminalis* neurons, accessories of the olfactory system, reaching the hypothalamus and potentially disseminating through ACE2-expressing cells, causing neuroinflammation. The number of alterations in auditory skills was inversely proportional to the number of SARS-CoV-2 reinfections, indicating a potential decrease in the load and duration of viral infection over time. The assessment of self-perception of hearing impairments using the Scale of Auditory Behaviors (SAB) questionnaire score proved to be sensitive when analyzed by domains (87.1%; $p=0.016$) compared to the total score analysis (64.5%). This study opens new perspectives for understanding the changes in the central nervous system associated with central auditory processing and the symptoms related to lack of concentration and attention disorders reported in COVID-19.

Keywords: Auditory Perception, Acute Post-COVID-19 Syndrome, Epidemiology, Auditory Perception Disorders, Hearing Tests

Figuras

Figura 1 Ilustração do funcionamento de indícios binaurais de localização	26
Figura 2 Áreas de Brodmann no hemisfério esquerdo	28
Figura 3. Ilustração esquemática de duas rotas pelas quais o SARS-CoV-2 ou a subunidade S1 clivada do vírus da proteína spike pode viajar do nariz para o cérebro	42
Figura 4. Regiões anatômicas associadas a expressão de ACE2	44
Figura 5. Kit de coleta de saliva	53
Figura 6. Comparação das alterações do teste SSW Qualitativo	80
Figura 7. Comparação das alterações do teste TDCV	81
Figura 8. Comparação das alterações dos testes de frequência e duração de ordenação Temporal	82
Figura 9. Comparação das alterações entre os testes auditivos	84
Figura 10. Frequência do número de habilidades alteradas resultante do grupo de 31 sujeitos	85

Fluxogramas

Fluxograma 1. Avaliação pré-coleta	58
Fluxograma 2. Procedimentos do estudo	61
Fluxograma 3. processo de seleção da amostra	73

Quadros

Quadro 1: características reconhecidas como COVID-longa de acordo com o proposto pela NASEM (2024).	38
Quadro 2. Habilidades associadas a áreas cerebrais específicas. Retirado de Musiek et. al. 2018(Musiek et al., 2018)	70

Tabelas

Tabela 1.Caracterização da amostra	74
Tabela 2.Resultados dos testes auditivos comportamentais de avaliação do PAC	76
Tabela 3.Comparação das alterações entre as orelhas direita e esquerda.....	83

Tabela 4. Comparação das alterações nas habilidades dos testes auditivos conforme número de infecções por SARS-CoV-2.....	85
Tabela 5. Comparação das alterações das habilidades auditivas e do sintoma de dificuldade de ouvir no ruído.....	86
Tabela 6. Comparação das alterações nas habilidades dos testes auditivos conforme sintoma de Dificuldade de concentração e raciocínio.....	87
Tabela 7. Comparação das alterações nas habilidades dos testes auditivos conforme sintoma de Congestão das vias aéreas superiores.....	87
Tabela 8. Análise comparativa da pontuação total e por domínios do questionário Scale of Auditory Behaviors (SAB) na autopercepção de inabilidades auditivas	88
Tabela 9 – Comparação das alterações das habilidades auditivas e do SAB total	89
Tabela 10 – Comparação das alterações nas habilidades auditivas e da SAB no domínio Aprendizagem.....	89
Tabela 11 – Comparação das alterações nas habilidades dos testes auditivos conforme SAB no domínio Compreensão	90
Tabela 12– Comparação das alterações das habilidades auditivas conforme SAB no domínio Atenção.....	90
Tabela 13 – Comparação das alterações nas habilidades auditivas conforme SAB no domínio Audição.....	91

Abreviaturas

DII Diferença Interaural de Intensidade
DIT Diferença Interaural de Tempo
ED: Escuta Dicótica
EDAD: Escuta Dicótica Atenção à Direita
EDAE: Escuta Dicótica Atenção à Esquerda
EDAL: Escuta Dicótica Atenção Livre
EDDD: Escuta Dicótica para Dissílabos à Direita
EDDE: Escuta Dicótica para Dissílabos orelha Esquerda
EIA Encontro Internacional de Audiologia
EM: Escuta Monótica
FA: Fechamento Auditivo
FAD Fechamento Auditivo à Direita
FAE: Fechamento Auditivo à Esquerda
fMRI ressonância Magnética Funcional
LS: localização sonora
MOS Núcleo Olivar Superior Medial
MSNV: Memória Sequencial de Sons Não Verbais
MSV: Memória Sequencial de Sons Verbais
NTTM Núcleo do Trato Trapezoide Medial
OD Orelha Direita
OD: Orelha Direita
OE Orelha Esquerda
OE: Orelha Esquerda
OSL Núcleo Olivar Superior Lateral
OT: Ordenação Temporal
OTD: Ordenação Temporal de Duração
OTF: Ordenação Temporal de Frequência
PAC Processamento Auditivo Central
PAC Processamento Auditivo Central
RGDT Random Gap Detection Test
RT: Resolução Temporal
SAB *Scale* of Auditory Behaviors

SARS-CoV-2 Coronavírus da *Síndrome Respiratória Aguda Severa* -2

SNAC Sistema Nervoso Auditivo Central

SSI MCI Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral

TDCV Teste Dicótico Consoante Vogal

TE Tronco Encefálico

TFR Teste Fala com ruído

THA: Total de Habilidades Alteradas

TPAC Transtorno do Processamento Auditivo Central

TPF Teste de Padrão de Frequência

Siglas

ASHA American Speech Language Hearing Association

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	18
1.1	Revisão de literatura.....	24
1.1.1	Neuroanatomia e Neurofisiologia das Vias Auditivas Relacionadas as Habilidades Auditivas.....	24
1.1.2	Pandemia de SARS-CoV-2 e a COVID Longa.....	36
1.1.3	Infeção encefálica por SARS-CoV-2.....	39
1.1.4	Infeção por SARS-CoV-2 e alterações auditivas centrais.....	44
2	OBJETIVO GERAL.....	50
2.1	Objetivos Específicos	50
3	MATERIAL E MÉTODO.....	50
3.1	Delineamento do Estudo	51
3.2	programa de monitoramento.....	51
3.3	Participantes	54
3.4	Critérios de inclusão.....	54
3.5	Critérios de exclusão	55
3.6	Busca por indivíduos participantes.....	55
3.7	Equipamentos, testes e protocolos utilizados.....	56
3.8	Fluxo para a realização dos exames	57
3.9	Avaliação pré-coleta.....	57
3.10	Procedimentos do Estudo	59
3.11	Habilidades e Formas de avaliação.....	62
3.11.1	Aplicação do Questionário <i>Scale of Auditory Behaviors</i> (SAB).....	62
3.11.2	Habilidade de Localização Sonora.....	63
3.11.3	Habilidade de ordenação temporal para estímulos não verbais simples.....	63
3.11.4	Habilidade auditiva central de ordenação temporal para estímulos verbais ..	64
3.11.5	Habilidade Central de Fechamento Auditivo	65
3.11.6	Habilidade Auditiva Central de Figura-fundo Verbal em Escuta Monótica.....	65
3.11.7	Habilidade Auditiva Central de Figura-fundo Verbal em Escuta Dicótica.....	66
3.11.8	Habilidades Auditivas Centrais de Figura-fundo Verbal em Escuta Dicótica e Atenção Seletiva.....	66
3.11.9	Habilidade de Resolução Temporal.....	67
3.11.10	Habilidade de Discriminação e Ordenação Temporal de Padrões Sequenciais de Frequência	68

3.11.11	Habilidade de Discriminação e Ordenação Temporal de Padrões Sequenciais de Duração.....	68
3.12	Método Estatístico.....	71
4	RESULTADOS	72
4.1	Caracterização da população de estudo	72
4.2	Resultado dos procedimentos do estudo quanto a avaliação do processamento auditivo central.	75
4.2.1	Avaliação do Processamento Auditivo Central	78
4.2.2	Teste de Localização Sonora - habilidade de localização sonora	78
4.2.3	Teste de sentença sintética com mensagem competitiva ipsilateral (SSI) – habilidade de figura fundo em escuta monótica.....	79
4.2.4	Teste de fala com ruído – habilidade de fechamento auditivo.....	79
4.2.5	Teste de dissílabos alternados – habilidade de figura fundo em escuta dicótica para dissílabos alternados.....	79
4.2.6	Teste dicótica consoante vogal(TDVC) - Habilidade de escuta dicótica com sílabas 80	
4.2.7	Teste de Padrão de Frequência – habilidade de ordenação temporal de frequência	81
4.2.8	Teste de Padrão de Duração – habilidade de ordenação temporal de duração 81	
4.2.9	Teste de Detecção de Intervalos Aleatórios (RGDT) – habilidade de resolução temporal.....	82
4.2.10	Comparação das alterações entre as orelhas direita e esquerda	83
4.3	Frequência de ocorrência da alteração nas diferentes habilidades auditivas..	84
4.4	Correlação entre as alterações nas habilidades auditivas e número de infecções por SARS-CoV-2.....	85
4.5	Correlação das alterações das habilidades auditivas e os sintomas relatados durante a infecção por SARS-CoV-2	86
4.6	Alterações das habilidades auditivas e a dificuldade de ouvir no ruído.	86
4.7	Alterações das habilidades auditivas e a dificuldade de concentração e raciocínio.....	86
4.8	Alterações das habilidades auditivas e o sintoma de congestão das vias aéreas superiores.....	87
4.9	Análise metodológica do Scale of Auditory Behaviors (SAB): Uma Abordagem Comparativa da Pontuação Total e por Domínios na Autopercepção de Inabilidades Auditivas.....	88
5	DISCUSSÃO.....	92
6	CONCLUSÃO.....	98

Uma breve contextualização dos processos, pessoais e acadêmicos, desafiadores, que me trouxe até aqui.

Em 2021 ingressei ao programa de pós-graduação em Ciências da Saúde e Comunicação Humana, nível Doutorado, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, com um projeto pré organizado que avaliaria a eficácia de um programa de treinamento auditivo acusticamente controlado com a utilização de estímulos musicais complexos na população infantil. Em razão das dificuldades decorrentes do reflexo da pandemia da COVID 19, não foi possível fazer a coleta de dados com a população desejada. Foram muitas as tentativas para superar as dificuldades encontradas. No entretanto, no final do primeiro semestre de 2022 em conversas estabelecidas com a Professora Dra, Márcia Aparecida Sperança, a quem tenho a honra de chamar de irmã, me atentei à fatores importantes, como queixas e sintomas, que apontavam para possíveis alteração das habilidades auditivas nos pacientes, infectados pelo SARS-CoV-2 e monitorados pelo grupo de pesquisa da UFABC. Foi na mesa do café, no almoço de domingo, em encontros familiares que as conversas foram tomando forma, até que recebi o convite para integrar o grupo de pesquisa que investigava as consequências da pandemia de COVID-19 da Universidade Federal do ABC. Esse convite veio de encontro a minha busca ansiosa por modificar o tema da pesquisa. Foi então que, com o aceite da minha orientadora e a oportunidade oferecida pelo grupo de pesquisa em questão, consegui desenvolver esse novo projeto que tantos resultados nos trouxe. Os sintomas apresentados pelo grupo de indivíduos monitorados no projeto, nos levou a questionamentos sobre como poderia estar o processamento auditivo das pessoas que foram infectadas por SARS-CoV-2 e se esse vírus poderia ser um possível fator etiológico para as possíveis alterações encontradas.

Alguns Desafios

O primeiro desafio enfrentado durante o desenvolvimento deste estudo foi obter e adaptar um espaço adequado para a realização dos exames audiológicos na UFABC. Considerando que a instituição não possui um curso de Fonoaudiologia, também não dispunha previamente de instalações apropriadas ou equipamentos específicos para avaliações audiológicas. Sendo uma universidade pública, as solicitações precisam passar por avaliações rigorosas

em diversos setores administrativos, o que acarretou um prolongado processo burocrático. Embora a solicitação inicial de um espaço tenha ocorrido no segundo semestre de 2022, a autorização oficial só foi concedida em fevereiro de 2023. Após aprovação, recebemos gentilmente a cessão de uma sala localizada no setor de enfermagem da UFABC. Procedemos, então, com as necessárias adaptações do ambiente, incluindo a instalação de uma cabine acústica com dimensões de 1,20 m de comprimento por 1,20 m de largura e 2,00 m de altura e providenciamos o transporte dos equipamentos audiológicos essenciais, provenientes da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus Marília-SP, para o campus da UFABC em São Bernardo do Campo-SP. Assim, conseguimos estruturar um ambiente adequado, viabilizando a realização das avaliações audiológicas previstas nesta pesquisa.

Um segundo desafio enfrentado ao longo desta pesquisa foi realizar todos os procedimentos exigidos por uma investigação científica aprofundada, ética e comprometida com os rigores acadêmicos exigidos, sem dispor do suporte financeiro oferecido por uma bolsa de estudos. Inicialmente, quando ingressei no programa de doutorado, atuava como profissional autônoma em uma clínica, situação que possibilitaria a solicitação da bolsa de doutorado. Contudo, dez dias após a aprovação no processo seletivo, recebi o convite para assumir a coordenação de um curso de Fonoaudiologia recém-criado cidade de São Paulo. Com a aceitação dessa posição profissional, regida por contrato em regime CLT, e considerando as normativas vigentes estabelecidas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), tornei-me inelegível para receber a bolsa de doutorado, o que gerou significativas dificuldades logísticas e financeiras para cumprir todas as obrigações acadêmicas necessárias sem perder a qualidade do processo ao desenvolvimento da tese. Diante do acúmulo de responsabilidades profissionais e acadêmicas, precisei me afastar e solicitei o trancamento temporário do doutorado por um período de 120 dias. Felizmente, essa solicitação foi aceita, me permitindo reorganizar as atividades e continuar com meu percurso acadêmico, o que me possibilitou retornar ao programa, após os 120 dias, com energia para chegar neste momento fundamental da defesa desse trabalho.

INTRODUÇÃO

O Processamento Auditivo Central (PAC) é definido pela *American Speech-Language-Hearing Association* (ASHA, 2005) como a eficiência e eficácia com que o sistema nervoso auditivo central utiliza e interpreta as informações auditivas recebidas, sendo importante para diversas habilidades auditivas essenciais. De acordo com a (ASHA, 2005), o PAC envolve processos perceptuais responsáveis pela localização e lateralização sonora, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos e aspectos temporais da audição, incluindo resolução temporal, mascaramento temporal, integração e ordenação temporal. O PAC também abrange o desempenho auditivo em situações com sinais acústicos concorrentes e degradados. Teri James Bellis (2011) (Bellis et al., 2011; Bellis & Ross, 2011) descreve o PAC como um conjunto complexo de processos auditivos que ocorrem desde o nervo auditivo até o córtex cerebral, envolvendo múltiplos níveis de análise, desde aspectos acústicos básicos até o processamento cognitivo-linguístico superior. Bellis destaca a importância da integridade estrutural e funcional das vias auditivas centrais, incluindo tronco encefálico, tálamo e córtex auditivo, para a adequada percepção e interpretação dos estímulos auditivos.

Quando há alteração de uma ou mais habilidades auditivas constitui-se o Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC) que é caracterizado pela dificuldade do sistema nervoso auditivo central de processar estímulos acústicos mesmo que a audição periférica esteja de acordo com os critérios de normalidade. A princípio as dificuldades de processamento auditivo eram frequentemente atribuídas a problemas, como déficits de atenção ou dificuldades de aprendizagem. Atualmente o conceito está mais bem definido, porém, tanto o conceito quanto a terminologia variaram ao longo do tempo e foram necessários muito estudos envolvendo diversas áreas do conhecimento, como neurociência, fonoaudiologia e a psicologia para que se chegasse a um consenso. No Brasil, após o Fórum de 2016 no Encontro Internacional de Audiologia (EIA) adotou-se o termo “Transtorno do Processamento Auditivo Central” (TPAC) para referir-se ao conjunto de alterações das habilidades do PAC e em 2005 um grupo de especialistas publicou pela ASHA um artigo com definições sobre as desordens do processamento auditivo central (ASHA, 2005).

Em relação à prevalência do TPAC no Brasil, há poucos estudos que abordam esse tema com base em epidemiologia. A maioria dos estudos está baseada em triagens para riscos do desenvolvimento do TPAC em populações escolares e de clínicas particulares. Os instrumentos de rastreio utilizados, como a *Scale of Auditory Behavior*, permitem identificarriscos, mas a incidência não é confirmada por meio da bateria de testes comportamentais ou objetivos eletrofisiológicos, impossibilitando a precisão da incidência desse transtorno na população brasileira. Por tanto, a concepção de incidência do TPAC no Brasil ainda é estimada por estudos desenvolvidos em países Norte Americanos, Europeus, Poloneses e Britânicos. As diversidades de critérios diagnóstico, as particularidades demográficas e metodológicas adotadas em cada uma das investigações faz com que a incidência em diferentes populações tenha uma alta variabilidade. Uma estimativa amplamente aceita pela comunidade científica internacional é a de Chermak e Musiek, pesquisadores norte-americanos que em uma pesquisa publicada em 1997, estimaram a prevalência do TPAC entre crianças em idade escolar entre 3% e 5% (Chermak et al., 1997). Em 2001 um estudo desenvolvido no Reino Unido pelos pesquisadores Bamiau, Musiek e Luxon, vinculados ao Great Ormond Street Hospital e à University College London (UCL), estimaram que o TPAC pode afetar cerca de 7% das crianças na população geral (Bamiau et al., 2001). Contudo, Geffner & Ross-Swain, na quarta edição do livro *Auditory Processing Disorders: Assessment, Management, and Treatment*, 2024 citam a incidência 20% da população afetada, proposta por Katz 2005 e de 12% relatada por DiMaggio & Geffner, 2003 (Geffner & Ross-Swain, 2024). Skarżyński et al. no estudo publicado em 2015, envolveu 235.664 crianças de 7 a 12 anos de 9.325 escolas. As crianças passaram por triagem auditiva para risco de TPAC entre 2008 e 2010, após a triagem 76.429 crianças realizaram o teste dicótico de dígitos para confirmar a presença do TPAC. O estudo revelou que 11,4% das crianças de 7 anos e 11,3% das crianças de 12 anos tiveram o diagnóstico de TPAC para atenção direcionada no teste referido (Skarzynski et al., 2015). Os estudos que avaliam a prevalência em adultos e idosos são ainda mais escassos, porém, Quaranta et al. (2014), em uma pesquisa envolvendo 488 idosos italianos com idade média de 72,8 anos que foram avaliados com o teste de Identificação de Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral (SSI-MCI), identificaram que 14,3% da

amostra apresentou TPAC (Quaranta et al., 2014). Em 2020, utilizando a mesma bateria de testes, Sardone et al. avaliaram 1647 indivíduos acima de 65 anos e a prevalência de TPAC encontrada nessa população foi de 14,15% (Sardone et al., 2020). Por tanto, até o momento, é possível considerar que a prevalência do TPAC na população varia de 3% a 20% a depender da população, do método diagnóstico e de peculiaridades demográficas.

A etiologia do TPAC é complexa. Estudos mostram que fatores como hipóxia perinatal, durante a infância, lesões e tumores do sistema nervoso central, acidentes vasculares cerebrais, exposição tóxica, otite média recorrente na infância, prematuridade, predisposição genética, neuroinfecções e infecções virais são etiologias aceitas pela comunidade científica (Bamiou et al., 2001).

Os vírus neurotrópicos apresentam potencial para induzir alterações fisiopatológicas nas vias envolvidas no PAC, podendo causar transtornos. Há evidências de que o novo coronavírus da síndrome respiratória aguda severa 2 (SARS-CoV-2), responsável pela pandemia de COVID-19, possui tropismo por células do sistema nervoso (Crunfli et al., 2022). Um estudo de meta-análise incluindo 50 trabalhos científicos de casos-controle com 14 milhões de pessoas com COVID-19, verificou-se que um dos principais sintomas da COVID-19 de longa duração envolve sintomas associados a alterações de memória e atenção (O'Mahoney et al., 2025). Durante o período de monitoramento de SARS-CoV-2 na Universidade Federal do ABC, entre maio de 2021 a dezembro de 2022, houve autorrelatos de indivíduos infectados pelo vírus, de queixa de alterações na memória e na atenção (Maira Andretta, 2024). Sendo esses sintomas comuns em pessoas com alterações das habilidades auditivas, decidimos investigar possíveis transtornos do PAC na população monitorada, que tenha tido em algum momento, infecção por SARS-CoV-2. Para tanto, convidamos todos os indivíduos que tiveram resultado positivo para infecção por SARS-CoV-2, para responderem um questionário epidemiológico, o questionário SAB e realizar testes para avaliação do PAC. Diante desse cenário, a investigação do Transtorno do Processamento Auditivo Central, especialmente em indivíduos previamente acometidos pela infecção por SARS-CoV-2, representa uma demanda emergente tanto para a ciência quanto para a saúde pública. A articulação entre achados epidemiológicos, fundamentos neurobiológicos e

instrumentos de avaliação validados reforça a pertinência deste estudo, que busca preencher lacunas importantes no conhecimento sobre os impactos auditivos centrais pós-infecção viral. Do ponto de vista acadêmico, a pesquisa contribui para o avanço teórico-metodológico na compreensão do PAC em contextos clínicos contemporâneos e favorece a formação crítica na área da Fonoaudiologia. No âmbito da saúde coletiva, seus resultados possuem potencial para subsidiar estratégias de triagem, diagnóstico e intervenção mais precisas, orientando políticas voltadas à detecção precoce e ao manejo adequado de alterações auditivas centrais em populações acometidas pelo SARS-CoV-2. Trata-se, portanto, de um trabalho com relevância multidimensional, capaz de promover implicações significativas para a prática clínica, para o desenvolvimento científico e para a melhoria da qualidade de vida da população.

Revisão de literatura

1.1.1 Neuroanatomia e Neurofisiologia das Vias Auditivas Relacionadas as Habilidades Auditivas

1.1.1.1 Localização Sonora

A habilidade de localização sonora é uma função auditiva essencial, cuja finalidade é permitir que o ouvinte identifique a origem espacial de um estímulo sonoro, seja no plano horizontal, vertical ou em profundidade. Esse mecanismo é fundamental para a orientação no ambiente, a comunicação verbal eficiente em espaços ruidosos e a prevenção de riscos iminentes. Para que esse desempenho seja possível, o sistema auditivo se vale de uma arquitetura anatômica altamente especializada, que integra pistas acústicas codificadas na periferia com mecanismos centrais de processamento binaural e espacial. Do ponto de vista fisiológico, a localização sonora depende de três principais tipos de pistas acústicas (Figura 1): a diferença interaural de tempo (DTI), a diferença interaural de intensidade (DII) e os padrões espectrais moldados pelo pavilhão auricular, também chamados de pistas monoaurais. As duas primeiras estão intimamente ligadas à audição binaural e são processadas nas estruturas do tronco encefálico; a terceira está relacionada à forma com que o som interage com a anatomia da orelha externa e é particularmente relevante para localização no plano vertical e frontal-posterior (Grothe et al., 2010). A codificação das ITDs ocorre predominantemente no núcleo olivar superior medial (MOS). Essa estrutura está adaptada para comparar a chegada do estímulo sonoro em ambos os ouvidos, sendo especialmente sensível a sons de baixa frequência. Seus neurônios atuam como detectores de coincidência, disparando quando os impulsos de ambos os lados chegam simultaneamente, o que permite inferir a direção do som no plano horizontal (Grothe et al., 2010) (Yin et al., 2019). As ILDs, por sua vez, são processadas principalmente pelo núcleo olivar superior lateral (OSL), que integra estímulos excitatórios do ouvido ipsilateral e inibitórios do contralateral, por meio de conexões com o núcleo do trato trapezoide medial (NTTM). Esse sistema é mais eficiente para sons de alta frequência, cujos comprimentos de onda são menores e, portanto, mais propensos à sombra acústica criada pela cabeça (Grothe & Pecka, 2014). Após essa primeira análise binaural, as informações convergem para o colículo inferior, estrutura localizada

no mesencéfalo, que atua como centro integrador de informações auditivas espaciais. Ele participa de respostas reflexas, como a orientação rápida da cabeça ou dos olhos para a fonte sonora, além de enviar projeções para o corpo geniculado medial e o córtex auditivo (Grothe et al., 2010) (Carlini et al., 2024). O processamento cortical da localização sonora envolve o córtex auditivo primário, situado no giro de Heschl, responsável por codificar as propriedades acústicas básicas do estímulo. Entretanto, a percepção espacial precisa da contribuição de áreas associativas, como o córtex parietal posterior, envolvido na representação sensório-motora do espaço, e o córtex auditivo secundário, onde ocorre a integração intermodal entre pistas auditivas, visuais e proprioceptivas (Zatorre et al., 2002); (Carlini et al., 2024). Os estudos de neuroimagem funcional também demonstram que o hemisfério direito tende a apresentar maior ativação para tarefas espaciais auditivas, o que reforça a hipótese de especialização hemisférica para diferentes aspectos do processamento auditivo (Zatorre et al., 2002). Em síntese, a localização sonora resulta da ação integrada de mecanismos sensoriais periféricos e centrais, com participação de múltiplas estruturas anatômicas que codificam, integram e interpretam pistas espaciais com alta precisão. A eficiência dessa habilidade está diretamente relacionada à integridade da audição binaural, à simetria funcional entre os ouvidos e à maturidade das vias auditivas centrais, sendo, portanto, uma função especialmente sensível a lesões auditivas, assimetrias cocleares e alterações do processamento auditivo central.

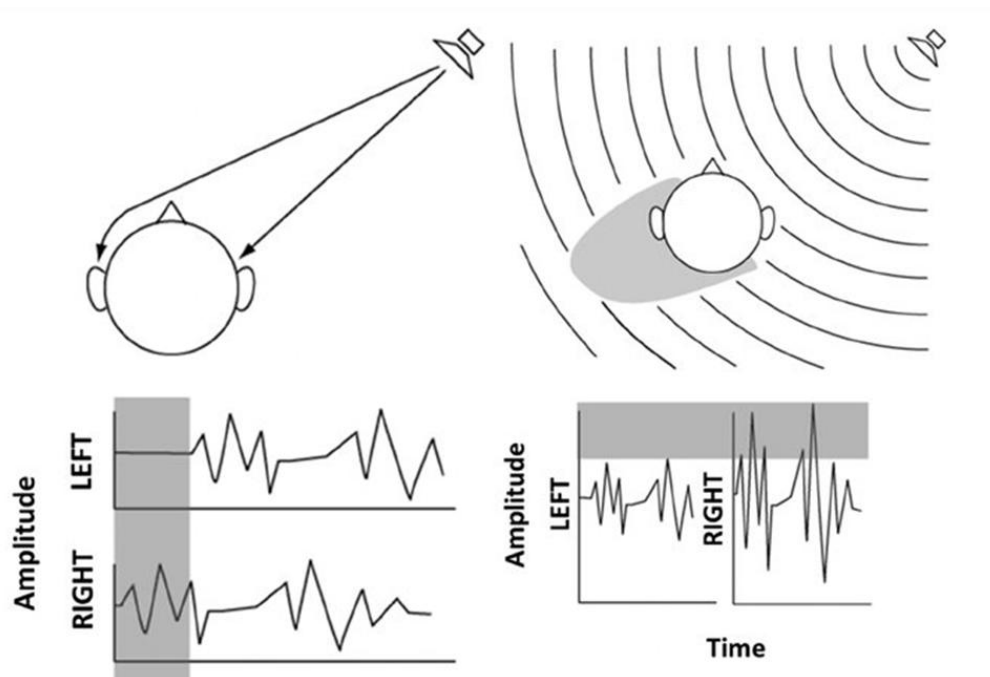


Figura 1 - Ilustração do funcionamento de indícios binaurais de localização quando existe uma fonte sonora na diagonal direita à frente do ouvinte. Diferença Interaural de Tempo: o som leva menos tempo para alcançar o ouvido direito do ouvinte (desenho à esquerda). Diferença Interaural de Intensidade: o som alcança o ouvido esquerdo do ouvinte com menos "força" (amplitude), pois a sua cabeça funciona como uma barreira acústica que atenua o sinal sonoro (desenho à direita). Legenda: Amplitude – Amplitude; Left – Esquerda; Right – Direita. Imagem modificada de Sun, L., Zhong, X., & Yost, W. (2015). Dynamic binaural sound source localization with interaural time difference cues: Artificial listeners. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 137, 222. <https://doi.org/10.1121/1.4920112>.

Figura 1 ilustração do funcionamento de indícios binaurais de localização

1.1.1.2 Memória Sequencial de Sons Verbais e Não verbais (habilidade: ordenação de sons verbais simples e de sons não verbais simples, respectivamente)

A memória sequencial de sons verbais é sustentada por uma rede que integra regiões auditivas primárias e associativas com áreas frontais e temporoparietais. Os estímulos verbais são processados primeiramente no córtex auditivo primário, onde ocorre a codificação inicial das características acústicas, permitindo que representações fonológicas sejam formadas (Baddeley, 2000). Em seguida, o córtex frontal inferior, especialmente as áreas 44 e 45 de Brodmann, conhecidas como área de Broca (Figura 2), atua em conjunto com o giro temporal superior para manter e recuperar essas informações durante tarefas cognitivas que exigem manutenção auditiva prolongada (Harrison et al., 2020). Kumar e colaboradores (2016) utilizando ressonância magnética funcional (fMRI) demonstram que tarefas envolvendo memória auditiva verbal ativam de forma sustentada não apenas o córtex auditivo, mas também regiões como o hipocampo e o giro frontal inferior. Nesse estudo, foi observado que, durante a fase de manutenção dos sons na memória, ocorre ativação sustentada

principalmente no córtex auditivo, mais especificamente no plano temporal bilateralmente. O giro de Heschl (área auditiva primária) demonstrou manter representações específicas dos sons guardados na memória. O papel do hipocampo também foi extensamente avaliado pelos pesquisadores, revelando ativação significativa desse núcleo durante todas as etapas da memória auditiva (codificação, manutenção e recuperação) indicando uma interação importante entre processos sensoriais e mnêmicos (Kumar et al., 2016). O estudo recente de (Ramos-Escobar et al., 2022) também mostrou a importância do hipocampo nesse processo por seu papel na segmentação sequencial dos estímulos verbais. Já a memória sequencial de sons não verbais, como os musicais ou tonais, utiliza circuitos mais amplos e distribuídos, que incluem modelos computacionais específicos para previsão e manutenção auditiva. Um exemplo significativo é o modelo computacional PPM-Decay (Prediction by Partial Matching com decaimento de memória), proposto por Harrison et al. (2020), que incorpora o decaimento temporal das representações auditivas. Esse modelo demonstrou eficácia ao simular limitações reais da memória auditiva humana, refletindo como o cérebro humano lida com sequências temporais complexas, reconhecendo padrões auditivos limitados por uma janela temporal restrita (Harrison et al., 2020). Nesse modelo, o decaimento temporal implica que informações sonoras mais antigas tornam-se menos influentes na memória, ressaltando um aspecto essencial do funcionamento cerebral humano na percepção de estímulos não verbais. Esse achado reforça a ideia de que, enquanto a memória verbal depende fortemente da integração fonológica e linguística, a memória não verbal é amplamente influenciada por padrões temporais e estatísticos percebidos ao longo da sequência sonora. Assim, embora ambas as memórias auditivas compartilhem circuitos neurais sensoriais iniciais, as especificidades surgem na forma como diferentes áreas corticais e subcorticais são recrutadas para a manutenção e recuperação das informações. Enquanto os sons verbais recrutam áreas predominantemente relacionadas à linguagem e à articulação subvocal, sons não verbais dependem intensamente de redes frontais médias e pré-frontais, além de circuitos cortico-cerebelares associados à predição e à análise sequencial auditiva (Kumar et al., 2016); (Harrison et al., 2020).

