



Brazilian Journal of OTORHINOLARYNGOLOGY

www.bjorl.org



ARTIGO ORIGINAL

Applicability of the real ear measurement for audiological intervention of tinnitus^{☆,☆☆}



Andressa Vital Rocha ^{a,*} e Maria Fernanda Capoani Garcia Mondelli ^b

^a Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Odontologia de Bauru (FOB), Bauru, SP, Brasil

^b Universidade de São Paulo (USP), Departamento de Fonoaudiologia, Bauru, SP, Brasil

Recebido em 17 de fevereiro de 2018; aceito em 30 de julho de 2018

Disponível na Internet em 18 de dezembro de 2019

KEYWORDS

Tinnitus;
Hearing loss;
Hearing AIDS;
Counseling

Abstract

Introduction: Tinnitus is present in a large part of chronic health complaints, and it is considered a public health problem injurious to the individual's quality of life. Considering the increase of the world population associated with an increase of life expectancy, tinnitus remains a cause for medical concern, since during aging the occurrence of auditory impairments due to the deterioration of the peripheral auditory structures and central impairs the quality of life.

Objective: The aim of the present study was to analyze the applicability of real ear measurements for audiological intervention of tinnitus through specific evaluation, selection, verification and validation of the hearing aids combined with the sound generator.

Methods: Forty individuals of both genders with hearing loss and tinnitus complaints were deemed eligible to compose the sample. They were enrolled according to clinical symptoms and submitted to the following procedures: anamnesis and previous complaint history, high frequency audiometry, immittance audiometry and acuphenometry with the research of psychoacoustic thresholds of pitch, loudness and minimum masking threshold, sound generator, in addition to the application of the Tinnitus Handicap Inventory and Visual Analog Scale tools. The entire sample was adapted with Siemens hearing aids and a sound generator, participated in a counseling session with support of digital material and evaluated in two situations: Initial Assessment (before the hearing aids and sound generator adaptation) and Final Assessment (6 months, after adaptation). The statistical analyzes were descriptive and inferential, adopted a significance level of 5% and the T-Paired Test and the Spearman Correlation test were performed.

Results: The results showed that there was a benefit with the use of hearing aids combined with a sound generator from the statistically significant values and strong correlations between the sound generator verification data regarding acuphenometry and the nuisance/severity

DOI se refere ao artigo: <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.07.010>

[☆] Como citar este artigo: Rocha AV, Mondelli MF. Applicability of the real ear measurement for audiological intervention of tinnitus. Braz J Otorhinolaryngol. 2020;86:14–22.

^{☆☆} Trabalho feito no Departamento de Audiologia e Fonoaudiologia, Universidade de São Paulo, Bauru Campus, Bauru, Brasil.

* Autor para correspondência.

E-mail: andressa.rocha@usp.br (A.V. Rocha).

A revisão por pares é da responsabilidade da Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial.

PALAVRAS-CHAVE

Zumbido;
Perda de audição;
Aparelhos de
amplificação sonora
individual;
Aconselhamento

questionnaires. Regarding the verification of the sound generator, it is important to highlight that the entire sample selected the effective acoustic stimulation based on the comfort levels, which was proved in the present study to be a sufficient intensity for positive prognosis, whereas the users' noises were found below the psychoacoustic thresholds of acuphenometry.

Conclusion: The present study concluded that the audiological intervention with any level of sound stimulus is enough to obtain a positive prognosis in the medium term. Data that specifies that the verification of sound generator was effective at the real ear measurements are important in the evaluation and intervention of the complaint. In addition, it points out that the greater the tinnitus perception, the greater its severity, and the greater the nuisance, the higher the psychoacoustics thresholds of frequency and the minimum threshold of masking.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Published by Elsevier Editora Ltda. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Aplicabilidade das medidas da orelha real na intervenção audiológica do zumbido**Resumo**

Introdução: O zumbido está presente em grande parte das queixas crônicas de saúde, é considerado um problema de saúde pública, prejudicial à qualidade de vida do indivíduo. Considerando o aumento da população mundial associado ao aumento da expectativa de vida, a tendência é que o zumbido permaneça como um motivo de preocupação, uma vez que com a idade a ocorrência de prejuízos auditivos decorrentes da deterioração das estruturas auditivas periféricas e centrais ocasiona grande impacto negativo na qualidade de vida.

Objetivo: Analisar a aplicabilidade das medidas da orelha real para a intervenção audiológica do zumbido através de avaliação específica, seleção, verificação e validação do aparelho de amplificação sonora individual combinada ao gerador de som.

