

Correlação entre os limiares auditivos e a amplitude de resposta das emissões otoacústicas em adultos pós-COVID-19

Correlation between auditory thresholds and the response amplitude of otoacoustic emissions in post-COVID-19 adults

Camila Poffo¹ 

Georgea Espindola Ribeiro² 

Daniela Polo Camargo da Silva¹ 

¹ Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Departamento de Fonoaudiologia, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil.

² Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, Brasil.

RESUMO

Objetivo: verificar a acuidade auditiva e correlacionar os limiares auditivos da Audiometria Tonal Liminar (ATL) com as Emissões Otoacústicas Evocadas Transientes (EOET) e por Produto de Distorção (EOEPD) em adultos pós-COVID-19.

Métodos: estudo transversal, analítico, realizado entre outubro de 2021 e outubro de 2022, com 63 adultos pós-COVID-19 (com faixa etária entre 20-53 anos). Foram realizados: ATL, EOET e EOEPD. Os resultados foram apresentados descritivamente, e utilizou-se o teste de correlação de Spearman.

Resultados: não foi identificada perda auditiva. A maioria das bandas de frequências estavam presentes em ambos os exames de emissões. Houve correlação negativa e significativa entre os limiares da ATL e EOET nas bandas de frequências de 500-1.500 Hz e 1.500-2.500 Hz à esquerda e entre os limiares da ATL e EOEPD nas bandas de frequências de 1.000, 2.000 e 4.000 Hz à direita, e de 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz à esquerda.

Conclusão: indivíduos adultos pós-COVID-19 apresentaram limiares dentro dos padrões de normalidade, com resposta presente para EOET e EOEPD. Houve correlação negativa entre as EOET e EOEPD e o limiar de via aérea da ATL, indicando que maiores limiares de ATL estão associados a menores amplitudes de resposta das emissões.

Descritores: Infecções por Coronavírus; Audição; Perda Auditiva; Adulto

ABSTRACT

Purpose: to verify the auditory acuity and correlate auditory thresholds of pure tone audiometry (PTA) with transient-evoked otoacoustic emissions (TEOAE) and distortion-product otoacoustic emissions (DPOAE) in post-COVID-19 adults.

Methods: an analytical cross-sectional study, conducted between October 2021 and October 2022, with 63 post-COVID-19 adults (age range 20-53 years old). The following were performed: PTA, TEOAE, and DPOAE. The results were presented descriptively, and Spearman's correlation test was used.

Results: no hearing loss was identified. Most frequency bands were present in both emissions tests. There was a negative and significant correlation between the PTA and TEOAE thresholds in the frequency bands of 500–1500 Hz and 1500–2500 Hz on the left and between the PTA and DPOAE thresholds in the frequency bands of 1000, 2000, and 4000 Hz on the right and 1000, 2000, 3000, 4000, 6000, and 8000 Hz on the left.

Conclusion: post-COVID-19 adults presented auditory thresholds within normal limits, with a response to TEOAE and DPOAE. There was a negative correlation between TEOAE and DPOAE and the PTA air threshold, indicating that higher PTA thresholds are associated with lower emission response amplitude.

Keywords: Coronavirus Infections; Hearing; Hearing Loss; Adult

Estudo realizado na Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil.

Fonte de financiamento: Nada a declarar

Conflito de interesses: Inexistente

Endereço para correspondência:

Daniela Polo Camargo da Silva
Universidade Federal de Santa Catarina,
Departamento de Fonoaudiologia
Rua Engenheiro Agrônomo Andrei
Cristian Ferreira, s/n – Trindade
CEP: 88040-900 - Florianópolis,
Santa Catarina, Brasil
E-mail: daniela-polo@uol.com.br

Recebido em 15/01/2024

Recebido na versão revisada em
22/04/2024

Aceito em 30/07/2024



© 2024 Poffo et al. Este é um artigo publicado em acesso aberto (Open Access) sob a licença Creative Commons Attribution, que permite uso, distribuição e reprodução em qualquer meio, sem restrições desde que o trabalho original seja corretamente citado.

INTRODUÇÃO

A infecção por coronavírus (SARS-CoV-2) foi identificada na província de Wuhan, na China, no final de 2019. Em março de 2020, a Organização Mundial da Saúde declarou a situação de pandemia, denominada de COVID-19, em todos os continentes¹.

Trata-se de uma doença infectocontagiosa, cuja transmissão acontece por meio da inalação de gotículas de saliva ou de secreções respiratórias, que ficam suspensas no ar, após a pessoa contaminada tossir ou espirrar, e/ou contato físico com objetos e superfícies contaminadas^{2,3}. Os indivíduos infectados podem não apresentar manifestações aparentes da doença (assintomáticos), como podem desenvolver quadros clínicos leves, semelhantes aos sintomas da gripe, ou graves, como a Pneumonia e a Síndrome Respiratória Aguda Grave (SRAG). A depender da condição clínica do infectado, intervenções mais invasivas são necessárias, podendo evoluir a óbito^{4,5}.