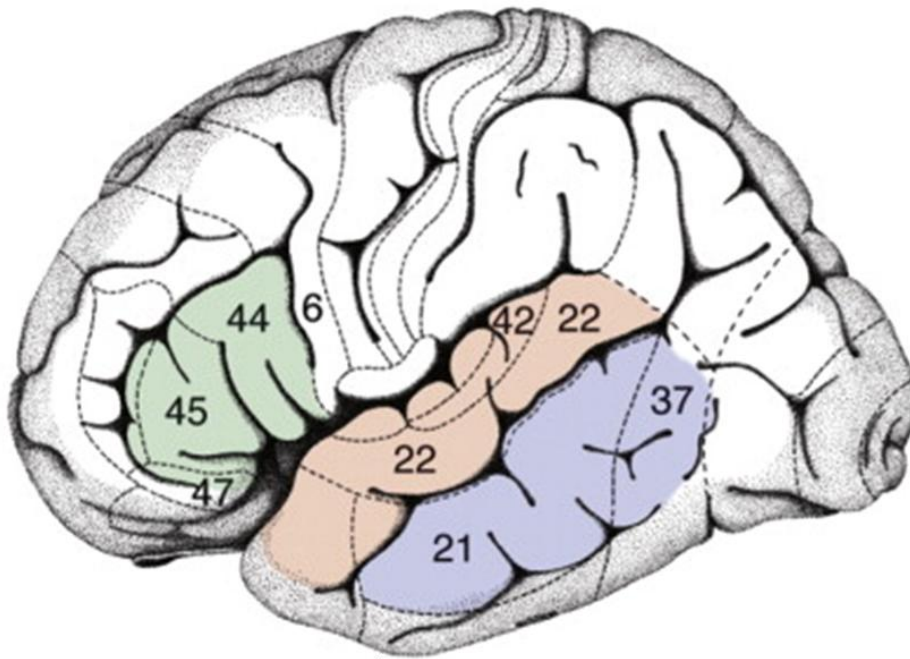


Figura 2 – adaptada de Friederici, 2009. Áreas de Brodmann no hemisfério esquerdo: verde - giro frontal inferior; rosa - o giro temporal superior; azul – giro temporal médio. Friederici, AD. Pathways to language: fiber tracts in the human brain. Jour Trends in Cognitive Sciences. VI 13 : (175-181), 2009
<https://doi.org/10.1016/j.tics.2009.01.001>

Figura 2 Áreas de Brodmann no hemisfério esquerdo

1.1.1.3 Ordenação Temporal

A habilidade de ordenação temporal auditiva é compreendida como a capacidade de perceber, discriminar e organizar sequências sonoras ao longo do tempo. É uma habilidade essencial para a inteligibilidade da fala, para o processamento da prosódia e para a compreensão de padrões musicais. Dentro desse constructo, destacam-se dois domínios fundamentais: a ordenação temporal pura (sequencial) e a ordenação temporal de frequências (grave-agudo ou agudo-grave), ambos ancorados em mecanismos neurobiológicos específicos e amplamente investigados na neurociência auditiva contemporânea. A ordenação temporal pode ocorrer com base em diferentes aspectos acústicos do som, como a frequência, a intensidade e a duração. Cada uma dessas modalidades mobiliza circuitos neurais parcialmente distintos ao longo da via auditiva central. A codificação da ordem de frequências envolve predominantemente o córtex auditivo primário (A1), cuja organização tonotópica permite representar diferentes tons em sequência, e estruturas como o planum temporale e o córtex auditivo secundário, que contribuem para a detecção de contornos melódicos e padrões de mudança frequencial (Zatorre et al., 2002). A ordenação temporal de intensidade aciona, além das áreas corticais, o complexo

olivar superiorlateral (COS) e o colículo inferior, ambos responsivos a diferenças interaurais de intensidade e a mudanças abruptas de amplitude. O processamento cortical dessas variações ocorre principalmente no giro temporal superior e em regiões frontais associadas à atenção auditiva seletiva (Bischoff-Grethe et al., 2004). Quanto à ordenação temporal de duração, estudos mostram ativação distinta em regiões do colículo inferior, sensível a estímulos transientes, bem como no córtex auditivo primário e no córtex parietal posterior, que estão implicados na codificação de intervalo temporal e no rastreamento de padrões temporais (Bartlett, 2013); (Giraud & Poeppel, 2012). A análise sequencial de estímulos auditivos depende da integridade dos circuitos corticais e subcorticais, com participação fundamental do colículo inferior (CI), do corpo geniculado medial (CGM) e do córtex auditivo primário (A1). O CI atua como um integrador temporal subcortical, sendo responsável pela codificação de padrões rítmicos e pela detecção de mudanças transitórias, conforme descrito por Krishna e Semple (Krishna & Semple, 2000). Essa estrutura é particularmente sensível a diferenças na duração e no espaçamento de sinais breves, desempenhando papel essencial na detecção de ordens sequenciais. No nível talâmico, o CGM é responsável por retransmitir com precisão as sequências temporais ao córtex auditivo. Evidências de registros intracranianos em primatas demonstram que o CGM ventral preserva a ordenação temporal dos sinais de entrada, sendo modulado por padrões de frequência e ritmo (Bartlett & Wang, 2007). O córtex auditivo primário (A1), localizado no giro de Heschl, apresenta organização tonotópica altamente refinada, essencial para a codificação da sequência grave-agudo e para a discriminação de contornos melódicos. Estudos com imagem funcional (fMRI) e eletrofisiologia intracraniana mostraram que o A1 não apenas responde às frequências individuais, mas também às relações temporais entre elas (Zatorre & Krumhansl, 2002). A1 interage com o córtex auditivo secundário (área associativa) e o planum temporale, que são recrutados para o processamento sequencial e para a detecção de padrões temporais complexos. A via auditiva ventral, associada ao “o quê” do som, contribui para o reconhecimento dos estímulos auditivos, enquanto a via auditiva dorsal, relacionada ao “onde” e “quando”, é fortemente envolvida na ordenação e na manipulação de padrões sequenciais. O córtex parietal posterior e regiões frontais, como o giro frontal inferior, são mobilizados em tarefas de ordenação

temporal auditiva, indicando a participação de redes corticais de memória de trabalho auditiva (Schubotz et al., 2000). Importante destacar que a ordenação temporal auditiva não é apenas um processo perceptual, mas também um fenômeno integrativo dependente da sincronização neuronal em múltiplas escalas temporais. Evidências de MEG e EEG demonstram que oscilações neurais em faixas teta e gama estão envolvidas na marcação temporal e na segmentação de unidades acústicas (Giraud & Poeppel, 2012). A habilidade de ordenação temporal auditiva é, portanto, sustentada por uma rede auditiva distribuída, sensível tanto à sequência quanto à relação espectral entre os sons. Sua compreensão fornece subsídios para a interpretação de transtornos como dislexia, Transtorno do processamento auditivo central e dificuldades de aprendizagem que envolvem a manipulação de sequências sonoras.

1.1.1.4 Resolução Temporal

A resolução temporal auditiva corresponde à habilidade do sistema auditivo em discriminar alterações rápidas na estrutura temporal do sinal acústico, permitindo a identificação de eventos sonoros que ocorrem em sequência ou com breves intervalos. Essa competência é particularmente exigida na compreensão da fala, sobretudo em ambientes acusticamente desafiadores, e na análise de padrões sonoros complexos, como os presentes na música e em sons ambientais. Trata-se, portanto, de uma função auditiva que se apoia em mecanismos neurofisiológicos distribuídos desde a periferia até os centros superiores do sistema auditivo. Na via auditiva periférica, a cóclea exerce papel decisivo nesse processo. As células ciliadas internas respondem com alta precisão a flutuações na pressão sonora, e essa resposta é convertida em atividade elétrica pelo nervo auditivo, com latências de condução extremamente curtas. Kunchur (2023) argumenta que, em determinadas condições experimentais, o limiar da resolução temporal humana pode alcançar a faixa inferior a 1 milissegundo, este dado reforça a sofisticação da codificação temporal já nas fases iniciais da transdução auditiva (Kunchur, 2023). À medida que o estímulo percorre as vias centrais, estruturas do tronco encefálico como o núcleo coclear e o complexo olivar superior passam a processar a sincronia temporal entre os sinais provenientes das orelhas. Esses núcleos operam por meio de circuitos de detecção de coincidência e inibição cruzada, que favorecem a diferenciação

precisa de variações interaurais de tempo e intensidade (Schnupp et al., 2012). Tais mecanismos são fundamentais não apenas para a resolução temporal, mas também para a localização sonora e a segregação de fontes acústicas. No nível cortical, a literatura descreve duas formas principais de codificação temporal: a estrutura temporal fina e o envelope temporal. A primeira se refere às rápidas oscilações da onda sonora, relacionadas à frequência fundamental, enquanto o envelope diz respeito às variações mais lentas de amplitude. A sensibilidade do sistema auditivo ao envelope pode ser mensurada pela função de transferência de modulação temporal (TMTF), a qual apresenta queda de desempenho acima de 50 Hz, refletindo o limite funcional para essa forma de análise temporal (Plack, 2023). As contribuições das técnicas de neuroimagem funcional, como a eletroencefalografia (EEG) e a ressonância magnética funcional (fMRI), têm sido decisivas para o mapeamento da resolução temporal auditiva. Murta et al. (2015), por exemplo, propuseram uma abordagem integrada que combina as vantagens temporais do EEG com a resolução espacial do fMRI, demonstrando que a codificação de estímulos auditivos rápidos envolve a ativação coordenada dos córtices auditivos primário e secundário (Murta et al., 2015). Essa integração metodológica amplia significativamente a compreensão das bases neurais do processamento auditivo em tempo real. Do ponto de vista clínico, testes como o Gaps-in-Noise (GIN) e o Teste de Padrão de Duração (TPD) têm se mostrado instrumentos eficazes para avaliar a integridade do processamento temporal. Em revisão sistemática recente, Chowsilpa, Bamio e Koohi (2021) destacaram a sensibilidade desses protocolos para detectar alterações funcionais em adultos com evidências de lesão cerebral, reforçando seu valor diagnóstico nos transtornos do processamento auditivo central (TPAC) (Chowsilpa et al., 2021). Por fim, é importante reconhecer que a resolução temporal não depende apenas de mecanismos locais, mas também da eficiência da comunicação inter-hemisférica, sobretudo via corpo caloso. O estudo de Steinmann et al. (2018), combinando EEG e imagens por tensor de difusão (DTI), demonstrou que a lateralização funcional da linguagem está associada à integridade das conexões anatômicas entre os córtex auditivos. A presença de sincronização neural em banda gama e maior anisotropia fracional nessas vias foi correlacionada com melhor desempenho em tarefas de escuta rápida e simultânea (Steinmann et al., 2018).

1.1.1.5 Fechamento Auditivo

O fechamento auditivo constitui uma habilidade central no processamento da linguagem, especialmente em situações de escuta adversa, como ambientes ruidosos ou quando o sinal de fala está degradado ou parcialmente ausente. Essa capacidade refere-se ao mecanismo pelo qual o sistema auditivo central infere e preenche lacunas acústicas a partir de pistas contextuais, fonológicas e semânticas, permitindo a compreensão fluente e coerente da mensagem. Esse processo não se limita à detecção sensorial do som, mas depende fortemente de recursos cognitivos superiores, como atenção sustentada, memória de trabalho auditiva e conhecimento linguístico prévio, que atuam de maneira integrada para manter a inteligibilidade da fala fragmentada (Shahin et al., 2012); (Obleser et al., 2007); (Wild et al., 2012).

Do ponto de vista neuroanatômico, o fechamento auditivo mobiliza uma rede cerebral ampla, com predomínio de estruturas corticais. O córtex auditivo primário (área de Brodmann 41) responde pela decodificação dos componentes acústicos elementares, enquanto o córtex auditivo secundário, o planum temporale e o giro temporal superior participam ativamente da análise de padrões complexos e da reconstrução de estímulos incompletos (Shahin et al., 2012). Estudos com ressonância magnética funcional e eletroencefalografia demonstram que essas regiões apresentam ativação bilateral durante tarefas de percepção auditiva, sendo a lateralidade esquerda mais proeminente em tarefas verbais (Leonard et al., 2015). Além das áreas auditivas, o fechamento auditivo envolve a colaboração de regiões pré-frontais e límbicas, como o córtex pré-frontal dorsolateral e o córtex cingulado anterior. Essas estruturas estão associadas à atenção executiva e ao controle da inferência perceptiva, sendo fortemente ativadas quando o ouvinte precisa restaurar ativamente o conteúdo ausente com base em padrões familiares de ritmo, prosódia e organização sintática da linguagem (Wild et al., 2012). Essa integração entre as redes auditivas e executivas revela que o cérebro não apenas responde ao estímulo sonoro, mas também antecipa e interpreta o que foi omitido com base em expectativas construídas pela experiência auditiva e pelo conhecimento linguístico. O processo de restauração auditiva é sustentado pela rede de predição sensorial, que compreende o córtex auditivo, o córtex insular, o

precúneo e áreas parietais posteriores. Essas regiões trabalham em conjunto para gerar hipóteses perceptivas plausíveis que preencham lacunas do sinal, utilizando a regularidade acústica, fonêmica e morfossintática como base de inferência (Obleser et al., 2007). Trata-se de um mecanismo dinâmico e adaptativo, que sustenta a percepção estável da fala mesmo diante de degradações no sinal auditivo. Evidências eletrofisiológicas demonstram que essa capacidade preditiva está associada a oscilações neurais em bandas de frequência específicas. Oscilações nas faixas alfa (8–12 Hz) e beta (13–30 Hz) têm sido implicadas no controle da atenção auditiva, na sincronização temporal com o ritmo da fala e na codificação de previsibilidade do estímulo. Um estudo marcante conduzido por van Bree e colaboradores (2021) mostrou que, durante a escuta de fala ritmada e inteligível, o cérebro mantém oscilações sustentadas mesmo após a cessação do estímulo auditivo. Essas oscilações endógenas, que ficam ausentes quando a fala é incompreensível, indicam que o cérebro engaja mecanismos internos de predição ativa, antecipando o fluxo da linguagem com base na estrutura prosódica e no conteúdo semântico previamente decodificado (van Bree et al., 2021). Complementando essa dinâmica funcional, o fechamento auditivo depende também da via dorsal do processamento auditivo, responsável pela integração audiolinguística. Essa rota conecta o giro temporal superior ao giro frontal inferior por meio do fascículo arqueado, uma estrutura de substância branca que sustenta a reconstrução fonológica do sinal de fala. Tal via viabiliza a ativação de representações articulatórias internas, facilitando a decodificação de segmentos fonêmicos ausentes ou distorcidos por meio de simulações motoras implícitas da produção da fala (Obleser et al., 2007).

1.1.1.6 Escuta Monótica

A escuta monótica, refere-se ao processamento de estímulos sonoros apresentados a apenas uma orelha. Embora grande parte das investigações sobre as vias auditivas centrais concentre-se nos mecanismos binaurais, o sistema auditivo humano também apresenta circuitos especializados no processamento monaural, fundamentais tanto para a percepção sonora em condições assimétricas quanto para a investigação da organização cortical auditiva. Do ponto de vista neuroanatômico, o estímulo auditivo monótico inicia-se na cóclea e segue pelo nervo coclear até os núcleos cocleares ipsilaterais. A

partir desses núcleos, ocorre uma decussação parcial das fibras auditivas pelo corpo trapezoidal, com subsequente ascensão pelo lemnisco lateral até o colículo inferior e, posteriormente, ao núcleo geniculado medial do tálamo. A partir daí, o sinal é conduzido ao córtex auditivo primário, localizado no giro temporal transversal de Heschl (Pickles, 2015); (Peterson et al., 2025). Esse trajeto permite o processamento refinado do estímulo sonoro, mesmo quando apresentado de forma unilateral. Embora a maior parte dos neurônios superiores receba entradas binaurais, respostas auditivas monaurais são observadas em todos os níveis da via auditiva central. O núcleo coclear ventral, por exemplo, fornece informações temporais altamente precisas para centros superiores, e é uma das principais estruturas associadas à escuta monótica (Pickles, 2015). Estudos com imagem por ressonância magnética funcional demonstram que a estimulação unilateral do ouvido pode produzir ativação lateralizada em regiões auditivas corticais, indicando uma organização funcional sensível à intensidade e à localização do estímulo monótico (Behler & Uppenkamp, 2016). Modelos computacionais também têm contribuído para a compreensão dos mecanismos neurais da escuta monótica. Simulações baseadas em redes neurais profundas e em modelos auditivos fisiologicamente realistas indicam que o cérebro humano é capaz de representar e decodificar características espectrotemporais de sinais monaurais com alta eficiência, mesmo na ausência de informação binaural (Li et al., 2023); (Osses Vecchi et al., 2022). Esses achados reforçam a existência de um processamento especializado de padrões acústicos unilaterais, essencial em tarefas como a percepção da fala degradada, o monitoramento auditivo seletivo e a escuta em ambientes ruidosos. A escuta monótica representa um modo de processamento sensorial com arquitetura própria. Esse sistema é sustentado por vias neurais específicas, refinadas ao longo da evolução, e possui papel importante tanto na audição normal quanto em contextos clínicos, como nas perdas auditivas unilaterais e no transtorno do processamento auditivo.

1.1.1.7 Escuta Dicótica

A habilidade de figura-fundo em escuta dicótica é um processo complexo e distribuído, que mobiliza uma rede funcional integrada composta por estruturas auditivas primárias, regiões associativas, áreas pré-frontais e vias comissurais. Essa habilidade complexa, depende da integridade funcional das vias auditivas

centrais, da integração inter-hemisférica e do controle atencional top-down. Estímulos sonoros distintos são apresentados simultaneamente a cada orelha, exigindo do sistema nervoso central a capacidade de selecionar ativamente o estímulo principal (figura) e suprimir o estímulo competitivo (fundo).

Na década de 60 estudos produzidos por Kimura forneceram a base para a compreensão dos mecanismos envolvidos na escuta dicótica. Em sua pesquisa de 1961 com pacientes submetidos à lobectomia temporal unilateral, Kimura observou que os déficits na identificação de estímulos verbais ocorriam predominantemente quando os sons eram apresentados ao ouvido contralateral à lesão. Tais achados evidenciaram a dominância do hemisfério esquerdo no processamento da linguagem verbal e a predominância das vias auditivas cruzadas no contexto da escuta dicótica (Kimura, 1961). Em 1964, Kimura aprofundou sua análise e demonstrou que o déficit se manifestava apenas em situações de apresentação simultânea dos estímulos, e não em sequências alternadas, o que reforça a ideia de que a escuta dicótica requer a integração simultânea e competitiva de informações auditivas (Kimura, 1964).

Atualmente com o avanço das técnicas de neuroimagem, estudos recentes têm confirmado e expandido os achados de Kimura, oferecendo evidências diretas dos padrões de ativação cerebral durante a escuta dicótica. Uma das investigações mais recentes nesse campo foi conduzida por Elyamany et al. (2024), que utilizaram eletroencefalografia (EEG) para examinar a conectividade funcional entre os cortex auditivos durante tarefas de escuta dicótica. Os autores observaram um aumento da conectividade funcional em banda gama entre as áreas auditivas primárias (áreas de Brodmann 41 e 42) dos dois hemisférios, sobretudo quando os participantes direcionavam sua atenção a estímulos apresentados ao ouvido esquerdo. Tal achado confirma a existência de mecanismos de modulação top-down e reforça o papel do corpo caloso na integração auditiva inter-hemisférica (Elyamany et al., 2024). A escuta dicótica requer a participação de regiões pré-frontais, responsáveis pelo controle atencional voluntário e pela inibição dos estímulos irrelevantes. Estudos como o de Steinmann e colaboradores demonstraram, com base em medidas de conectividade funcional e estrutural via fMRI e DTI, que a lateralização da linguagem está fortemente associada à integridade das conexões inter-

hemisféricas entre os córtices auditivos. O corpo caloso, especialmente seu esplênio, mostrou-se crucial para a transferência de informações auditivas entre os hemisférios, sustentando o desempenho em tarefas de escuta dicótica e de figura-fundo auditiva (Steinmann et al., 2018).

1.1.2 Pandemia de SARS-CoV-2 e a COVID Longa

No final de 2019, uma doença com características clínicas de síndrome respiratória aguda grave (SARS), similar a causada pelo coronavírus SARS-CoV-1, foi identificada na China (Wu et al., 2020). A caracterização do agente etiológico indicou se tratar de um coronavírus, com alta similaridade ao SARS-CoV-1 e por isso, foi denominado SARS-CoV-2 (Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of, 2020). A doença causada pelo vírus foi denominada COVID-19 e no decorrer da pandemia verificou-se que as características clínicas da infecção por SARS-CoV-2, estava associada não só ao sistema respiratório, mas também a alterações cardiovasculares, gastrointestinais, alterações no paladar e olfato, além de relatos de indivíduos com deficiências na memória, atenção, depressão, ansiedade, fibromialgia, além de complicações associadas a doenças autoimunes e outras doenças crônicas como hipertensão e diabetes, caracterizando a COVID-19 como uma doença multissistêmica e complexa (Baj et al., 2020). Muitos dos sintomas agudos associados ao SARS-CoV-2 persistiam por mais de sessenta dias em alguns indivíduos, levando a hipótese de ocorrência de uma doença crônica (Carfi et al., 2020).

Essa condição multissistêmica e crônica associada ao SARS-CoV-2 foi descrita como COVID-longa, primeiramente, por indivíduos portadores desses sintomas, logo no início da pandemia (Callard & Perego, 2021). Esses indivíduos com infecção por SARS-CoV-2 com sintomas leves e que não necessitaram de hospitalização, apresentaram diversos sintomas pós-infecção e utilizaram meios de comunicação e grupos de suporte a pacientes e de investigação clínica por canais digitais, para relatarem seus sintomas, como o aplicativo (London, 2020). Com base nesses relatos, foram realizados vários estudos científicos sobre doenças crônicas associadas a infecção por SARS-CoV-2, modificando a forma como os pacientes são diagnosticados e tratados em vários locais do mundo.

A COVID-longa foi, portanto, caracterizada pela persistência de sintomas por semanas ou meses após a fase aguda da infecção, afetando milhões de indivíduos em todo o mundo e constituindo uma preocupação científica, clínica e social (Greenhalgh et al., 2024). Os sintomas são variados e multissistêmicos. Entre os mais prevalentes destacam-se fadiga persistente, mal-estar pós-esforço, dispneia, tosse crônica e alterações do paladar e olfato, frequentemente responsáveis por limitar a capacidade funcional dos pacientes e comprometer sua qualidade de vida (Annesley et al., 2024; Ceban et al., 2022; Jason & Dorri, 2022; Mateu et al., 2023; Thaweethai et al., 2023). Além desses, manifestações neurológicas e cognitivas, como déficit de memória, dificuldade de concentração, cefaleia recorrente, tontura e distúrbios do sono, configuram-se como alguns dos aspectos mais incapacitantes da síndrome, com repercussões significativas no desempenho acadêmico, profissional e social (Davis et al., 2023; Mansell et al., 2022; Mateu et al., 2023; Zhao et al., 2024). Também são relatadas alterações cardiovasculares, incluindo palpitações, taquicardia, arritmias e síndrome da taquicardia ortostática postural (POTS), bem como manifestações gastrointestinais, como diarreia, constipação e dor abdominal, reforçando o caráter multissistêmico da condição (Espinosa-Gonzalez et al., 2023; Lee et al., 2024; Rizvi et al., 2023; Thaweethai et al., 2023).

O diagnóstico da COVID-longa representa um desafio clínico, sobretudo pela diversidade de sintomas e pela ausência de biomarcadores específicos. A identificação precoce dos sinais é fundamental para o acompanhamento adequado dos pacientes e para o avanço da ciência básica, possibilitando a comparação com outras síndromes pós-infecção e contribuindo para a preparação frente a futuros surtos (Ely et al., 2024; Greenhalgh et al., 2024). Nesse sentido, a definição da condição passou por reformulações até ser consolidada, em 2024, pela Academia Nacional de Ciências, Engenharia e Medicina (NASEM), que a descreveu como um estado de doença crônica associada à infecção pelo SARS-CoV-2. Segundo essa definição, a COVID-longa é caracterizada pela persistência ou início tardio de sintomas por, no mínimo, três meses, podendo ser contínuos, recorrentes-remissivos ou progressivos, e afetando múltiplos sistemas orgânicos (NASEM, 2024). O quadro

01, resume as características reconhecidas como COVID-longa de acordo com a mais recente revisão proposta pela NASEM.

COVID LONGA DEFINIÇÃO - NASEM 2024

A Covid Longa é uma condição crônica associada à infecção que ocorre após a infecção por SARS-CoV-2 e está presente por pelo menos 3 meses como um estado de doença contínuo, com recaídas e remissões, ou progressivo, que afeta um ou mais sistemas fisiológicos.

A Covid Longa manifesta-se de múltiplas formas. Qualquer sistema fisiológico pode ser envolvido, e os pacientes podem apresentar o seguinte:

- Sintoma(s) único(s) ou múltiplo(s), como falta de ar, tosse, fadiga persistente, mal-estar pós-esforço, dificuldade de concentração, alterações na memória, dor de cabeça recorrente, tontura, frequência cardíaca rápida, distúrbio do sono, problemas com o paladar ou olfato, inchaço, prisão de ventre e diarreia.
- Condição(ões) diagnosticável(is) única(s) ou múltipla(s), como doença pulmonar intersticial e hipoxemia, doença cardiovascular e arritmias, comprometimento cognitivo, transtornos de humor, ansiedade, enxaqueca, acidente vascular cerebral (AVC), coágulos sanguíneos, doença renal crônica, síndrome da taquicardia postural ortostática e outras formas de disautonomia, encefalomielite miálgica/síndrome de fadiga crônica, síndrome de ativação de mastócitos, fibromialgia, doenças do tecido conjuntivo, hiperlipidemia, diabetes e distúrbios autoimunes, como lúpus, artrite reumatoide e síndrome de Sjögren.

As características Importantes da Covid Longa podem:

- Ser decorrentes de uma infecção por SARS-CoV-2 assintomática, leve ou grave. Infecções prévias podem ter sido reconhecidas ou não reconhecidas.
- Ser contínuas a partir do momento da infecção aguda por SARS-CoV-2 ou ter um início tardio por semanas ou meses após o que parecia ser uma recuperação completa da infecção aguda.
- Afetar crianças e adultos, independentemente de saúde, deficiência ou status socioeconômico, idade, sexo, orientação sexual, raça, grupo étnico ou localização geográfica.
- Exacerbar condições de saúde preexistentes ou se apresentar como novas condições.
- Variar de leve a grave e se resolver ao longo de meses ou persistir por meses ou anos.
- Ser diagnosticadas com base clínica; nenhum biomarcador atualmente disponível determina de forma conclusiva a presença dessa condição.

Quadro 1: características reconhecidas como COVID-longa de acordo com o proposto pela NASEM (2024).

Fonte: traduzida e adaptada de (Ely et al., 2024)

1.1.3 Infecção encefálica por SARS-CoV-2

No final de 2019, pesquisadores da China identificaram o agente etiológico de uma síndrome respiratória aguda severa (SARS), observada em indivíduos residentes na cidade chinesa de Wuhan, o coronavírus denominado SARS-CoV-2, responsável pela pandemia de COVID-19 (Zhou et al., 2020; Zhu et al., 2020). O SARS-CoV-2 pertence ao gênero Betacoronavirus, que incluem outros coronavírus que infectam humanos, como OC43, HKU1, SARS-CoV, e MERS-CoV (Jamison et al., 2022), com um genoma de RNA de orientação positiva de aproximadamente 29,9 bases, envelopado (Jamison et al., 2022). O genoma de SARS-CoV-2 codifica duas poliproteínas, uma que origina 16 proteínas não estruturais responsáveis pelos complexos de replicação e montagem do capsídeo viral, e a outra que origina quatro proteínas estruturais, a proteína do envelope (E), a proteína de membrana (M), a proteína do nucleocapsídeo (N) e a proteína da espícula (S), que fazem parte da estrutura do capsídeo e envelope do vírus. O nome coronavírus refere-se a estrutura do vírus em forma de coroa, caracterizada pela presença da proteína S, principal molécula envolvida na entrada do vírus nas células hospedeiras, por mecanismo de fusão de membranas, via enzima conversora de angiotensina 2 (ECA2). A fusão da membrana do envelope viral com a membrana da célula hospedeira resulta na transferência do genoma viral ao citoplasma desta célula e ao início do processo de replicação viral (Jamison et al., 2022).

A transmissão do SARS-CoV-2 ocorre por secreções das vias aéreas superiores como saliva e gotículas quando uma pessoa infectada espirra ou tosse, para outra pessoa por meio da mucosa nasal, oral e olhos. A infecção das células suscetíveis leva aos sintomas da COVID-19 que variam de ausência de sintomas, sintomas leves incluindo febre, fadiga, tosse, mialgia, expectoração, anosmia, cefaleia, odinofagia, coriza, etc.; até sintomas severos que podem se apresentar como dor torácica, dispneia, cianose, taquipneia, hipotensão, linfopenia, etc, podendo levar a óbito (Guan et al., 2020). Esses sintomas, associados ao sistema respiratório, foram observados com mais frequência no início da pandemia. Entretanto, o conhecimento sobre os mecanismos fisiopatológicos da doença e o tropismo de SARS-CoV-2 por diferentes tipos

celulares, revelou que a COVID-19 é multi-sistêmica (Finsterer et al., 2021; Nelwan et al., 2022; Sarkesh et al., 2020).

A infecção multi-sistêmica da COVID-19 está relacionada ao mecanismo de infecção do SARS-CoV-2, que tem como principal alvo molecular para entrar nas células hospedeiras, a ECA2, mas outras moléculas também podem contribuir para o processo de infecção, como a serino-protease de membrana (TMPRSS2), além de outras moléculas presentes em células de diferentes sistemas, incluindo as lecitinas tipo-C, DC-SIGN, L-SIGN, CD147, Neuropilina-1 (NRP1) e catepsina L (Jackson et al., 2022). Como consequência, as alterações fisiopatológicas decorrentes da COVID-19 pode acometer os sistemas cardiovascular (Jahani et al., 2025; Krishna et al., 2024; Madjid et al., 2020), renal (Diao et al., 2021; Kunutsor & Laukkanen, 2020), gastrointestinal (Atasoy & Ucar, 2025), cutâneo (de Aguiar et al., 2024; Ma et al., 2025) e nervoso (Ayoub et al., 2024; Boorle et al., 2025; Milovanovic et al., 2025). A evolução da pandemia de COVID-19 com mutações no SARS-CoV-2 e a vacinação em massa, permitiu a diminuição considerável da gravidade dos sintomas respiratórios da doença (Islam et al., 2025). Entretanto, mesmo com a vacinação, o vírus continua circulando, não havendo proteção contra infecção por SARS-CoV-2, mas sim uma diminuição dos casos graves de COVID-19 e aumento do número de casos assintomáticos (Kleebayoon & Wiwanitkit, 2023; Sukik et al., 2025).

A grande maioria das infecções sintomáticas por SARS-CoV-2 tem duração de até quatro semanas (fase aguda), entretanto, alguns indivíduos apresentam sintomas prolongados que podem persistir por meses ou anos, caracterizando a chamada COVID longa (Kozlowski et al., 2024). Uma revisão sistemática com meta-análise de 50 estudos de casos-controle de COVID-19 de longa duração, coletados entre janeiro de 2022 e agosto de 2024, totalizando uma população de aproximadamente 14 milhões de pessoas avaliadas, constatou que há mais de 40 sintomas relacionados a COVID longa, sendo os principais a perda de paladar e olfato, problemas de memória e concentração, além de alopecia (O'Mahoney et al., 2025). Dentre as principais alterações fisiopatológicas encontradas na COVID longa, os problemas associados a memória e concentração, estão diretamente relacionados ao sistema nervoso, ao mesmo tempo em que fazem parte dos sintomas associados ao TPAC.

As primeiras evidências de que o SARS-CoV-2 é capaz de infectar o sistema nervoso central foram a detecção de proteínas ou RNA do vírus em autopsias de cérebro de indivíduos com COVID-19 (Crunfli et al., 2022). Estudos post-mortem revelaram alterações cerebrais em indivíduos que tiveram COVID-19 como alterações no volume da substância branca e cinzenta com maior envolvimento de áreas caudais ao neocórtex com anormalidades no córtex olfatório, gânglios da base, hipocampo, amígdala, cerebelo e tronco encefálico (Narayanan et al., 2024). O mesmo tipo de estudo identificou os astrócitos e células de Schwann com evidência de replicação de SARS-CoV-2, o que pode resultar em alterações nas funções de neurotransmissão, modulação de sinapses, reinervação, homeostase de metabólitos e eletrólitos e sinalização celular, contribuindo para disfunções no sistema nervoso central e periférico (Crunfli et al., 2022). Os mecanismos envolvidos na infecção do sistema nervoso central pelo SARS-CoV-2 ainda estão em aberto.

Há pelo menos duas vias possíveis para a infecção do sistema nervoso central pelo SARS-CoV-2, pela via hematogênica e pela via nervosa. Na via hematogênica, os vírus atravessam a barreira hematoencefálica por meio da infecção de células epiteliais do plexo coroide ou por meio da transcitose adsorptiva, onde os vírus entram e se replicam nas células endoteliais e os vírus produzidos por replicação são liberados no lado basolateral, invadindo o sistema nervoso central. Nesses mecanismos não há rompimento da barreira hematoencefálica. A outra via consiste na infecção do nervo olfatório ou de nervos acessórios (Figura 3), após inalação do vírus, levando a infecção do bulbo olfatório ou do hipotálamo, respectivamente.

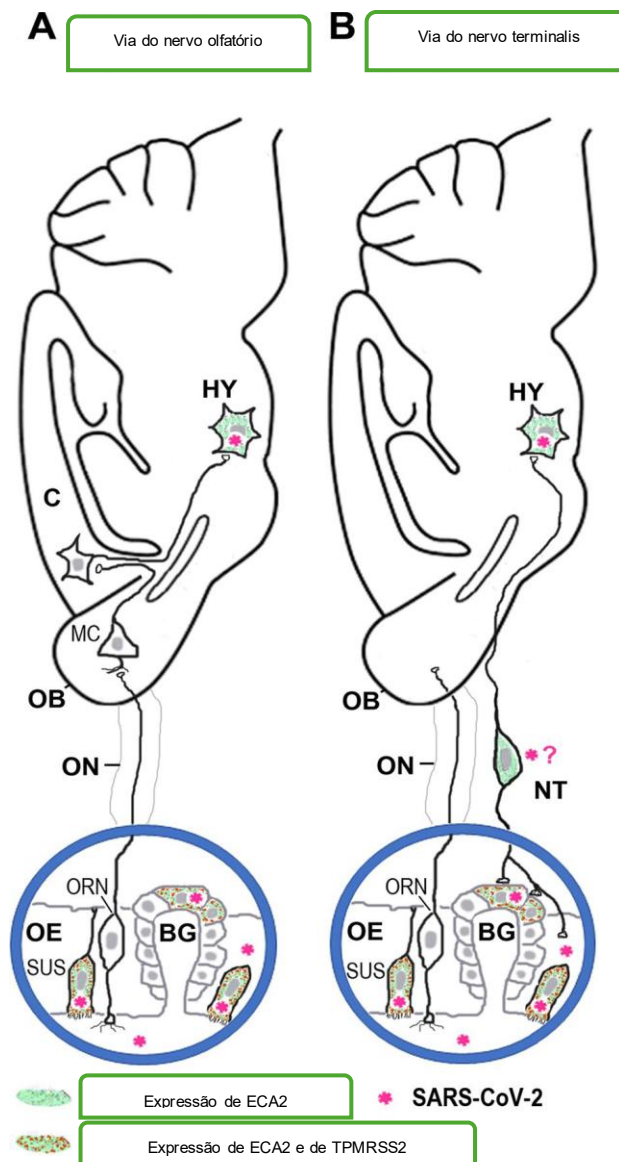


Figura 3. Ilustração esquemática de duas rotas pelas quais o SARS-CoV-2 ou a subunidade S1 clivada do vírus da proteína spike pode viajar do nariz para o cérebro

Fonte. Traduzida e modificada de (Butowt & von Bartheld, 2022).

Legenda: A. rota ao longo do nervo olfatório (NO). Os neurônios receptores olfatórios (ORNs) e a maioria das células mitraes (CMs) no bulbo olfatório (BO) não expressam a ECA2, sendo raramente infectados pelo vírus, e o NO e o BO nem sempre são infectados quando o SARS-CoV-2 é encontrado no cérebro (Butowt et al., 2021; Sauve et al., 2021). As células de suporte no epitélio olfatório expressam ECA2 e a protease de superfície TMPRSS2, e essas células (células sustentculares, SUS) são infectadas com SARS-CoV-2 (Butowt & von Bartheld, 2022; Cooper et al., 2020; Khan et al., 2021). C, córtex cerebral; Hy, hipotálamo. B. Trajeto ao longo do nervo terminal (NT). Este nervo craniano conecta o epitélio olfatório, e em particular as células da glândula de Bowman (GB), diretamente com núcleos além do bulbo olfatório (BO), incluindo o hipotálamo (Bilinska et al., 2021; Larsell, 1950). Células de suporte (SUS) e células GB expressam ECA2 e TMPRSS2 e são conhecidas por serem infectadas pelo SARS-CoV-2 (Butowt & von Bartheld, 2022; Cooper et al., 2020; Khan et al., 2021). Os neurônios do nervo terminal (NT) também expressam ECA2, assim como os neurônios no hipotálamo (HY) que são infectados pelo SARS-CoV-2 (Sauve et al., 2021). Neurônios do NT e neurônios endócrinos no hipotálamo não expressam TMPRSS2, mas expressam neuropilina 1 (Sauve et al., 2021) ou catepsinas (Bilinska et al., 2021), outras proteases que podem mediar a fusão da membrana do vírus. Ainda não foi determinado se os neurônios NT são infectados pelo SARS-CoV-2 ou por sua proteína spike S1 clivada.