Método: Quarenta indivíduos de ambos os sexos com perda auditiva e queixa de zumbido foram considerados elegíveis para compor a amostra. Eles foram atendidos conforme a demanda clínica e submetidos aos seguintes procedimentos: anamnese e história pregressa da queixa, audiometria de alta frequência, imitanciometria e acufenometria com pesquisa dos limiares psicoacústicos de *pitch*, *loudness* e limiar mínimo de mascaramento, gerador de som, além da aplicação das ferramentas *tinnitus handicap inventory* e escala visual analógica. Toda a amostra recebeu aparelho de amplificação sonora individual e gerador de som, ambos da marca Siemens, participaram de uma sessão de aconselhamento com apoio de material digital e foram avaliados em duas situações: Avaliação inicial (antes da adaptação dos aparelhos de amplificação sonora individual e gerador de som) e Avaliação final (6 meses após a adaptação). As análises estatísticas foram descritivas e inferenciais, adotou-se um nível de significância de 5% com a realização do teste *t* pareado e o teste de correlação de Spearman.

Resultados: Os resultados mostraram que houve benefício com o uso de aparelho de amplificação sonora individual combinado ao gerador de som com base nos valores estatisticamente significantes e fortes correlações entre os dados da verificação do gerador de som em relação à acufenometria e os questionários de incômodo/gravidade. Em relação à verificação do gerador de som, é importante destacar que toda a amostra selecionou a estimulação acústica efetiva baseada nos níveis de conforto e no presente estudo demonstraram ser de intensidade suficiente para o prognóstico positivo, enquanto que os ruídos dos usuários estavam abaixo dos limiares psicoacústicos da acufenometria.

Conclusão: A intervenção audiológica com qualquer nível de estímulo sonoro é suficiente para obter um prognóstico positivo em médio prazo. Os dados que demonstram que a verificação do gerador de som foi efetiva nas medidas da orelha real são importantes na avaliação e intervenção da queixa. Além disso, mostram que quanto maior a percepção do zumbido, maior a sua gravidade; e quanto maior o incômodo, maiores os limiares de frequência psicoacústica e o limiar mínimo de mascaramento.

© 2018 Associação Brasileira de Otorrinolaringologia e Cirurgia Cérvico-Facial. Publicado por Elsevier Editora Ltda. Este é um artigo Open Access sob uma licença CC BY (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Introdução

O zumbido prejudica a qualidade de vida de milhões de indivíduos em todo o mundo e está associado à maioria dos casos de perda auditiva (PA), é comum em condições crônicas de saúde.¹ É uma queixa altamente prevalente e perturbadora, considerada um enorme fardo que causa grande impacto na qualidade de vida. A literatura relata reações psicológicas aversivas, problemas cognitivos, emocionais e atencionais decorrentes dessa condição.^{2,3}

Em relação à prevalência do zumbido, um estudo transversal com 1.960 entrevistas de campo constatou que 22% da população da cidade de São Paulo (Brasil), 26% do sexo feminino e 17% do masculino, apresentavam esse sintoma.⁴ Estudos internacionais observaram que a progressividade na prevalência aumenta em decorrência da idade e que 14% dos indivíduos com 60 a 69 anos apresentaram zumbido.⁵

O zumbido pode ocorrer associados a alterações alterações fisiopatológicas ao longo da via auditiva, uma vez que a privação sensorial leva a importantes alterações funcionais e estruturais do sistema auditivo, seguidas de alterações do sistema auditivo como um todo, uma consequência negativa da diminuição do *input* periférico.⁶ Para que a homeostase neural se mantenha, um ruído é gerado pela hiperatividade das estruturas nervosas, que pode ou não ser decodificado, e gerada a percepção do zumbido a percepção do zumbido.⁷

Para obter informações diagnósticas relevantes sobre a medida psicoacústica do zumbido, certos parâmetros devem ser inerentes à terapia do zumbido para orientar e selecionar o tratamento apropriado, quantificar e fundamentar seus efeitos.⁸

A restauração da aferência auditiva através do uso de AASI foi proposta como um meio potencialmente importante na intervenção do zumbido que apresentam perda auditiva sensorioneural. A partir dessa restauração deve ser interrompida a rede neural reorganizada que gera o zumbido.⁹

A terapia sonora associada ao aconselhamento adequado ganhou ampla aceitação no manejo audiológico do zumbido. Essa terapia incorpora uma ampla gama de opções de dispositivos, inclusive dispositivos de enriquecimento sonoro ambiental, gravadores com música e sons naturais, AASI e gerador de som (GS) em nível auditivo, que empregam ruídos através do uso de banda larga para aliviar o zumbido pelo mascaramento e promover a habituação.^{10,11}

Embora esteja estabelecido que a intervenção é necessária para minimizar o processo de zumbido, as terapias que fazem uso de estímulos sonoros são muito abrangentes e há poucas diretrizes para a seleção do som, bem como para a aplicação da terapia sonora. Dessa forma, considerando a subjetividade da queixa, são necessários estudos que orientem o tratamento proposto, sem dependência da resposta do paciente, mas uma medida capaz de avaliar o ruído proporcionado pelo GS e pela terapia sonora aplicada. A forma mais objetiva para auxiliar esses indivíduos durante o tratamento é verificada por medidas de orelha real do ruído fornecido pelo GS. Esses dados auxiliam todo o processo terapêutico e favorecem o resultado final.