Sabe-se que as infecções virais, como Citomegalovírus, Rubéola e Sarampo, podem ocasionar perda auditiva do tipo sensorioneural^{6,7}, cujas consequências diferem, de acordo com o tipo de vírus e incluem desde danos diretos às estruturas do ouvido interno, como morte celular, até danos indiretos, como inflamação ou comprometimento vascular a depender do tratamento para cada vírus. Desta forma, a infecção por SARS-CoV-2 como um causador de perda auditiva segue em estudo⁸.

Há evidências crescentes sugerindo que a perda auditiva pode fazer parte do espectro clínico da COVID-19 e pode, em alguns casos, sinalizar o início da doença⁸. A literatura aponta casos em que a perda de audição súbita foi encontrada como o único sintoma apresentado pelos pacientes^{9,10}. As relações com a perda auditiva do tipo condutiva também têm sido verificadas^{11,12}. Alguns autores sugerem que a otite média deveria ser considerada uma manifestação ou sintoma associado à COVID-19¹². O conhecimento de tal apresentação tornou-se importante, durante o período pandêmico, para prevenir a disseminação de infecções, por meio do isolamento e para a definição de estratégias para iniciar o tratamento da perda de audição⁹.

Em relação à acuidade auditiva e ao desempenho no exame de emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente (EOET) em indivíduos acometidos pela COVID-19, de forma assintomática, o primeiro relato da literatura mostrou um aumento significativo dos limiares auditivos por via aérea nas frequências de

4.000, 6.000 e 8.000 Hz, na audiometria tonal liminar (ATL), com menor amplitude média de resposta nas EOET, quando comparados ao grupo controle, sugerindo comprometimento no funcionamento das células ciliadas da cóclea¹³. Desta forma, estudos sugerem que tal doença possui propriedades neurotrópicas, com manifestações no epitélio sensorial, como no labirinto, o que reforça a importância da avaliação detalhada da função coclear em paciente com infecção por SARS-CoV-2⁸.

Dado que, o exame de emissões otoacústicas evocadas (EOEs) detecta alterações, mesmo antes do surgimento de sintomas relacionados à acuidade auditiva, sua aplicação se revela crucial na detecção precoce de possíveis danos à função coclear^{8,13}. Portanto, é fundamental realizar esses exames de EOEs, tanto por estímulos transientes como por produto de distorção (EOEPD), em indivíduos que tiveram COVID-19, independentemente de terem sido assintomáticos ou não.

Ademais, considerando que, nem sempre a perda auditiva pode se instalar imediatamente após o contágio da doença e que danos podem ocorrer de forma subclínica⁸, estudos são necessários para o desenvolvimento de direcionamento clínico e abordagens multidisciplinares baseadas em evidência¹⁴. A dimensão global e a proporção de pacientes que apresentaram a COVID-19 tornou indispensável o conhecimento sobre o comportamento do vírus na via auditiva e seus possíveis danos à audição. Assim, o objetivo deste estudo foi verificar a acuidade auditiva e a correlação entre os limiares auditivos da ATL e a amplitude de resposta das EOET e EOEPD em adultos pós-COVID-19.

MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, analítico, realizado em uma clínica. A coleta de dados ocorreu no período compreendido entre outubro de 2021 e outubro de 2022, sendo iniciada mediante aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos (CEPSH) da Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil, sob parecer número 5.019.582 e CAAE número 515455210.0.0000.0121.

A amostra não probabilística, de conveniência, justifica-se pelo período da coleta e falta de financiamento. A casuística foi composta por indivíduos adultos, de ambos os sexos, que tiveram COVID-19 de forma sintomática, com confirmação do diagnóstico pelo teste RT-PCR (reação de transcriptase reversa seguida de

reação em cadeia da polimerase), sem outras comorbidades. Todos os participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Foram incluídos adultos, de ambos os sexos, com teste PCR positivo para COVID-19, que não necessitaram de internação hospitalar, sem queixas otológicas prévias à infecção e sem hábitos de exposição à ruído.

Constituíram critérios de exclusão: malformação de orelha externa, média ou interna, tumores envolvendo o sistema auditivo, cirurgia otológica prévia, trauma acústico e trauma craniano (constatados no momento da anamnese), bem como presença de cerúmen obstrutivo na data da avaliação, alterações condutivas observadas na ATL e na medida de imitância acústica e a não realização de todos os procedimentos audiológicos.

As informações obtidas na amostra foram extraídas por meio da anamnese e todos os testes foram realizados em cabina acusticamente tratada.