Em síntese, o envolvimento encefálico na infecção por SARS-CoV-2 tem características multifocais, sendo o gânglio trigeminal e *nervus terminalis* servem como rotas de entrada do vírus e a barreira hematoencefálica permite acesso sistêmico adicional. O tronco encefálico, córtex frontal, hipotálamo e tálamo figuram entre os principais alvos subsequentes. Essas evidências sustentam a hipótese de que o SARS-CoV-2 provoca predominantemente disfunções neuronais e gliais, mais do que extensa necrose, o que se alinha às manifestações clínicas muitas vezes subinflamatórias, porém persistentes, observadas em pacientes convalescentes e na COVID longa.

Outras evidências do envolvimento encefálico na infecção por SARS-CoV-2, estão relacionadas a via de entrada do vírus, por meio da enzima ACE2, a qual possui atividade neuromoduladora no sistema nervoso central como a regulação da liberação de neurotransmissores e a plasticidade sináptica, influenciando os processos de aprendizagem e memória (Reveret et al., 2023). A expressão de ACE2 no cérebro está predominantemente localizada na ponte, no córtex visual, na amígdala, no plexo coroide (local de produção do líquido cefalorraquidiano), no tálamo e no núcleo paraventricular (Hernandez et al., 2021; McQuaid et al., 2021). Além disso, a expressão de ACE2 é encontrada em vários tipos de células neuronais, como neurônios corticais, astrócitos, oligodendrócitos, micróglia e células endoteliais (Li et al., 2022; Oudit et al., 2023; Valenzuela et al., 2021; Xu & Lazartigues, 2022). Nos astrócitos, pode estar envolvida na modulação da neuroinflamação e na manutenção da homeostase da matriz extracelular (Kong et al., 2022). Nos oligodendrócitos, a ACE2 pode afetar a mielinização e a velocidade de condução nervosa (Vitale-Cross et al., 2022). Nas células endoteliais cerebrovasculares, pode contribuir para a integridade da barreira hematoencefálica (BHE) (Barbosa et al., 2021). Esses achados sugerem que a ACE2 pode participar do desenvolvimento e progressão de doenças e sintomas neurológicos. As estruturas envolvidas na infecção por SARS-CoV-2, após entrada via *nervus terminalis* podem ser correlacionadas com as estruturas que mais expressam a ACE2 (Figura 4)

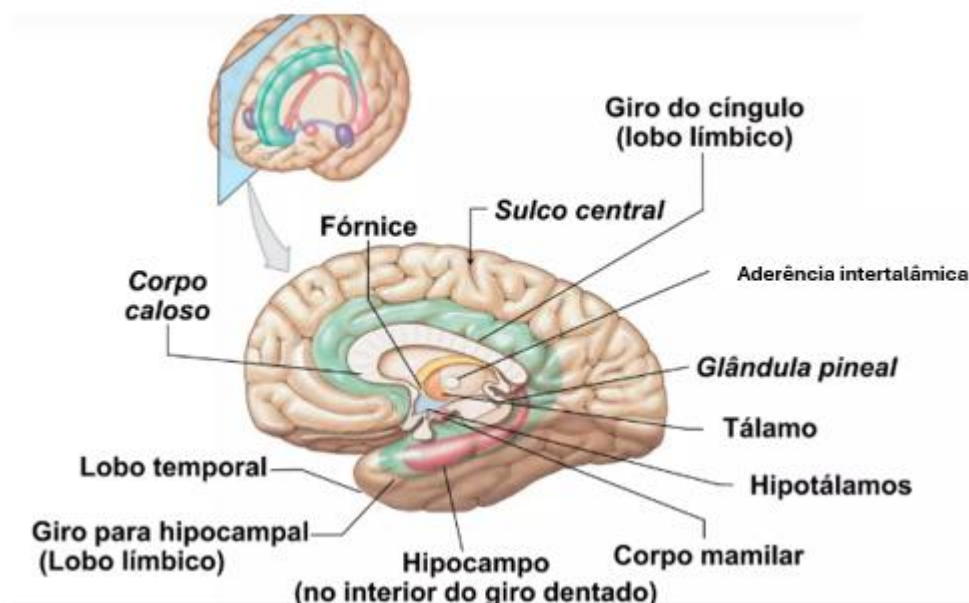


Figura 4. Regiões anômicas associadas a expressão de ACE2

Fonte: adaptada Gray's Clínica Neuroanatomy

1.1.4 Infecção por SARS-CoV-2 e alterações auditivas centrais

A pandemia da COVID-19, causada pelo vírus SARS-CoV-2, teve impacto em diversos sistemas do corpo humano, incluindo o sistema auditivo. Alguns estudos têm investigado as possíveis consequências, diretas e indiretas, que a infecção por SARS-CoV-2 pode causar nas vias auditivas periféricas e centrais.

Um dos estudos desenvolvidos em 2020 por Mustafa investigou 20 indivíduos com idade variando entre 20 e 50 anos, com diagnóstico da infecção por SARS-CoV-2 confirmada por RT-PCR e sem queixa de sintomas, ou seja, assintomáticos para a infecção. Eles foram avaliados com os testes de Audiometria tonal liminar de 250 Hz a 8 kHz e Emissões Otoacústicas Evocadas por Transiente (EOAT). Os resultados foram comparados com os resultados obtidos de um grupo controle composto por 20 indivíduos saudáveis e mostraram que, apesar da ausência de sintomas, os limiares auditivos nas frequências de 4kHz, 6kHz e 8 kHz estavam significativamente comprometidos em comparação ao grupo controle saudável. Também se verificou a redução nas amplitudes das emissões otoacústicas evocadas por transiente (EOAT) sugeriu danos às células ciliadas externas da cóclea.

Em 2021, Almufarrij e Munro, fizeram uma revisão de literatura considerando o início da pandemia até dezembro de 2020. Foram selecionados 56 estudos com

o objetivo de verificar a prevalência de perda auditiva, do zumbido e de vertigens associados à infecção por SARS-CoV-2. A prevalência de perda auditiva foi estimada em 7,6%, enquanto a prevalência de zumbido e vertigem foi de 14,8% e 7,2%, respectivamente. Os autores destacaram que sintomas audiovestibulares podem surgir tanto em casos leves quanto graves da doença, sendo relatados episódios de perda auditiva neurossensorial súbita bilateral e unilateral. Apesar desses achados, os pesquisadores relataram a baixa qualidade metodológica dos estudos analisados até o momento para confirmar definitivamente esta associação (Almufarrij & Munro, 2021).

De Luca et al. (2021) Realizaram uma revisão sistemática sobre distúrbios auditivos relacionados à infecção por SARS-CoV-2, explorando possíveis mecanismos patogênicos. A amostra foi composta por estudos transversais e relatos de casos publicados até 2021. Após uma triagem inicial de 117 artigos, foram selecionados 19 estudos para análise detalhada em relação a prevalência e características clínicas de sintomas auditivos em pacientes com COVID-19, como perda auditiva, zumbido e vertigem. Após a análise foram identificados múltiplos relatos de perda auditiva neurossensorial súbita bilateral ou unilateral associada à COVID-19, os autores discutiram sobre os possíveis mecanismos patogênicos relacionadas às alterações auditivas encontradas nos pacientes. Destacaram hipóteses como lesão coclear direta pelo vírus SARS-CoV-2, resultando em danos às células ciliadas e ao nervo auditivo; reação cruzada autoimune, onde o sistema imunológico ataca estruturas do ouvido interno devido à semelhança com antígenos virais; distúrbios vasculares e trombóticos relacionados à infecção pelo SARS-CoV-2, causando isquemia e hipoxemia auditivas; e processos inflamatórios centrais e periféricos causados pelo excesso de citocinas, que poderiam afetar tanto a cóclea quanto as vias auditivas centrais. Também foram observadas correlações entre sintomas audiovestibulares e alterações cognitivas relatadas pelos pacientes, incluindo déficits de atenção, memória e concentração, sugerindo um envolvimento mais amplo do sistema nervoso central. Vertigem e tontura, comumente associadas aos sintomas auditivos, também foram descritas, reforçando a hipótese de uma afecção simultânea do sistema vestibular (De Luca et al., 2021).

O estudo realizado por Boboshko e colaboradores em 2022, investigou o impacto da infecção por SARS-CoV-2 sobre os sistemas auditivos, periférico e central em adultos. Foram avaliados 161 indivíduos que relataram alterações auditivas após a infecção viral, incluindo perda auditiva, dificuldades na inteligibilidade da fala e zumbido. Eles foram avaliados através dos testes de audiometria tonal, impedanciometria, audiometria da fala no silêncio e no ruído, testes de fusão binaural, teste dicótico de dígitos e avaliações cognitivas através da Montreal Cognitive Assessment (MoCA). Os resultados mostraram que 81% dos participantes relataram alterações auditivas após a COVID-19, sendo que 76% deles apresentaram graus variados de perda auditiva confirmada pela audiometria tonal, porém, não foram detectadas alterações significativas nas medidas audiométricas comparativas antes e após a infecção pelo SARS-CoV-2. Já para os testes específicos de avaliação da compreensão da fala e funções auditivas centrais revelaram déficits consideráveis. A inteligibilidade de palavras monossilábicas foi prejudicada em 33% dos participantes no silêncio e em 42% em ambiente ruidoso; os resultados para o teste dicótico de dígitos mostrou baixo desempenho em 54% dos participantes, sugerindo déficits significativos no processamento auditivo central. 71% dos participantes apresentaram resultados abaixo da normalidade na escala MoCA, indicando comprometimento cognitivo significativo pós-infecção. Houve uma correlação moderada entre a duração e gravidade da infecção por SARS-CoV-2 com o comprometimento das funções auditivas centrais, especialmente em testes de compreensão de fala no ruído e teste dicótico de dígitos. Os autores atribuem as alterações auditivas a dois possíveis mecanismos: a neuroinvasão direta do vírus nas vias auditivas centrais e as complicações decorrentes de eventos trombóticos e processos inflamatórios sistêmicos que podem afetar tanto a cóclea quanto estruturas auditivas centrais. Os pesquisadores concluem, portanto, que as dificuldades na inteligibilidade da fala observadas após a infecção viral podem estar associadas principalmente a alterações no processamento auditivo central, e consideram o impacto negativo sobre as funções cognitivas gerais, como memória e atenção (Boboshko et al., 2022)

Um estudo de Bhattacharyya e colaboradores, publicado em 2024 no *Egyptian Journal of Otolaryngology*, investigou os efeitos da infecção ativa pelo SARS-

CoV-2 no sistema auditivo periférico e central. O estudo foi composto por dois grupos, Grupo I, controle, composto por 45 indivíduos sem histórico de infecção por SARS-CoV-2, e o Grupo II, composto por 41 indivíduos diagnosticados com a infecção viral confirmado por RT-PCR. Os participantes foram submetidos a avaliações audiológicas dividido em dois momentos: primeiramente a avaliação foi realizada durante a fase ativa da infecção com um intervalo de no máximo até 7 dias após resultado positivo, e a segunda fase, após a recuperação clínica mantendo o intervalo de até uma semana após resultado negativo. Para a avaliação foram utilizados os testes de audiometria tonal, teste de dígitos no ruído, teste dicótico consoante vogal (TDCV) e teste de padrão de frequência (PPT), todos administrados remotamente via aplicativos digitais validados. Durante a fase ativa da infecção por SARS-CoV-2, o grupo infectado apresentou resultados significativamente inferiores em todos os testes realizados em comparação ao grupo controle. Esses achados foram observados claramente na audiometria tonal e nos testes que avaliaram habilidades auditivas centrais, incluindo integração binaural, resolução temporal e fechamento auditivo. Porém, na segunda fase da avaliação, após a recuperação clínica, não houve diferenças significativas entre os grupos, sugerindo que as alterações auditivas observadas podem ser transitórias e reversíveis. A análise de sintomas mostrou que queixas como febre, tosse, congestão nasal e dificuldades respiratórias foram predominantes, enquanto sintomas otológicos como zumbido, plenitude auricular, dor no ouvido e tontura, ocorreram em menor frequência. Não foi encontrada correlação direta entre os sintomas gerais e os resultados audiológicos, indicando que a alteração auditiva temporária observada ocorreu independente da presença e da intensidade dos sintomas gerais. Em termos de mecanismos fisiopatológicos propostos, os autores destacam a possibilidade de comprometimento auditivo causado diretamente pela neuroinvasão viral ou de forma indireta, através de processos inflamatórios e trombóticos desencadeados pelo SARS-CoV-2. A hipótese neuroinflamatória sugere que a invasão viral ao sistema nervoso central, confirmada pela presença de receptores ACE2 no córtex cerebral e tronco encefálico, possa comprometer vias auditivas centrais. Por outro lado, a hipótese trombótica aponta que coágulos sanguíneos transitórios induzidos pela infecção poderiam causar isquemias em vias auditivas periféricas e centrais, o que talvez explique os déficits observados durante a fase

aguda da doença. Os autores reforçaram a importância da realização de avaliações audiológicas detalhadas em pacientes diagnosticados com a infecção por SARS-CoV-2, especialmente durante a fase ativa, como medida preventiva e para direcionamento adequado de reabilitação auditiva, caso necessário. O estudo ressalta ainda a necessidade de investigações adicionais com métodos presenciais e avaliações audiológicas mais amplas (Bhattacharyya et al., 2024).

O estudo de Mielle e colaboradores publicado em 2024, ao investigar os efeitos da infecção por SARS-CoV-2 nas vias auditivas periféricas e centrais em indivíduos recuperados da COVID-19 encontraram achados que corroboram com os demais estudos até agora relatados. Nessa pesquisa participaram 44 indivíduos entre 19 e 58 anos, sem queixas auditivas prévias ou fatores de risco para perda auditiva, que tiveram a confirmação da infecção por SARS-CoV-2 através de testes sorológicos que deram positivos para COVID-19. Os procedimentos realizados incluíram audiometria tonal, logaudiometria, imitanciometria e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE). Dos participantes, 29,5% apresentaram alterações nos limiares auditivos, sendo a maioria dos casos perda auditiva neurossensorial leve, principalmente nas frequências mais altas (acima de 2 kHz). Na avaliação pelo PEATE, 40,9% dos participantes demonstraram aumento significativo nas latências das ondas III e V, indicando comprometimento nas vias auditivas centrais, especificamente no tronco encefálico. Além dos testes realizados, os participantes do estudo, responderam à questionários. Os resultados indicaram que 6,8% relataram piora auditiva e 15,9% relataram o surgimento de zumbido após a infecção. 15,9% dos indivíduos relataram o uso de medicamentos ototóxicos durante o tratamento da COVID-19, sendo que desses, a maioria apresentou alterações nos testes auditivos realizados. Os autores discutem que as alterações auditivas podem ser atribuídas tanto a danos diretos causados pelo vírus nas células ciliadas cocleares e estruturas centrais do sistema auditivo quanto a processos indiretos, como o uso de drogas ototóxicas e alterações vasculares decorrentes da infecção. Destacam ainda a importância do monitoramento audiológico contínuo em indivíduos que tiveram COVID-19 para avaliar possíveis danos a médio e longo prazo (Mielle et al., 2024).

O estudo de caso conduzido por Hewala et al. (2024), publicado no periódico *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, avaliou as habilidades auditivas centrais de adultos após o período de infecção pelo SARS-CoV-2. O estudo teve caráter prospectivo e de controle de casos e envolveu três grupos: um composto por 20 participantes com queixas auditivas, outro grupo composto por 10 participantes sem queixas auditivas e um terceiro grupo composto por 20 indivíduos saudáveis sem histórico de infecção por SARS-CoV-2

Todos os participantes, com idades entre 18 e 45 anos e com audição periférica normal. Eles foram avaliados com os seguintes testes audiológicos: Teste de Fala no Ruído (FR), Teste de Padrão de Duração (TPD), Teste de Intervalo no Ruído (GIN) e Teste de Memória Auditiva. Os resultados demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos testes FR, TPD, GIN e no teste de memória auditiva (ANOVA, $p \leq 0,05$). Os indivíduos que tiveram COVID19 e relataram queixas auditivas, tiveram desempenhos significativamente inferiores quando comparados ao grupo controle. A análise também revelou diferenças significativas entre os grupos GI e GII nos testes FR, TPD, limiar do teste GIN e no teste de memória auditiva, destacando maior comprometimento no grupo que relatou queixas auditivas. A saturação de oxigênio durante a infecção aguda de COVID-19 teve correlação positiva significativa com o desempenho no teste FR. Também houve correlação entre o intervalo de tempo da infecção aguda e a realização dos testes com os resultados do teste GIN, indicando melhora progressiva das habilidades auditivas com o tempo. Os autores discutem possíveis mecanismos envolvidos nos déficits observados, incluindo danos diretos ao sistema auditivo central causados pelo vírus, hipóxia cerebral, reações inflamatórias sistêmicas e uso de medicamentos ototóxicos durante o tratamento da infecção. Também foi comprovado que a COVID-19 pode levar a transtornos no processamento auditivo central. Apesar das limitações metodológicas ainda existentes, os estudos analisados sugerem que o SARS-CoV-2 pode comprometer significativamente as funções auditivas centrais e periféricas, mesmo em indivíduos inicialmente assintomáticos ou com sintomas leves da doença. Tais achados reforçam a necessidade de investigação audiológica criteriosa e acompanhamento sistemático em pacientes pós-COVID-19, para melhor

compreensão e manejo dessas complicações auditivas, assim como o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas mais eficazes (Hewala et al., 2024).

1 OBJETIVO GERAL

Investigar as habilidades auditivas em indivíduos que testaram positivo para SARS-CoV-2 através do RTqPCR, durante o monitoramento da comunidade UFABC.

1.1 Objetivos Específicos

1. Identificar o perfil demográfico e clínico dos participantes;
2. Identificar possíveis alterações das habilidades auditivas centrais de: Localização Sonora; Ordenação Temporal simples e complexas; Fechamento Auditivo; Figura Fundo para Sons Verbais em Escuta Monótica e em Escuta Dicótica e Duração; e Resolução Temporal, após a infecção por SARS-CoV-2;
3. Correlacionar a mais provável localização fisiológica das alterações das habilidades auditivas, com possíveis vias de infecção do sistema nervoso central pelo SARS-CoV-2;
4. Avaliar a autopercepção dos indivíduos em relação às inabilidades auditivas;
5. Correlacionar os achados da avaliação do processamento auditivo central com a autopercepção dos indivíduos;
6. Correlacionar as alterações das habilidades auditivas com o histórico de reinfecções por SARS-CoV-2 de cada participante;
7. Descrever o perfil e a frequência das principais alterações das habilidades auditivas encontradas.

2 MATERIAL E MÉTODO

Este é parte de um projeto de pesquisa que investiga as consequências da pandemia de COVID-19 na comunidade da Universidade Federal do ABC, composta por discentes de graduação e pós graduação (mestrado e doutorado);

docentes (doutores, pós doutorandos); servidores técnicos administrativos e trabalhadores de serviços terceirizados (limpeza, segurança e manutenção), que foi monitorada semanalmente, de maio de 2021 a dezembro de 2022, quanto a infecção por SARS-CoV-2 por teste de RTqPCR a partir de saliva auto-coletada em algodão seco (de Oliveira, et. al., 2022). Inicialmente estava previsto o estudo de uma população que tivesse sido acometida por infecção por SARS-CoV-2 e uma população que não havia sido infectada, entretanto, com o monitoramento da infecção por SARS-CoV-2 realizado na comunidade UFABC verificou-se que 70% dos indivíduos infectados eram assintomáticos (Andretta et al., 2024), inviabilizando a obtenção de uma população que não tenha apresentado infecção por SARS-CoV-2 apenas por autorrelato, inviabilizando também a inclusão deste grupo após o período de monitoramento.

2.1 Delineamento do Estudo

Esta pesquisa caracteriza-se como um estudo de coorte prospectivo, de natureza observacional. O delineamento da pesquisa baseia-se no acompanhamento de uma coorte fixa estabelecida pela comunidade da Universidade Federal do ABC, composta por discentes, docentes, técnicos administrativos e trabalhadores terceirizados, conforme citado acima, cuja exposição à infecção por SARS-CoV-2 foi semanalmente monitorada por testes de RTqPCR. Este delineamento foi escolhido devido a possibilidade de investigar a relação entre a infecção por SARS-CoV-2 e as possíveis sequelas em relação as alterações nas habilidades auditivas. O estudo parte de um grupo de indivíduos com exposição confirmada e realiza o seguimento para avaliar o surgimento das consequências clínicas em um momento posterior, permitindo a análise das manifestações a longo prazo. É importante ressaltar que, devido à alta taxa de infecção assintomática verificada na coorte, não foi possível estabelecer um grupo controle de indivíduos não infectados por meio de autorrelato, o que inviabilizou um desenho de estudo comparativo. Portanto, a investigação se concentra na caracterização e correlação das alterações auditivas dentro do próprio grupo de participantes expostos.

2.2 Programa de monitoramento

Desde maio de 2021 a dezembro de 2022, o grupo de pesquisa do laboratório de agentes patogênicos da UFABC realizou o monitoramento semanal de

SARS-CoV-2 na comunidade da Universidade Federal do ABC (UFABC) que estava em trabalho presencial no período. Este acompanhamento incluiu servidores, trabalhadores terceirizados, estudantes de graduação e pós-graduação, bem como pesquisadores, configurando um esforço abrangente de vigilância epidemiológica. Os testes eram realizados por RTqPCR a partir de saliva auto coletada em algodão seco, utilizando protocolo inédito desenvolvido pelo grupo de pesquisa (de Oliveira et al., 2022; Andretta et al., 2024). Este protocolo consiste em utilizar um kit (Figura 4) contendo um envelope tipo lacre com etiqueta de formulário de identificação e questões epidemiológicas; sache com lenço de álcool a 70%, um tubo de coleta de sangue a seco estéril, um *swab* de algodão com 0,5 cm de diâmetro, incluídos em um envelope tipo lacre com etiqueta de instruções para realização da autocoleta. A coleta consistiu em colocar o *swab* de algodão na boca por aproximadamente um minuto, colocá-lo no tubo estéril para coleta de sangue a seco e tampá-lo. Posteriormente o tubo contendo o algodão era enrolado com o lenço de etanol a 70% e inserido no envelope tipo lacre com as informações preenchidas. O envelope era lacrado e depositado em uma caixa que era transportada até o laboratório de agentes patogênicos da UFABC.

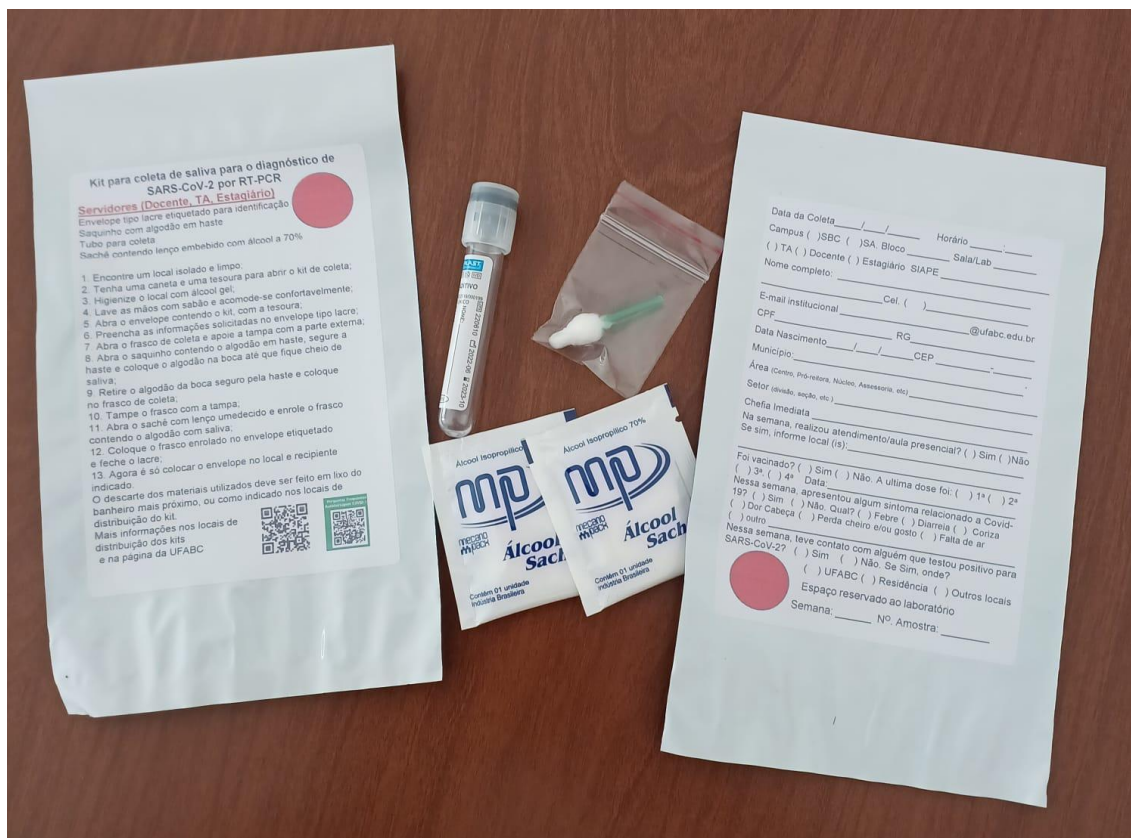


Figura 5. Kit de coleta de saliva

No laboratório, os ácidos nucleicos de cada amostra de saliva eram extraídos e utilizados em reação de RTqPCR com sondas para detecção de quatro genes de SARS-CoV-2 de acordo com o protocolo desenvolvido pelo fabricante do kit da Allpex. Os indivíduos com resultado positivo eram informados por WhatsApp e orientados quanto a necessidade de isolamento e a buscarem atendimento médico (de Oliveira, et al., 2022; Andretta et al., 2024).

O grupo realizou o acompanhamento clínico digital de indivíduos que testaram positivo para o SARS-CoV-2, visando compreender a evolução da doença e seus desfechos. Houve relatos de sintomas associados a saúde mental, dificuldades com a memória e atenção, o que fez o grupo buscar colaboradores para investigar as características epidemiológicas e da saúde mental e auditiva dos indivíduos afetados pela COVID-19.

Diante deste cenário, os pesquisadores tiveram como objetivo central investigar as sequelas decorrentes da infecção pelo SARS-CoV-2, com foco particular no sistema auditivo e na saúde mental dos membros da comunidade UFABC.

A parte da saúde mental está sendo abordada na tese de doutorado pelo programa de pós-graduação em Biossistemas (Maira Andretta), e a parte auditiva foi dividida em três estudos diferentes em colaboração com a Universidade Estadual Paulista – Faculdade de Filosofia e Ciências – Marília, São Paulo, sendo duas dissertações de mestrado, uma que se dedicou à perda auditiva periférica e oculta e outra que estudou o zumbido pós-infecção por SARS-CoV-2. O terceiro é este que avaliou as habilidades auditivas centrais dos indivíduos que apresentaram pelo menos um episódio de infecção por SARS-CoV-2 pelo programa de monitoramento da UFABC.

2.3 Participantes

A população do estudo foi composta por membros da comunidade acadêmica, constituída por discentes, docentes, técnicos administrativos e trabalhadores terceirizados da Universidade Federal do ABC (UFABC), que testaram positivo para SARS-CoV-2 no período compreendido entre maio de 2021 e agosto de 2022.

2.4 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão foram:

- ✓ Idade entre 18 e 50 anos
- ✓ Ser destro
- ✓ Audição periférica de acordo com os critérios de normalidade da Organização Mundial da Saúde, 2021 (Organization, 2021) para as frequências de 250 Hz a 8KHZ.
- ✓ Ter tido pelo menos um episódio de infecção por SARS-CoV-2 detectado durante monitoramento do vírus na UFABC.
- ✓ Preenchimento completo do questionário clínico-epidemiológico
- ✓ Concordar em participar do estudo mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

2.5 Critérios de exclusão

Os critérios e exclusão foram:

- ✓ relato de alterações psiquiátricas, incluindo transtornos de atenção e hiperatividade, bem como uso de medicamentos psicotrópicos;
- ✓ relato de atuação profissional ou aprendizado musical por mais de 5 anos.
- ✓ Ser canhoto
- ✓ Ter tido otite de recorrência
- ✓ Ter sofrido Traumatismo Crânio Encefálico (TCE) ou alterações neurológicas
- ✓ Histórico positivo para nascimento prematuro.

2.6 Busca por indivíduos participantes

A divulgação para participação ocorreu entre março e novembro de 2023, utilizando múltiplos canais de comunicação, incluindo envio de mensagens via aplicativo, publicação na página oficial da UFABC, afixação de cartazes nos diversos espaços do campus e incentivo à participação por meio de recomendações interpessoais entre colegas da universidade.

Para estimular a adesão, as pessoas foram informadas de que, caso apresentassem qualquer sintoma auditivo, poderiam participar do estudo e realizar gratuitamente todos os exames audiológicos previstos. Elas também foram sensibilizadas em relação a relevância social da participação, esclarecendo que a contribuição individual auxiliaria na compreensão das possíveis alterações auditivas decorrentes da COVID-19. Durante o período de divulgação, 137 pessoas entraram em contato com a equipe e se inscreveram para a realização dos exames audiológicos que foram realizados de fevereiro a setembro de 2023. O protocolo do estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa em seres humanos da UFABC (protocolo **CAAE:** 65013822.1.0000.5594).

2.7 Equipamentos, testes e protocolos utilizados

Os equipamentos utilizados para as avaliações foram um audiômetro clínico de dois canais, modelo AC-33 da Interacoustics, equipado com fones supra-aurais modelo TDH-39, conectado a um notebook Dell Vostro Core i5, contendo em formato MP3 os testes originais da bateria para avaliação do processamento auditivo central de Pereira e Schochat (2011), comercializados pela Pro-Fono. Os testes específicos para avaliação do processamento temporal – Teste de Padrão de Frequência (TPF), Teste de Padrão de Duração (TPD) e Teste de Detecção de Intervalos Aleatórios (RGDT) – nas versões originais desenvolvidas pela Auditec®. Também foi utilizado um imitanciômetro modelo AT235 da Interacoustics, com tom sonda de 226 Hz.

Com o objetivo de padronizar e facilitar o controle das avaliações realizadas, foi elaborado um kit específico de avaliação (Anexo), composto pelos seguintes materiais:

- 1 checklist;
- 1 questionário geral;
- 2 cópias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE);
- 1 questionário sobre zumbido;
- 1 questionário *Scale of Auditory Behaviors* (SAB);
- 1 folha específica para registro dos resultados da audiometria e da imitanciometria;
- 1 bateria completa de testes para avaliação do processamento auditivo central, incluindo:
 - ✓ Teste de Localização Sonora;
 - ✓ Memória Sequencial de Sons Verbais (MSV);
 - ✓ Memória Sequencial de Sons Não Verbais (MSNV);
 - ✓ Teste de Fala com Ruído;
 - ✓ Teste de Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral (SSI);
 - ✓ Teste Dicótico de Dissílabos Alternados (SSW);
 - ✓ Teste Dicótico Consoante-Vogal (TDCV);
 - ✓ Teste de Padrão de Frequência (TPF);

- ✓ Teste de Padrão de Duração (TPD);
- ✓ Teste de Detecção de Intervalos Aleatórios (RGDT);
- 1 folha específica para triagem das Emissões Otoacústicas;
- 1 folha específica para triagem do Equilíbrio.

2.8 Fluxo para a realização dos exames

Para organização dos agendamentos dos exames audiológicos, foi criada uma planilha compartilhada no Google Drive, acessível à equipe composta por uma enfermeira e duas fonoaudiólogas. Após o agendamento, cada participante recebia orientações para comparecer, na data marcada, à enfermaria localizada no Bloco Delta do campus da UFABC, em São Bernardo do Campo. No local da avaliação, os participantes eram convidados a ler e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), sendo todas as dúvidas esclarecidas antes do início dos procedimentos.

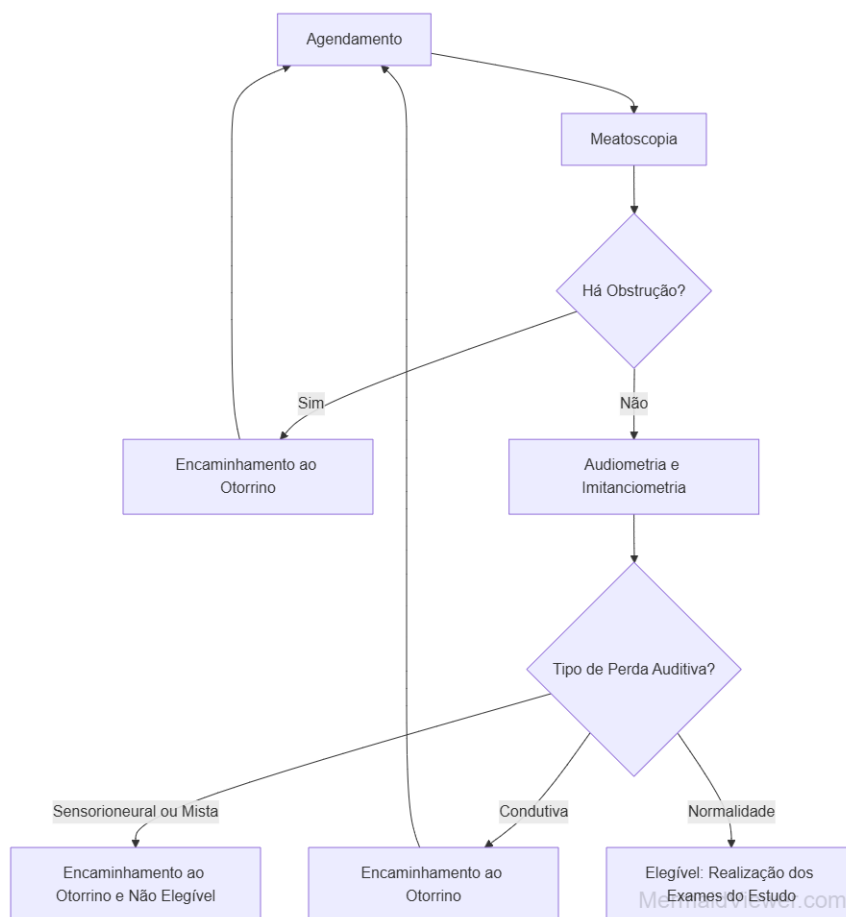
Para garantir maior fidedignidade nas respostas obtidas, optou-se pela aplicação da bateria de testes em duas ou três sessões, cada uma com duração aproximada de uma hora, respeitando sempre a disponibilidade dos participantes.

2.9 Avaliação pré-coleta

Com o objetivo de identificar possíveis alterações das vias auditivas periféricas, foram realizados três exames na fase pré-coleta para selecionar os participantes. O procedimento iniciava-se pela meatoscopia, a fim de descartar alterações no meato acústico externo que pudessem impedir a realização dos demais testes. Na sequência, foram realizadas a audiometria tonal e vocal e a imitanciometria, esta última composta por timpanometria e pesquisa dos reflexos acústicos, modo contralateral.