Os métodos de avaliação estão disponíveis para ajudar os profissionais a personalizar a terapia sonora e capacitar os pacientes a serem ativos na tomada de decisão terapêutica, favorecendo o prognóstico.¹² Portanto, o presente estudo

propõe caracterizar a verificação do GS e correlacioná-lo com os dados de avaliação do zumbido.

Objetivo

Análise da aplicabilidade de medidas da orelha real para intervenção audiológica do zumbido através de avaliação específica, seleção, verificação e validação do AASI combinado ao gerador de som.

Método

Ensaio clínico não randomizado, aprovado pelo comitê de ética em pesquisa do CAAE: 59797816.4.0000.5417 e consentimento dos pacientes para participação voluntária no estudo e publicação dos dados, confirmados pela assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido.

Indivíduos de ambos os sexos, maiores de 18 anos, com queixa de zumbido crônico bilateral e diagnóstico de PA neurossensorial simétrica bilateral, leve a moderada, foram elegíveis para compor a amostra do estudo. Além disso, os pacientes não poderiam ter feito intervenção antes da ocorrência do zumbido, deviam usar o AASI efetivamente e apresentar bom estado geral de saúde, em condições de participar da pesquisa e responder aos questionários.

O estudo foi desenvolvido em duas etapas: Avaliação Inicial e Avaliação Final (6 meses). Após a avaliação otorrinolaringológica, entrevista e acolhimento, foram feitas as audiometrias tonal convencional e de alta frequência. As frequências estendidas (AAF, de *audiometria em altas frequências*) avaliadas a partir de 8 kHz foram: 9; 10; 11,2; 12,5; 14; 16 e 20 kHz. A avaliação foi feita em sala acusticamente tratada e a AAF em cabine acústica com o audiômetro Interacoustics AC40 e fones HH200, ambos com as calibrações adequadas.

Nas duas avaliações (inicial e final), usou-se o questionário *tinnitus handicap inventory* (THI), composto por 25 questões com três opções cada: "sim" (4 pontos), "às vezes" (2 pontos) e "não" (0 ponto).¹³ Quanto maior o escore, maior o impacto negativo na qualidade de vida do indivíduo.

A escala visual analógica (EVA) foi usada e os valores relacionados ao grau de incômodo causado pelo zumbido foram atribuídos. A análise das respostas foi diretamente proporcional: quanto maior o incômodo, maior o valor atribuído pelo indivíduo. O procedimento foi repetido no fim do processo de intervenção, garantiu-se a compreensão da proposta de reavaliar o incômodo do zumbido nos respectivos momentos do tratamento.

O zumbido foi medido por meio da acufenometria, com a busca de limiares psicoacústicos de *pitch* e *loudness* semelhantes à sensação do indivíduo e o nível mínimo de mascaramento (MML, do inglês *minimum masking level*). Esse método é subjetivo e abrange um conjunto de técnicas audiológicas para encontrar um limiar psicoacústico que seja o mais próximo possível do zumbido do paciente no momento em que o sintoma ocorre.

Os pacientes foram submetidos a uma sessão individual de aconselhamento informativo, em que foram abordadas questões relacionadas à fisiologia da audição, zumbido e fisiopatologia da audição, com linguagem simples e com o apoio de material digital com vídeos e ilustrações propostas pela

Siemens Audiology Solutions através do aconselhamento *Counseling suite 3.3*.

A seleção, adaptação e verificação dos AASI foram feitas pelo pesquisador de acordo com a *Auditory Health Instruction* e com a *American Academy of Audiology*. Todos os sujeitos foram adaptados com o AASI mini retroauricular com um tubo fino e olivas abertas, semiabertas ou fechadas, o *Life 501* da Siemens de acordo com as características audiológicas, necessidades acústicas e físicas de cada participante. Os AASI foram fornecidos gratuitamente pelo sistema de saúde pública.

A programação dos AASI foi feita de acordo com a PA, sem considerações específicas sobre a presença de zumbido naquele momento. Os indivíduos foram adaptados bilateralmente com AASI e GS. Para assegurar o uso efetivo da estimulação sonora, apenas um programa foi ativado e orientado para uso efetivo por um período mínimo de 8 horas por dia, monitorado pelo algoritmo *data logging*.