Procedimentos de avaliação

- **Anamnese:** dados do histórico geral de saúde, incluindo doenças concomitantes, uso de medicações, doenças otorrinolaringológicas prévias e possíveis queixas audiológicas. Antes dos procedimentos audiológicos, foi realizada a inspeção do meato acústico externo para descartar obstruções por cerúmen, com o otoscópio *Heine Mini 3000*.
- **Audiometria Tonal Liminar (ATL):** avaliação do tipo, grau e configuração audiométrica. Feita em cabina acústica, com audiômetro *Otometrics*, modelo *MADSEN Astera2*, fones da marca *SENNHEISER HDA 200*. Foram pesquisados os limiares tonais nas frequências de 250, 500, 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz por via aérea e, para os indivíduos com limiares aéreos maiores ou iguais a 20 dBNA, foram pesquisados os limiares tonais de via óssea na respectiva frequência, contidos entre 500 e 4.000 Hz, com o vibrador ósseo B-71 posicionado na mastoide. O método utilizado foi o descendente. O limiar foi definido na menor intensidade que houvesse 50% de identificação do estímulo. O critério para classificação de normalidade foi o adotado por Silman e Silverman (1997)¹⁵, dessa forma, limiares ≤ 25 dBNA, em qualquer frequência avaliada, foram considerados dentro dos padrões de normalidade.

- **Emissões Otoacústicas Evocadas por estímulo Transiente (EOET):** avaliação do funcionamento das células ciliadas externas da cóclea. Auxiliou no diagnóstico precoce de alterações auditivas cocleares, já que podem mostrar alterações em pacientes com ATL normal. Pesquisadas no equipamento *Eclipse EP25, Interacoustics*, com estímulo clique com espectro de frequência de 500-1.500 Hz, 1.500-2.500 Hz, 2.500-3.500 Hz, 3.500-4.500 Hz e 4.500-5.500 Hz em 80 dBNPS de intensidade, taxa de apresentação de 21.1/s e total de 2.000 estímulos, janela de 12 ms e nível de ruído máximo 48,47 dB SPL. Para respostas presentes, foram aceitas: relação sinal/ruído > 3 dB, reprodutibilidade geral $\geq 75\%$ e estabilidade mínima de 70%¹⁶.
- **Emissões Otoacústicas Evocadas por Produto de Distorção (EOEPD):** foram desencadeadas por dois tons puros diferentes e informaram o funcionamento das células ciliadas externas da cóclea, com especificidade de frequência. Equipamento *Eclipse EP 25 Interacoustics*, nas frequências 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz, com razão F1/F2 de 1,22, com intensidade L1 de 65 dB NPS e L2 55 dB NPS. Para respostas presentes foram consideradas: relação sinal ruído ≥ 6 dB, estabilidade superior a 80%, número de estímulos rejeitados $< 20\%$ do total das apresentações¹⁷.

Análise Estatística

Foram apresentados os dados descritivos dos limiares auditivos de via aérea da ATL e amplitude de resposta das EOET e EOEPD por meio de figuras.

Para verificar a relação das amplitudes de respostas das EOET e EOEPD entre os limiares auditivos de via aérea da ATL foi aplicado o teste de correlação de *Spearman*. O nível de significância adotado foi de 5% ($p < 0,05$) e as análises foram realizadas no programa *Jamovi* versão 2.3.21.

Foram considerados os parâmetros de Cohen na interpretação dos valores de correlação: entre 0,10 e 0,29 indicaram correlação inexistente ou fraca, valores entre 0,30 e 0,49 indicaram que existiu correlação moderada e valores entre 0,50 e 1 foram interpretados como sinais de forte correlação¹⁸.

RESULTADOS

Atenderam aos critérios de inclusão 63 adultos (20 homens e 43 mulheres), com idades entre 20 e 53 anos, média de 32,7 (\pm 7,53 anos).

Na data da coleta, mais da metade dos indivíduos já estavam vacinados (57,14%), houve relato de

uso de medicações de forma “preventiva”, como a ivermectina, ou para o alívio dos sintomas mencionados, como o paracetamol e a dipirona em 33,33%. Em relação aos sintomas auditivos, zumbido, plenitude auricular, vertigem e otalgia foram relatados pelos indivíduos (Tabela 1).