Os participantes que apresentaram obstrução do meato acústico externo foram encaminhados às unidades básicas de saúde da região ou a um médico otorrinolaringologista para avaliação e tratamento, com a orientação de retornar após a resolução do quadro para prosseguimento das avaliações. Nestes casos, foi disponibilizado contato direto com a fonoaudióloga responsável para agendamento da retomada dos testes.

Os participantes que passaram pela meatoscopia sem alterações seguiram diretamente para a audiometria tonal, vocal e imitanciometria. Quando identificada perda auditiva do tipo neurossensorial ou mista, seja pelo cálculo da média quadritonal ou pela análise individual das frequências de 250Hz a 8KHz, o participante foi considerado não elegível para compor a amostra e encaminhado para avaliação e conduta otorrinolaringológica. Por outro lado, nos casos em que a perda auditiva detectada foi do tipo condutiva, os participantes foram orientados a retornar após tratamento indicado pelo otorrinolaringologista para nova avaliação da audição periférica e prosseguimento nas demais etapas do estudo, como representado no fluxograma 1.



Fluxograma 1. Avaliação pré-coleta

2.10 Procedimentos do Estudo

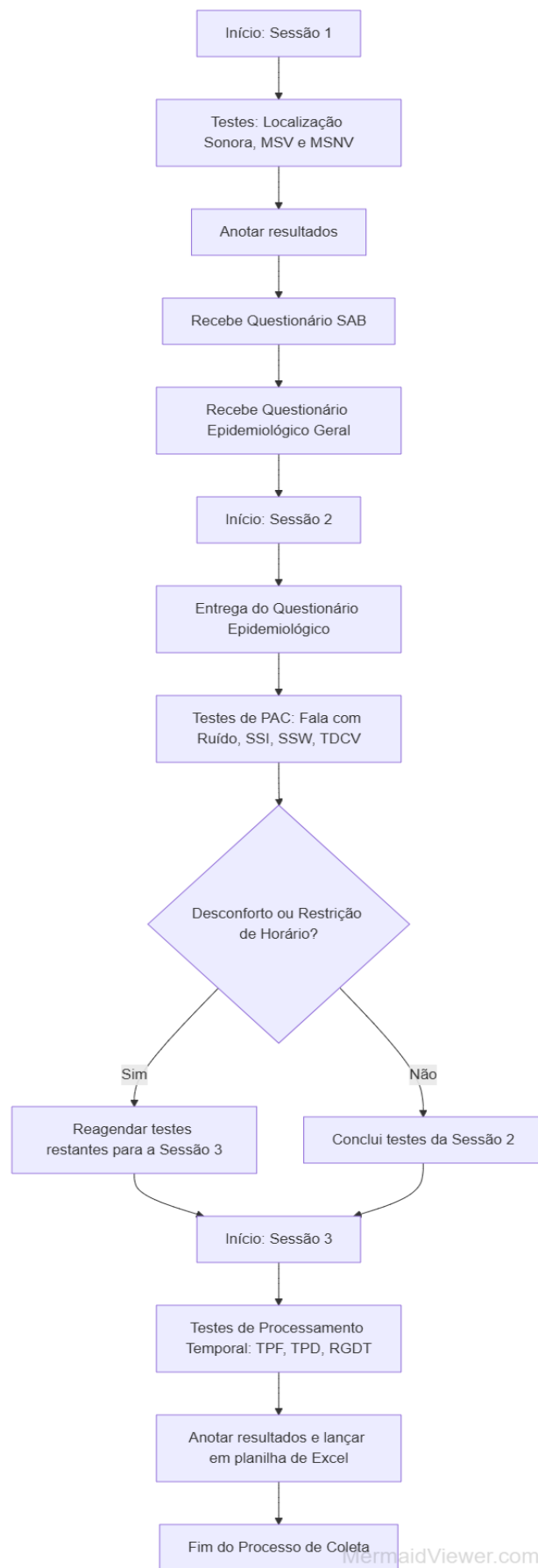
O procedimento de estudo está resumido no fluxograma 2. No mesmo dia da realização da avaliação audiológica básica, os participantes cujos resultados na avaliação periférica estavam dentro dos critérios de normalidade foram considerados aptos a integrar a amostra do estudo. Esses participantes foram submetidos à Avaliação Simplificada do Processamento Auditivo Central (ASPAC), que incluiu os testes de Localização Sonora, Memória Sequencial de Sons Verbais (MSV) e Memória Sequencial de Sons Não Verbais (MSNV). Os resultados foram registrados nas respectivas folhas de coleta. Na sequência, os participantes receberam para preenchimento o questionário *Scale of Auditory Behaviors* (SAB) para ser respondido ao final da primeira sessão e o questionário epidemiológico geral, para ser entregue na segunda sessão de avaliação.

Na segunda sessão, os participantes entregavam o questionário epidemiológico preenchido, e a avaliação do processamento auditivo central era iniciada. Os testes foram aplicados seguindo uma ordem crescente de complexidade, iniciando-se pelos menos complexos e avançando gradativamente até os mais complexos. A sequência padrão dos testes foi: Teste de Fala com Ruído, Teste Monótico de Sentenças Sintéticas com Mensagem Competitiva Ipsilateral (SSI), Teste Dicótico de Dissílabos Alternados (SSW) e Teste Dicótico Consoante-Vogal (TDCV). Caso o participante demonstrasse desconforto ou cansaço, ou tivesse restrições de horário que o impedisse de concluir os testes previstos para a segunda sessão, estes poderiam ser reagendados para a terceira sessão. Em algumas situações específicas em que o participante solicitasse que as avaliações fossem concluídas em apenas duas sessões, os testes eram reorganizados para atender à disponibilidade individual, garantindo assim maior flexibilidade e conforto.

Na terceira sessão foram aplicados especificamente os testes destinados à avaliação do processamento temporal, a saber: Teste de Padrão de Frequência Sonora (TPF), Teste de Padrão de Duração Sonora (TPD) e Teste de Detecção de Intervalos Aleatórios (RGDT), além de eventuais testes remanescentes da sessão anterior. Cabe ressaltar que, visando ao conforto dos participantes, os testes envolvendo a imitação ou nomeação dos estímulos auditivos foram reservados para essa última etapa da avaliação, visto que alguns

indivíduos relatavam desconforto e constrangimento ao executá-los nas sessões iniciais. Observou-se, porém, que ao longo das sessões os participantes tornavam-se progressivamente mais à vontade e confiantes na realização dessas tarefas.

À medida que finalizávamos a aplicação dos testes os resultados eram anotados nas respectivas folhas de respostas e em seguida lançado em uma planilha de Excel para posterior análise.



Fluxograma 2. Procedimentos do estudo

2.11 Habilidades e Formas de avaliação

Nesta seção será apresentada, de forma sistemática e crítica, o conjunto de métodos destinados à avaliação das habilidades auditivas centrais já conceitualmente abordadas nos capítulos anteriores. O objetivo aqui não é retomar definições teóricas, mas explicar, com rigor metodológico, como cada habilidade foi avaliada, e quais critérios de normalidade orientaram a decisão clínica e a investigação científica

2.11.1 Aplicação do Questionário *Scale of Auditory Behaviors* (SAB)

Os participantes foram convidados a responder o questionário SAB após uma breve conversa sobre a autopercepção do comportamento auditivo ao longo da última semana antes da avaliação. Conduzidos a lembrarem de situações de conversas em ambientes ruidosos como salas de aula, reuniões familiares ou locais como restaurantes e festas. Após essa breve conversa o participante foi convidado a responder o questionário o *Scale of Auditory Behaviors* (SAB), adaptado para o português europeu. O SAB, originalmente, consiste em um questionário originalmente composto por 12 afirmações relacionadas a dificuldades ou comportamentos auditivos em situações específicas, tais como escuta em ambientes com ou sem ruído, compreensão de instruções, localização sonora, atenção auditiva e questões relacionadas ao aprendizado. A adaptação realizada para esta versão incluiu a transformação das afirmações originais em perguntas diretas, utilizando uma linguagem simplificada para facilitar a compreensão pelos participantes. As respostas obtidas são pontuadas conforme a frequência relatada dos comportamentos auditivos investigados. Eventos que ocorrem “com muita frequência” recebem pontuação 1,0; eventos que acontecem “quase sempre” recebem 2,0; comportamentos relatados como ocorrendo “algumas vezes” recebem 3,0; situações “esporádicas” recebem 4,0, enquanto eventos que “nunca ocorrem” recebem 5,0 pontos. A soma das respostas resulta em um escore total, que pode variar entre 12 e 60 pontos. A interpretação do escore final, nessa versão original, é analisado de acordo com o proposto por Nunes, Pereira e Carvalho (2013) (Nunes et al., 2013), pontuação maior ou igual a 46 o participante passou pela triagem e não há risco para o TPAC; pontuação entre 31 e 45 denota baixo risco para o TPAC e pontuação igual ou abaixo de 30 significa risco elevado para o TPAC, porém, para esse

estudo, além da escala SAB original, também foi utilizada a escala SAB dividida por domínios de acordo com Viacelli et al. (2018)(Viacelli et al., 2016): Audição, Atenção, Compreensão e Aprendizado. Os dados foram organizados e analisados em três etapas: pontuação total da escala, comparação entre domínios e correlação com os achados da avaliação do TPAC.

3.11.2 Habilidade de Localização Sonora

A habilidade auditiva central de localização sonora, relacionada ao mecanismo de integração binaural foi avaliada como teste de Localização da Fonte Sonora, descrito no Manual de Avaliação do Processamento Auditivo Central de Pereira & Schochat (2011), foi aplicado com o participante sentado no centro da sala, em ambiente silencioso e afastado das paredes, para evitar o efeito de reverberação sonora, posicionado de costas para o examinador e com os olhos vendados para garantir a ausência de pistas visuais. Foi utilizado o instrumento de percussão, guizo de cinco pontas, percutido manualmente para emitir os estímulos sonoros em cinco posições espaciais distintas: direita, esquerda, frente, acima e atrás da cabeça do participante. Cada estímulo foi apresentado individualmente e em ordem aleatória. O participante foi orientado a apontar a mão em direção à fonte sonora percebida. O desempenho foi considerado normal quando o participante identificava corretamente pelo menos quatro das cinco direções, sendo obrigatória a identificação precisa das direções direita e esquerda, conforme estabelecido por Pereira & Schochat (2011)(Pereira & Schochat, 2011).

3.11.3 Habilidade de ordenação temporal para estímulos não verbais simples

A habilidade auditiva central de ordenação temporal para estímulos não verbais simples foi avaliada pelo Teste de Memória Sequencial Não Verbal com três e quatro estímulos, conforme descrito por Pereira e Schochat (2011)(Pereira & Schochat, 2011). A avaliação ocorreu em campo livre, com o participante sentado e de olhos fechados. Foram utilizados quatro instrumentos musicais de percussão com timbres distintos: guizo, sino, coco e agogô. Na etapa com três estímulos foram utilizados guizo, sino e coco, e na etapa com quatro estímulos foi acrescentado o agogô. A examinadora produziu manualmente os sons dos instrumentos, formando três sequências distintas para cada etapa. Após cada sequência sonora, o participante deveria indicar, na ordem correta, os

instrumentos percebidos, seja verbalizando os nomes ou apontando-os. Antes da execução do teste, permitiu-se ao participante manusear e tocar cada instrumento, possibilitando familiarização prévia com seus respectivos sons. Para evitar interferências acústicas que pudessem enviesar as respostas, os instrumentos foram posicionados sobre uma superfície de Etileno Acetato de Vinila (EVA). Além disso, foi estabelecido que, após a conclusão de cada sequência sonora, o participante receberia um leve toque no ombro como sinal para retirar a venda dos olhos e indicar a sequência ouvida, eliminando, assim, qualquer influência da fala da examinadora sobre a memória de trabalho do participante. O desempenho foi considerado dentro da normalidade quando o participante reproduziu corretamente pelo menos duas das três sequências em cada uma das etapas (três e quatro estímulos), conforme critérios definidos por Corona et al. (2005)(Corona et al., 2005).

3.11.4 Habilidade auditiva central de ordenação temporal para estímulos verbais

A habilidade auditiva central de ordenação temporal para estímulos verbais simples foi avaliada por meio do Teste de Memória Sequencial Verbal, conforme descrito por Pereira e Schochat (2011)(Pereira & Schochat, 2011). O procedimento ocorreu com o participante sentado no centro da sala, de olhos fechados, enquanto a avaliadora realizava a aplicação oral dos estímulos. Na etapa inicial, composta por três estímulos, foram utilizadas as sílabas /pa/, /ta/ e /ca/, sendo adicionada a sílaba /fa/ na etapa subsequente, totalizando quatro estímulos. A avaliadora apresentou três sequências diferentes em cada etapa, mantendo ritmo e intervalos constantes entre as emissões das sílabas, utilizando um aparato em frente ao rosto para evitar que o participante realizasse leitura labial. Após a apresentação de cada sequência, o participante deveria repetir verbalmente as sílabas exatamente na ordem em que foram apresentadas. Antes do início do teste, a avaliadora solicitou que o participante repetisse cada sílaba individualmente, garantindo assim a correta produção dos sons e sua familiaridade com os estímulos verbais. Considerou-se dentro da normalidade o desempenho do participante que reproduzisse corretamente pelo menos duas das três sequências apresentadas em cada etapa (três e quatro estímulos), conforme critérios estabelecidos por Corona et al. (2005)(Corona et al., 2005).

3.11.5 Habilidade Central de Fechamento Auditivo

A habilidade auditiva central de fechamento auditivo foi avaliada com o teste de Fala com Ruído, descrito por Pereira e Schochat (2011)(Pereira & Schochat, 2011), envolveu a apresentação de 25 palavras monossilábicas, realizadas em duas etapas distintas. Inicialmente, na etapa sem ruído, os estímulos foram apresentados por via aérea em cada orelha separadamente, com intensidade de 50 dBNS em relação à média tritonal das frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Na etapa seguinte, foi introduzido um ruído competitivo ipsilateral (white noise), gerado pelo audiômetro, mantendo o estímulo verbal 5 dB acima do nível do ruído, estabelecendo assim uma relação sinal/ruído de +5 dB. Após cada estímulo, o participante foi orientado a repetir verbalmente a palavra ouvida. O desempenho foi considerado dentro dos padrões de normalidade quando o participante obteve acertos em pelo menos 70% dos estímulos apresentados em cada orelha, com uma diferença inferior a 20% entre o desempenho obtido nas condições sem ruído e com ruído competitivo, de acordo com os critérios estabelecidos por Pereira (2005) citado em Pereira e Schochat, 2011(Pereira & Schochat, 2011).

3.11.6 Habilidade Auditiva Central de Figura-fundo Verbal em Escuta Monótica

A habilidade auditiva central de figura-fundo verbal em escuta monótica foi avaliada com o teste de Identificação de Sentenças Sintéticas com mensagem competitiva ipsilateral (SSI), adaptado para o português brasileiro por Pereira e Schochat (2011)(Pereira & Schochat, 2011) com base na proposta original de Speaks e Jerger (1965)(SPEAKS & JERGER, 1965). As sentenças utilizadas são classificadas como de classe 3, devido à dependência contextual a cada três palavras, o que reduz a previsibilidade semântica. O estímulo principal foi apresentado individualmente em cada orelha, com intensidade fixa de 40 dB acima da média tritonal, acompanhado ipsilateralmente por uma história competitiva em três relações sinal/ruído: 0 dB, -10 dB e -15 dB. O participante deveria identificar a sentença ouvida entre opções apresentadas previamente em um banner afixado dentro da cabine acústica, a frente do participante. Foram adotados os critérios de normalidade definidos por Pereira e Schochat (2011)(Pereira & Schochat, 2011), considerando percentuais mínimos de acertos específicos para cada relação sinal/ruído, a saber: maior ou igual a 80% para a

relação sinal/ruído = 0dB; 70% para a relação sinal/ruído -10dB e 60% para a relação sinal/ruído -15dB.

3.11.7 Habilidade Auditiva Central de Figura-fundo Verbal em Escuta Dicótica

A habilidade auditiva central de figura-fundo verbal em escuta dicótica foi avaliada por meio de dois testes específicos: o Teste Dicótico Consoante-Vogal, descrito detalhadamente em tópico posterior, e o Teste SSW (Staggered Spondaic Word), adaptado para o português por Borges et al. (1986) (Borges, 1986) e padronizado por Pereira e Schochat (2011) (Pereira & Schochat, 2011). O teste SSW consistiu na apresentação de 40 blocos contendo pares de dissílabos com sobreposição parcial, apresentados à intensidade fixa de 50 dBNS. Cada bloco é formado por quatro palavras, apresentadas sequencialmente da seguinte forma: inicialmente, uma palavra à orelha direita; em seguida, duas palavras simultâneas, uma em cada orelha; por último, uma palavra exclusivamente à orelha esquerda. O bloco subsequente seguia ordem inversa, começando pela orelha esquerda e finalizando com a direita. A tarefa do participante consistia em repetir as quatro palavras exatamente na sequência em que foram apresentadas. Considerou-se normal o desempenho que resultou em até quatro erros totais em cada orelha durante a escuta dicótica, respeitando-se o padrão habitual de desvantagem da orelha esquerda em indivíduos destros, conforme critérios estabelecidos por Pereira e Schochat (2011) (Pereira & Schochat, 2011).

3.11.8 Habilidades Auditivas Centrais de Figura-fundo Verbal em Escuta Dicótica e Atenção Seletiva

O Teste Dicótico Consoante-Vogal também foi utilizado para avaliar a habilidade auditiva central de figura-fundo verbal em escuta dicótica com tarefa de atenção direcionada. Originalmente descrito por Musiek (1983) (Musiek, 1983), adaptado por Tedesco et al. (1995) e apresentado por Pereira e Schochat (2011) (Pereira & Schochat, 2011), este teste consistiu na apresentação simultânea de pares de sílabas (/pa/, /ta/, /ca/, /ba/, /da/, /ga/) em intensidade fixa de 50 dBNS. O protocolo compreendeu três etapas: atenção livre, atenção direcionada à direita e atenção direcionada à esquerda. Na etapa de atenção livre, o participante deveria repetir qualquer uma das sílabas percebidas em cada par apresentado. Nas etapas direcionadas, o participante repetia exclusivamente

a sílaba emitida na orelha previamente indicada. Ao término da apresentação das primeiras 12 sequências de pares de sílabas, os fones eram invertidos para a apresentação das 12 sequências seguintes. Este procedimento, realizado em todas as etapas da avaliação, objetivou neutralizar possíveis diferenças de intensidade entre os fones decorrentes do processo de calibração, evitando assim viés nas respostas. Os critérios de desempenho adotados foram estabelecidos por Tedesco, 1995; Pereira, 2005: máximo de cinco erros permitidos em cada etapa; para a etapa de atenção direcionada à direita, exigiu-se um desempenho com pelo menos dois acertos acima dos obtidos na atenção livre para a mesma orelha; na atenção direcionada à esquerda, o desempenho deveria apresentar no mínimo quatro acertos adicionais em relação à atenção livre da orelha esquerda.

3.11.9 Habilidade de Resolução Temporal

O Random Gap Detection Test (RGDT), proposto por Keith (2000)(Keith, 2000) e adaptado para o português por Santos e Pereira (2005), foi utilizado para avaliar a habilidade auditiva central de resolução temporal, associada à capacidade neurofisiológica de detectar breves intervalos de silêncio entre dois estímulos sonoros consecutivos. O teste foi apresentado com intensidade fixa de 50 dBNS, referenciada à média quadritonal das frequências de 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4KHz. O estímulo consistiu na apresentação de pares de tons puros com frequências iguais (500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4KHz), separados por intervalos de silêncio (gaps) que variaram entre 0 e 40 milissegundos. Os pares de tons foram apresentados em ordem aleatória, e o participante recebeu instrução para indicar se percebia um som contínuo ou dois sons distintos. Inicialmente foi realizada uma fase de treinamento utilizando os maiores intervalos (40 ms), seguida pela aplicação formal do teste, com variações aleatórias dos intervalos de silêncio. A menor duração do gap consistentemente percebida pelo participante como dois sons separados foi registrada como limiar de detecção para cada frequência avaliada. Consideramos como padrão de normalidade o proposto por Dias et. al. (2012) onde, para indivíduos acima de 7 anos de idade, espera-se a identificação de intervalos de silêncio de no mínimo 10 milissegundos de média das quatro frequências sonoras apresentadas (Dias et al., 2012)

3.11.10 Habilidade de Discriminação e Ordenação Temporal de Padrões Sequenciais de Frequência

O Teste de Padrão de Frequência (TPF), desenvolvido pelo Dr. Frank Musiek e comercializado pela Auditec de Saint Louis, consistiu na apresentação de sequências de três tons puros, previamente gravados em formato MP3, com duas frequências distintas: baixa (grave - G: 880 Hz) e alta (aguda - A: 1122 Hz) (Musiek & Pinheiro, 1987). Cada tom apresentou duração de 150 ms, com tempo de ascensão e queda de 10 ms e intervalos de 200 ms entre eles. Os tons foram organizados em seis combinações possíveis de frequência: AAG, AGA, AGG, GAA, GAG e GGA. Em cada etapa do teste foram apresentados trinta estímulos bilateralmente, com intensidade fixa de 50 dBNS, calculada a partir da média aritmética dos limiares auditivos obtidos nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, bilateralmente. Esse teste permite avaliar o mecanismo neurofisiológico relacionado ao processamento temporal, especificamente a habilidade de discriminação e ordenação temporal de padrões sequenciais de sons breves. O participante foi inicialmente instruído, por meio de demonstração, a reproduzir vocalmente ("humming") a sequência de tons ouvida. Em uma segunda apresentação dos estímulos, foi solicitado ao participante verbalizar precisamente a sequência escutada, utilizando os termos "fino" ou "agudo" para os tons de frequência alta (1122 Hz), e "grosso" ou "grave" para os tons de frequência baixa (880 Hz), por exemplo, "fino, fino, grosso". Ao final do teste, calculou-se o percentual de acertos. Foram considerados erros as inversões de tons (exemplo: trocar AGG por GAA), inversões dos padrões sequenciais (exemplo: AGG por GGA), bem como omissões e inserções adicionais de tons (exemplo: substituir GGA por GGAA), seguindo os critérios definidos por Musiek (1994)(Musiek, 1994). A análise do desempenho baseou-se no critério de normalidade proposto por Corazza (1998) para a população brasileira, sendo estabelecido como normal um percentual de acertos igual ou superior a 76% (Corazza, 1998).

3.11.11 Habilidade de Discriminação e Ordenação Temporal de Padrões Sequenciais de Duração

A habilidade de Discriminação e Ordenação Temporal de Padrões Sequenciais de Duração foi avaliada com o Teste de Padrão de Duração (TPD).

Esse teste consiste na apresentação de sequências de três tons puros com frequências constantes de 1000 Hz, variando apenas em duração. São apresentados dois tipos distintos de tons: curtos (C), com duração de 250 ms, e longos (L), com duração de 500 ms. Entre os tons, há um intervalo fixo de 300 ms, e entre as sequências apresentadas há pausas de aproximadamente 7 segundos. Os tons são organizados em seis padrões diferentes possíveis: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL. O teste foi apresentado de forma binaural, com 30 sequências por tarefa. A intensidade fixa utilizada foi de 50 dBNS, calculada com base nos limiares auditivos obtidos nas frequências de 500, 1000 e 2000 Hz. Inicialmente, o participante foi orientado a imitar vocalmente (“humming”) o padrão apresentado. Em seguida, na segunda fase do teste, o participante foi orientado a nomear verbalmente o padrão exato ouvido, utilizando os termos “curto” e “longo” conforme as durações dos tons apresentados. Foi considerado os critérios de normalidade estabelecidos por Corazza, 1998, 83% de acertos, tanto para imitação quanto para nomeação (Corazza, 1998).

Cada um dos testes permite avaliar uma ou mais habilidades que estão associadas a áreas cerebrais específicas (Quadro 2). Este quadro foi utilizado para a localização cerebral da alteração encontrada e correlação com a infecção de SARS-CoV-2.

Contributions to Differential Information					
Test	Cochlear	Eighth Nerve	Brain Stem	Cortex	Corpus Callosum
Pure Tones	Considerable	Considerable	Minimal	Minimal ¹	Minimal
Standard Speech Recognition in Quiet	Moderate	Moderate	Minimal	Minimal	Minimal
Otoacoustic Emissions	Moderate	Minimal	Minimal	Minimal	Minimal
Acoustic Reflex	Moderate	Considerable	Moderate	Minimal	Minimal
Dichotics		Moderate	Moderate	Considerable	Considerable
Masking Level Difference		Moderate	Considerable	Minimal	Minimal
Localization & Lateralization	Considerable	Considerable	Considerable	Considerable	
Frequency & Duration Patterns			Minimal	Considerable	Considerable
Gap Detection			Considerable	Considerable	
Low Redundancy Speech ²			Moderate	Moderate	Minimal
ABR	Moderate	Considerable	Considerable	Minimal	Minimal
MLR	Moderate		Considerable	Considerable	Minimal
P1, P2, P3	Moderate	Moderate		Considerable	Minimal

The authors' view of the value of selected audiologic tests for lesions at various levels of the auditory system.

LEGEND

Relative Contribution to Differential Diagnosis:

Minimal Moderate Considerable

¹ In cases of Central Deafness, pure tones may be grossly abnormal

² Speech recognition in noise, filtered speech and compressed speech

Quadro 2. Habilidades associadas a áreas cerebrais específicas. Retirado de Musiek et. al. 2018(Musiek et al., 2018)

2.12 Método Estatístico

As variáveis quantitativas foram descritas média e desvio padrão ou mediana e amplitude interquartílica. O teste de normalidade de Shapiro-Wilk foi utilizado para verificar a distribuição das variáveis numéricas. As variáveis categóricas foram descritas por frequências absolutas e relativas.

A comparação da mediana do número de habilidades alteradas conforme variáveis em estudo foi realizada pelo teste de Mann-Whitney. Na comparação de proporções, os testes qui-quadrado de Pearson ou exato de Fisher foram utilizados.

O teste da correlação de Spearman foi aplicado para avaliar a associação entre o número de habilidades alteradas e o número de infecções por SARS-CoV-2.

A comparação das proporções de alterações entre as habilidades foi realizada pelos testes de Cochran e qui-quadrado de McNemar.

O nível de significância adotado foi de 5% ($p \leq 0,05$) e as análises foram realizadas no programa SPSS versão 27.0.

3 RESULTADOS

3.1 Caracterização da população de estudo

A avaliação das alterações do processamento auditivo em quem foi infectado por SARS-CoV-2 foi realizada na população da comunidade UFABC, que teve a presença do vírus monitorada de maio de 2021 a dezembro de 2022, semanalmente, nos indivíduos em atividade presencial no período. As pessoas que apresentaram pelo menos um episódio de infecção por SARS-CoV-2 foram convidadas, por diferentes meios de comunicação disponíveis, para participar do estudo e 137 entraram em contato com nosso grupo de pesquisa.

Das 137 pessoas que entraram em contato, 28 não atendiam aos critérios de idade definidos para seleção no estudo. Desses, alguns eram menores cujos pais procuraram a pesquisa devido à oportunidade de realizar gratuitamente os exames do processamento auditivo central, considerando a crescente demanda motivada por dificuldades escolares em crianças e adolescentes. Outros eram indivíduos acima da idade limite, motivados pelo interesse em adquirir gratuitamente aparelhos de amplificação sonora individual devido a queixas auditivas prévias; 18 inscritos não compareceram às avaliações apesar de reiteradas tentativas de contato telefônico. Outros 19 participantes apresentaram obstrução do meato acústico externo por cerúmen e não retornaram para a continuidade das avaliações após orientação para remoção. Dez participantes foram excluídos por apresentarem perda auditiva neurossensorial, não preenchendo os critérios de inclusão; três indivíduos apresentaram perda auditiva condutiva, foram encaminhados para avaliação e conduta otorrinolaringológica, porém, não retornaram após a finalização do tratamento para dar continuidade aos exames audiológicos; quatro participantes relataram histórico de alterações psiquiátricas com necessidade de uso contínuo de medicamentos psicotrópicos, sendo, portanto, considerados inelegíveis; dois participantes, embora tenham concluído todos os exames, não entregaram o questionário epidemiológico, mesmo após contatos constantes da enfermeira via telefone e WhatsApp. Outros oito indivíduos participaram somente da primeira sessão e não retornaram para dar continuidade às avaliações, citando razões como duração prolongada dos exames ou desconforto devido à claustrofobia na cabine acústica. Dois participantes chegaram à segunda sessão, mas optaram

por não realizar os testes de processamento temporal devido à timidez. Oito participantes não compareceram à terceira sessão de avaliação e não informaram os motivos da desistência. Por fim, após a qualificação, quatro pessoas foram retiradas da amostra por sugestão da banca avaliadora, uma por não ter o ensino fundamental completo e três por terem a idade cronológica acima dos 50 anos. Dos 137 indivíduos que iniciaram a avaliação, 31 foram incluídos no estudo por terem realizado os exames audiológicos e todos os critérios de inclusão necessários. O fluxograma 3 mostra o processo de seleção da amostra.



Fluxograma 3. processo de seleção da amostra
Fonte: criado pela autora 2025

Tabela 1. Caracterização da amostra

Variáveis	n=31(%)
Cidade	
São Bernardo do Campo	7 (22,6)
Santo André	9 (29,0)
Diadema	1 (3,2)
São Paulo	10 (32,3)
Ribeirão Pires	2 (6,5)
Cubatão	1 (3,2)
Mauá	1 (3,2)
Preferência Manual	
Direita	31 (100)
Idade (anos) – média ± DP	34,3 ± 8,8
Nível de escolaridade	
Ensino médio incompleto	2 (6,5)
Ensino médio completo	2 (6,5)
Ensino superior incompleto	4 (12,9)
Ensino superior completo	4 (12,9)
Pós-graduação lato sensu	4 (12,9)
Pós-graduação strictu sensu – mestrado	6 (19,4)
Pós-graduação strictu sensu - doutorado	7 (22,6)
Pós-doutorado	2 (6,5)
Sexo	
Feminino	16 (51,6)
Masculino	15 (48,4)
Número de infecções por COVID	
Uma	15 (48,4)
Duas ou mais*	16 (51,6)
Sintomas COVID	
Dificuldade de ouvir no ruído	8 (25,8)
Dificuldade de concentração e raciocínio	14 (45,2)
Congestão de via aérea superior	25 (80,6)

* 13 com duas infecções e 3 com três infecções

A média de idade dos participantes foi de 34,3 anos, com um desvio padrão de 8,8 anos, e variou entre 20 e 48 anos. Em relação à distribuição por sexo, a amostra foi equilibrada e composta por 16 participantes do sexo feminino (51,6%) e 15 participantes do sexo masculino (48,4%). Esses dados refletem uma amostra bem distribuída e diversa, o que favorece a representatividade dos resultados obtidos no estudo.

Em relação ao nível de escolaridade dos participantes. Vale ressaltar que (61,4%) dos participantes possuem pós-graduação, sendo quatro especialistas, seis mestres, nove doutores, destes, dois com pós-doutorado. Os dados

mostram um grupo de participantes com alta escolaridade, com mais da metade da amostra possuindo pós-graduação, o que sugere uma amostra com significativo nível educacional.

Em relação as infecções por SARS-CoV-2, 16 participantes tiveram mais de um episódio, considerando o período de monitoramento. Dos sintomas apresentados pelos participantes, 25% tiveram dificuldades para ouvir em ambiente ruidoso, 45,2% relataram dificuldade de concentração e raciocínio e 80,6% tiveram congestão das vias aéreas superiores.

3.2 Resultado dos procedimentos do estudo quanto a avaliação do processamento auditivo central.

Os resultados obtidos estão detalhados na Tabela 2, que apresenta três tipos de informações: o desempenho em cada fase do teste, mensurado pelo número de acertos; a condição final do teste, determinada com base no padrão de normalidade estabelecido na metodologia; e a associação de cada teste às habilidades auditivas avaliadas. As habilidades em questão incluem: localização sonora, ordenação temporal simples (para estímulos verbais e não-verbais), fechamento auditivo, figura-fundo verbal (em escuta monótica, dicótica e dicótica com atenção direcionada), resolução temporal e ordenação temporal de padrões sequenciais de frequência e de duração considerando as tarefas de nomeação e *humming*.

Quanto aos estudos de correlação das alterações das habilidades auditivas com dados demográficos e epidemiológicos, as alterações nas oito habilidades não sofreram influência significativa do sexo, faixa etária, cidade e escolaridade ($p>0,05$) (dados não demonstrados).

Tabela 2. Distribuição dos participantes de acordo com os resultados nos testes auditivos comportamentais de avaliação do PAC

Variáveis	n=31(%)
Localização (Acertos)	
Direita	31 (100)
Esquerda	31 (100)
Em cima	23 (74,2)
Frente	26 (83,9)
Atrás	29 (93,5)
Condição	
Normal	29 (93,5)
Alterado	2 (6,5)
Memória sequencial para sons verbais (normal) – n(%)	
3 sílabas em sequência	31 (100)
4 sílabas em sequência	30 (96,8)
Condição	
Normal	30 (96,8)
Alterado	1 (3,2)
Memória sequencial para sons não verbais (normal) – n(%)	
3 sons não verbais em sequência	31 (100)
4 sons não verbais em sequência	27 (87,1)
Condição	
Normal	27 (87,1)
Alterado	4 (12,9)
SSI (Escuta Monótica)	
Orelha Direita	
Condição % de acertos relação -10dB – n(%)	
Normal	24 (77,4)
Alterado	7 (22,6)
Condição % de acertos relação -15dB – n(%)	
Normal	24 (77,4)
Alterado	7 (22,6)
Condição junção -10dB e -15dB – n(%)	
Normal	22 (71,0)
Alterado	9 (29,0)
Orelha Esquerda	
Condição % de acertos relação -10dB – n(%)	
Normal	26 (83,9)
Alterado	5 (16,1)
Condição % de acertos relação -15dB – n(%)	
Normal	17 (54,8)
Alterado	14 (45,2)
Condição junção -10dB e -15dB – n(%)	
Normal	14 (45,2)
Alterado	17 (54,8)
Condição Geral junção -10dB e -15dB– n(%)	
Normal	12 (38,7)
Alterado	19 (61,3)

Tabela 2 – Resultados dos testes - continuação

Variáveis	n=31
Fala com ruído (Fechamento auditivo)	
Condição Orelha Direita -- n(%)	
Normal	22 (71,0)
Alterado	9 (29,0)
Condição Orelha Esquerda – n(%)	
Normal	29 (93,5)
Alterado	2 (6,5)
Condição Geral – n(%)	
Normal	22 (71,0)
Alterado	9 (29,0)
SSW qualitativo (Escuta Dicótica)	
Condição Inversão – n(%)	
Normal	24 (77,4)
Alterado	7 (22,6)
Condição Efeito auditivo – n(%)	
Normal	30 (96,8)
Alterado	1 (3,2)
Condição Efeito de ordem – n(%)	
Normal	27 (87,1)
Alterado	4 (12,9)
SSW quantitativo (Escuta Dicótica)	
Condição Orelha Direita Competitiva	
Normal	31 (100)
Alterado	0 (0,0)
Condição Orelha Esquerda Competitiva	
Normal	24 (77,4)
Alterado	7 (22,6)
Condição Geral	
Normal	24 (77,4)
Alterado	7 (22,6)
TDCV (Escuta Dicótica)	
Condição Atenção Livre – n(%)	
Normal	19 (61,3)
Alterado	12 (38,7)
Condição Atenção Direcionada à direita – n(%)	
Normal	13 (41,9)
Alterado	18 (58,1)
Condição Atenção Direcionada à esquerda – n(%)	
Normal	16 (51,6)
Alterado	15 (48,4)
Condição Geral – n(%)	
Normal	6 (19,4)
Alterado	25 (80,6)
Geral Escuta Dicótica (SSW Quantitativa + TDCV) – n(%)	
Normal	4 (12,9)
Alterado	27 (87,1)

Tabela 2 – Resultados dos testes - continuação

Variáveis	n=31
TPF Musiek (Ordenação Temporal)	
Condição Nomeação % - n(%)	
Normal	17 (54,8)
Alterado	14 (45,2)
Condição Humming % - n(%)	
Normal	21 (67,7)
Alterado	10 (32,3)
Condição Geral (Nomeação/Humming) – n(%)	
Normal	16 (51,6)
Alterado	15 (48,4)
TPD Musiek (Ordenação Temporal)	
Condição Nomeação % - n(%)	
Normal	17 (54,8)
Alterado	14 (45,2)
Condição Humming % - n(%)	
Normal	15 (48,4)
Alterado	16 (51,6)
Condição Geral (Nomeação/Humming) – n(%)	
Normal	14 (45,2)
Alterado	17 (54,8)
Condição Geral Ordenação Temporal (TPF/TPD)-n(%)	
Normal	10 (32,3)
Alterado	21 (67,7)
Condição RGDT – n(%)	
Normal	28 (90,3)
Alterado	3 (9,7)
Status da Avaliação do PAC – n(%)	
Normal	1 (3,2)
Alterado	30 (96,8)

3.2.1 Avaliação do Processamento Auditivo Central

Nesse estudo, 96,8% da população avaliada teve pelo menos um resultado alterado nos oito testes que compuseram a bateria de avaliação.