Após a programação dos AASI, o procedimento de verificação da adaptação foi feito por meio das medidas apenas "medidas com microfone sonda", método objetivo que engloba as características físicas da orelha na resposta amplificada. As medidas com o microfone sonda foram tomadas em uma sala tratada acusticamente com o equipamento *Aurical Free Fit* da marca GN Otometrics. Para essa verificação da amplificação, foi selecionado o método prescritivo desenvolvido pela *National Acoustic Laboratories* (NAL).

A verificação do GS foi feita com o mesmo equipamento, o que fornece uma maneira eficiente de verificar o recurso do SG para gerenciamento do zumbido. Com o *software OTOSuite*, o Aurical permite acesso direto aos dados do zumbido a partir de um conjunto adicional de marcadores que

se sobrepõe ao audiograma das medidas psicoacústicas. Os marcadores estão disponíveis nos modos orelha real e aco-plador 2cc e são avaliados na tela *Free style*.

O procedimento também foi feito em sala acusticamente tratada, com o equipamento e as normas citadas anteriormente. A fim de verificar o GS, foram tomadas medidas com microfone sonda no modo *live*, um método objetivo que expressa a curva de ruído branco que foi usado no meato acústico externo (CAE) (fig. 1). O protocolo desenvolvido pelo pesquisador, encontrado no *software* do equipamento, foi selecionado para traçar a curva referente ao ruído.

Esses dados auxiliam na orientação e no processo de adaptação e verificação, resultam em um melhor prognóstico. Até o momento não há padronização, caracterização ou qualquer outro achado que tenha explorado essas medidas em estudos da literatura, o que enfatiza a necessidade do desenvolvimento desta pesquisa.

Como resultado, mediu-se a "curva do ruído" fornecida ao paciente, de acordo com sua escolha do ponto de audibilidade e conforto, além de ser caracterizada e analisada através do *SPLogram* e da acufenometria, para fornecer indicadores da intervenção e verificar a efetividade da estimulação auditiva proposta.

O *SPLogram* é um gráfico que representa os limiares audiométricos em função da frequência em escala decibel de nível de pressão sonora (dBNPS). É diferente do audiograma, que é um gráfico representativo dos limiares audiométricos em função da frequência em escala decibel de nível de audição (dBNA).

Considerando o fato de que a acufenometria foi obtida em dBNA e inserida no *software Ootosuite* da mesma maneira, a transcrição dos limiares para níveis de pressão sonora (NPS) foi feita através do próprio *software* NOAH.