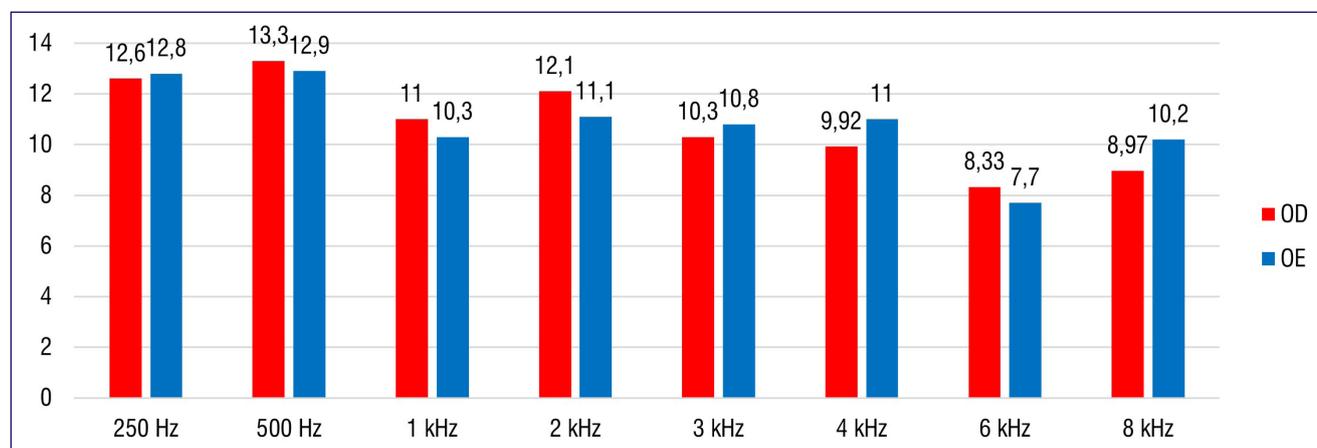
Tabela 1. Frequência relativa dos sintomas auditivos relatados pelo grupo COVID-19 (63 participantes)

Variáveis	Sim (%)
Zumbido	25,39
Plenitude Auricular	20,63
Vertigem	14,28
Otalgia	4,76

Legenda: (%) – Porcentagem.

Na ATL, observou-se que a maioria dos avaliados apresentou limiares menores ou iguais a 25 dBNA, com a observação de um limiar aéreo de 30 dBNA na frequência 2.000 Hz na orelha direita e um em 3.000 Hz na orelha esquerda (sendo os limiares da via

óssea acoplados nessas situações), um em 30 dBNA na frequência de 8.000 Hz da orelha esquerda e dois em 35 dBNA também em 8.000 Hz bilateralmente. Os valores médios dos limiares auditivos de ambas as orelhas foram apresentados na Figura 1.

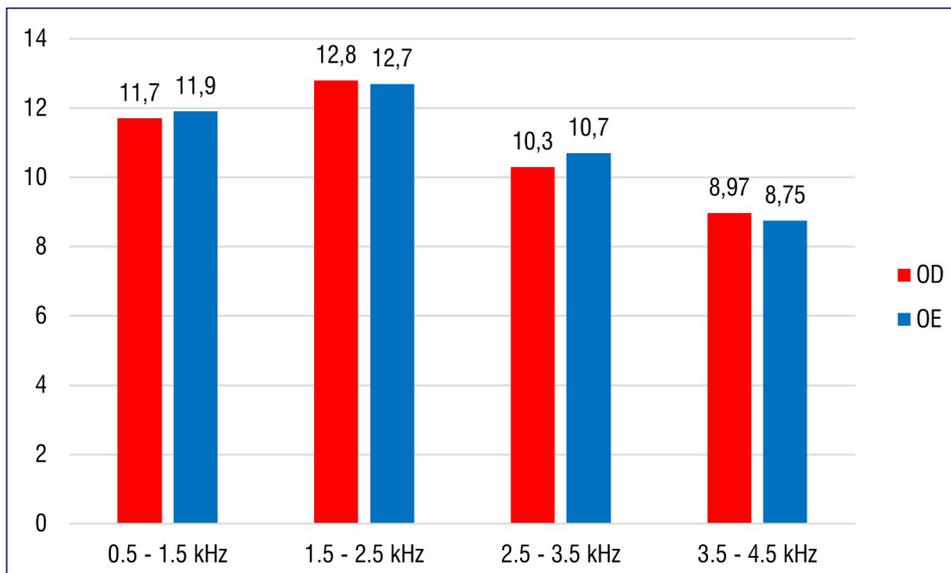


Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

Figura 1. Valores médios dos limiares aéreos da audiometria tonal liminar em indivíduos que tiveram COVID-19, em ambas as orelhas