4.2.2 Teste de Localização Sonora - habilidade de localização sonora

A avaliação da habilidade de localização sonora indicou que dois participantes apresentaram alterações. O ponto de maior dificuldade foi a localização de fontes sonoras “em cima” da cabeça, com 8 (25,8%) participantes demonstrando incapacidade de identificar corretamente a origem do som.

Teste de memória sequencial para sons verbais e não verbais - habilidades de: ordenação temporal para sons verbais simples e de ordenação temporal para sons não verbais simples

Para a habilidade de ordenação temporal, os achados foram mistos. Apenas um participante teve desempenho alterado para ordenação de estímulos verbais simples, especificamente no teste de memória sequencial para sons verbais com quatro sílabas. Por outro lado, a ordenação de estímulos não verbais simples apresentou maior desafio, com quatro indivíduos apresentando alterações nesta habilidade.

4.2.3 Teste de sentença sintética com mensagem competitiva ipsilateral (SSI) – habilidade de figura fundo em escuta monótica

O teste de escuta monótica (SSI), aplicado em condições de relação sinal/ruído de -10dB e -15dB, revelou uma alta prevalência de alterações, afetando 61,3% dos participantes. Notavelmente, a maioria dessas alterações (54,8%) foi observada na orelha esquerda.

4.2.4 Teste de fala com ruído – habilidade de fechamento auditivo

Nove participantes apresentaram alterações na habilidade de fechamento auditivo, conforme demonstrado pelo teste de Fala no Ruído. Houve uma predominância de erros na orelha direita, que foi a mais afetada, totalizando 29% das alterações.

4.2.5 Teste de dissílabos alternados – habilidade de figura fundo em escuta dicótica para dissílabos alternados

A análise do teste SSW, que avalia figura fundo em escuta dicótica para dissílabos alternados, apresentou os seguintes achados: A análise qualitativa revelou que sete indivíduos apresentaram alterações na condição de **inversões**, quatro na condição de **Efeito de Ordem** e um na de **Efeito Auditivo**. Já na análise quantitativa do mesmo teste, sete indivíduos demonstraram alterações na orelha esquerda, enquanto a orelha direita não apresentou alterações.

Houve diferença significativa entre os percentuais de alteração das habilidades do teste SSW Qualitativo ($p=0,050$). O teste de comparações múltiplas aponta que o percentual de alteração em inversão é significativamente mais elevado do que o de efeito auditivo (Figura 6).

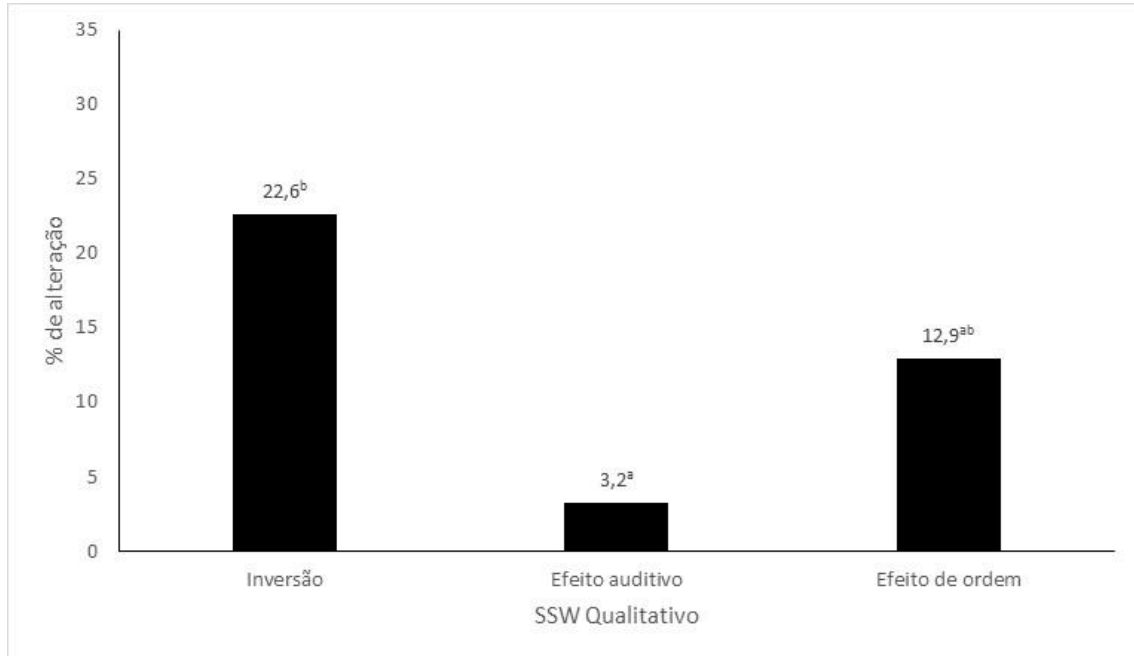


Figura 6. Comparação das alterações do teste SSW segundo a tendência de erros (Teste de Cochran: $p=0,050$). a,b Letras iguais não diferem pelo teste de comparações múltiplas de Cochran a 5% de significância

4.2.6 Teste dicótica consoante vogal(TDVC) - Habilidade de escuta dicótica com sílabas

A avaliação da figura fundo em escuta dicótica com sílabas, utilizando o teste dicótico consoante-vogal (TDCV), indicou que 80,6% dos participantes tiveram alterações nesta habilidade. Desse grupo, 58,1% falharam na tarefa de **escuta direcionada para a orelha direita**, 48,4% na **escuta direcionada para a orelha esquerda** e 38,7% na **tarefa de atenção livre**. Não houve diferença significativa entre os percentuais de alteração das habilidades do teste TDCV ($p=0,241$), conforme pode ser visualizado na Figura 7.

Ao somar as alterações nos dois testes que avaliaram a escuta dicótica (SSW e TDCV), o resultado é notável: **87,1% dos participantes** da pesquisa demonstraram algum tipo de alteração.

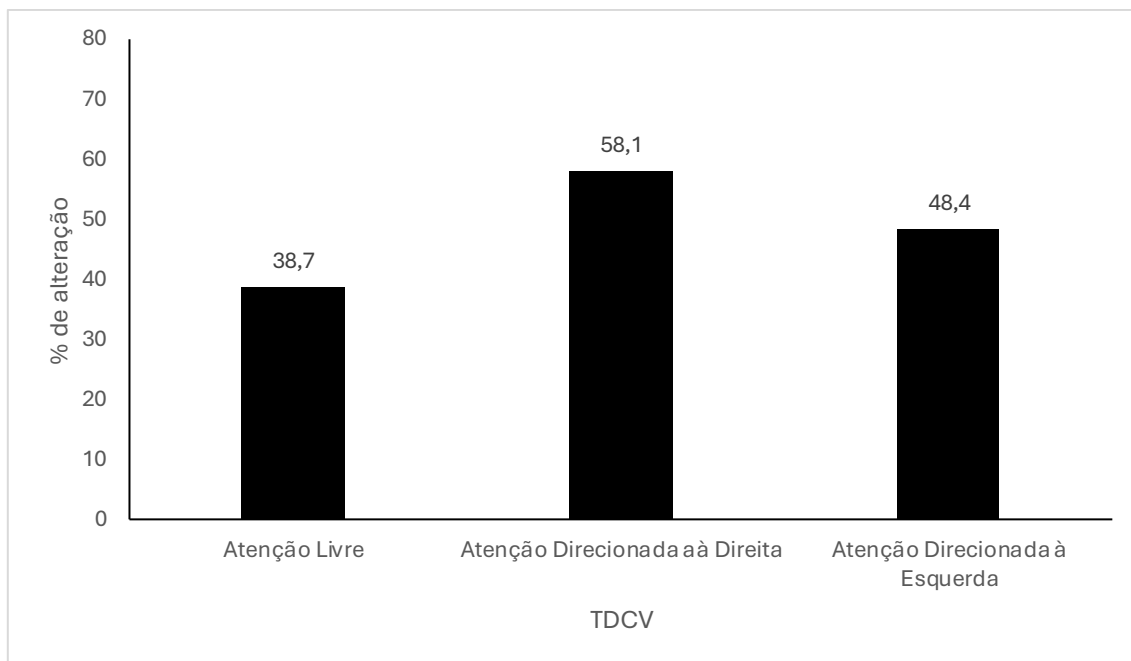


Figura 7. Comparação da porcentagem de erros no TDCV nas etapas de atenção livre e atenção direcionada (direita e esquerda) (Teste de Cochran: $p=0,241$).

4.2.7 Teste de Padrão de Frequência – habilidade de ordenação temporal de frequência

O Teste de Padrão de Frequência revelou que 15 participantes apresentaram alteração na habilidade de ordenação temporal de frequência sonora. A tarefa de nomeação foi a mais afetada, com uma incidência de 45,2% de alterações, enquanto a tarefa de *humming* (imitar) mostrou uma taxa de 32,3%.

4.2.8 Teste de Padrão de Duração – habilidade de ordenação temporal de duração

O Teste de Padrão de Duração revelou que 17 (54,8%) participantes apresentaram alteração na habilidade de ordenação temporal de duração. A tarefa de *humming* (imitação) foi a mais afetada, com uma incidência de 51,6% de alterações, enquanto a tarefa de nomeação mostrou uma taxa de 45,2%. Ao somar as alterações encontradas nos dois testes que avaliaram a habilidade de ordenação temporal (TPF e TPD) mostrou que 67,7% dos participantes tiveram algum tipo de alteração dessa habilidade auditiva. Não houve diferença estatisticamente significativa entre as respostas de Nomeação e Humming nem

para frequência ($p=0,219$) nem para duração ($p=0,625$) do teste de Ordenação Temporal (Figura 8).

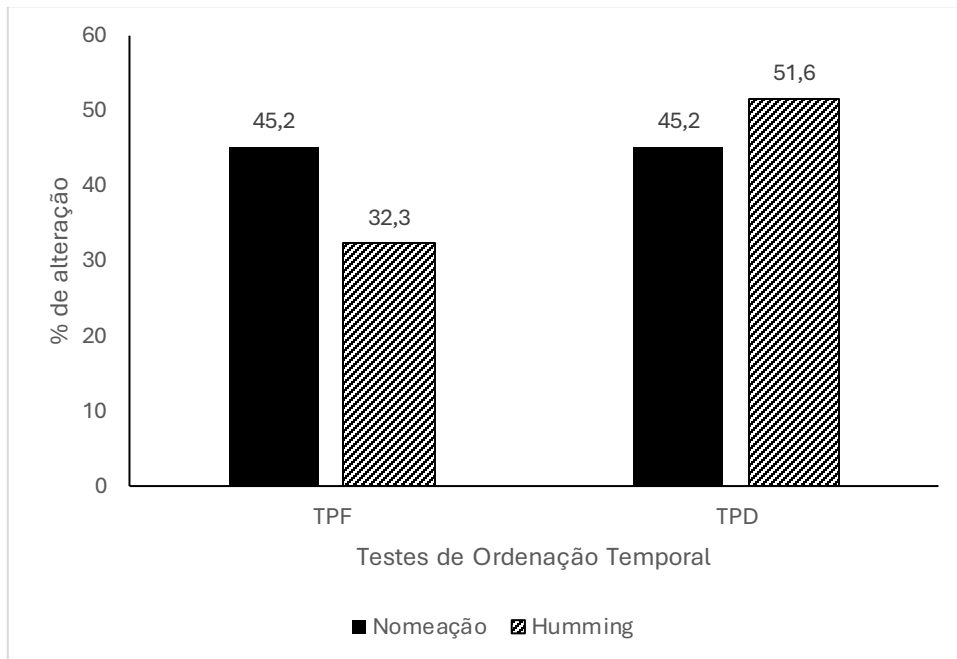


Figura 8. Comparação entre a porcentagem de alterações segundo o tipo de resposta nos testes que avaliaram a habilidade de ordenação temporal (TPF: $p=0,219$; TPD: $p=0,625$).
Legenda: TPF – Teste de Padrão de Frequência; TPD- Teste de Padrão de Duração.

4.2.9 Teste de Detecção de Intervalos Aleatórios (RGDT) – habilidade de resolução temporal

O teste de detecção de intervalos aleatórios (RGDT), revelou uma baixa prevalência de alterações, afetando 3 (9,7%) dos participantes.

4.2.10 Comparação dos resultados alterados entre as orelhas direita e esquerda nos testes que avaliaram as habilidades de figura fundo verbal e fechamento auditivo

Houve significativamente maior alteração na orelha esquerda do que na orelha direita em relação a escuta monótica ($p=0,039$) e escuta dicótica ($p=0,016$) e mais alteração de fala em ruído na orelha direita do que na esquerda ($p=0,016$) (Tabela 3).

Tabela 3. Comparação dos resultados alterados entre as orelhas direita e esquerda nos testes que avaliaram as habilidades de figura fundo verbal e fechamento auditivo

Variáveis	Orelha Direita n (%)	Orelha Esquerda n (%)	p
Alteração SSI (Escuta Monótica)			
% de acertos relação -10	7 (22,6)	5 (16,1)	0,727
% de acertos relação -15	7 (22,6)	14 (45,2)	0,039
Junção -10 e -15	9 (29,0)	17 (54,8)	0,039
Alteração Fala com ruído (Fechamento auditivo)	9 (29,0)	2 (6,5)	0,016
Alteração SSW quantitativo (Escuta Dicótica)	0 (0,0)	7 (22,6)	0,016

Legenda: SSI= sentença sintética com mensagem competitiva ipsilateral; SSW= teste dicótico de dissílabos alternados.

4.3 Frequência de ocorrência da alteração nas diferentes habilidades auditivas

Houve diferença significativa entre os percentuais de alteração das habilidades avaliadas pelos testes auditivos ($p < 0,001$). O teste de comparações múltiplas aponta as habilidades de Escuta Dicótica e Ordenação Temporal com significativamente maior percentual de alteração (exceto para Escuta Monótica) e as de Localização Sonora, Memória sequencial para sons verbais e não verbais e resolução temporal como as com menor percentual de alteração, exceto quando comparadas com a habilidade de fechamento auditivo (Figura 9).

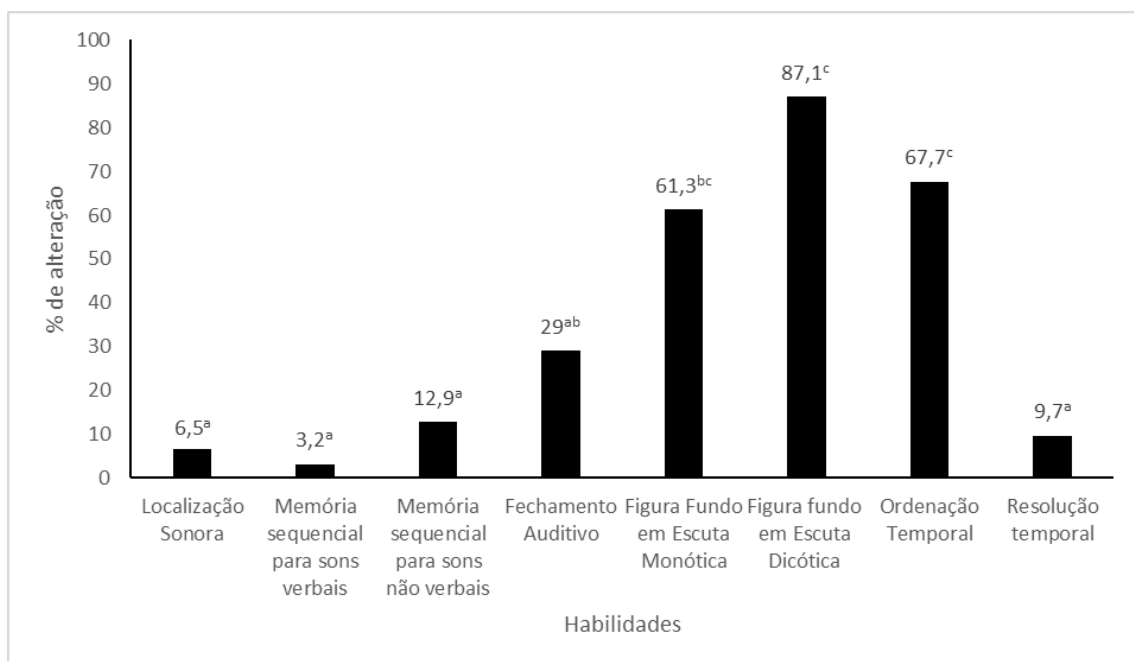


Figura 9. Distribuição dos participantes segundo frequência de ocorrência de alterações nas habilidades auditivas.

(Teste de Cochran: $p < 0,001$). ^{a,b,c} Letras iguais não diferem pelo teste de comparações múltiplas de Cochran a 5% de significância

Foram encontradas alterações em todas as habilidades auditivas avaliadas e a frequência de alterações variou entre os 31 indivíduos. Pode-se perceber que a maior frequência foi de 3 habilidades alteradas, sendo (percentis 25-75: 2-3) a mediana da amostra, conforme pode ser visualizado como mostra a Figura 10

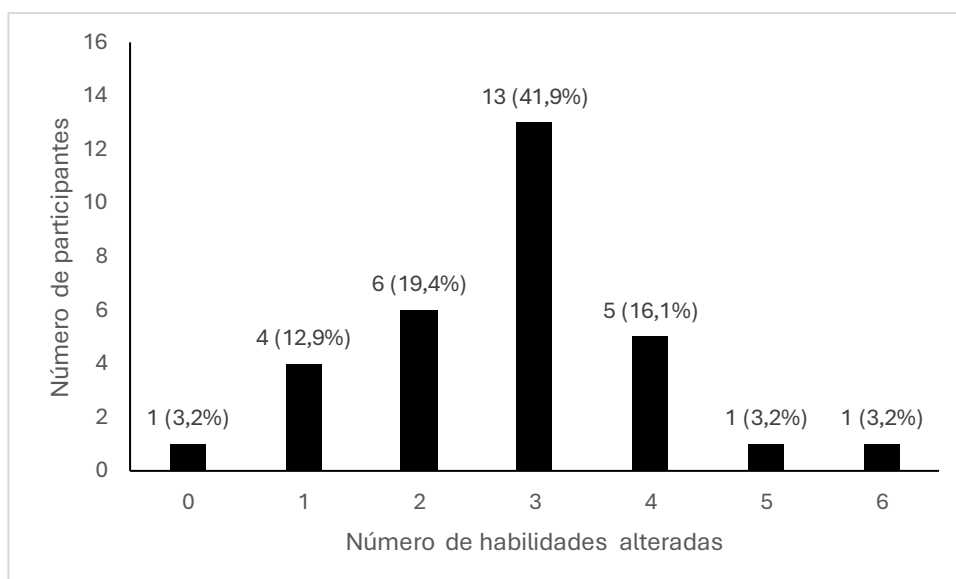


Figura 10. Distribuição dos participantes de acordo com o número de habilidades auditivas alteradas.

4.4 Correlação entre as alterações nas habilidades auditivas e número de infecções por SARS-CoV-2

As alterações nas habilidades não se associaram significativamente com o número de infecções por COVID (Tabela 4), entretanto ocorreu uma associação inversa estatisticamente significativa ($r_s = -0,379$; $p = 0,035$), indicando que quanto maior a frequência de infecções menor o número de habilidades alteradas.

Tabela 4. Comparação entre o número de habilidades auditivas alteradas e o número de infecções por SARS-CoV-2

Alterações nas habilidades	Uma infecção	Duas ou mais infecções	p
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	0 (0,0)	2 (12,5)	0,484
Memória sequencial para sons verbais	0 (0,0)	1 (6,3)	1,000
Memória sequencial para sons não verbais	3 (20,0)	1 (6,3)	0,333
Fechamento Auditivo	5 (33,3)	4 (25,0)	0,704
Figura Fundo em Escuta Monótica	11 (73,3)	8 (50,0)	0,335
Figura fundo em Escuta Dicótica	14 (93,3)	13 (81,3)	0,600
Ordenação Temporal	12 (80,0)	9 (56,3)	0,252
Resolução temporal	2 (13,3)	1 (6,3)	0,600
Número de habilidades alteradas*	3 (3 – 4)	2,5 (1 – 3)	0,151

* descrita por mediana (percentis 25-75)

4.5 Correlação das alterações das habilidades auditivas e os sintomas relatados durante a infecção por SARS-CoV-2

Foram avaliados três sintomas relacionados a queixas auditivas e relatados pelos indivíduos durante infecção por SARS-CoV-2: dificuldade de ouvir no ruído; dificuldade de concentração e raciocínio, e congestão de vias aéreas superiores.

4.6 Alterações das habilidades auditivas e a dificuldade de ouvir no ruído.

O percentual de alteração na habilidade de ordenação temporal foi significativamente maior nos participantes com dificuldade de ouvir no ruído ($p=0,032$), conforme apresenta a Tabela 5.

Tabela 5. Comparação entre as alterações das habilidades auditivas e a queixa de dificuldade para ouvir no ruído

Alterações nas habilidades	Sem dificuldade de ouvir no ruído	Com dificuldade de ouvir no ruído	P
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	2 (8,7)	0 (0,0)	1,000
Memória sequencial para sons verbais	0 (0,0)	1 (12,5)	0,258
Memória sequencial para sons não verbais	3 (13,0)	1 (12,5)	1,000
Fechamento Auditivo	7 (30,4)	2 (25,0)	1,000
Figura Fundo em Escuta Monótica	14 (60,9)	5 (62,5)	1,000
Figura fundo em Escuta Dicótica	21 (91,3)	6 (75,0)	0,268
Ordenação Temporal	13 (56,5)	8 (100)	0,032
Resolução temporal	1 (4,3)	2 (25,0)	0,156
Número de habilidades alteradas*	3 (2 – 3)	3 (2 – 4)	0,674

* descrita por mediana (percentis 25-75)

4.7 Alterações das habilidades auditivas e a dificuldade de concentração e raciocínio

O número de habilidades alteradas foi significativamente maior no grupo com dificuldade de concentração e raciocínio do que no grupo com ausência desse sintoma ($p=0,026$) (Tabela 6).

Tabela 6. Comparação entre as alterações nas habilidades auditivas e a queixa de dificuldade de concentração e raciocínio

Alterações nas habilidades	Sem dificuldade de concentração e raciocínio	Com dificuldade de concentração e raciocínio	P
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	1 (5,9)	1 (7,1)	1,000
Memória sequencial para sons verbais	1 (5,9)	0 (0,0)	1,000
Memória sequencial para sons não verbais	1 (5,9)	3 (21,4)	0,304
Fechamento Auditivo	5 (29,4)	4 (28,6)	1,000
Figura Fundo em Escuta Monótica	8 (47,1)	11 (78,6)	0,155
Figura fundo em Escuta Dicótica	13 (76,5)	14 (100)	0,107
Ordenação Temporal	9 (52,9)	12 (85,7)	0,068
Resolução temporal	1 (5,9)	2 (14,3)	0,576
Número de habilidades alteradas*	2 (2 – 3)	3 (3 – 4)	0,026

* descrita por mediana (percentis 25-75)

4.8 Alterações das habilidades auditivas e o sintoma de congestão das vias aéreas superiores

As alterações nas habilidades não se associaram significativamente com o sintoma de congestão das vias aéreas superiores (Tabela 7).

Tabela 7. Comparação entre as alterações nas habilidades e a queixa de congestão das vias aéreas superiores

Alterações nas habilidades	Sem congestão de via aérea superior	Com congestão de via aérea superior	P
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	0 (0,0)	2 (8,0)	1,000
Memória sequencial para sons verbais	0 (0,0)	1 (4,0)	1,000
Memória sequencial para sons não verbais	1 (16,7)	3 (12,0)	1,000
Fechamento Auditivo	3 (50,0)	6 (24,0)	0,320
Figura Fundo em Escuta Monótica	5 (83,3)	14 (56,0)	0,363
Figura fundo em Escuta Dicótica	5 (83,3)	22 (88,0)	1,000
Ordenação Temporal	4 (66,7)	17 (68,0)	1,000
Resolução temporal	2 (33,3)	1 (4,0)	0,088
Número de habilidades alteradas*	3 (3 – 5)	3 (2 – 3)	0,339

* descrita por mediana (percentis 25-75)

4.9 Análise metodológica do Scale of Auditory Behaviors (SAB): Uma Abordagem Comparativa da Pontuação Total e por Domínios na Autopercepção de Inabilidades Auditivas

Quando comparado a alteração das habilidades auditivas com a análise da pontuação total do SAB não se observou diferença estatisticamente significativa. No entanto, quando se comparou a alteração das habilidades auditivas com a alteração no questionário SAB dividido por domínio, a diferença foi estatisticamente significativa ($p=0,016$), demonstrando maior sensibilidade do SAB se avaliado por domínios para considerar a autopercepção das inabilidades auditivas (Tabela 8).

Nos estudos comparativos do SAB total e de cada um dos domínios estabelecidos de acordo com (Viacelli et al., 2018), com as habilidades auditivas alteradas, não houve correlação significativa com nenhuma das alterações nas habilidades auditivas identificadas nos indivíduos participantes do estudo (Tabelas 9 – 13).

Tabela 8. Análise comparativa da pontuação total do questionário *Scale of Auditory Behaviors* (SAB) e por domínios na autopercepção de inabilidades auditivas

Domínios	Normal	Alterado
	n (%)	n (%)
Aprendizagem	23 (74,2)	8 (25,8)
Compreensão	20 (64,5)	11 (35,5)
Atenção	7 (22,6)	24 (77,4)
Audição	9 (29,0)	22 (71,0)
Total	11 (35,5)	20 (64,5)
Geral (alteração em qualquer domínio)	4 (12,9)	27 (87,1)

Tabela 9 – Comparação entre as alterações das habilidades auditivas e a pontuação total do questionário SAB.

Habilidades Auditivas	Sem Alteração SAB Total	Com alteração SAB Total	p
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	1 (9,1)	1 (5,0)	1,000
Memória sequencial para sons verbais	0 (0,0)	1 (5,0)	1,000
Memória sequencial para sons não verbais	0 (0,0)	4 (20,0)	0,269
Fechamento Auditivo	2 (18,2)	7 (35,0)	0,429
Figura Fundo em Escuta Monótica	7 (63,6)	12 (60,0)	1,000
Figura fundo em Escuta Dicótica	10 (90,9)	17 (85,0)	1,000
Ordenação Temporal	6 (54,5)	15 (75,0)	0,423
Resolução temporal	1 (9,1)	2 (10,0)	1,000
Número de habilidades alteradas*	3 (1 – 3)	3 (2 – 4)	0,381

* descrita por mediana (percentis 25-75)

Tabela 10 – Comparação entre as alterações nas habilidades auditivas e a pontuação do questionário SAB no domínio Aprendizagem

Habilidades Auditivas	Sem Alteração SAB Aprendizagem	Com alteração SAB Aprendizagem	p
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	2 (8,7)	0 (0,0)	1,000
Memória sequencial para sons verbais	0 (0,0)	1 (12,5)	0,258
Memória sequencial para sons não verbais	2 (8,7)	2 (25,0)	0,268
Fechamento Auditivo	7 (30,4)	2 (25,0)	1,000
Figura Fundo em Escuta Monótica	15 (65,2)	4 (50,0)	0,676
Figura fundo em Escuta Dicótica	21 (91,3)	6 (75,0)	0,268
Ordenação Temporal	14 (60,9)	7 (87,5)	0,222
Resolução temporal	3 (13,0)	0 (0,0)	0,550
Número de habilidades alteradas*	3 (2 – 3)	3 (2 – 4)	0,982

* descrita por mediana (percentis 25-75)

Tabela 11 – Comparação entre as alterações nas habilidades auditivas e a pontuação do questionário SAB no domínio Compreensão

Habilidades Auditivas	Sem Alteração SAB Compreensão	Com alteração SAB Compreensão	p
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	2 (10,0)	0 (0,0)	0,527
Memória sequencial para sons verbais	1 (5,0)	0 (0,0)	1,000
Memória sequencial para sons não verbais	1 (5,0)	3 (27,3)	0,115
Fechamento Auditivo	5 (25,0)	4 (36,4)	0,683
Figura Fundo em Escuta Monótica	13 (65,0)	6 (54,5)	0,705
Figura fundo em Escuta Dicótica	17 (85,0)	10 (90,9)	1,000
Ordenação Temporal	13 (65,0)	8 (72,7)	1,000
Resolução temporal	2 (10,0)	1 (9,1)	1,000
Número de habilidades alteradas*	3 (2 – 3)	3 (2 – 4)	0,640

* descrita por mediana (percentis 25-75)

Tabela 12– Comparação entre as alterações nas habilidades auditivas e a pontuação do questionário SAB no domínio Atenção

Habilidades Auditivas	Sem Alteração SAB Atenção	Com alteração SAB Atenção	p
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	1 (14,3)	1 (4,2)	0,406
Memória sequencial para sons verbais	0 (0,0)	1 (4,2)	1,000
Memória sequencial para sons não verbais	0 (0,0)	4 (16,7)	0,550
Fechamento Auditivo	1 (14,3)	8 (33,3)	0,639
Figura Fundo em Escuta Monótica	5 (71,4)	14 (58,3)	0,676
Figura fundo em Escuta Dicótica	6 (85,7)	21 (87,5)	1,000
Ordenação Temporal	5 (71,4)	16 (66,7)	1,000
Resolução temporal	0 (0,0)	3 (12,5)	1,000
Número de habilidades alteradas*	3 (2 – 3)	3 (2 – 4)	0,661

* descrita por mediana (percentis 25-75)

Tabela 13 – Comparação entre as alterações nas habilidades auditivas e a pontuação do questionário SAB no domínio Audição

Habilidades Auditivas	Sem Alteração SAB Audição	Com alteração SAB Audição	p
	n (%)	n (%)	
Localização Sonora	0 (0,0)	2 (9,1)	1,000
Memória sequencial para sons verbais	1 (11,1)	0 (0,0)	0,290
Memória sequencial para sons não verbais	0 (0,0)	4 (18,2)	0,295
Fechamento Auditivo	2 (22,2)	7 (31,8)	0,689
Figura Fundo em Escuta Monótica	6 (66,7)	13 (59,1)	1,000
Figura fundo em Escuta Dicótica	7 (77,8)	20 (90,9)	0,560
Ordenação Temporal	7 (77,8)	14 (63,6)	0,677
Resolução temporal	1 (11,1)	2 (9,1)	1,000
Número de habilidades alteradas*	3 (2 – 4)	3 (2 – 3)	0,915

* descrita por mediana (percentis 25-75)

5 DISCUSSÃO

Com a pandemia da COVID-19, a infecção viral emergiu como fator relevante para alterações auditivas e vestibulares. A infecção pelo SARS-CoV-2 estimulou investigações sobre manifestações extrapulmonares, incluindo sintomas auditivos que afetam tanto a via auditiva periférica quanto a central. Dentre esses sintomas destacam-se perda auditiva súbita, zumbido, vertigem e dificuldades de compreensão auditiva, mesmo em indivíduos com quadros clínicos leves ou assintomáticos (Bento & Campos, 2022; Corazza et al., 2023; Kaminski et al., 2023). Tais alterações frequentemente passam despercebidas em triagens auditivas convencionais (Poffo et al., 2024).

Um estudo com 50 trabalhos científicos que avaliaram as principais alterações pós-COVID-19, com grupos controle e inserção de 14 milhões de sujeitos, indicou a ocorrência de mais de 40 sintomas relacionados ao pós-COVID19, sendo os mais prevalentes: perda de olfato e paladar, distúrbios de memória e atenção e alopecia (O'Mahoney et al., 2025). Os sintomas associados a distúrbios de memória e atenção também foram relatados por sujeitos que participaram do monitoramento de SARS-CoV-2 na comunidade UFABC, pós-infecção. Como dentre as habilidades do PAC há alterações que contribuem com distúrbios de memória e atenção auditivas, nesse estudo foi investigada a ocorrência de alterações nessas habilidades, na população da comunidade UFABC, que foi acometida por pelo menos uma infecção por SARS-CoV-2.