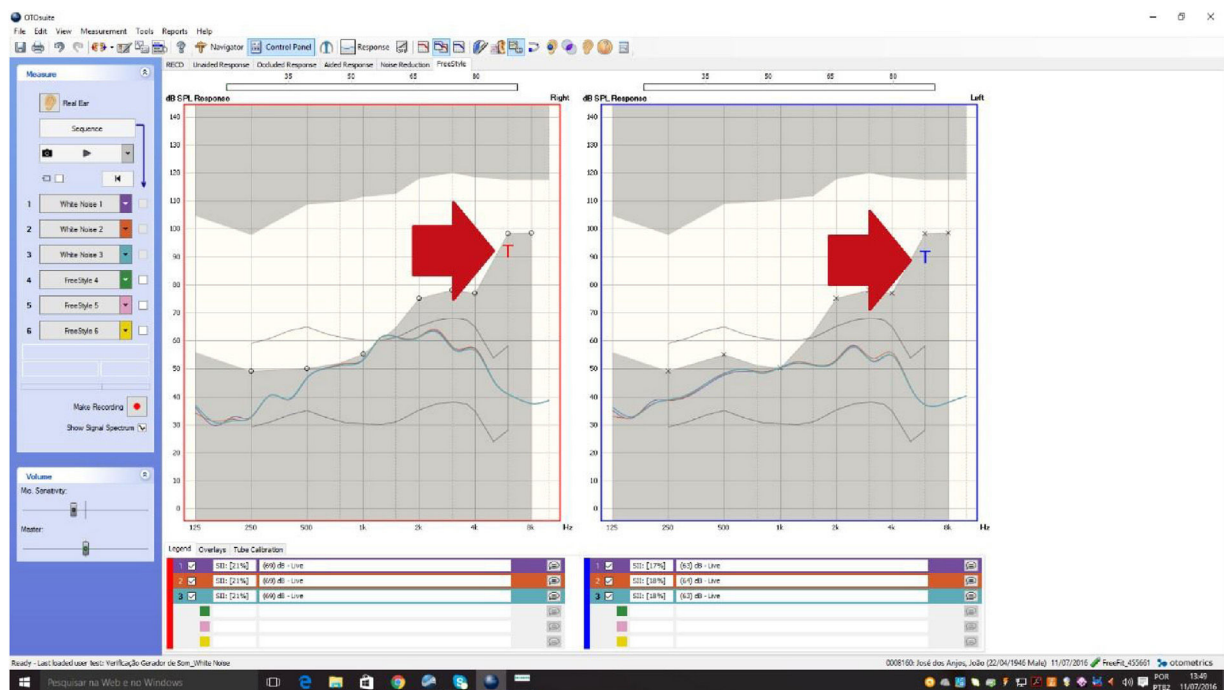


Figura 1 Exemplo da curva obtida pelas medidas de orelha real e marcação da medida psicoacústica (acufenometria) como "T" de *tinnitus* (zumbido).

Isso foi possível com a adição de um novo registro para cada paciente e a simulação de uma audiometria com todas as frequências que apresentaram os mesmos limiares e apenas o limiar correto de acufenometria, de forma que fossem gerados um alvo (*target*) e um valor em NPS para esse limiar psicoacústico. Subsequentemente, a tela das medidas com microfone sonda foi aberta e o valor foi medido pelo cursor do programa posicionado no único “ponto” além da “curva alvo”. Ambas as medidas foram comparadas em dBNA e NPS e observou-se que, apesar da necessidade de transcrição para confiabilidade dos dados, ambos os valores levavam aos mesmos resultados e análises estatísticas, uma vez que não modificaram substancialmente suas posições no gráfico.

Três meses depois da Avaliação Inicial, todos os pacientes retornaram ao atendimento para ajustes finos nos agendamentos de AASI, de acordo com a necessidade de cada um. Seis meses depois da Avaliação Inicial, todos os pacientes retornaram às consultas e o protocolo pertinente ao desenvolvimento do estudo foi reaplicado.

Análise estatística

Foi realizada com base na estatística descritiva, indutiva ou inferencial. Todos os procedimentos estatísticos foram executados no *software Statistical* versão 10.0 (Stat Soft Inc, Tulsa, EUA), adotou-se nível de significância de 5%.

Para análise descritiva, usaram-se a média e o desvio-padrão de todas as variáveis numéricas do estudo, a correlação de Spearman foi usada para análise inferencial para correlações e o teste *t* para as comparações.

Os dados do valor diagnóstico que não se alteraram durante o estudo foram apresentados de forma descritiva através de tabelas na composição da amostra.

Resultados

A amostra consistiu de 40 indivíduos de ambos os sexos, com 24 homens e 16 mulheres, com média de 66,92 anos e desvio-padrão de 8,36. Em relação ao grau da PA, 17 indivíduos apresentavam grau leve e 23 grau moderado, equivalentes a 42,50% e 57,5% dos casos, respectivamente. Para classificação da PA foram usados os limiares audiométricos das frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, de acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS),¹⁴ conforme mostrado na [tabela 1](#).

A configuração predominante da PA foi descendente (*down*), encontrada em 77,5% (*n* = 31) dos casos, e plana

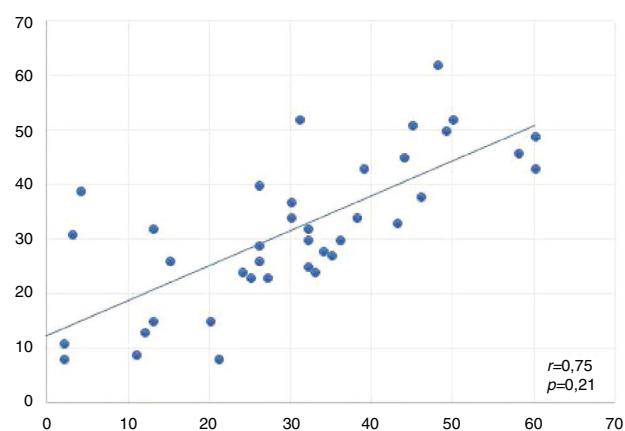


Figura 2 Gráfico de dispersão dos limiares psicoacústicos de *Pitch* e *Loudness* da acufenometria (orelhas direita e esquerda).

(*flat*) em 22,5% (*n* = 9). De acordo com os dados secundários obtidos dos prontuários médicos, a hipótese diagnóstica para todos os distúrbios foi de etiologia desconhecida.

As médias dos limiares audiométricos obtidos no diagnóstico convencional foram 40,27 dB – com desvio-padrão de 8,64 para a orelha direita e média de 40,92 dB – com desvio-padrão de 8,04 para a orelha esquerda. Todos os limiares audiométricos obtidos na AAF (9 kHz a 20 kHz) foram encontrados abaixo dos padrões de normalidade.¹⁵

Os resultados dos limiares psicoacústicos da acufenometria na etapa de avaliação estão descritos na [tabela 1](#). Na Avaliação Final, cálculos estatísticos dos dados não foram necessários, visto que a queixa de zumbido já não era constante a partir da supressão e remissão do sintoma, e o procedimento não foi feito em todos os pacientes.