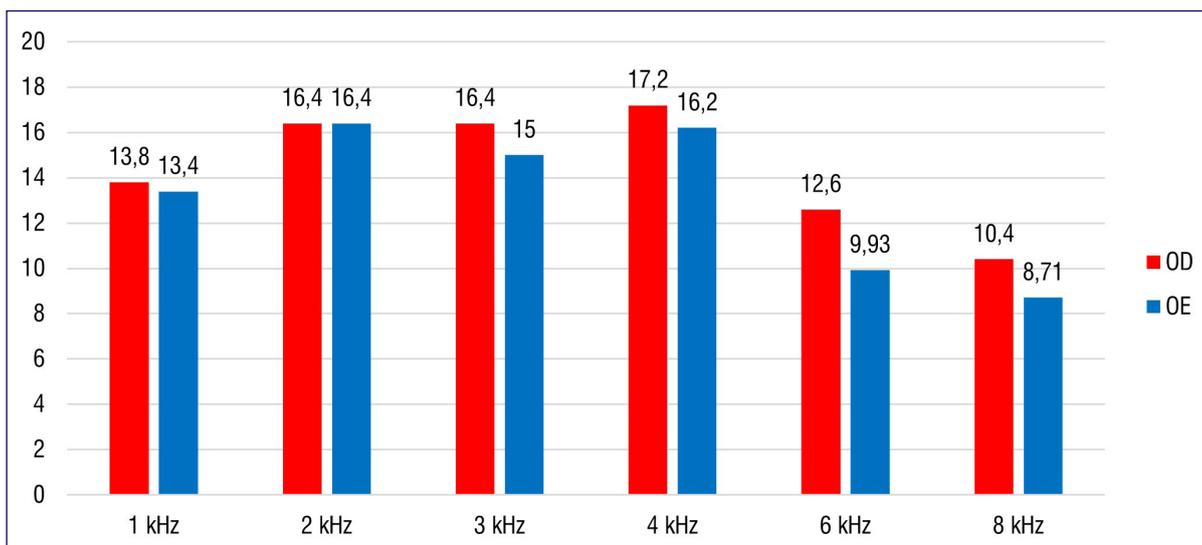
Tanto no exame de EOET quanto nas EOEPD os indivíduos apresentaram presença de resposta na maioria das bandas de frequências bilateralmente e os

valores médios de ambas as orelhas foram apresentados, respectivamente, nas Figuras 2 e 3.



Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

Figura 2. Valores médios da amplitude de resposta no exame de emissões otoacústicas evocadas transiente em indivíduos que tiveram COVID-19, em ambas as orelhas



Legenda: OD = orelha direita; OE = orelha esquerda.

Figura 3. Valores médios da amplitude de resposta no exame de emissões otoacústicas evocadas produto de distorção em indivíduos que tiveram COVID-19, em ambas as orelhas

Ao verificar a relação entre os limiars auditivos da ATL e a amplitude de resposta da EOET, foi verificada uma correlação moderada, negativa e significativa nas frequências de 1.000 e 2.000 Hz da orelha esquerda.

Isso indica que, quanto maior o limiar de via aérea da ATL, menor a amplitude de resposta da EOET nessas frequências (Tabela 2; correlação de *Spearman*).

Tabela 2. Correlação entre as amplitudes de resposta das emissões otoacústicas evocadas transientes e limiares de via aérea da audiometria tonal liminar, no grupo COVID-19

Comparações	rs de Spearman	p-valor
1000 Hz ATL e 500-1500 Hz EOET OD	-0,117	0,362
2000 Hz ATL e 1500-2500 Hz EOET OD	-0,193	0,130
3000 Hz ATL e 2500-3500 Hz EOET OD	0,037	0,775
4000 Hz ATL e 3500-4500 Hz EOET OD	0,396	0,396
1000 Hz ATL e 500-1500 Hz EOET OE	-0,372	0,003*
2000 Hz ATL e 1500-2500 Hz EOET OE	-0,382	0,002*
3000 Hz ATL e 2500-3500 Hz EOET OE	-0,058	0,649
4000 Hz ATL e 3500-4500 Hz EOET OE	-0,229	0,071

ATL = Audiometria tonal liminar; EOET= Emissões otoacústicas evocadas transientes; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; Hz=Hertz;

* = estatisticamente significante

Da mesma forma, a relação entre os limiares auditivos da ATL e a amplitude de resposta da EOEPD foi significativa nas frequências de 1.000, 2.000 e 4.000 Hz para a orelha direita e nas frequências de 1.000, 2.000, 3.000, 4.000, 6.000 e 8.000 Hz para a orelha esquerda. Todas as correlações foram negativas,

mostrando que, quanto maior o limiar de via aérea da ATL, menores são as amplitudes de resposta das EOEPD, nessas frequências. A força da correlação foi fraca na orelha direita e de moderada a forte na orelha esquerda, na maioria das frequências (Tabela 3; *correlação de Spearman*).

Tabela 3. Correlação entre as amplitudes de resposta das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção e limiares de via aérea da audiometria tonal liminar, no grupo COVID-19

Comparações	rs de Spearman	p-valor
1000 Hz ATL e 1000 Hz EOEPD OD	-0,288	0,022*
2000 Hz ATL e 2000 Hz EOEPD OD	-0,280	0,028*
3000 Hz ATL e 3000 Hz EOEPD OD	-0,227	0,074
4000 Hz ATL e 4000 Hz EOEPD OD	-0,280	0,026*
6000 Hz ATL e 6000 Hz EOEPD OD	-0,181	0,156
8000 Hz ATL e 8000 Hz EOEPD OD	0,057	0,656
1000 Hz ATL e 1000 Hz EOEPD OE	-0,333	0,008*
2000 Hz ATL e 2000 Hz EOEPD OE	-0,530	< ,001*
3000 Hz ATL e 3000 Hz EOEPD OE	-0,488	< ,001*
4000 Hz ATL e 4000 Hz EOEPD OE	-0,324	0,010*
6000 Hz ATL e 6000 Hz EOEPD OE	-0,344	0,006*
8000 Hz ATL e 8000 Hz EOEPD OE	-0,260	0,040*