Os resultados demonstraram que de 31 sujeitos avaliados, 30 apresentaram alterações no PAC (96,8%) (Tabela 2). Não há estudos de prevalência de alterações no PAC na população adulta saudável brasileira, mas dados de prevalência de populações europeias, norte-americanas, australiana, indicam o aumento na prevalência de acordo com o aumento de idade e a ocorrência de comorbidades como demências neurodegenerativas. Nesses estudos, a prevalência na população idosa foi 16% enquanto na população com comorbidades variou de 19,61 a 42,37% (Sardone et al., 2020; Sardone et al., 2019). Em nossa revisão não encontramos valores de referência de alterações do PAC em população adulta saudável na faixa etária da população que estudamos, por tanto, adotamos os valores de referência citados para analisar

os achados do nosso estudo. Assim, o alto índice de alterações do PAC encontradas (96,8%) na avaliação da população adulta da comunidade UFABC, indica que há um possível fator etiológico responsável. Outro fator a ser considerado é que a faixa etária da população incluída neste estudo (média de $34,3 \pm 8,8$ anos, com idade mínima de 20 e máxima de 48 anos) colabora para a interpretação dos resultados. Essa característica permitiu excluir a variável de declínio cognitivo associado ao envelhecimento, um fator que poderia impactar as habilidades de processamento auditivo central (Murphy et al., 2018; Rasmus & Blachnio, 2021). Ao garantir que a amostra não fosse idosa, pudemos isolar e analisar as alterações das habilidades do processamento auditivo sem a interferência de processos naturais degenerativos. Outra variável controlada nesse estudo foi a escolaridade, visto que 61,4% dos participantes possuem nível de pós-graduação, variando de especialização a pós-doutorado. O alto nível educacional da amostra foi mais um fator de controle de vieses cognitivos que poderiam influenciar nos resultados. A fim de isolar a variável de interesse, outros fatores etiológicos do TPAC foram controlados. Condições como hipóxia perinatal, prematuridade, lesões do sistema nervoso central, tumores, acidentes vasculares encefálicos, exposição a substâncias ototóxicas e otite média recorrente (Konopka et al., 2024), foram controladas por meio de exames e um questionário epidemiológico detalhado, realizado na pré-coleta. Dessa forma, a única variável etiológica presente em toda a amostra foi a de infecções virais, uma vez que a infecção por SARS-CoV-2 foi um pré-requisito para a participação desse estudo. As análises estatísticas não revelaram correlações significativas entre as alterações no PAC e as características epidemiológicas e demográficas da população estudada (dados não apresentados). Esse resultado reforça a homogeneidade da amostra em relação a esses fatores, permitindo que a discussão se concentre no fenômeno principal a ser investigado, a infecção por SARS-CoV-2.

O SARS-CoV-2 invade as células humanas por afinidade pelos receptores da enzima conversora de angiotensina II (ACE2) que está presente em vários tecidos e órgãos sendo responsável por inflamação sistêmica e hipóxia tecidual, além de apresentar potencial neurotrópico (Cabrera Pérez et al., 2023). Exames com emissões otoacústicas e potenciais evocados auditivos têm evidenciado

prejuízos na condução neural e na função coclear em indivíduos pós-infecção por SARS-CoV-2, mesmo na ausência de sintomas auditivos subjetivos (Gómez Avila et al., 2020; Poffo et al., 2024). Entretanto, para evitar esse caso, um dos critérios de exclusão foi a ausência de perda auditiva periférica. Por tanto as alterações das habilidades auditivas centrais tiveram como fator etiológico outras causas que não as já classicamente descritas na literatura científica, reforçando o papel da infecção por SARS-CoV-2.

Uma maneira de investigar a correlação de infecção por SARS-CoV-2 com TPAC é associar as estruturas fisiológicas associadas as habilidades alteradas com maior frequência, com a possível via de infecção cerebral pelo vírus. As habilidades do PAC investigadas na população incluída no estudo foram: localização sonora; ordenação temporal de sons verbais simples, ordenação temporal de sons não verbais simples; fechamento auditivo; figura fundo em escuta monótica; figura fundo em escuta dicótica; ordenação temporal de frequência e duração sonora, e resolução temporal. Cada uma dessas habilidades está associada preferencialmente a estruturas fisiológicas cerebrais (Quadro 2). De todas as habilidades auditivas investigadas, as que tiveram maior prevalência na população estudada, com significância estatística ($p < 0,001$), foram a de figura fundo verbal em escuta dicótica (87,1%), ordenação temporal (67,7%) e figura fundo verbal em escuta monótica (61,3%) (Figura 8). As alterações encontradas na habilidade de figura fundo corroboram com o estudo de Hewala et. al., 2024 que correlacionou a infecção por SARS-CoV-2 com TPAC em indivíduos sem alteração da audição periférica. Os resultados encontrados com a avaliação de 50 indivíduos (20 com queixas auditivas, 10 sem queixas auditivas e 20 indivíduos saudáveis sem histórico de infecção por SARS-CoV-2) demonstraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos testes fala com ruído, teste de padrão de duração, *Gap In Noise* e no teste de memória auditiva (ANOVA, $p \leq 0,05$). Os indivíduos que tiveram COVID19 e relataram queixas auditivas, tiveram desempenhos significativamente inferiores quando comparados ao grupo controle.

No sistema auditivo central, o Córtex é um dos responsáveis pelas habilidades auditivas de figura-fundo, verbal e não verbal, tanto em escuta monótica quanto em escuta dicótica, e pela habilidade de ordenação temporal.

Cabe ainda ressaltar que as habilidades de figura-fundo em escuta dicótica e de ordenação temporal envolvem o corpo caloso (Kimura, 1961) (Quadro 2). Há evidências de que a via de infecção do sistema nervoso central pelo SARS-CoV-2 envolve os neurônios acessórios ao sistema olfatório, mais especificamente, os neurônios *terminalis* (Figura 3) (von Bartheld & Butowt, 2024). Por essa via, o vírus chega ao córtex cerebral por meio do hipotálamo e hipocampo, estrutura próxima ao corpo caloso e pode se disseminar para outras regiões cerebrais, onde há expressão da ACE2 (porta de entrada do SARS-CoV-2) (Figura 4). O hipotálamo modula a memória e controla todo o sistema nervoso autônomo, hormônios do estresse, temperatura e pressão sanguínea, os quais sofrem alterações em indivíduos infectados por SARS-CoV-2 (Mussa et al., 2021). Portanto, há evidências de que as habilidades de figura fundo em escuta monótica e dicótica, e ordenação temporal podem estar alteradas por consequência da infecção do SARS-CoV-2.

Além disso a infecção por SARS-CoV-2 no sistema nervoso central pode causar processo inflamatório alterando o correto funcionamento das vias nervosas (Vanderheiden & Klein, 2022). Essas evidências podem explicar os achados do nosso estudo no que se refere a diferença de orientação das alterações das habilidades de fechamento auditivo, figura fundo em escuta monótica e figura fundo em escuta dicótica. Nos testes de escuta monótica ($p=0,039$) e dicótica ($p=0,016$), a orelha esquerda mostrou uma alteração significativamente maior em comparação com a orelha direita. Já, no teste de fala com ruído, o desempenho da orelha direita foi significativamente pior que o da orelha esquerda ($p=0,016$). Não é esperado que haja diferença de orientação (orelha esquerda ou direita) nas alterações encontradas nas diferentes habilidades avaliadas como ocorreu em figura fundo monótica (prevalência de alteração na orelha esquerda) e fechamento auditivo (prevalência de alteração na orelha direita). O esperado é que as alterações nas diferentes habilidades ocorressem com maior intensidade na mesma orelha. Essa diferença de orientação pode ser um reflexo da desorganização neuronal decorrente do processo inflamatório (Li et al., 2024). Outro exemplo que indica desorganização neuronal corresponde ao número elevado de inversões que ocorreu significativamente na análise qualitativa no teste SSW ($p = 0,016$) (Figura 5), que avalia a habilidade de figura-fundo verbal e ordenação temporal. A provável

estrutura cerebral envolvida no processo de organização de estímulos linguísticos, avaliado pelo teste SSW, corresponde ao fascículo arqueado, localizado entre a área de Wernick e Broca.

Durante a infecção por SARS-CoV-2, no período agudo, os indivíduos incluídos no estudo, relataram dificuldade de ouvir em ambientes ruidosos e dificuldade de concentração e raciocínio, e congestão das vias aéreas superiores. O sintoma de congestão das vias aéreas superiores não apresentou correlação com nenhuma das alterações do PAC. Porém, a dificuldade em ouvir em ambientes ruidosos e de concentração e raciocínio, tiveram correlação estatisticamente significativa com habilidade de ordenação temporal e maior número de habilidades alteradas, respectivamente. A habilidade de ordenação temporal é compreendida como a capacidade de perceber, discriminar e organizar sequências sonoras ao longo do tempo. Ela é essencial para a inteligibilidade da fala e para o processamento da prosódia, aspectos importantes para a percepção dos estímulos linguísticos. O fato dessa queixa ter aparecido após a infecção por SARS-CoV-2 sugere a ocorrência de desorganização neuronal nas áreas cerebrais implicadas para o bom desempenho dessa habilidade, a saber: córtex auditivo primário (A1), *planum temporale* e o córtex auditivo secundário, (Zatorre et al., 2002). Da mesma forma, o número maior de habilidades alteradas, relacionadas a dificuldade de concentração e raciocínio, pode ser um reflexo de infecção de várias estruturas fisiológicas cerebrais, onde o vírus se dissemina em células que expressam ACE2, causando processo inflamatório (Figura 4).

O número de reinfecções por SARS-CoV-2 apresentou correlação inversa com o número de habilidades alteradas do PAC, com significância estatística ($R_s = -0,379$; $p = 0,035$). Considerando a correlação das estruturas fisiológicas cerebrais que expressam ACE2 e que podem ser infectadas por SARS-CoV-2, iniciando nos neurônios *terminalis*, e disseminando a partir do hipotálamo, uma menor quantidade de vírus, poderia resultar em menos estruturas cerebrais infectadas. Há evidências de que com a vacinação e a infecção recorrente por SARS-CoV-2, há uma diminuição da carga viral com o aumento no número de infecções recorrentes, ou com as alterações nas variantes virais circulantes (Facciuolo et al., 2023), corroborando a hipótese de diminuição de estruturas cerebrais infectadas ao longo do tempo.

O questionário “Scale Auditory Behaviour” (SAB) utilizado nesse estudo para autopercepção das alterações do PAC pós infecção por SARS-CoV-2, teve baixa sensibilidade quando analisado por sua pontuação total (64,5%). Porém, quando as questões aplicadas foram divididas por domínios como proposto por Viacelli et al. (2018) (Viacelli et al., 2018): Audição, Atenção, Compreensão e Aprendizado (Tabela 8), apresentou, significativamente, maior sensibilidade (87,1%; $p = 0,016$). Os domínios com maior alteração segundo o SAB, foram os associados a atenção auditiva e audição, os mesmos sintomas relatados pelos indivíduos com às alterações de PAC encontradas. Entretanto, não houve correlação significativa de nenhum dos domínios com as habilidades auditivas alteradas nos indivíduos incluídos no estudo. Este resultado indica que as questões que compõem os domínios estabelecidos não refletem a autopercepção dos indivíduos com inabilidades associadas à figura fundo, escuta em ambiente ruidoso e percepção, discriminação e organização das sequências sonoras ao longo do tempo, encontradas especificamente no grupo acometido por SARS-CoV-2. O uso do SAB dividido por domínios demonstrou ser uma ferramenta eficiente para triagem de indivíduos adultos com TPAC, podendo ser utilizado em larga escala, em estudos futuros para demonstrar a associação dos resultados de TPAC com a sazonalidade de infecção por SARS-CoV-2. Os resultados obtidos também permitem o aperfeiçoamento e reorganização das questões que compõem o SAB, podendo ser estabelecido um domínio, com questões sensíveis, que permite a autopercepção das alterações do PAC após a infecção por SARS-CoV-2.

6 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, a infecção por SARS-CoV-2 demonstrou ser o mais provável agente etiológico para as alterações das habilidades auditivas (96,8%) encontradas nos indivíduos que testaram positivo através do RTqPCR durante o monitoramento da comunidade UFABC. Não houve correlação significativa das inabilidades auditivas com outros dados demográficos e clínico-epidemiológicos.

Todas as habilidades auditivas avaliadas estavam alteradas na população previamente infectada por SARS-CoV-2. Entretanto, as que apresentaram maior frequência ($p < 0,001$) foram: figura fundo em escuta dicótica (87,1%); ordenação temporal (67,7%) e figura fundo em escuta monótica (61,3%).

As estruturas fisiológicas cerebrais associadas as inabilidades auditivas, encontradas com maior frequência, correlacionam-se com a hipótese da via de infecção dos neurônios *termilalis* por SARS-CoV-2, que atingem o hipotálamo e se disseminam por células que expressam ACE2.

O número de alterações das habilidades auditivas foi inversamente proporcional ao número de reinfecções por SARS-CoV-2.

O questionário *Scale of Auditory Behaviors* (SAB) mostrou-se uma ferramenta sensível para a autopercepção dos indivíduos em relação às inabilidades auditivas quando a pontuação foi analisada por domínios (87,1%; $p = 0,016$) em comparação a análise da pontuação total (64,5%).

REFERÊNCIAS

- Almufarrij, I., & Munro, K. J. (2021). One year on: an updated systematic review of SARS-CoV-2, COVID-19 and audio-vestibular symptoms. *Int J Audiol*, 60(12), 935-945. <https://doi.org/10.1080/14992027.2021.1896793>
- Annesley, S. J., Missailidis, D., Heng, B., Josev, E. K., & Armstrong, C. W. (2024). Unravelling shared mechanisms: insights from recent ME/CFS research to illuminate long COVID pathologies. *Trends Mol Med*, 30(5), 443-458. <https://doi.org/10.1016/j.molmed.2024.02.003>
- ASHA, A. S.-L. H. A. (2005). *(Central) Auditory Processing Disorders*. <http://www.asha.org/members/deskref-journals/deskref/default>
- Atasoy, H., & Ucar, V. (2025). Gastrointestinal system involvement characteristics in Covid -19 patients. *J Pak Med Assoc*, 75(2), 224-231. <https://doi.org/10.47391/JPMA.11349>
- Ayoub, L., Almarzouki, A. F., Al-Raddadi, R., & Bendary, M. A. (2024). Persistent Post-COVID-19 Olfactory Dysfunction and Its Association with Autonomic Nervous System Function: A Case-Control Study. *Diseases*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/diseases13010004>
- Baddeley, A. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cogn Sci*, 4(11), 417-423. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01538-2](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01538-2)
- Baj, J., Karakuła-Juchnowicz, H., Teresiński, G., Buszewicz, G., Ciesielka, M., Sitarz, R., Forma, A., Karakuła, K., Flieger, W., Portincasa, P., & Maciejewski, R. (2020). COVID-19: Specific and Non-Specific Clinical Manifestations and Symptoms: The Current State of Knowledge. *J Clin Med*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/jcm9061753>
- Bamiou, D. E., Musiek, F. E., & Luxon, L. M. (2001). Aetiology and clinical presentations of auditory processing disorders--a review. *Arch Dis Child*, 85(5), 361-365. <https://doi.org/10.1136/ad.85.5.361>
- Barbosa, L. C., Goncalves, T. L., de Araujo, L. P., Rosario, L. V. O., & Ferrer, V. P. (2021). Endothelial cells and SARS-CoV-2: An intimate relationship. *Vascul Pharmacol*, 137, 106829. <https://doi.org/10.1016/j.vph.2021.106829>
- Bartlett, E. L. (2013). The organization and physiology of the auditory thalamus and its role in processing acoustic features important for speech perception. *Brain Lang*, 126(1), 29-48. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.03.003>
- Bartlett, E. L., & Wang, X. (2007). Neural representations of temporally modulated signals in the auditory thalamus of awake primates. *J Neurophysiol*, 97(2), 1005-1017. <https://doi.org/10.1152/jn.00593.2006>
- Behler, O., & Uppenkamp, S. (2016). Auditory fMRI of Sound Intensity and Loudness for Unilateral Stimulation. *Adv Exp Med Biol*, 894, 165-174. https://doi.org/10.1007/978-3-319-25474-6_18
- Bellis, T. J., Billiet, C., & Ross, J. (2011). The utility of visual analogs of central auditory tests in the differential diagnosis of (central) auditory processing disorder and attention deficit hyperactivity disorder. *J Am Acad Audiol*, 22(8), 501-514. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.8.3>
- Bellis, T. J., & Ross, J. (2011). Performance of normal adults and children on central auditory diagnostic tests and their corresponding visual analogs. *J Am Acad Audiol*, 22(8), 491-500. <https://doi.org/10.3766/jaaa.22.8.2>
- Bento, R. F., & Campos, T. V. (2022). Hearing Loss, Tinnitus, and Dizziness and their Relation with Covid-19: what is the Current Evidence? *Int Arch Otorhinolaryngol*, 26(1), e001-e002. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1742353>
- Bhattacharyya, R., Upadhya, S. S., & Prabhu, P. (2024). Effect of COVID-19 on peripheral and central hearing abilities. *Egypt J Otolaryngol* 40(12). <https://doi.org/10.1186/s43163-024-00567-8>

- Bilinska, K., Von Bartheld, C. S., & Butowt, R. (2021). Expression of the ACE2 Virus Entry Protein in the Nervus Terminalis Reveals the Potential for an Alternative Route to Brain Infection in COVID-19. *Frontiers in Cellular Neuroscience*, 15. <https://doi.org/10.3389/fncel.2021.674123>
- Bischoff-Grethe, A., Goedert, K. M., Willingham, D. T., & Grafton, S. T. (2004). Neural substrates of response-based sequence learning using fMRI. *J Cogn Neurosci*, 16(1), 127-138. <https://doi.org/10.1162/089892904322755610>
- Boboshko, M. Y., Garbaruk, E. S., Vikhnina, S. M., Golovanova, L. E., Ogorodnikova, E. A., Rabchevskaya, A. V., & Zhilinskaia, E. V. (2022). The New Coronavirus Infection (COVID-19) and Hearing Function in Adults. *Journal of Otorhinolaryngology, Hearing and Balance Medicine*, 3(2). <https://doi.org/10.3390/ohbm3020005>
- Boorle, N., Kurra, N. C., Gandrakota, N., Modi, K., Sudireddy, K., Irfan, S. A., Jain, A., Parikh, P. A., & Jillella, D. (2025). Central Nervous System Manifestations of Long COVID: A Systematic Review. *Cureus*, 17(4), e83247. <https://doi.org/10.7759/cureus.83247>
- Borges, A. (1986). Adaptação do teste SSW para a Língua Portuguesa. Nota preliminar. *Acta Auyho*, 5, 38 - 40.
- Butowt, R., Meunier, N., Bryche, B., & von Bartheld, C. S. (2021). The olfactory nerve is not a likely route to brain infection in COVID-19: a critical review of data from humans and animal models. *Acta Neuropathol*, 141(6), 809-822. <https://doi.org/10.1007/s00401-021-02314-2>
- Butowt, R., & von Bartheld, C. S. (2022). The route of SARS-CoV-2 to brain infection: have we been barking up the wrong tree? *Mol Neurodegener*, 17(1), 20. <https://doi.org/10.1186/s13024-022-00529-9>
- Cabrera Pérez, A., Castillo Corzo, M. E., & Del Río Alcántara, S. (2023). El SARS-CoV-2 y su conexión con el deterioro neurosensorial auditivo [Letter to Editor]. *Medicentro Electrónica*, 27(3), 2.
- Callard, F., & Perego, E. (2021). How and why patients made Long Covid. *Soc Sci Med*, 268, 113426. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2020.113426>
- Carfi, A., Bernabei, R., Landi, F., & Gemelli Against, C.-P.-A. C. S. G. (2020). Persistent Symptoms in Patients After Acute COVID-19. *JAMA*, 324(6), 603-605. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12603>
- Carlini, A., Bordeau, C., & Ambard, M. (2024). Auditory localization: a comprehensive practical review. *Front Psychol*, 15, 1408073. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2024.1408073>
- Ceban, F., Ling, S., Lui, L. M. W., Lee, Y., Gill, H., Teopiz, K. M., Rodrigues, N. B., Subramaniapillai, M., Di Vincenzo, J. D., Cao, B., Lin, K., Mansur, R. B., Ho, R. C., Rosenblat, J. D., Miskowiak, K. W., Vinberg, M., Maletic, V., & McIntyre, R. S. (2022). Fatigue and cognitive impairment in Post-COVID-19 Syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Brain Behav Immun*, 101, 93-135. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2021.12.020>
- Chermak, G. D., Musiek, F. E., & Craig, C. H. (1997). *Central Auditory Processing Disorders: New Perspectives* (0 ed.). Singular Pub Group.
- Chowsilpa, S., Bamiou, D. E., & Koochi, N. (2021). Effectiveness of the Auditory Temporal Ordering and Resolution Tests to Detect Central Auditory Processing Disorder in Adults With Evidence of Brain Pathology: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Front Neurol*, 12, 656117. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.656117>
- Cooper, K. W., Brann, D. H., Farruggia, M. C., Bhutani, S., Pellegrino, R., Tsukahara, T., Weinreb, C., Joseph, P. V., Larson, E. D., Parma, V., Albers, M. W., Barlow, L. A., Datta, S. R., & Di Pizio, A. (2020). COVID-19 and the Chemical Senses: Supporting Players Take Center Stage. *Neuron*, 107(2), 219-233. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2020.06.032>

- Corazza, M. (1998). *Avaliação do processamento auditivo central em adultos: teste de padrões tonais auditivos de frequência e teste de padrões tonais auditivos de duração* Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP)].
- Corazza, M. C. A., Alcarás, P. A. S., Vianna, P., Corazza, L. A., M., L. A. B., & S., Z. B. (2023). Efeitos da COVID-19 na função auditiva e vestibular em paciente adulta: um estudo de caso longitudinal. *Revista CEFAC*, 25(5), 10. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20232556223s>
- Corona, A. P., Pereira, L. D., Ferrite, S., & Rossi, A. G. (2005). [Sequential verbal memory for three and four syllables in school children]. *Pro Fono*, 17(1), 27-36. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15835567> (Memoria sequencial verbal de tres e quatro silabas em escolares.)
- Coronaviridae Study Group of the International Committee on Taxonomy of, V. (2020). The species Severe acute respiratory syndrome-related coronavirus: classifying 2019-nCoV and naming it SARS-CoV-2. *Nat Microbiol*, 5(4), 536-544. <https://doi.org/10.1038/s41564-020-0695-z>
- Crunfli, F., Carregari, V. C., Veras, F. P., Silva, L. S., Nogueira, M. H., Antunes, A., Vendramini, P. H., Valenca, A. G. F., Brandao-Teles, C., Zuccoli, G. D. S., Reis-de-Oliveira, G., Silva-Costa, L. C., Saia-Cereda, V. M., Smith, B. J., Codo, A. C., de Souza, G. F., Muraro, S. P., Parise, P. L., Toledo-Teixeira, D. A., . . . Martins-de-Souza, D. (2022). Morphological, cellular, and molecular basis of brain infection in COVID-19 patients. *Proc Natl Acad Sci U S A*, 119(35), e2200960119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2200960119>
- Davis, H. E., McCorkell, L., Vogel, J. M., & Topol, E. J. (2023). Long COVID: major findings, mechanisms and recommendations. *Nat Rev Microbiol*, 21(3), 133-146. <https://doi.org/10.1038/s41579-022-00846-2>
- de Aguiar, B. R. L., Ferreira, E. B., De Luca Canto, G., Guerra, E. N. S., & Dos Reis, P. E. D. (2024). Prevalence of skin manifestations in patients with COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Front Med (Lausanne)*, 11, 1390775. <https://doi.org/10.3389/fmed.2024.1390775>
- De Luca, P., Scarpa, A., Ralli, M., Tassone, D., Simone, M., De Campora, L., Cassandro, C., & Di Stadio, A. (2021). Auditory Disturbances and SARS-CoV-2 Infection: Brain Inflammation or Cochlear Affection? Systematic Review and Discussion of Potential Pathogenesis. *Front Neurol*, 12, 707207. <https://doi.org/10.3389/fneur.2021.707207>
- Diao, B., Wang, C., Wang, R., Feng, Z., Zhang, J., Yang, H., Tan, Y., Wang, H., Wang, C., Liu, L., Liu, Y., Liu, Y., Wang, G., Yuan, Z., Hou, X., Ren, L., Wu, Y., & Chen, Y. (2021). Human kidney is a target for novel severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 infection. *Nat Commun*, 12(1), 2506. <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22781-1>
- Dias, K. Z., Jutras, B., Acrani, I. O., & Pereira, L. D. (2012). Random Gap Detection Test (RGDT) performance of individuals with central auditory processing disorders from 5 to 25 years of age. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*, 76(2), 174-178. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2011.10.022>
- Ely, E. W., Brown, L. M., Fineberg, H. V., National Academies of Sciences, E., & Medicine Committee on Examining the Working Definition for Long, C. (2024). Long Covid Defined. *N Engl J Med*, 391(18), 1746-1753. <https://doi.org/10.1056/NEJMs2408466>
- Elyamany, O., Iffland, J., Lockhofen, D., Steinmann, S., Leicht, G., & Mulert, C. (2024). Top-down modulation of dichotic listening affects interhemispheric connectivity: an electroencephalography study. *Front Neurosci*, 18, 1424746. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1424746>

- Espinosa-Gonzalez, A. B., Master, H., Gall, N., Halpin, S., Rogers, N., & Greenhalgh, T. (2023). Orthostatic tachycardia after covid-19. *BMJ*, 380, e073488. <https://doi.org/10.1136/bmj-2022-073488>
- Facciuolo, A., Van Kessel, J., Kroeker, A., Liao, M., Lew, J. M., Falzarano, D., Kelvin, A. A., Gerdts, V., & Napper, S. (2023). Longitudinal analysis of SARS-CoV-2 reinfection reveals distinct kinetics and emergence of cross-neutralizing antibodies to variants of concern. *Front Microbiol*, 14, 1148255. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1148255>
- Finsterer, J., Scorza, F. A., Scorza, C. A., & Fiorini, A. C. (2021). Extrapulmonary onset manifestations of COVID-19. *Clinics (Sao Paulo)*, 76, e2900. <https://doi.org/10.6061/clinics/2021/e2900>
- Geffner, D., & Ross-Swain, D. (2024). *Auditory Processing Disorders: Assessment, Management, and Treatment* (Vol. 4). Plural Pub Inc.
- Giraud, A. L., & Poeppel, D. (2012). Cortical oscillations and speech processing: emerging computational principles and operations. *Nat Neurosci*, 15(4), 511-517. <https://doi.org/10.1038/nn.3063>
- Gómez Avila, N., R, M., C, R. F., X., P. A. D., & N, R. G. (2020). Hipoacusia Neurosensorial Súbita y COVID 19. *Areté*, 20(2), 10. <https://doi.org/10.33881/1657-2513.art.20205>
- Greenhalgh, T., Sivan, M., Perlowski, A., & Nikolich, J. Z. (2024). Long COVID: a clinical update. *Lancet*, 404(10453), 707-724. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(24\)01136-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(24)01136-X)
- Grothe, B., & Pecka, M. (2014). The natural history of sound localization in mammals--a story of neuronal inhibition. *Front Neural Circuits*, 8, 116. <https://doi.org/10.3389/fncir.2014.00116>
- Grothe, B., Pecka, M., & McAlpine, D. (2010). Mechanisms of sound localization in mammals. *Physiol Rev*, 90(3), 983-1012. <https://doi.org/10.1152/physrev.00026.2009>
- Guan, W. J., Ni, Z. Y., Hu, Y., Liang, W. H., Ou, C. Q., He, J. X., Liu, L., Shan, H., Lei, C. L., Hui, D. S. C., Du, B., Li, L. J., Zeng, G., Yuen, K. Y., Chen, R. C., Tang, C. L., Wang, T., Chen, P. Y., Xiang, J., . . . China Medical Treatment Expert Group for, C. (2020). Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China. *N Engl J Med*, 382(18), 1708-1720. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2002032>
- Harrison, P. M. C., Bianco, R., Chait, M., & Pearce, M. T. (2020). PPM-Decay: A computational model of auditory prediction with memory decay. *PLoS Comput Biol*, 16(11), e1008304. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008304>
- Hernandez, V. S., Zetter, M. A., Guerra, E. C., Hernandez-Araiza, I., Karuzin, N., Hernandez-Perez, O. R., Eiden, L. E., & Zhang, L. (2021). ACE2 expression in rat brain: Implications for COVID-19 associated neurological manifestations. *Exp Neurol*, 345, 113837. <https://doi.org/10.1016/j.expneurol.2021.113837>
- Hewala, S. H., Kolkaila, E. A., Emara, A. A., & Nada, N. (2024). Central auditory functions in post-COVID-19 adults; a case control study. *The Egyptian Journal of Otolaryngology*, 40(1). <https://doi.org/10.1186/s43163-024-00608-2>
- Islam, M. M., Azarian, T., Agarwal, S., & Ali, S. (2025). Capturing the Impact of Vaccination and Human Mobility on the Evolution of COVID-19 Pandemic. *IEEE J Biomed Health Inform*, 29(3), 2318-2327. <https://doi.org/10.1109/JBHI.2024.3514106>
- Jackson, C. B., Farzan, M., Chen, B., & Choe, H. (2022). Mechanisms of SARS-CoV-2 entry into cells. *Nat Rev Mol Cell Biol*, 23(1), 3-20. <https://doi.org/10.1038/s41580-021-00418-x>
- Jahani, M. A., Safaie, S., Gharayagh-Zandi, M., Soltani, S. A., Hashemi, S. N., Mahmoudi, A. R., & Mahmoudi, G. (2025). Analysis of cardiovascular and cerebral disease risk

- trends before and during the COVID-19 transition phase in Golestan province. *BMC Res Notes*, 18(1), 223. <https://doi.org/10.1186/s13104-025-07283-3>
- Jamison, D. A., Jr., Anand Narayanan, S., Trovao, N. S., Guarnieri, J. W., Topper, M. J., Moraes-Vieira, P. M., Zaksas, V., Singh, K. K., Wurtele, E. S., & Beheshti, A. (2022). A comprehensive SARS-CoV-2 and COVID-19 review, Part 1: Intracellular overdrive for SARS-CoV-2 infection. *Eur J Hum Genet*, 30(8), 889-898. <https://doi.org/10.1038/s41431-022-01108-8>
- Jason, L. A., & Dorri, J. A. (2022). ME/CFS and Post-Exertional Malaise among Patients with Long COVID. *Neurol Int*, 15(1), 1-11. <https://doi.org/10.3390/neurolint15010001>
- Kaminski, K., Pereira, E. B., Roggia, S. M., Ribeiro, G. E., & Silva, D. P. C. D. (2023). Efeito da infecção por COVID-19 na via auditiva até tronco encefálico. *Distúrbios da Comunicação*, 35(3), e63637. <https://doi.org/10.23925/2176-2724.2023v35i3e63637>
- Keith, R. W. (2000). Development and standardization of SCAN-C Test for Auditory Processing Disorders in Children. *J Am Acad Audiol*, 11(8), 438-445. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11012239>
- Khan, M., Yoo, S. J., Clijsters, M., Backaert, W., Vanstapel, A., Speleman, K., Lietaer, C., Choi, S., Hether, T. D., Marcelis, L., Nam, A., Pan, L., Reeves, J. W., Van Bulck, P., Zhou, H., Bourgeois, M., Debaveye, Y., De Munter, P., Gunst, J., . . . Van Gerven, L. (2021). Visualizing in deceased COVID-19 patients how SARS-CoV-2 attacks the respiratory and olfactory mucosae but spares the olfactory bulb. *Cell*, 184(24), 5932-5949.e5915. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2021.10.027>
- Kimura, D. (1961). Funcional asymmetry of the brain in dichotic listening. *Cortex*, 3(2), 15. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0010-9452\(67\)80010-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0010-9452(67)80010-8)
- Kimura, D. (1964). Left-right differences in the perception of melodies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 16, 355-358. <https://doi.org/10.1080/17470216408416391>
- Kleebayoon, A., & Wiwanitkit, V. (2023). Post-Vaccine SARS-CoV-2 Reinfection and Associated Factors Among Health Care Providers: Comment. *Health Serv Res Manag Epidemiol*, 10, 23333928231208248. <https://doi.org/10.1177/23333928231208248>
- Kong, W., Montano, M., Corley, M. J., Helmy, E., Kobayashi, H., Kinisu, M., Suryawanshi, R., Luo, X., Royer, L. A., Roan, N. R., Ott, M., Ndhlovu, L. C., & Greene, W. C. (2022). Neuropilin-1 Mediates SARS-CoV-2 Infection of Astrocytes in Brain Organoids, Inducing Inflammation Leading to Dysfunction and Death of Neurons. *mBio*, 13(6), e0230822. <https://doi.org/10.1128/mbio.02308-22>
- Kozłowski, P., Leszczyńska, A., & Ciepiela, O. (2024). Long COVID Definition, Symptoms, Risk Factors, Epidemiology and Autoimmunity: A Narrative Review. *Am J Med Open*, 11, 100068. <https://doi.org/10.1016/j.ajmo.2024.100068>
- Krishna, B. A., Metaxaki, M., Sithole, N., Landin, P., Martin, P., & Salinas-Botran, A. (2024). Cardiovascular disease and covid-19: A systematic review. *Int J Cardiol Heart Vasc*, 54, 101482. <https://doi.org/10.1016/j.ijcha.2024.101482>
- Krishna, B. S., & Semple, M. N. (2000). Auditory temporal processing: responses to sinusoidally amplitude-modulated tones in the inferior colliculus. *J Neurophysiol*, 84(1), 255-273. <https://doi.org/10.1152/jn.2000.84.1.255>
- Kumar, S., Joseph, S., Gander, P. E., Barascud, N., Halpern, A. R., & Griffiths, T. D. (2016). A Brain System for Auditory Working Memory. *J Neurosci*, 36(16), 4492-4505. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4341-14.2016>
- Kunchur, M. N. (2023). The human auditory system and audio. *Applied Acoustics*, 211, 109507. <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2023.109507>