As correlações de Spearman entre os resultados das variáveis estudadas são mostradas na [figura 2](#) e nas [tabelas 2-6](#). A “verificação do GS” ou “curva do GS” é a diferença entre o limiar psicoacústico obtido na acufenometria e a curva desenhada pela medida da orelha real nessa frequência específica.

Correlação entre as variáveis OD/OE e acufenometria

O gráfico 1 representa a correlação da variável acufenometria (medida apenas por *pitch* e *loudness*) pela diferença entre o limiar do zumbido e o ápice da curva nessa mesma frequência, em ambas as orelhas.

Esse gráfico indica que a estimulação entre as orelhas foi próxima e houve uma diferença estatisticamente significativa entre elas, sugere que o mesmo tipo de terapia sonora foi selecionado em ambos os lados.

Correlação entre o THI e a acufenometria

A [tabela 2](#) mostra as correlações entre o THI e a acufenometria. Correlações significantes foram observadas em todas as subescalas em relação à medida psicoacústica de intensidade nas avaliações iniciais e finais.

Tabela 1 Valores médios e DP das respostas obtidas na acufenometria da Avaliação Inicial

Acufenometria		Média ± DP
Frequência da sensação de zumbido (kHz)	OD	5,32 ± 2,06
	OE	5,25 ± 2,07
Intensidade da sensação de zumbido (dBNS)	OD	2,12 ± 5,93
	OE	1,95 ± 6,48
Nível mínimo de mascaramento (dBNS)	OD	3,47 ± 5,36
	OE	3,22 ± 5,54

dBNS, decibel nível de sensação; DP, desvio-padrão; kHz, quilohertz; OD, orelha direita; OE, orelha esquerda.

Tabela 2 Correlação de Spearman r e valores de p entre o questionário THI e a acufenometria

Acufenometria		THI	Total		Funcional		Emocional		Catastrófica	
			r	p	r	p	r	p	r	p
Frequência da sensação de zumbido (kHz)	AI	OD	-0,16	0,321	-0,24	0,125	0,01	0,959	0,15	0,345
		OE	-0,21	0,189	-0,26	0,102	-0,03	0,843	0,01	0,945
	AF	OD	0,17	0,275	0,18	0,248	0,14	0,374	0,08	0,617
		OE	0,17	0,286	0,19	0,224	0,13	0,392	0,05	0,747
Intensidade da sensação de zumbido (dBNS)	AI	OD	-0,07	0,631	-0,05	0,753	0,13	0,404	0,40 ^a	0,896
		OE	0,08	0,581	0,05	0,715	0,31 ^a	0,048	-0,26	0,964
	AF	OD	0,35 ^a	0,235	0,39 ^a	0,125	0,29	0,668	0,19	0,221
		OE	0,18	0,247	0,21	0,184	0,21	0,173	-0,02	0,884
Nível mínimo de mascaramento (dBNS)	AI	OD	0,02	0,855	0,09	0,565	0,03	0,843	-0,26	0,963
		OE	-0,12	0,43	-0,15	0,34	-0,3	0,557	0,24	0,131
	AF	OD	0,25	0,118	0,22	0,166	0,27	0,087	0,12	0,43
		OE	-0,18	0,252	-0,27	0,835	-0,11	0,497	-0,1	0,946

AI, Avaliação Inicial; AF, Avaliação Final; OD, orelha direita; OE, orelha esquerda; THI: tinnitus handicap inventory

^a $p < 0,05$, Correlação de Spearman.**Tabela 3** Correlação de Spearman r e valores de p entre as variáveis da EVA e acufenometria

EVA	Frequência da sensação de zumbido (kHz)				Intensidade da sensação de zumbido (dBNS)				Nível mínimo de mascaramento (dBNS)			
	OD		OE		OD		OE		OD		OE	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
AI	-0,1	0,41	0,05	0,17	-0,14	0,371	-0,09	0,56	-0,1	0,53	-0,03	0,74
AF	0,07	0,61	0,08	0,64	0,44 ^a	0,409	0,17	0,27	0,24	0,12	-0,18	0,26

^a $p < 0,05$, Correlação de Spearman.AF, Avaliação Final; AI, Avaliação Inicial; dBNS, decibel nível de sensação; OE, orelha esquerda; EVA, Escala Visual Analógica; kHz, quilohertz; OD, orelha direita; r , coeficiente de correlação.**Tabela 4** Correlação de Spearman r e valores de p entre o GS e as variáveis da acufenometria