ATL = Audiometria tonal liminar; EOEPD= Emissões otoacústicas evocadas produto de distorção; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; Hz=Hertz;

* = estatisticamente significante

DISCUSSÃO

Após a pandemia da COVID-19, houve um crescente interesse em compreender as manifestações clínicas persistentes que afetaram os indivíduos infectados. O relato de sintomas auditivos e vestibulares são descritos na literatura, além da perda auditiva e associação com zumbido e vertigem¹⁹⁻²¹. Os participantes deste estudo

não apresentaram queixas de perda de audição, entretanto, descreveram que durante o curso da doença tiveram zumbido (25,39%) e vertigem (14,28%), que podem estar associados a danos da orelha interna, sem manifestação da acuidade auditiva; e ainda, plenitude auricular (20,63%) e otalgia (4,76%), que podem ter ocorrido por inflamação da nasofaringe no período da doença.

Desta forma, verificou-se a acuidade auditiva de indivíduos adultos após a infecção por SARS-CoV-2 e foi observado que a maioria dos participantes tiveram limiões tonais ≤ 25 dBNA, o que pode sugerir, que em termos quantitativos, a audição desses indivíduos não foi afetada pela doença.

Alguns autores também não encontraram diferença significativa na audição dos pacientes que tiveram COVID-19, Battha *et al.* (2022)²² realizaram um estudo prospectivo em oito institutos, com 331 indivíduos no grupo COVID-19, e relataram que 3,2% dos pacientes apresentaram perda auditiva do tipo condutiva leve, mas voltaram à normalidade nos três meses seguintes, e esse achado não foi significativo. Yıldız (2022)²³ realizou audiometria em 240 pacientes, com idade de 18 a 50 anos, no primeiro e no terceiro mês após o término da infecção, encontrando um comprometimento mínimo, também restaurado no terceiro mês, não sendo observadas alterações significantes que indicassem perda auditiva associada à COVID-19.

Entretanto, mesmo com relatos de recuperação após um certo período de contágio, é importante que indivíduos que foram infectados realizem a investigação da acuidade auditiva, mesmo sem queixa da diminuição da capacidade de ouvir, pois diferentes estudos, com casuísticas sintomáticas ou assintomáticas mostraram que a infecção pode elevar os limiões auditivos, principalmente nas frequências acima de 2.000 Hz^{6,8,13,21-23}.

Por conseguinte, sabe-se que as alterações na via auditiva, provocadas por infecções virais, podem diferir de acordo com o tipo do vírus, ocasionando danos diretos ou indiretos nas estruturas do ouvido interno, e o resultado dessa infecção nas estruturas do sistema auditivo é variável⁹.

Em relação ao exame de EOs, uma de suas características é detectar falha no mecanismo coclear antes de se verificar mudanças nos limiões auditivos, pois quando há alterações em um terço das células ciliadas externas, a ATL ainda permanece normal, porém com redução da amplitude de respostas nas EOs. Por isso, alguns estudos investigaram a presença e a amplitude da resposta neste exame^{13, 24, 25}.

Como observado neste estudo, os participantes tiveram presença de resposta, tanto nas EOET como nas EOEPD, na maioria das bandas de frequências avaliadas. Essa investigação da amplitude de resposta, nas diferentes bandas de frequências, de ambas as modalidades das EOs permitiu constatar a potência do amplificador coclear após a infecção

por SARS-CoV-2, em indivíduos sem queixas auditivas prévias ao contágio da doença.

De fato, é esperado que conforme os limiões tonais aumentem ocorra uma diminuição da amplitude de resposta das EOs e inclusive o seu desaparecimento diante da ocorrência de uma perda auditiva, o que caracteriza a deterioração das células ciliadas externas, em decorrência da diminuição da capacidade de ouvir, sendo tal condição mais facilmente percebida nas EOs do que na ATL, nas quais as respostas cocleares são menos captadas²⁶.

Diferentes estudos procuraram analisar essa correlação. Desse modo, Öztürk *et al.* (2022)²⁵, ao comparar os resultados das EOET e EOEPD em grupos de adultos sem queixa auditiva, que tiveram ou não COVID-19, observaram que as amplitudes das EOET nas frequências de 1.500 Hz, 2.000 Hz e 4.000 Hz e as amplitudes das EOEPD na frequência de 4.000 Hz foram significativamente menores no grupo que teve a doença.

Da mesma maneira, Dorobisz *et al.* (2023)²⁷ avaliaram as amplitudes das EOET em uma população de adultos pós-COVID-19 e encontraram redução da amplitude de respostas sugerindo que esse resultado se deva a uma possível complicação da COVID-19²⁷.