- Kunutsor, S. K., & Laukkanen, J. A. (2020). Renal complications in COVID-19: a systematic review and meta-analysis. *Ann Med*, 52(7), 345-353.
<https://doi.org/10.1080/07853890.2020.1790643>
- Larsell, O. (1950). XXXVII The Nervus Terminalis. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, 59(2), 25. <https://doi.org/10.1177/000348945005900211>
- Lee, C., Greenwood, D. C., Master, H., Balasundaram, K., Williams, P., Scott, J. T., Wood, C., Cooper, R., Darbyshire, J. L., Gonzalez, A. E., Davies, H. E., Osborne, T., Corrado, J., Iftekhar, N., Rogers, N., Delaney, B., Greenhalgh, T., Sivan, M., & Consortium, L. (2024). Prevalence of orthostatic intolerance in long covid clinic patients and healthy volunteers: A multicenter study. *J Med Virol*, 96(3), e29486.
<https://doi.org/10.1002/jmv.29486>
- Leonard, M. K., Bouchard, K. E., Tang, C., & Chang, E. F. (2015). Dynamic encoding of speech sequence probability in human temporal cortex. *J Neurosci*, 35(18), 7203-7214. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4100-14.2015>
- Li, J., Kong, X., Liu, T., Xian, M., & Wei, J. (2024). The Role of ACE2 in Neurological Disorders: From Underlying Mechanisms to the Neurological Impact of COVID-19. *Int J Mol Sci*, 25(18). <https://doi.org/10.3390/ijms25189960>
- Li, T., Huang, H. Y., Wang, H. D., Gao, C. C., Liang, H., Deng, C. L., Zhao, X., Han, Y. L., & Zhou, M. L. (2022). Restoration of Brain Angiotensin-Converting Enzyme 2 Alleviates Neurological Deficits after Severe Traumatic Brain Injury via Mitigation of Pyroptosis and Apoptosis. *J Neurotrauma*, 39(5-6), 423-434.
<https://doi.org/10.1089/neu.2021.0382>
- Li, Y., Anumanchipalli, G. K., Mohamed, A., Chen, P., Carney, L. H., Lu, J., Wu, J., & Chang, E. F. (2023). Dissecting neural computations in the human auditory pathway using deep neural networks for speech. *Nat Neurosci*, 26(12), 2213-2225.
<https://doi.org/10.1038/s41593-023-01468-4>
- London, K. s. C. (2020). *Accounts COVID-19 Symptom Study*.
- Ma, J. Y., Wu, J. J., Zhu, Y., Zheng, M. X., Hua, X. Y., & Xu, J. G. (2025). Investigating autonomic dysfunction in post-COVID-19 syndrome from skin to brain: A case-control study using EMG-SSR and fNIRS. *Brain Res Bull*, 220, 111158.
<https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2024.111158>
- Madjid, M., Safavi-Naeini, P., Solomon, S. D., & Vardeny, O. (2020). Potential Effects of Coronaviruses on the Cardiovascular System: A Review. *JAMA Cardiol*, 5(7), 831-840. <https://doi.org/10.1001/jamacardio.2020.1286>
- Maira Andretta, E. S. S., Vitória Luiza Santos Damasceno, Carla Moreira Santana, Felipe Trovalim Jordão, Diego Marin Fermino, Verônica Nikoluk Friolani, Thaís Costa dos Santos, Ana Lucia Geraldo, Andressa Moreira Siqueira, Livia Jesus Ferreira, Alisson Galdino Costa, Rafael Lagler and Márcia Aparecida Sperança. (2024). WhatsApp as a Humanized Communication Tool during SARS-CoV-2 Monitoring. In S. Márcia Aparecida (Ed.), *Epidemic Preparedness and Control*. IntechOpen.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.1005015>
- Mansell, V., Hall Dykgraaf, S., Kidd, M., & Goodyear-Smith, F. (2022). Long COVID and older people. *Lancet Healthy Longev*, 3(12), e849-e854.
[https://doi.org/10.1016/S2666-7568\(22\)00245-8](https://doi.org/10.1016/S2666-7568(22)00245-8)
- Mateu, L., Tebe, C., Loste, C., Santos, J. R., Lladós, G., Lopez, C., Espana-Cueto, S., Toledo, R., Font, M., Chamorro, A., Muñoz-Lopez, F., Nevot, M., Vallejo, N., Teis, A., Puig, J., Fumaz, C. R., Muñoz-Moreno, J. A., Prats, A., Estany-Quera, C., . . . Massanella, M. (2023). Determinants of the onset and prognosis of the post-COVID-19 condition: a 2-year prospective observational cohort study. *Lancet Reg Health Eur*, 33, 100724. <https://doi.org/10.1016/j.lanepe.2023.100724>
- McQuaid, C., Brady, M., & Deane, R. (2021). SARS-CoV-2: is there neuroinvasion? *Fluids Barriers CNS*, 18(1), 32. <https://doi.org/10.1186/s12987-021-00267-y>

- Mielle, L. P., Maximiano, M. V. A., Neves-Lobo, I. F., Silva, L. A. F., Goulart, A. C., Romagnolli, C., de Oliveira, G. S. S., Samelli, A. G., & Matas, C. G. (2024). Peripheral and brainstem auditory evaluation in post-COVID-19 individuals. *Clinics (Sao Paulo)*, 79, 100472. <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2024.100472>
- Milovanovic, B., Markovic, N., Petrovic, M., Zugic, V., Ostojic, M., & Bojic, M. (2025). Cross-Sectional Study Evaluating the Role of Autonomic Nervous System Functional Diagnostics in Differentiating Post-Infectious Syndromes: Post-COVID Syndrome, Chronic Fatigue Syndrome, and Lyme Disease. *Biomedicines*, 13(2). <https://doi.org/10.3390/biomedicines13020356>
- Murphy, C. F. B., Rabelo, C. M., Silagi, M. L., Mansur, L. L., Bamiou, D. E., & Schochat, E. (2018). Auditory Processing Performance of the Middle-Aged and Elderly: Auditory or Cognitive Decline? *J Am Acad Audiol*, 29(1), 5-14. <https://doi.org/10.3766/jaaa.15098>
- Murta, T., Leite, M., Carmichael, D. W., Figueiredo, P., & Lemieux, L. (2015). Electrophysiological correlates of the BOLD signal for EEG-informed fMRI. *Hum Brain Mapp*, 36(1), 391-414. <https://doi.org/10.1002/hbm.22623>
- Musiek, F. E. (1983). Assessment of central auditory dysfunction: the dichotic digit test revisited. *Ear Hear*, 4(2), 79-83. <https://doi.org/10.1097/00003446-198303000-00002>
- Musiek, F. E. (1994). Frequency (pitch) and duration pattern tests. *J Am Acad Audiol*, 5(4), 265-268. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7949300>
- Musiek, F. E., Chermak, G. D., Bamiou, D. E., & Shinn, J. (2018). CAPD: The Most Common 'Hidden Hearing Loss': Central auditory processing disorder—and not cochlear synaptopathy—is the most likely source of difficulty understanding speech in noise. In *The ASHA Leader* (Vol. 23, pp. 6-9). ASHA, American Speech-Language Hearing Association. <https://doi.org/10.1044/leader.FMP.23032018.6>
- Musiek, F. E., & Pinheiro, M. L. (1987). Frequency patterns in cochlear, brainstem, and cerebral lesions. *Audiology*, 26(2), 79-88. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3606474>
- Mussa, B. M., Srivastava, A., & Verberne, A. J. M. (2021). COVID-19 and Neurological Impairment: Hypothalamic Circuits and Beyond. *Viruses*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/v13030498>
- Narayanan, S. A., Jamison, D. A., Jr., Guarnieri, J. W., Zaksas, V., Topper, M., Koutnik, A. P., Park, J., Clark, K. B., Enguita, F. J., Leitao, A. L., Das, S., Moraes-Vieira, P. M., Galeano, D., Mason, C. E., Trovao, N. S., Schwartz, R. E., Schisler, J. C., Coelho-Dos-Reis, J. G. A., Wurtele, E. S., & Beheshti, A. (2024). A comprehensive SARS-CoV-2 and COVID-19 review, Part 2: host extracellular to systemic effects of SARS-CoV-2 infection. *Eur J Hum Genet*, 32(1), 10-20. <https://doi.org/10.1038/s41431-023-01462-1>
- Nelwan, E. J., Tunjungputri, R. N., Tetrasiwi, E. N., Lauditta, R. K., & Nainggolan, L. (2022). Extrapulmonary Manifestations COVID-19. *Acta Med Indones*, 54(2), 314-315. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35818654>
- Nunes, C. L., Pereira, L. D., & Carvalho, G. S. (2013). Scale of Auditory Behaviors and auditory behavior tests for auditory processing assessment in Portuguese children. *Codas*, 25(3), 209-215. <https://doi.org/10.1590/s2317-17822013000300004>
- O'Mahoney, L. L., Routen, A., Gillies, C., Jenkins, S. A., Almaqhawi, A., Ayoubkhani, D., Banerjee, A., Brightling, C., Calvert, M., Cassambai, S., Ekezie, W., Funnell, M. P., Welford, A., Peace, A., Evans, R. A., Jeffers, S., Kingsnorth, A. P., Pareek, M., Seidu, S., . . . Khunti, K. (2025). The risk of Long Covid symptoms: a systematic review and meta-analysis of controlled studies. *Nat Commun*, 16(1), 4249. <https://doi.org/10.1038/s41467-025-59012-w>

- Obleser, J., Wise, R. J., Dresner, M. A., & Scott, S. K. (2007). Functional integration across brain regions improves speech perception under adverse listening conditions. *J Neurosci*, 27(9), 2283-2289. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.4663-06.2007>
- Organization, W. H. (2021). *World report on hearing* (CCBY-NC-SA 3.0 IGO).
- Osses Vecchi, A., Varnet, L., Carney, L. H., Dau, T., Bruce, I. C., Verhulst, S., & Majdak, P. (2022). A comparative study of eight human auditory models of monaural processing. *Acta Acust* (2020), 6. <https://doi.org/10.1051/aacus/2022008>
- Oudit, G. Y., Wang, K., Viveiros, A., Kellner, M. J., & Penninger, J. M. (2023). Angiotensin-converting enzyme 2-at the heart of the COVID-19 pandemic. *Cell*, 186(5), 906-922. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.01.039>
- Pereira, L. D., & Schochat, E. (2011). *Testes Auditivos Comportamentais para Avaliação do Processamento Auditivo Central*. Pró-Fono.
- Peterson, D. C., Reddy, V., Launico, M. V., & Hamel, R. N. (2025). Neuroanatomy, Auditory Pathway. In *StatPearls*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30335344>
- Pickles, J. O. (2015). Auditory pathways: anatomy and physiology. *Handb Clin Neurol*, 129, 3-25. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-62630-1.00001-9>
- Plack, C. J. (2023). *The Sense of Hearing* (4 ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003303329>
- Poffo, C., E., R. G., & Silva, D. P. C. (2024). Correlação entre os limiares auditivos e a amplitude de resposta das emissões otoacústicas em adultos pós-COVID-19. *Revista CEFAC*, 26(5). <https://doi.org/10.1590/1982-0216/202426514723s>
- Quaranta, N., Coppola, F., Casulli, M., Barulli, O., Lanza, F., Tortelli, R., Capozzo, R., Leo, A., Tursi, M., Grasso, A., Solfrizzi, V., Sobba, C., & Logroscino, G. (2014). The prevalence of peripheral and central hearing impairment and its relation to cognition in older adults. *Audiol Neurotol*, 19 Suppl 1, 10-14. <https://doi.org/10.1159/000371597>
- Ramos-Escobar, N., Mercier, M., Trebuchon-Fonseca, A., Rodriguez-Fornells, A., Francois, C., & Schon, D. (2022). Hippocampal and auditory contributions to speech segmentation. *Cortex*, 150, 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2022.01.017>
- Rasmus, A., & Blachnio, A. (2021). Auditory Processing Disorders in Elderly Persons vs. Linguistic and Emotional Prosody. *Int J Environ Res Public Health*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph18126427>
- Reveret, L., Leclerc, M., Emond, V., Tremblay, C., Loisel, A., Bourassa, P., Bennett, D. A., Hebert, S. S., & Calon, F. (2023). Higher angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) levels in the brain of individuals with Alzheimer's disease. *Acta Neuropathol Commun*, 11(1), 159. <https://doi.org/10.1186/s40478-023-01647-1>
- Rizvi, A., Ziv, Y., Crawford, J. M., & Trindade, A. J. (2023). Gastrointestinal and Hepatobiliary Symptoms and Disorders with Long (Chronic) COVID Infection. *Gastroenterol Clin North Am*, 52(1), 139-156. <https://doi.org/10.1016/j.gtc.2022.09.002>
- Sardone, R., Battista, P., Donghia, R., Lozupone, M., Tortelli, R., Guerra, V., Grasso, A., Griseta, C., Castellana, F., Zupo, R., Lampignano, L., Sborgia, G., Capozzo, R., Bortone, I., Stallone, R., Fiorella, M. L., Passantino, A., Giannelli, G., Seripa, D., . . . Quaranta, N. (2020). Age-Related Central Auditory Processing Disorder, MCI, and Dementia in an Older Population of Southern Italy. *Otolaryngol Head Neck Surg*, 163(2), 348-355. <https://doi.org/10.1177/0194599820913635>
- Sardone, R., Battista, P., Panza, F., Lozupone, M., Griseta, C., Castellana, F., Capozzo, R., Ruccia, M., Resta, E., Seripa, D., Logroscino, G., & Quaranta, N. (2019). The Age-Related Central Auditory Processing Disorder: Silent Impairment of the Cognitive Ear. *Front Neurosci*, 13, 619. <https://doi.org/10.3389/fnins.2019.00619>

- Sarkesh, A., Daei Sorkhabi, A., Sheykhsaran, E., Alinezhad, F., Mohammadzadeh, N., Hemmat, N., & Bannazadeh Baghi, H. (2020). Extrapulmonary Clinical Manifestations in COVID-19 Patients. *Am J Trop Med Hyg*, 103(5), 1783-1796. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.20-0986>
- Sauve, F., Nampoothiri, S., Fernandois, D., Coelho, C., Dam, J., Ternier, G., Cotellessa, L., Iglesias, C., Müller-Fielitz, H., Dewisme, J., Cecon, E., Lebouvier, T., Perbet, R., Florent, V., Baroncini, M., Sharif, A., Ereño-Orbea, J., Mercado-Gomez, M., Palazon, A., . . . Prevot, V. (2021). *SARS-CoV-2 infects human GnRH neurons and tanycytes, disrupting hypothalamic-pituitary hormonal axes*. Springer Science and Business Media LLC. <https://dx.doi.org/10.21203/rs.3.rs-1050969/v1>
- Schnupp, J., Nelken, I., & King, A. (2012). *Auditory Neuroscience Making Sense of Sound*. The MIT Press.
- Schubotz, R. I., Friederici, A. D., & von Cramon, D. Y. (2000). Time perception and motor timing: a common cortical and subcortical basis revealed by fMRI. *Neuroimage*, 11(1), 1-12. <https://doi.org/10.1006/nimg.1999.0514>
- Shahin, A. J., Kerlin, J. R., Bhat, J., & Miller, L. M. (2012). Neural restoration of degraded audiovisual speech. *Neuroimage*, 60(1), 530-538. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.11.097>
- Skarzynski, P. H., Włodarczyk, A. W., Kochanek, K., Pilka, A., Jedrzejczak, W. W., Olszewski, L., Bruski, L., Niedzielski, A., & Skarzynski, H. (2015). Central auditory processing disorder (CAPD) tests in a school-age hearing screening programme - analysis of 76,429 children. *Ann Agric Environ Med*, 22(1), 90-95. <https://doi.org/10.5604/12321966.1141375>
- SPEAKS, C., & JERGER, J. (1965). Method for measurement of speech identification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 8(2). <https://doi.org/10.1044/jshr.0802.185>
- Steinmann, S., Amselberg, R., Cheng, B., Thomalla, G., Engel, A. K., Leicht, G., & Mulert, C. (2018). The role of functional and structural interhemispheric auditory connectivity for language lateralization - A combined EEG and DTI study. *Sci Rep*, 8(1), 15428. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-33586-6>
- Sukik, L., Chemaitelly, H., Ayoub, H. H., Coyle, P., Tang, P., Hasan, M. R., Yassine, H. M., Al Thani, A. A., Al-Kanaani, Z., Al-Kuwari, E., Jeremijenko, A., Kaleeckal, A. H., Latif, A. N., Shaik, R. M., Abdul-Rahim, H. F., Nasrallah, G. K., Al-Kuwari, M. G., Butt, A., Al-Romaihi, H. E., . . . Abu-Raddad, L. J. (2025). Protection conferred by SARS-CoV-2 infection across a spectrum of reinfection symptoms and severities. *BMJ Open Respir Res*, 12(1). <https://doi.org/10.1136/bmjresp-2024-002718>
- Thaweethai, T., Jolley, S. E., Karlson, E. W., Levitan, E. B., Levy, B., McComsey, G. A., McCorkell, L., Nadkarni, G. N., Parthasarathy, S., Singh, U., Walker, T. A., Selvaggi, C. A., Shinnick, D. J., Schulte, C. C. M., Atchley-Challenner, R., Alba, G. A., Alicic, R., Altman, N., Anglin, K., . . . Consortium, R. (2023). Development of a Definition of Postacute Sequelae of SARS-CoV-2 Infection. *JAMA*, 329(22), 1934-1946. <https://doi.org/10.1001/jama.2023.8823>
- Valenzuela, R., Rodriguez-Perez, A. I., Costa-Besada, M. A., Rivas-Santisteban, R., Garrido-Gil, P., Lopez-Lopez, A., Navarro, G., Lanciego, J. L., Franco, R., & Labandeira-Garcia, J. L. (2021). An ACE2/Mas-related receptor MrgE axis in dopaminergic neuron mitochondria. *Redox Biol*, 46, 102078. <https://doi.org/10.1016/j.redox.2021.102078>
- van Bree, S., Sohoglu, E., Davis, M. H., & Zoefel, B. (2021). Sustained neural rhythms reveal endogenous oscillations supporting speech perception. *PLoS Biol*, 19(2), e3001142. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3001142>
- Vanderheiden, A., & Klein, R. S. (2022). Neuroinflammation and COVID-19. *Curr Opin Neurobiol*, 76, 102608. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2022.102608>

- Viacelli, S. N. A., Bovolini, A., Sperança, S., Faria, S., Mello, R. O., Nepomuceno, P. F., Gonçalves, F. A., & Pereira, L. D. (2016). Percepção dos pais sobre os efeitos do treinamento auditivo acusticamente controlado em crianças. *Distúrbios da Comunicação*, 30(3). <https://doi.org/10.23925/2176-2724.2018v30i3p-542-550>
- Viacelli, S. N. A., Bovolini, A., Sperança, S., Faria, S., Mello, R. O., Nepomuceno, P. F., Gonçalves, F. A., & Pereira, L. D. (2018). Percepção dos pais sobre os efeitos do treinamento auditivo acusticamente controlado em crianças. *Distúrbios da Comunicação*, 30(3), 542. <https://doi.org/10.23925/2176-2724.2018v30i3p-542-550>
- Vitale-Cross, L., Szalayova, I., Scoggins, A., Palkovits, M., & Mezey, E. (2022). SARS-CoV-2 entry sites are present in all structural elements of the human glossopharyngeal and vagal nerves: Clinical implications. *EBioMedicine*, 78, 103981. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2022.103981>
- von Bartheld, C. S., & Butowt, R. (2024). New evidence suggests SARS-CoV-2 neuroinvasion along the nervus terminalis rather than the olfactory pathway. *Acta Neuropathol*, 147(1), 10. <https://doi.org/10.1007/s00401-023-02664-z>
- Wild, C. J., Yusuf, A., Wilson, D. E., Peelle, J. E., Davis, M. H., & Johnsrude, I. S. (2012). Effortful listening: the processing of degraded speech depends critically on attention. *J Neurosci*, 32(40), 14010-14021. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1528-12.2012>
- Wu, F., Zhao, S., Yu, B., Chen, Y. M., Wang, W., Song, Z. G., Hu, Y., Tao, Z. W., Tian, J. H., Pei, Y. Y., Yuan, M. L., Zhang, Y. L., Dai, F. H., Liu, Y., Wang, Q. M., Zheng, J. J., Xu, L., Holmes, E. C., & Zhang, Y. Z. (2020). A new coronavirus associated with human respiratory disease in China. *Nature*, 579(7798), 265-269. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2008-3>
- Xu, J., & Lazartigues, E. (2022). Expression of ACE2 in Human Neurons Supports the Neuro-Invasive Potential of COVID-19 Virus. *Cell Mol Neurobiol*, 42(1), 305-309. <https://doi.org/10.1007/s10571-020-00915-1>
- Yin, T. C. T., Smith, P. H., & Joris, P. X. (2019). Neural Mechanisms of Binaural Processing in the Auditory Brainstem. *Compr Physiol*, 9(4), 1503-1575. <https://doi.org/10.1002/cphy.c180036>
- Zatorre, R. J., Belin, P., & Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends Cogn Sci*, 6(1), 37-46. [https://doi.org/10.1016/s1364-6613\(00\)01816-7](https://doi.org/10.1016/s1364-6613(00)01816-7)
- Zatorre, R. J., & Krumhansl, C. L. (2002). Neuroscience. Mental models and musical minds. *Science*, 298(5601), 2138-2139. <https://doi.org/10.1126/science.1080006>
- Zhao, S., Martin, E. M., Reuken, P. A., Scholcz, A., Ganse-Dumrath, A., Srowig, A., Utech, I., Kozik, V., Radscheidt, M., Brodoehl, S., Stallmach, A., Schwab, M., Fraser, E., Finke, K., & Husain, M. (2024). Long COVID is associated with severe cognitive slowing: a multicentre cross-sectional study. *EClinicalMedicine*, 68, 102434. <https://doi.org/10.1016/j.eclinm.2024.102434>
- Zhou, P., Yang, X. L., Wang, X. G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W., Si, H. R., Zhu, Y., Li, B., Huang, C. L., Chen, H. D., Chen, J., Luo, Y., Guo, H., Jiang, R. D., Liu, M. Q., Chen, Y., Shen, X. R., Wang, X., . . . Shi, Z. L. (2020). A pneumonia outbreak associated with a new coronavirus of probable bat origin. *Nature*, 579(7798), 270-273. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2012-7>
- Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J., Zhao, X., Huang, B., Shi, W., Lu, R., Niu, P., Zhan, F., Ma, X., Wang, D., Xu, W., Wu, G., Gao, G. F., Tan, W., China Novel Coronavirus, I., & Research, T. (2020). A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. *N Engl J Med*, 382(8), 727-733. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2001017>

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

O/A Sr(a) _____,
nascido/a na data de _____, no município de _____,
está sendo convidado a participar do estudo **“Investigação de alterações na saúde física e mental após infecção por SARS-CoV-2: correlação com características epidemiológicas da população e genéticas das variantes dos vírus circulantes”**

Este documento é um termo de consentimento livre e esclarecido – isto significa que ele serve para documentar a sua concordância em participar da pesquisa, sem nenhum tipo de pressão e com todas as informações importantes sobre a sua participação.

a) **Do objetivo e dos procedimentos:**

O objetivo deste estudo é identificar alterações na saúde mental e física (fonoaudiológica) após infecção por coronavírus, incluindo modificações no equilíbrio do corpo, memória, concentração, audição e respiração. Além disso será investigada a presença de marcadores sanguíneos associados a doença e um exame clínico geral pelo médico envolvido no estudo. Todos os procedimentos presenciais, incluindo entrevista sobre saúde mental, exames físicos, exames com equipamentos e coleta de material biológico, serão realizados na enfermaria da pró-reitoria de assuntos comunitários e políticas afirmativas (PROAP) da UFABC, localizada em São Bernardo do Campo, no primeiro andar do bloco Delta.

Com estes propósitos, você está convidado a responder questionários em ambiente virtual e presencialmente, com acompanhamento de um profissional da saúde habilitado, sobre sua saúde mental e física. O tempo de entrevista é de aproximadamente 30 minutos. Haverá a realização de exames específicos sobre sua saúde auditiva e clínica geral. Para investigação da condição clínica dos indivíduos participantes do estudo, um exame físico (inspeção, palpação, ausculta e percussão), com duração de até 20 minutos, poderá vir a ser realizado por profissional da saúde devidamente credenciado.

Quanto aos estudos de sua saúde auditiva, você está sendo convidado a fazer os seguintes exames específicos: audiometria (tonal e vocal) com duração de 30 a 45

minutos, imitanciometria com duração de 20 minutos, avaliação do processamento auditivo central e emissões otoacústicas com duração de 20 minutos, exame de equilíbrio e postura com duração de 15 minutos. São exames indolores e o tempo para a realização para todos os exames é de uma hora e meia a duas horas.

Eventualmente, será solicitado a você uma amostra de sangue periférico ou saliva em algodão para exames laboratoriais. No caso de coleta de sangue, um profissional da saúde, habilitado, fará a coleta após seu consentimento. A coleta de saliva é realizada pelo próprio indivíduo em kit específico e orientado pelos pesquisadores do estudo.

Caso alguma alteração associada a audição seja detectada você será convidado a participar de um programa de reabilitação informal com atividades auditivas e sem custos. Em todos os outros casos, se houverem alterações, o indivíduo será orientado a buscar atendimento médico específico e será fornecido ao indivíduo um laudo da alteração encontrada pelo profissional habilitado.

b) **Dos desconfortos/riscos e benefícios:** O benefício esperado com a pesquisa será diretamente a pessoa participante, com tratamento de sua saúde mental e das alterações auditivas no período pós-covid, além de contribuir com a ciência e trazer benefícios para outras pessoas. Ao participante da pesquisa fica garantido da confidencialidade dos resultados de seus exames e de esclarecimentos permanentes, além da isenção de despesas de sua participação. Quando houver entrevista no formato remoto, por meio do aplicativo whatsapp, poderá haver dificuldade da pessoa voluntária em acessar o aplicativo, perda de conexão ou mesmo dos dados digitados por problemas inerentes a rede de telefonia. Se houver dificuldades do voluntário da pesquisa com o uso do aplicativo, o (a) participante será convidado (a) a participar da entrevista no formato presencial. Em caso de ocorrerem problemas com a rede de telefonia, a entrevista deverá ser remarcada. O exame clínico a ser realizado por um médico habilitado, não traz riscos além de um possível desconforto numa parcela da população que apresenta algum tipo de aversão ao toque. Ademais, o maior benefício é a facilitação de um diagnóstico, possibilitando, então, tratamento adequado à pessoa voluntária. Em caso de haver coleta de sangue, poderá haver desconforto no local de inserção da agulha. A coleta de sangue, se necessária, será feita por profissional da saúde devidamente

habilitado e após concordância do participante. A coleta de saliva é realizada pelo próprio indivíduo da pesquisa seguindo orientações disponíveis nos kits de coleta e não há risco, podendo haver algum desconforto.

c) **Do acompanhamento:** Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. A pesquisadora principal Dra. Márcia Aparecida Sperança, Bióloga pode ser encontrada no endereço – Alameda da Universidade S/N, Bloco Delta, Sala 226 e Laboratório 107, CEP 09606-045, Bairro Anchieta, São Bernardo do Campo, SP, telefone (011) 2320 6414, e-mail (marcia.speranca@ufabc.edu.br). Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da UFABC, localizado na Avenida dos Estados, 5001, Bloco A, Torre 1, 1º andar, Santo André, SP 09210-580 - telefone: (11) 3356-7632, e-mail: cep@ufabc.edu.br. O Comitê de Ética em Pesquisa é um comitê independente do/a pesquisador/a que tem como missão verificar a condução ética de estudos com voluntários humanos; visite cep.ufabc.edu.br para mais detalhes.

Em caso de dúvidas, você também poderá contactar a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa, CONEP, que é uma comissão no nível nacional que regulamenta questões sobre ética em pesquisa com voluntários e avalia certas categorias de estudos. O endereço da CONEP é SRTV 701, SRTVN, Edifício PO 700 - Brasília, DF - Asa Norte, Brasília - DF, 70723-040, tel. (61) 3315-5878, e e-mail conep@saude.gov.br.

- d) **Garantia de plena liberdade:** É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu eventual atendimento na(s) instituição/ões envolvida(s) nesta pesquisa.
- e) **Da garantia de sigilo e privacidade:** As informações obtidas serão analisadas em conjunto com as de outros voluntários, não sendo divulgada a identificação de nenhum participante.

Em caso de haver algum resultado de seus exames que possa ser utilizado para divulgação científica, gostaríamos de saber se você concorda em ter a sua identidade divulgada durante ou depois do estudo? () SIM () NÃO.

Com a mesma finalidade de divulgação científica, você concorda em ter sua imagem divulgada? () SIM () NÃO.

Reforçamos que só será feita qualquer divulgação de sua imagem ou identidade após você aprovar o documento a ser produzido.

- f) **Da documentação:** Você receberá uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, rubricado em todas as páginas e assinado pelos pesquisadores responsáveis. Caso o seu consentimento não se dê por via escrita, tem direito a acesso ao registro.
- g) **Do ressarcimento:** Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo, incluindo, quando existirem, exames e consultas. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.
- h) **Do direito a garantia de indenização:** Em caso de dano pessoal causado pelos procedimentos deste estudo, você tem direito de solicitar indenizações legalmente estabelecidas.
- i) **Do acesso aos resultados:** Você tem direito de ser mantido atualizado sobre os resultados parciais das pesquisas ou de resultados que sejam do conhecimento dos pesquisadores. Neste caso, por favor, indique e-mail a ser usado para a comunicação: _____@_____

É possível que seus dados possam ser utilizados em pesquisas futuras, sempre com garantia do sigilo de sua identidade e imagens. Nesse caso, você autoriza que os dados coletados nesta pesquisa possam ser utilizados em pesquisas futuras?

() SIM () NÃO. No caso de autorizar, deseja ser informado da utilização dos seus dados? () SIM () NÃO. Em caso afirmativo, pelo endereço de e-mail: _____@_____, ou telefone () _____.

ACREDITO ter sido suficientemente esclarecido a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “**Investigação de alterações na saúde física e mental após infecção por SARS-CoV-2: correlação com**

características epidemiológicas da população e genéticas das variantes dos vírus circulantes.

Eu me informei com a pesquisadora Márcia Aparecida Sperança e sua equipe sobre a minha decisão em participar neste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades, prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no atendimento que recebo nesta instituição.

Assinatura do participante

Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha*

Data ____ / ____ / ____

*OBS (Para casos de voluntários não alfabetizados ou portadores de deficiência auditiva ou visual.)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo, sendo que uma via deste documento deve ficar com o participante e outra em posse do pesquisador.

Data ____ / ____ / ____

Assinatura do responsável pelo estudo


Profa. Dra. Márcia Aparecida Sperança

CHECKLIST

QUESTIONÁRIO GERAL -----	☐
TERMO DE CONCENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO -----	☐
QUESTIONÁRIO DE ZUMBIDO -----	☐
QUESTIONÁRIO SAB -----	☐
AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL -----	☐
AUDIOMETRIA -----	☐
IMITANCIOMETRIA -----	☐
TRIAGEM EOA -----	☐
TRIAGEM DO EQUILÍBRIO -----	☐

QUESTIONÁRIO

Projeto de Pesquisa: Investigação sobre saúde mental e alterações de audição, equilíbrio e do processamento auditivo central após infecção por SARS-CoV-2: correlação com características epidemiológicas da população e genéticas das variantes dos vírus circulantes

Parte I – Indicadores demográficos, sociais e condições de saúde

1. Identificação

Nome: _____
RG: _____ CPF _____
Endereço: _____
CEP: _____ Cidade _____
Estado _____ Telefone/Cel _____
E-mail: _____
Data de nascimento: _____ Peso _____ Altura _____
() Funcionário UFABC (TA, Docente); () Terceirizado; () Discente graduação; () Discente pós-graduação; () Pesquisador; () Externo (vínculo com a UFA) _____

Sexo de nascimento:

Masculino () Feminino ()

Identidade de gênero:

- 1 Cisgênero (identifica-se com o sexo de nascimento) ()
- 2 Transgênero, transsexual, travesti (não se identifica com sexo de nascimento) ()
- 3 Não binário (que abarca várias identidades diferentes dentro de si) ()
- 4 Prefiro não informar ()
- 5 Prefiro não me classificar ()

Como você se classifica em termos de cor ou raça?

- 1 Preta ()
- 2 Parda ()
- 3 Indígena ()
- 4 Branca ()
- 5 Amarela ()

Estado civil:

- 1 Solteiro ()
- 2 Casado ()
- 3 Viúvo ()
- 4 Separado judicialmente ()
- 5 Divorciado ()
- 6 Outro ()

Você tem filhos?

Sim () Não ()

Se sim, quantos filhos e qual a data de nascimento deles? _____

É gestante ou está em puerpério?

Sim () Não ()

Maior grau de instrução :

- 1 Ensino fundamental incompleto ()
- 2 Ensino fundamental completo ()
- 3 Ensino médio incompleto ()
- 4 Ensino médio completo ()
- 5 Curso técnico profissionalizante ()
- 6 Supletivo ()
- 7 Ensino superior incompleto ()
- 8 Ensino superior completo ()
- 9 Pós graduação lato sensu ()
- 10 Pós graduação strictu sensu – mestrado ()
- 11 Pós graduação strictu sensu - doutorado ()

12 Pós-doutorado ()

13 Residência ()

Quantas horas semanais dedica aos estudos ?

- 1 Nenhuma ()
- 2 Até 5h ()
- 3 Entre 5h e 10h ()
- 4 Entre 10h e 20h ()
- 5 Mais que 20h ()

Área de formação: _____**Profissão:** _____**Ocupação:** _____**Você exerce trabalho remunerado:**

Sim () Não ()

Se sim:

- 1 Registrado, CLT ()
- 2 Estatutário (público) ()
- 3 Temporário com contrato ()
- 4 Temporário bolsista ()
- 5 Temporário sem vínculo ()
- 6 Outro () _____

Qual é sua renda pessoal mensal? (Valor do salário mínimo em 2023 – R\$ 1.320,00):

- 1 Menor que um salário mínimo ()
- 2 Até 2 salários mínimos ()
- 3 De 3 a 5 salários mínimos ()
- 4 De 6 a 10 salários mínimos ()
- 5 Acima de 10 salários mínimos ()

Qual é sua renda familiar mensal?:

- 1 Menor que um salário mínimo ()
- 2 Até 2 salários mínimos ()
- 3 De 3 a 5 salários mínimos ()
- 4 De 6 a 10 salários mínimos ()
- 5 Acima de 10 salários mínimos ()

O que melhor descreve sua moradia?

- 1 Própria ()
- 2 Cedida ()
- 3 Alugada ()
- 4 Outros ()

Você possui condução própria?

Sim () Não ()

Qual seu principal meio de locomoção?

- 1 A pé, por morar e/ou trabalhar próximo ()
- 2 Condução própria ()
- 3 Transporte público ()
- 4 Carona com amigos ()

5 Outros ()

Você possui plano de saúde?

() Sim () Não

Você tem acesso à Internet?

- 1 Sim, apenas em casa ()
- 2 Sim, apenas no trabalho ()
- 3 Sim, apenas no celular ()
- 4 Sim, em mais de um local ()
- 5 Não ()

Qual o seu principal meio de informação?

- 1 Telefone celular ()
- 2 Jornal ()
- 3 Televisão ()
- 4 Internet ()
- 5 Rádio ()
- 6 Revista ()

Quantas horas semanais tem de atividades relacionadas a lazer?

- 1 Nenhuma ()
- 2 Até 5h ()
- 3 Entre 5h e 10h ()
- 4 Entre 10h e 20h ()
- 5 Mais que 20h

Quantas horas de sono por noite?

- 1 menos de 5h ()
- 2 entre 5h e 6h ()
- 3 entre 6h e 7h ()
- 4 entre 7h e 8h ()
- 5 entre 8h e 9h ()
- 6 mais de 9h ()

Quantas vezes por dia você se alimenta?

(conte também os lanches da manhã e da tarde)

- 1 Uma ou duas vezes por dia ()
- 2 De três a quatro vezes por dia ()
- 3 Mais de cinco vezes por dia ()

Como costuma ser seu café da manhã?

- 1 Café preto e no máximo um biscoitinho ()
- 2 Café com leite, pão branco, margarina, queijo e presunto ()
- 3 Frutas e sucos naturais, cereais integrais, tapioca, pão integral ()
- 4 Outros () Especifique: _____

Qual é, em média, a quantidade de frutas que você consome por dia?