	Frequência da sensação de zumbido (kHz)				Intensidade da sensação de zumbido (dBNS)				Nível mínimo de mascaramento (dBNS)			
	OD		OE		OD		OE		OD		OE	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
GS	0,74 ^a	0,265	0,63 ^a	0,92	-0,04	0,766	-0,02	0,897	-0,38 ^a	0,144	-0,18	0,258

^a $p < 0,05$, Correlação de Spearman.AF, Avaliação Final; AI, Avaliação Inicial; dBNS, decibel nível de sensação; GS, gerador de som; kHz, quilohertz; OD, orelha direita; OE, orelha esquerda; r , coeficiente de correlação.**Tabela 5** Correlação de Spearman r e valores de p entre o GS e as variáveis do THI

GS	Total				Funcional				Emocional				Catastrófico			
	OD		OE		OD		OE		OD		OE		OD		OE	
	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p	r	p
AI	-0,09	0,550	-0,17	0,280	-0,12	0,420	-0,09	0,560	0,02	0,880	-0,08	0,590	0,11	0,490	-0,08	0,610
AF	0,07	0,620	0,16	0,280	0,10	0,500	0,20	0,200	0,03	0,840	0,03	0,480	0,05	0,730	0,08	0,580

AF, Avaliação Final; AI, Avaliação Inicial; dBNS, decibel nível de sensação; GS, gerador de som; kHz, quilohertz; OD, orelha direita; OE, orelha esquerda; r , coeficiente de correlação; THI: tinnitus handicap inventory

Tabela 6 Correlação de Spearman r e valores de p entre o GS e as variáveis da EVA

EVA	GS			
	OD		OE	
	r	p	r	p
AI	-0,11	0,46	-0,34 ^a	0,28
AF	-0,09	0,54	-0,04	0,78

^a $p < 0,05$, Correlação de Spearman.

AF, Avaliação Final; AI, Avaliação Inicial; EVA, escala visual analógica; GS, gerador de som; OD, orelha direita; OE, orelha esquerda; r , coeficiente de correlação.

Correlação entre a EVA e a acufenometria

A [tabela 3](#) mostra as correlações entre as variáveis EVA e acufenometria. Houve diferença significativa entre a EVA e a sensação de intensidade na Avaliação Final.

Correlação entre a verificação do GS e a acufenometria

A [tabela 4](#) mostra as correlações entre as variáveis GS e a acufenometria. Houve uma correlação estatisticamente significativa entre o GS e a sensação de frequência, bem como no MML.

Correlação entre a verificação do GS e o THI

A [tabela 5](#) mostra as correlações entre as variáveis GS e o THI. Não houve correlação significativa entre elas.

Correlação entre a verificação do GS e a EVA

A [tabela 6](#) mostra as correlações entre as variáveis GS e a EVA. Houve uma correlação significativa entre elas na Avaliação Inicial.

Discussão

A amostra foi composta predominantemente pelo sexo masculino: 24 homens e 16 mulheres, o equivalente a uma prevalência masculina de 60%, que concorda com a literatura.^{16,17} A faixa etária foi constituída por indivíduos com média de 66,92 anos, semelhante a estudos desenvolvidos anteriormente, os quais, em suas caracterizações, mostraram pacientes com média superior a 60 anos, com destaque para a intensa insatisfação gerada pelo zumbido nessa faixa etária, que acarreta problemas de sono e emocionais.¹⁸⁻²¹ Um estudo observou que a prevalência do zumbido estava aumentada em indivíduos com mais de 65 anos.⁴

As medidas psicoacústicas encontradas foram compatíveis com as queixas dos respectivos pacientes. A média da frequência do zumbido foi de 5,32 kHz para a OD e 5,25 kHz para a OE, corroborou um estudo que apresentou a prevalência de *pitch* agudo em 80% de sua amostra.²² A intensidade média encontrada para o zumbido foi de 2,12 dBNS para a OD e 1,95 dBNS para a OE. O MML encontrado foi de 3,47 dBNS

para a OD e 3,22 dBNS para a OE ([tabela 3](#)). Esses valores corroboram a literatura que define uma média de 5 a 10 dBNS acima do limiar auditivo em dBNA na frequência estipulada anteriormente para a tomada de ambas as medidas.²³

A comunidade científica sugere o THI como a ferramenta-chave para a verificação do incômodo causado pelo zumbido e avaliação do benefício da intervenção.¹³⁻²⁴ Os dados do THI obtidos na Avaliação Inicial corresponderam a valores equivalentes a um grau moderado de incômodo, com média de 57,75 pontos para o escore total e 28,80 para o aspecto funcional, 17,45 para o aspecto emocional e 11,05 para o aspecto catastrófico. Apesar dos escores aparentemente “decrecerem”, a depender das subescalas, os números variam de acordo com a quantidade de questões, conforme explicado no método. Um estudo aponta que, apesar da medida dos graus de incômodo, há diferentes impactos na qualidade de vida dos pacientes.¹⁸