Portanto, pesquisas justificam que a diminuição de suprimento aos vasos sanguíneos em decorrência da formação de coágulos nos vasos que irrigam o sistema auditivo ou até mesmo apoptose celular impactam nos resultados das EOs^{13,25}. Além do mais, há evidências científicas que a COVID-19 leva à hipóxia, acarretando maiores danos às estruturas do ouvido interno, sendo detectadas inicialmente pelas EOs²⁷.

Por outro lado, Yıldız (2022)²³, ao avaliar os resultados da ATL e as amplitudes das EOET entre indivíduos adultos divididos em três grupos, grupo controle, grupo COVID-19 sem pneumonia e grupo COVID-19 com pneumonia, não encontrou diferenças significantes nos resultados dos exames entre os participantes avaliados. Desta forma, ainda existem controvérsias na literatura sobre o possível dano à audição resultante da contaminação pelo vírus SARS-CoV-2.

Por fim, os resultados encontrados neste estudo demonstram que os indivíduos que tiveram COVID-19 e que não tiveram perda auditiva antes da infecção requerem a investigação detalhada da função auditiva, para confirmação dos danos obtidos e recomenda-se o acompanhamento audiológico para investigação de sequelas a longo prazo ou até evolução do quadro audiológico após várias exposições ao vírus. Estudos

de coorte com amostras maiores e probabilísticas contribuirão para entender melhor os mecanismos subjacentes à relação entre COVID-19 e audição.

CONCLUSÃO

Indivíduos adultos pós-COVID-19 apresentaram limiares dentro dos padrões de normalidade, com resposta presente para os exames de EOET e EOEPD. Houve correlação negativa entre as EOET e EOEPD e o limiar de via aérea da ATL, indicando que maiores limiares de ATL estão associados a menores amplitudes de resposta das emissões.