1 Não como frutas nem bebo suco natural de frutas todos os dias ()

2 Três unidades ()

3 Duas ou menos unidades ()

Você consome algum tipo de verdura ou legume todos os dias?

- 1 Não consumo verdura nem legumes ()
- 2 Duas ou menos vezes por semana ()
- 3 Todos os dias ()

Quantas vezes por semana você come carne vermelha?

- 1 Todos os dias ()
- 2 Duas vezes ou mais ()
- 3 Não consumo carne vermelha ()

Você costuma fazer as suas refeições nas dependências da UFABC (copa, restaurante universitário, lanchonetes, etc.)?

Sim () Não ()

Se sim, com que frequência?

- 1 vez/dia ()
- 2 vezes/dia ()
- 3 vezes/dia ()
- 4+ vezes/dia ()

Como é sua rotina de atividades físicas?

- 1 Não tenho praticado atividades físicas ()
- 2 Leve (pratico de 20 a 60 minutos 1 a 2 vezes por semana) ()
- 3 Moderada (pratico de 20 a 60 minutos 2 a 3 por vezes por semana) ()
- 4 Alta (pratico de 20 a 60 minutos 4 a 5 vezes por semana) ()

Como era sua rotina de atividades físicas antes da pandemia?

- 1 Não praticava atividades físicas ()
- 2 Leve (praticava de 20 a 60 minutos 1 a 2 vezes por semana) ()
- 3 Moderada (praticava de 20 a 60 minutos 2 a 3 por vezes por semana) ()
- 4 Alta (praticava de 20 a 60 minutos 4 a 5 vezes por semana) ()

Como foi sua rotina de atividades físicas durante o período de isolamento na pandemia?

- 1 Não praticava atividades físicas ()
- 2 Leve (praticava de 20 a 60 minutos 1 a 2 vezes por semana) ()
- 3 Moderada (praticava de 20 a 60 minutos 2 a 3 por vezes por semana) ()

4 Alta (praticava de 20 a 60 minutos 4 a 5 vezes por semana) ()

Você possui alguma dessas condições?

- 1 Deficiência física ()
- 2 Deficiência auditiva ()
- 3 Deficiência visual ()
- 4 Deficiência intelectual ()
- 5 Surdocegueira ()
- 6 Transtorno global do desenvolvimento (Autismo, Síndrome de Rett, Síndrome de Heller, Síndrome de Asperger, etc.) ()
- 7 Nenhuma ()
- 8 Outra (s) () (descreva) _____

Em caso positivo, a condição aconteceu após infecção por SARS-CoV-2?

Sim () Não ()

Você tem alguma dessas doenças?

- 1 Hipertensão arterial (pressão alta) ()
- 2 Doença cardiovascular (AVC, miocardite, IAM, etc) ()
- 3 Cardiopatia grave ()
- 4 Insuficiência cardíaca ()
- 5 Doença vascular periférica ()
- 6 Colesterol Alto ()
- 7 Diabetes ()
- 8 Obesidade ()
- 9 Doença pulmonar obstrutiva crônica (enfisema ou bronquite crônica) ()
- 10 Asma ()
- 11 Fibrose cística (Mucoviscidose) ()
- 12 Tuberculose ativa ()
- 13 Doença renal crônica ()
- 14 Nefropatia grave ()
- 15 Hepatopatia grave ()
- 16 Doença imunossupressora (ex: HIV, Lupus, Esclerose, etc) ()
- 17 Mal de Parkinson ()
- 18 Doença de Alzheimer ()
- 19 Derrame cerebral ()
- 20 Esclerose múltipla ()
- 21 Câncer (qualquer tipo) ()
- 22 Neoplasia benigna ()
- 23 Espondiloartrose anquilosante ()
- 24 Doença de Paget em estados avançados (Osteíte deformante) ()
- 25 Síndrome de Talidomida ()
- 26 Osteoporose ()
- 27 Outra (s) (especifique)

Em caso positivo, a condição aconteceu após infecção por SARS-CoV-2?

Sim () Não ()

Algum Familiar seu apresenta alguma doença relacionada abaixo?

- 1 Hipertensão arterial (pressão alta) ()
- 2 Doença cardiovascular (AVC, miocardite, IAM, etc) ()
- 3 Cardiopatia grave ()
- 4 Insuficiência cardíaca ()
- 5 Doença vascular periférica ()
- 6 Colesterol Alto ()
- 7 Diabetes ()
- 8 Obesidade ()
- 9 Doença pulmonar obstrutiva crônica (enfisema ou bronquite crônica) ()
- 10 Asma ()
- 11 Fibrose cística (Mucoviscidose) ()
- 12 Tuberculose ativa ()
- 13 Doença renal crônica ()
- 14 Nefropatia grave ()
- 15 Hepatopatia grave ()
- 16 Doença imunossupressora (ex: HIV, Lupus, Esclerose, etc) ()
- 17 Mal de Parkinson ()
- 18 Doença de Alzheimer ()
- 19 Derrame cerebral ()
- 20 Esclerose múltipla ()
- 21 Câncer (qualquer tipo) ()
- 22 Neoplasia benigna ()
- 23 Espondiloartrose anquilosante ()
- 24 Doença de Paget em estados avançados (Osteíte deformante) ()
- 25 Síndrome de Talidomida ()
- 26 Osteoporose ()
- 27 Outra (s) (especifique)

Se sim, qual (is) grau (s) de parentesco?

Em caso positivo, a condição aconteceu após infecção por SARS-CoV-2?

Sim () Não ()

Antes da pandemia você sentia alguns dos sintomas relacionados?

- 1 Dores no corpo ()
- 2 Dor ou aperto no peito ()
- 3 Problemas gastrointestinais, qual (is)?

-
- 4 Náuseas e vômitos ()
 - 5 Aumento ou perda do apetite ()
 - 6 Indigestão ()
 - 7 Dores de cabeça ()
 - 8 Falta de ar ou respiração ofegante ()
 - 9 Batimentos cardíacos acelerados ()
 - 10 Tremores nas mãos e em outras partes do corpo ()
 - 11 Formigamento ()
 - 12 Mãos geladas e suor frio ()
 - 13 Boca seca ()
 - 14 Cansaço ()
 - 15 Desmaio ()
 - 16 Tensão muscular ()
 - 17 Dificuldades para dormir e insônia ()
 - 18 Aumento no consumo de álcool ()
 - 19 Aumento no consumo de outras drogas (ilícitas) ()
 - 20 Dificuldades de concentração ()
 - 21 Raciocínio lento ()
 - 22 Esquecimento ()
 - 23 Nervosismo constante ()
 - 24 Pensamentos negativos ()
 - 25 Medo constante ()
 - 26 Preocupação exagerada que não condiz com a realidade ()
 - 27 Pensamentos descontrolados e obsessivos sobre determinada situação ou problema ()
 - 28 Sensação de morte iminente ()
 - 29 Pânico incontrolável ()
 - 30 Falta de motivação ()
 - 31 Apatia ()
 - 32 Falta de interesse nas atividades que antes lhe davam prazer ()
 - 33 Medos que antes não existiam ()
 - 34 Angústia ()
 - 35 Sensação de vazio ()
 - 36 Isolamento social ()
 - 37 Pensamento constante a respeito de morte ()
 - 38 Medo exagerado de morte ()
 - 39 Pensamentos suicida ()
 - 40 Tentativa de suicídio ()

Se apresentava alguns dos sintomas, com que frequência? _____

Teve diagnóstico de alguma doença mental?

Sim () Não ()

Se sim, qual (is)? _____

Durante o período de isolamento da pandemia você sentia alguns dos sintomas relacionados?

- 1 Dores no corpo ()
 - 2 Dor ou aperto no peito ()
 - 3 Problemas gastrointestinais , qual (is)?:
- _____
- _____

-
- 4 Náuseas e vômitos ()
 - 5 Aumento ou perda do apetite ()
 - 6 Indigestão ()
 - 7 Dores de cabeça ()
 - 8 Falta de ar ou respiração ofegante ()
 - 9 Batimentos cardíacos acelerados ()
 - 10 Tremores nas mãos e em outras partes do corpo ()
 - 11 Formigamento ()
 - 12 Mãos geladas e suor frio ()
 - 13 Boca seca ()
 - 14 Cansaço ()
 - 15 Desmaio ()
 - 16 Tensão muscular ()
 - 17 Dificuldades para dormir e insônia ()
 - 18 Aumento no consumo de álcool ()
 - 19 Aumento no consumo de outras drogas (ilícitas) ()
 - 20 Dificuldades de concentração ()
 - 21 Raciocínio lento ()
 - 22 Esquecimento ()
 - 23 Nervosismo constante ()
 - 24 Pensamentos negativos ()
 - 25 Medo constante ()
 - 26 Preocupação exagerada que não condiz com a realidade ()
 - 27 Pensamentos descontrolados e obsessivos sobre determinada situação ou problema ()
 - 28 Sensação de morte iminente ()
 - 29 Pânico incontrolável ()
 - 30 Falta de motivação ()
 - 31 Apatia ()
 - 32 Falta de interesse nas atividades que antes lhe davam prazer ()
 - 33 Medos que antes não existiam ()
 - 34 Angústia ()
 - 35 Sensação de vazio ()
 - 36 Isolamento social ()
 - 37 Pensamento constante a respeito de morte ()

39 Pensamentos suicida ()

Sim () Não ()

Se sim, qual (is)? _____

[illegible]

[illegible][illegible]

[illegible]

Parte II - Questões sobre vacina e infecção por SARS-CoV-2

1° dose
1 PFIZER ()
2 ASTRAZENICA ()
3 CORONAVAC ()
4 JANSSEN ()
5 OUTRAS ()

1 Nenhum sintoma ()
2 Coriza ()
3 Tosse ()
4 Congestão nasal ()
5 Dor de garganta ()

- 2º dose**
- 1 PFIZER ()
- 2 ASTRAZENICA ()
- 3 CORONAVAC ()
- 4 JANSSEN ()
- 5 OUTRAS ()

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()

- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

3º dose

- 1 PFIZER ()
- 2 ASTRAZENICA ()
- 3 CORONAVAC ()
- 4 JANSSEN ()
- 5 OUTRAS ()

Apresentou sintomas após a vacina?

Quais?

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

4º dose

- 1 PFIZER ()
- 2 ASTRAZENICA ()
- 3 CORONAVAC ()
- 4 JANSSEN ()
- 5 OUTRAS ()

Apresentou sintomas após a vacina?

Quais?

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

5º dose

- 1 PFIZER ()
- 2 ASTRAZENICA ()
- 3 CORONAVAC ()
- 4 JANSSEN ()
- 5 OUTRAS ()

Apresentou sintomas após a vacina?

Quais?

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()

- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Teve infecção por SARS-CoV-2 ANTES da vacina? Sim () Não ()

Sintomas:

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Teve infecção por SARS-CoV-2 DEPOIS da 1ª dose da vacina ? Sim () Não ()

Sintomas

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()

- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Teve infecção por SARS-CoV-2 DEPOIS da 2ª dose da vacina ? Sim () Não ()

Sintomas

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()

- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Teve infecção por SARS-CoV-2 DEPOIS da 3ª dose da vacina ? Sim () Não ()

Sintomas

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Teve infecção por SARS-CoV-2 DEPOIS da 4ª dose da vacina ? Sim () Não ()

Sintomas

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()

- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Teve infecção por SARS-CoV-2 DEPOIS da 5ª dose da vacina ? Sim () Não ()

Sintomas

- 1 Nenhum sintoma ()
- 2 Coriza ()
- 3 Tosse ()
- 4 Congestão nasal ()
- 5 Dor de garganta ()
- 6 Fadiga ()
- 7 Febre ()
- 8 Dor no corpo ()
- 9 Tremores ()
- 10 Cefaleia ()
- 11 Tontura ()
- 12 Corpo mole ()
- 13 Alteração de olfato ()
- 14 alteração de paladar ()
- 15 Alteração de memória ()
- 16 Dificuldade de concentração/raciocínio ()
- 17 Alteração do sono ()
- 18 Dificuldade de ouvir em ambiente ruidoso ()
- 19 Queda de cabelo ()
- 20 Esquecimento ()
- 21 Dificuldade de compreensão ()
- 22 Perda auditiva ()
- 23 Pontura/vertigem ()
- 24 Hipotireoidismo ()
- 25 Dor no braço ()
- 26 Falta de ar ()
- 27 Zumbido ()
- 28 Cansaço ()

Nome: _____ Data de Nascimento ____/____/____

Fonoaudióloga Responsável: _____

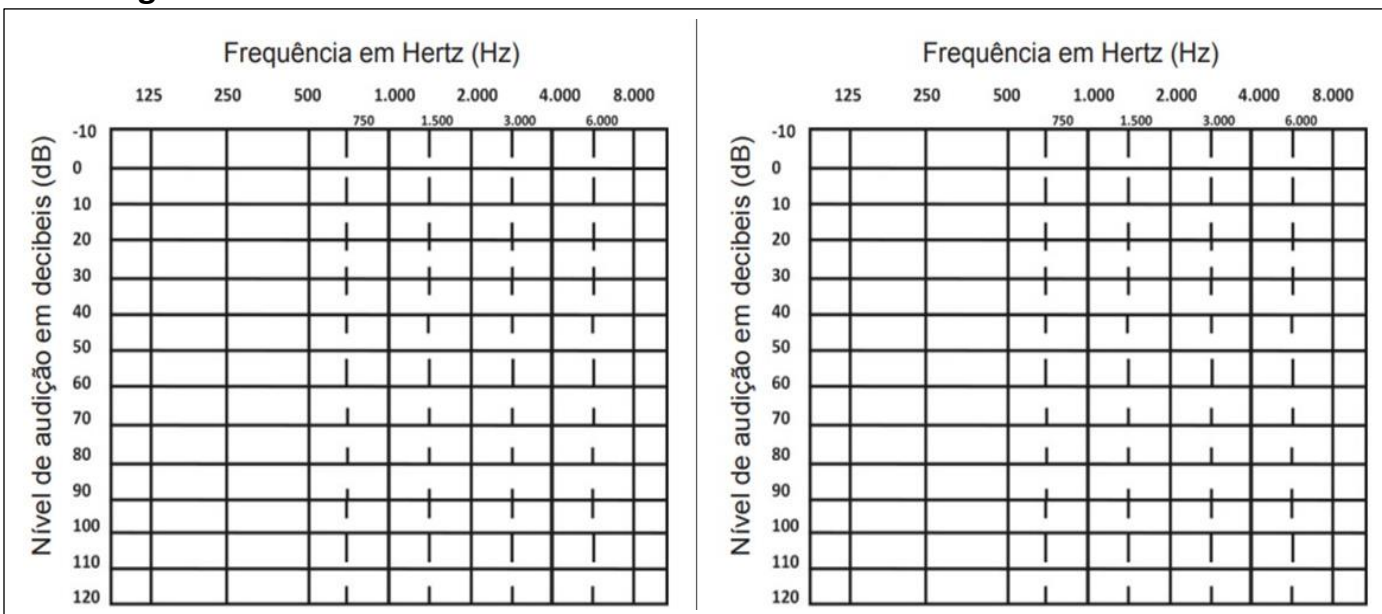
CRFa _____

Audiômetro: _____ Calibração: ____/____/202__

Imitanciômetro: _____ Calibração: ____/____/202__

Exame realizado em ____/____/202__

Audiograma



Audiometria Vocal

Limiar de Reconhecimento de Fala

	Intensidade	Mascaramento
OD		
OE		

Índice Percentual de Reconhecimento de Fala*

Orelha	Estímulo	acertos	intensidade	mascaramento
OD	Monos.			
	Dissil.			
	Trissil.			
OE	Monos.			
	Dissil.			
	Trissil.			

Dados de Imitanciometria

Timpanometria

	OD	OE
Pressão		
Volume		
Complacência		
Gradiente		
Exame realizado com sonda de 226 HZ		

Reflexos Acústicos

Frequência	Limiar OD	Contra	Dif.		Limiar OE	Contra	Dif.		IPSI OD	IPSI OE
500 Hz										
1000 Hz										
2000 Hz										
4000 Hz										
	Sonda na OE				Sonda na OD					

LAUDO: _____

_____ (OMS, 2020). (Jerger, Jerger e Mauldin, 1972; Jerger e Jerger, 1989.)

Fga. _____

CRFa _____

AVALIAÇÃO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO

Projeto de Pesquisa Projeto de Pesquisa: Investigação sobre saúde mental e alterações de audição, equilíbrio e do processamento auditivo central após infecção por SARS-CoV-2: correlação com características epidemiológicas da população e genéticas das variantes dos vírus circulantes

Identificação

Nome:		Idade:	DN:	
Avaliador:	Preferência manual:		Data da avaliação:	
Escolaridade:	Encaminhado por:		Sexo	M () F ()
Endereço:		Telefone:		

ESCALA SAB *Scale of Auditory Behaviours*

Data: ____/____/____.

Nome: _____

Idade atual: _____ Data de nascimento: ____/____/____

Ciclo escolar: _____

Escola: _____

Professor(a): _____

Itens do comportamento	Frequente	Quase empre	Algumas vezes	Esporádico	Nunca
1. Dificuldade para escutar ou entender em ambiente ruidoso	1	2	3	4	5
2. Não entender bem quando alguém fala rápido ou "abafado"	1	2	3	4	5
3. Dificuldade de seguir instruções orais	1	2	3	4	5
4. Dificuldade na identificação e discriminação dos sons de fala	1	2	3	4	5
5. Inconsistência de respostas para informações auditivas	1	2	3	4	5
6. Fraca habilidade de leitura	1	2	3	4	5
7. Pede para repetir as coisas	1	2	3	4	5
8. Facilmente distraído	1	2	3	4	5
9. Dificuldades acadêmicas ou de aprendizagem	1	2	3	4	5
10. Período de atenção curto	1	2	3	4	5
11. Sonha acordado, parece desatento	1	2	3	4	5
12. Desorganizado	1	2	3	4	5

Escore: _____ (soma dos itens circulos)

RESULTADOS DA AVALIAÇÃO AUDIOLÓGICA BÁSICA

Audiometria Tonal Liminar								
	250Hz	500Hz	1000Hz	2000Hz	3000Hz	4000Hz	6000Hz	8000Hz
OD (VA)								
OE (VA)								
OD (VO)								
OE (VO)								

Logaudiometria	
SRT OD:	SRT OE:
IPRF OD:	IPRF OE:
Mascaramento	

Imitancio	OD	OE
VOL OM		
da Pa		
Curva tipo		

RA	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
Contra (sonda OD)				
Contra (sonda OE)				
Ipsi OD				
Ipsi OE				

EMISSÕES OTOACÚSTICAS EVOCADAS		
Transientes	OD ☐ Passou ☐ Falhou	OE ☐ Passou ☐ Falhou
Produto de distorção	OD ☐ Passou ☐ Falhou	OE ☐ Passou ☐ Falhou

✱ TESTES DICÓTICOS *(Pereira, Schochat, 1997):*

1. Teste de Localização Sonora: () direita () esquerda () em cima () frente () atrás
Critério de normalidade: ≥ 4 acertos *(incluindo D e E)* Resultado: ____ / 5

2. Teste de Memória Sequencial para Sons Verbais (TMSV):

✓ produção fonoarticulatória isolada da sílaba PA () CA () TA () FA ()

	Sim	Não		Sim	Não
PA TA CA	()	()	PA TA CA FA	()	()
TA PA CA	()	()	TA CA FA PA	()	()
CA TA PA	()	()	CA FA PA TA	()	()

Resultado: ____ / 3 (com 3 sons)

Resultado: ____ / 3 (com 4 sons)

Critério de normalidade:
 ≥ 2 acertos p/ TMSV ou TMSnV

3. Teste de Memória Sequencial para Sons Não – Verbais (TMSnV):

✓ sino agogô coco guizo (demonstração)

	Sim	Não		Sim	Não
guizo coco sino	()	()	guizo coco sino agogô	()	()
coco guizo sino	()	()	coco guizo sino agogô	()	()
sino guizo coco	()	()	sino guizo agogô coco	()	()

Resultado: ____ / 3 (com 3 sons)

Resultado: ____ / 3 (com 4 sons)

TESTE SSW EM PORTUGUÊS *(Pereira, Schochat, 1997)*

	A	B	C	D		
	DNC	DC	EC	ENC	E	I
1	bota	fora	pega	fogo		
3	cara	vela	roupa	suja		
5	água	limpa	tarde	fresca		
7	joga	fora	chuta	bola		
9	ponto	morto	vento	fraco		
11	porta	lápiz	bela	jóia		
13	rapa	tudo	cara	dura		
15	malha	grossa	caldo	quente		
17	boa	pinta	muito	prosa		
19	faixa	branca	pele	preta		
21	vila	rica	ama	velha		
23	gente	grande	vida	boa		
25	contra	bando	homem	baixo		
27	poço	raso	prato	fundo		
29	pêra	dura	coco	doce		
31	padre	nosso	dia	santo		
33	leite	branco	sopa	quente		
35	quinze	dias	oito	anos		
37	queda	livre	copo	d'água		
39	lava	louça	guarda	roupa		

	E	F	G	H		
	ENC	EC	DC	DNC	E	I
2	noite	negra	sala	clara		
4	minha	nora	nossa	filha		
6	vaga	lume	mori	bundo		
8	cerca	viva	milho	verde		
10	bola	grande	rosa	murcha		
12	ovo	mole	peixe	fresco		
14	caixa	alta	braço	forte		
16	queijo	podre	figo	seco		
18	grande	venda	outra	coisa		
20	porta	mala	uma	luva		
22	lua	nova	taça	cheia		
24	entre	logo	bela	vista		
26	auto	móvel	não me	peça		
28	sono	calmo	pena	leve		
30	folha	verde	mosca	morta		
32	meio	a meio	lindo	dia		
34	cala	frio	bate	boca		
36	sobre	tudo	nosso	nome		
38	desde	quando	hoje	cedo		
40	vira	volta	meia	lata		

1 - Número Total de Erros

Início do teste	DNC	DC	EC	ENC
OD	A	B	C	D
OE	H	G	F	E

Total				
-------	--	--	--	--

Classificação quanto ao grau (≥ 9 anos)	
Normal	≥ 90% de acertos
Leve	80% a 89% de acertos
Moderado	60% a 79% de acertos
Severo	≤ 59% de acertos

2. SSW – S				
COND	DNC	DC	EC	ENC
Total Erros				
Multiplic	X 2,5	X 2,5	X 2,5	X 2,5
SSW – S % erros				
Orelha	OD		OE	
SSW – S % erros				
Total				
SSW – S % erros				

3. SSW – C (só para perda auditiva)				
COND	DNC	DC	EC	ENC
SSW % erros				
IPRF % erros				
SSW – C % erros				
Orelha	OD		OE	
SSW – C % erros				
Total				
SSW – C % erros				

OD: _____ acertos

OE: _____ acertos

Grau: _____

1 - Efeito Auditivo:

	OD	OE	
	a + b + c + d	e + f + g + h	Total erros
TOTAL ERROS			() B/A () A/B () NS

2 - Efeito de Ordem:

	1 ^a s pals.	2 ^a s pals.	
	a + b + e + f	c + d + g + h	Total erros
TOTAL ERROS			() B/A () A/B () NS

3 - Inversões:

4 - Padrão de Resposta Tipo A:

Observações:

	Critério de normalidade					
	DC	EC	EA	EO	Inversões	Tipo A
6 anos	≥ 70%	≥ 55%	[- 8 a + 6]	[- 4 a + 10]	5	6
7 anos	≥ 75%	≥ 65%	[- 8 a + 6]	[- 4 a + 10]	5	6
8 anos	≥ 80%	≥ 75%	[- 6 a + 4]	[- 4 a + 3]	5	3
≥ 9 anos	≥ 90%	≥ 90%	[- 4 a + 4]	[- 3 a + 3]	1	3

IPRF com gravação e Teste de Fala com Ruído *(Pereira, Schochat, 1997)*

Nome:	Idade:
Avaliador:	Data da avaliação:

Lista D1 IPRF	Lista D2 IPRF	Lista D3 FR	Lista D4 FR
1. TIL	1. CHÁ	1. DOR	1. JAZ
2. JAZ	2. DOR	2. BOI	2. CÃO
3. ROL	3. MIL	3. TIL	3. CAL
4. PUS	4. TOM	4. ROL	4. BOI
5. FAZ	5. ZUM	5. GIM	5. NU
6. GIM	6. MEL	6. CAL	6. FAZ
7. RIR	7. TIL	7. NHÁ	7. GIM
8. BOI	8. GIM	8. CHÁ	8. PUS
9. VAI	9. DIL	9. TOM	9. SEIS
10. MEL	10. NU	10. SUL	10. NHÁ
11. NU	11. PUS	11. TEM	11. MIL
12. LHE	12. NHÁ	12. PUS	12. TEM
13. CAL	13. SUL	13. NU	13. ZUM
14. MIL	14. JAZ	14. CÃO	14. TIL
15. TEM	15. ROL	15. VAI	15. LHE
16. DIL	16. TEM	16. MEL	16. SUL
17. DOR	17. FAZ	17. RIR	17. CHÁ
18. CHÁ	18. LHE	18. JAZ	18. ROL
19. ZUM	19. BOI	19. ZUM	19. MEL
20. NHÁ	20. CAL	20. MIL	20. DOR
21. CÃO	21. RIR	21. LHE	21. VAI
22. TOM	22. CÃO	22. LER	22. DIL
23. SEIS	23. LER	23. FAZ	23. TOM
24. LER	24. VAI	24. SEIS	24. RIR
25. SUL	25. SEIS	25. DIL	25. LER
OD: % de acertos	OE: % de acertos	OD: % de acertos	OE: % de acertos

Critério de normalidade	
F/R	≥ 70% de acertos e diferença entre IPRF e F/R < 20%

TESTE DE ESCUTA MONÓTICA E DICÓTICA C/ SENTENÇAS PSI () SSI ()

Nome:	Idade:
Avaliador:	Data da avaliação:

OT	M dB NA	MC dB NA	relação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	acertos %
----	---------------	----------------	---------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	--------------

OD			0 / MCC											
OD			- 40 / MCC											

OE			0 / MCC											
OE			- 40 / MCC											

OD			0 / MCI											
OD			- 10 / MCI											
OD			- 15 / MCI											

OE			0 / MCI											
OE			- 10 / MCI											
OE			- 15 / MCI											

TESTE DE ESCUTA MONÓTICA DE BAIXA REDUNDÂNCIA

Teste de Reconhecimento de Monossílabos com Figuras:

OT	M dBNA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Acertos %
OD												
OE												

Mensagem Competitiva: Ruído Branco – WN

Teste de fala com ruído com figuras

OT	M dB NA	MC dB NA	relação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	acertos %
OD			+ 5 / MCI											
OE			+ 5 / MCI											

Mensagem Competitiva: História Infantil

Teste PSI com palavras

OT	M dB	MC dB	relação	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	acertos %
OD			+ 5 / MCI											
OE			+ 5 / MCI											

Teste	Situação	Critério de normalidade
PSI / SSI (frases)	MCC (relação 0 e -40)	≥ 90% de acertos
PSI / SSI (frases)	MCI (relação 0)	≥ 80% de acertos
PSI / SSI (frases)	MCI (relação -10)	≥ 70% de acertos
PSI / SSI (frases)	MCI (relação -15)	≥ 60% de acertos
PSI com palavras	MCI (relação +5)	≥ 90% de acertos
F/R com apoio de figuras	MCI (relação +5)	≥ 90% de acertos

TESTE DICÓTICO CONSOANTE – VOGAL (Pereira, Schochat, 1997)

Nome:	Idade:
Avaliador:	Data da avaliação:

	Atenção livre		Atenção direita		Atenção esquerda	
	E	D	E	D	E	D
1	GA	TA	GA	TA	GA	TA
2	BA	GA	BA	GA	BA	GA
3	TA	CA	TA	CA	TA	CA
4	BA	DA	BA	DA	BA	DA
5	DA	GA	DA	GA	DA	GA
6	TA	BA	TA	BA	TA	BA
7	CA	DA	CA	DA	CA	DA
8	GA	PA	GA	PA	GA	PA
9	PA	CA	PA	CA	PA	CA
10	CA	BA	CA	BA	CA	BA
11	DA	PA	DA	PA	DA	PA
12	PA	TA	PA	TA	PA	TA

	Atenção livre		Atenção direita		Atenção esquerda	
	D	E	D	E	D	E
1	GA	TA	GA	TA	GA	TA
2	BA	GA	BA	GA	BA	GA
3	TA	CA	TA	CA	TA	CA
4	BA	DA	BA	DA	BA	DA
5	DA	GA	DA	GA	DA	GA
6	TA	BA	TA	BA	TA	BA
7	CA	DA	CA	DA	CA	DA
8	GA	PA	GA	PA	GA	PA
9	PA	CA	PA	CA	PA	CA
10	CA	BA	CA	BA	CA	BA
11	DA	PA	DA	PA	DA	PA
12	PA	TA	PA	TA	PA	TA

Atenção Livre: OD _____ OE _____ erros _____
 Atenção Direita: OD _____ OE _____ erros _____
 Atenção Esquerda: OD _____ OE _____ erros _____

Faixa etária	TDCV	Número mínimo de acertos		Número máximo de erros
		OD	OE	
7 anos	Atenção livre ¹	7	3	8
	Atenção direita ¹	7	4	7
	Atenção esquerda	7	4	6
8 – 12 anos	Atenção livre ¹	8	4	6
	Atenção direita ¹	8	3	6
	Atenção esquerda	7	6	6
	¹ Espera-se VOD			
≥12 anos	Atenção livre	19 acertos e VOD		5
	Atenção direita	Acertar 2 ou mais sílabas à D, em relação à atenção livre		5
	Atenção esquerda	Acertar 4 ou mais sílabas à E, em relação à atenção livre		5
Canhotos	Atenção livre	VOD ou VOE		5
	Atenção direita	VOD		5
	Atenção esquerda	VOE		5

TESTE DE PADRÃO DE FREQUÊNCIA (Frank Musiek)
G: 880 Hz em 150mseg A: 1122 Hz em 150 mseg

NOMEAÇÃO						HUMMING					
1	AAG		31	GGA		1	AAG		31	AGG	
2	AGG		32	GGA		2	AGA		32	GGA	
3	GAG		33	AAG		3	GGA		33	AAG	
4	GAA		34	GAG		4	AGG		34	GAG	
5	GAA		35	GAA		5	GGA		35	GGA	
6	GGA		36	AGA		6	AGG		36	AGG	
7	GGA		37	AGA		7	GAG		37	AAG	
8	AGA		38	AGG		8	AAG		38	AAG	
9	AAG		39	AAG		9	AGG		39	GGA	
10	GAA		40	GAA		10	GAA		40	AAG	
11	AGG		41	GGA		11	AGA		41	GAG	
12	GAG		42	AGG		12	GAG		42	GAG	
13	AAG		43	AGG		13	GAA		43	AGA	
14	AAG		44	GAG		14	AAG		44	GAA	
15	AGA		45	AGA		15	AGA		45	GAG	
16	GAG		46	GAA		16	GGA		46	GAG	
17	GAA		47	GGA		17	AGA		47	AGA	
18	GGA		48	AGG		18	GAA		48	AGG	
19	AGA		49	AGG		19	GGA		49	GAA	
20	GGA		50	GAG		20	AGA		50	AGA	
21	AGA		51	AAG		21	GGA		51	AGG	
22	GGA		52	AGG		22	AGA		52	GGA	
23	AAG		53	GGA		23	GAG		53	AGG	
24	AGA		54	GAG		24	AGG		54	GAA	
25	AAG		55	GAG		25	AAG		55	AGA	
26	AGA		56	AGG		26	GAA		56	AAG	
27	AGA		57	AGG		27	AGG		57	GAA	
28	GAG		58	GAA		28	GAA		58	AAG	
29	GAA		59	GAA		29	AAG		59	GAA	
30	AAG		60	GAG		30	GAG		60	GAG	

	Nomeação	Humming
OD		
OE		
Binaural		

Faixa etária	Critério de normalidade	Modalidade
≥ 12 anos	≥ 76% de acertos	Nomeação = Humming

TESTE DE PADRÃO DE DURAÇÃO (Frank Musiek)
L: 500 ms, 1000Hz C: 250 ms, 1000Hz

Treino: 1. LCL 2. LLC 3. CLL 4. LLC 5. CCL
 6. CLL

NOMEAÇÃO			HUMMING		
1	LLC		31	CLL	
2	LCC		32	LCC	
3	CCL		33	CCL	
4	CLL		34	LCL	
5	CCL		35	LLC	
6	LCC		36	CLL	
7	CLL		37	LCC	
8	LCL		38	CLL	
9	LCC		39	CLC	
10	LLC		40	CCL	
11	LCC		41	LCC	
12	CLC		42	LLC	
13	LLC		43	CLL	
14	LLC		44	LCL	
15	CCL		45	LCC	
16	CLL		46	LCL	
17	CLC		47	CLC	
18	LLC		48	CLC	
19	LLC		49	CCL	
20	LCL		50	CCL	
21	CCL		51	CLC	
22	LCC		52	LCL	
23	CLC		53	LCL	
24	LCL		54	CLC	
25	CLC		55	LLC	
26	CCL		56	LCC	
27	CLC		57	LCL	
28	CCL		58	LCC	
29	CLC		59	CLL	
30	LCL		60	CLL	

Faixa etária	Critério de normalidade	Modalidade
10 e 11 anos	≥ 83% de acertos	Humming
10 e 11 anos	≥ 76% de acertos	Nomeação
≥ 12 anos	≥ 83% de acertos	Nomeação = Humming

	Nomeação	Humming
OD		
OE		
Binaural		

Teste de Detecção de Intervalos Aleatórios RGDT-EXP (Revised AFT-R)

**Interstimulus Interval (Gap) in msec.
(In order of presentation)**

. EXPANDED TONES

Subtest 5: Expanded

	90	50	200	100	300	80	60	250	70	150	
500 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec.
	60	200	80	100	250	300	50	70	90	150	
1000 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec
	60	90	100	300	50	250	150	70	200	80	
2000 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec
	90	300	80	100	50	250	60	150	70	200	
4000 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec

. TONES

Subtest 1: Screening/Pratice

	0	2	5	10	15	20	25	30	40	
	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec.

Subtest 2: Standard

	10	40	15	5	0	25	20	2	30	
500 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap _____ msec
	30	10	15	2	0	40	5	20	25	
1000 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec
	20	2	40	5	10	25	15	0	30	
2000 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec
	5	10	40	15	20	2	30	0	25	
4000 Hz	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	Lowest Gap_____msec

Faixa Etária	Critério de normalidade (<i>Ziliotto,Pereira, 2005</i>)
5 – 6 anos	Média das 4 frequências sonoras $\leq$ 15 ms
7 anos ou mais	Média das 4 frequências sonoras $\leq$ 10 ms