REFERÊNCIAS

1. WHO: World Health Organization [Webpage na internet]. 2021. Looking back at a year that changed the world: WHO's response to COVID-19. [acessado 23 abr 2023]. Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <https://www.who.int/publications/m/item/looking-back-at-a-year-that-changed-the-world-who-s-response-to-covid-19>
2. Singhal T. A review of coronavirus disease-2019 (COVID-19). *Indian J Pediatr.* 2020;87(4):281-6. <https://doi.org/s12098-020-03263-6> PMID: 32166607.
3. Wu Z, McGoogan JM. Characteristics of and important lessons from the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in China. *JAMA.* 2020;323(13):1239-42. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.2648> PMID: 32091533.
4. Wiersinga WJ, Rhodes A, Cheng AC, Peacock SJ, Prescott HC. Pathophysiology, transmission, diagnosis, and treatment of coronavirus disease 2019 (COVID-19): A review. *JAMA.* 2020;324(8):782-93. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.12839> PMID: 32648899.
5. Lopez-Leon S, Wegman-Ostrosky T, Perelman C, Sepulveda R, Rebolledo PA, Cuapio A et al. More than 50 long-term effects of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *medRxiv.* 2021;30:2021.01.27.21250617. <https://doi.org/10.1101/2021.01.27.21250617> PMID: 33532785.
6. Young YH. Contemporary review of the causes and differential diagnosis of sudden sensorineural hearing loss. *Int J Audiol.* 2019;12:1-11. <https://doi.org/10.1080/14992027.2019.1689432> PMID: 31714154.
7. Cohen BE, Durstenfeld A, Roehm PC. Viral causes of hearing loss: A review for hearing health professionals. *Trends Hear.* 2014;29(18):233121651454136. <https://doi.org/10.1177/2331216514541361> PMID: 25080364.
8. Saniasiaya J. Hearing loss in SARS-CoV-2: What do we know? *Ear Nose Throat J.* 2021;100(2 Suppl):152S-4S. <https://doi.org/10.1177/0145561320946902> PMID: 32755405.
9. Kilic O, Kalcioğlu MT, Cag Y, Tuysuz O, Pektas E, Caskurlu H et al. Could sudden sensorineural hearing loss be the sole manifestation of COVID-19? An investigation into SARS-COV-2 in the etiology of sudden sensorineural hearing loss. *Int J Infec Dis.* 2020;97:208-11. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.06.023> PMID: 32535294.
10. Pandian V, Brodsky MB, Brigham EP, Parker AM, Hillel AT, Levy JM et al. COVID-19 survivorship: How otolaryngologist-head and neck surgeons can restore quality of life after critical illness. *Am J Otolaryngol.* 2021;42(3):102917. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2021.102917> PMID: 33545448.
11. Fidan V. New type of coronavirus induced acute otitis media in adult. *Am J Otolaryngol.* 2020;41(3):102487. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102487> PMID: 32336572.
12. Raad N, Ghorbani J, Mikaniki N, Haseli S, Karimi-Galougahi M. Otitis media in coronavirus disease 2019: A case series. *J Laryngol Otol.* 2021;135(1):10-3. <https://doi.org/10.1017/S0022215120002741> PMID: 33407978.
13. Mustafa MWM. Audiological profile of asymptomatic Covid-19 PCR-positive cases. *American J Otolaryngol.* 2020;41(3):102483. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2020.102483> PMID: 32307189.
14. Nalbandian A, Sehgal K, Gupta A, Madhavan MV, McGroder C, Stevens JS et al. Post-acute COVID-19 syndrome. *Nat Med.* 2021;27(4):601-15. <https://doi.org/10.1007/s40620-022-01296-y> PMID: 35294747.
15. Silman S, Silverman CA. Basic audiologic testing. In: Silman S, Silverman CA, editores. *Auditory diagnosis: Principles and applications.* San Diego: Singular Publishing Group, 1997. p.44-52.
16. Souza LC, Piza MR, Alvarenga KF, Cóser PL. Eletrofisiologia da audição e emissões Otoacústicas. 3ª ed. Ribeirão Preto: Booktoy; 2016.
17. Gorga MP, Neely ST, Ohlrich B, Hoover B, Redner J, Peters J. From laboratory to clinic: A large scale study of distortion product otoacoustic emissions in ears with normal hearing and ears with hearing loss. *Ear Hear.* 1997;18(6):440-55. <https://doi.org/10.1097/00003446-199712000-00003> PMID: 9416447.
18. Cohen J. *Statistical power analysis for the behavioral sciences.* 2nd ed. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1988. <https://doi.org/10.4324/9780203771587>
19. Fancello V, Hatzopoulos S, Corazzi V, Bianchini C, Sharzynska MB, Pelucchi S et al. SARS-CoV-2 (COVID-19) and audio-vestibular disorders. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 2021;35:20587384211027373. <https://doi.org/10.1177/20587384211027373> PMID: 34142589.
20. Malayala SV, Jaidev P, Vanaparthi R, Jolly TS. Acute COVID-19 cerebellitis: A rare neurological manifestation of COVID-19 infection. *Cureus.* 2021;13(10):e18505. <https://doi.org/10.7759/cureus.18505> PMID: 34754665.
21. Chern A, Famuyide AO, Moonis G, Lalwani AK. Bilateral sudden sensorineural hearing loss and intralabyrinthine hemorrhage in a patient with COVID-19. *Otol Neurotol.* 2021;42(1):10-4. <https://doi.org/10.1097/MAO.0000000000002860> PMID: 33301283.
22. Bhatta S, Sharma S, Sharma D, Maharjan L, Sushma B, Sah MK et al. Study of hearing status in COVID-19 patients: A multicentered review. *Indian J Otolaryngol Head Neck Surg.* 2022;74(Suppl 2):3036-42. <https://doi.org/10.1007/s12070-021-02710-w> PMID: 34277385.
23. Yildiz E. Comparison of pure tone audiometry thresholds and transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) of patients with and without Covid-19 pneumonia. *Am J Otolaryngol.* 2022;43(2):103377. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2022.103377> PMID: 35121526.
24. Daikhes NA, Karneeva OV, Machalov AS, Kuznetsov AO, Sapozhnikov YM, Balakina AV et al. Perfil audiológico de pacientes com casos positivos para PCR para SARS-Cov-2. *Vestn Otorinolaringol.* 2020;85(5):6-11. <https://doi.org/10.17116/otorino2020850516> PMID: 33140926.

25. Öztürk B, Kavruk H, Aykul A. Audiological findings in individuals diagnosed with COVID-19. *Am J Otolaryngol.* 2022;43(3):103428. <https://doi.org/10.1016/j.amjoto.2022.103428> PMID: 35405495.
26. Oxenham AJ, Bacon SP. Cochlear compression: Perceptual measures and implications for normal and impaired hearing. *Ear Hear.* 2003;24(5):352-66. <https://doi.org/10.1097/01.AUD.0000090470.73934.78> PMID: 14534407.
27. Dorobisz K, Pazdro-Zastawny K, Misiak P, Kruk-Krzemień A, Zatoński T. Sensorineural hearing loss in patients with long-COVID-19: Objective and behavioral audiometric findings. *Infect Drug Resist.* 2023;31(16):1931-9. <https://doi.org/10.2147/IDR.S398126> PMID: 37025195; PMCID: PMC10072149.

Contribuição dos autores:

CP: Conceitualização; Curadoria de dados; Pesquisa; Metodologia; Redação do manuscrito original.

GER: Análise de dados; Redação - Revisão e edição.

DPCS: Análise de dados; Metodologia; Supervisão; Redação - Revisão e edição.

Declaração de compartilhamento de dados:

Os dados serão acessíveis publicamente, por tempo indefinido ou permanentemente. Caso haja necessidade de informações adicionais ou dados suplementares específicos, os interessados poderão entrar em contato diretamente com os autores do estudo para solicitação.