A comparação do THI nas avaliações final e inicial expõe diferenças estatisticamente significantes com $p < 0,001$ para o escore total e todas as subescalas estudadas (funcional, emocional e catastrófica). Os resultados da amostra indicam que a média do grau moderado de incômodo foi reduzida para incômodo discreto. Esses resultados positivos corroboram vários estudos que também comprovaram o benefício proporcionado pela terapia acústica.^{20,23,25-27}

A mesma interpretação sobre o grau de incômodo ocorreu com o instrumento EVA, que também foi comparada nas avaliações inicial e final e apresentou diferença estatisticamente significativa, indicou uma redução significativa do incômodo. O escore inicial médio foi de 7,92 e, no fim do estudo, a média foi reduzida para 2,85.

A terapia acústica é composta pela inserção do enriquecimento sonoro no cotidiano do paciente, a fim de proporcionar alívio ao incômodo gerado pelo zumbido. O mesmo pode ser ou não feito através de dispositivos auriculares específicos, bem como opcionais: cascatas de água, sons de relaxamento e música, entre outros. Vários tratamentos são propostos para o manejo do zumbido; no entanto, o uso dos AASI associados ou não ao GS ainda é majoritário. Estudos observaram que três meses foram suficientes para se atingir o ápice da melhora da queixa.²⁸⁻³¹ A melhora obtida deve-se à ocorrência da plasticidade cortical induzida pela estimulação acústica, como explicado em estudos anteriores.^{32,33}

O presente estudo demonstrou a eficácia do GS no tratamento do zumbido. Seu uso efetivo, combinado ao AASI e associado ao aconselhamento, resultou em melhorias no incômodo do zumbido e, conseqüentemente, no índice de

qualidade de vida dos indivíduos. Estudos corroboram esses dados, verificaram que não houve superioridade entre as intervenções (estimulação da amplificação combinada ou isolada).²⁰⁻²³ No entanto, até o momento, não há evidências da efetividade dessa intervenção devido à necessidade de avaliação objetiva, que é o foco do presente estudo.

Como resultado, é possível que as medidas estabelecidas para a intervenção sejam verificadas, a fim de observar se são apropriadas ao programa estabelecido. É possível sintonizar e verificar se a estimulação está na faixa audível ou se ela se aproxima do nível de intensidade e frequência necessários, de acordo com a abordagem proposta para a terapia sonora.

Com essas medidas, o profissional pode assegurar-se de que o ruído determinado pelo paciente no momento da adaptação do GS para estimulação é efetivo, uma vez que algumas abordagens sugerem que o próprio paciente escolha sua estimulação acústica. Esse fator, bem como vários que permeiam o tema, é muito subjetivo. Além disso, as medidas favorecem o aprimoramento da manipulação dos dados e dos resultados, bem como o monitoramento durante o processo de manejo do zumbido. Também favorece a relação do profissional com os pacientes, mostra dados mais tangíveis a eles, quantifica seu tratamento e seu progresso durante o processo de habituação. Entretanto, até o momento, não há estudos na literatura que tenham feito a abordagem do GS de forma objetiva, por meio de mensuração em orelha real.

Foi encontrada significância estatística nas correlações. Ao correlacionar as variáveis THI, EVA e acufenometria, conforme mostrado nas tabelas 2 e 3, observou-se um maior coeficiente de correlação no limiar psicoacústico para intensidade, principalmente na OD, quanto maior o grau de incômodo mensurado no THI e em todas as suas subescalas, possivelmente maior a intensidade do zumbido em dBNS medida pela acufenometria. Esses dados permitem inferir que, quanto mais forte a percepção da intensidade do zumbido, maior será a sua restrição no questionário THI.

Os termos usados a seguir, "verificação do GS" e "curva do GS", referem-se à diferença no valor da acufenometria (limiares de frequência e intensidade transcritos em NPS) e ao ápice da curva gerada pela avaliação *in-situ* no modo *live* do gerador de som. Por exemplo, um limiar psicoacústico de 60 NPS a 4 kHz com o ápice da curva do gerador em 50 NPS a 4 kHz prevê uma verificação de 10 NPS, valor que é usado no cálculo estatístico.

Ao correlacionar as variáveis verificação do GS e acufenometria, também foi possível observar resultados estatisticamente significantes com coeficiente de correlação forte e proporcional, principalmente em relação ao limiar de frequência psicoacústica (tabela 4). Essa correlação sugere que quanto maior a frequência do zumbido, maior a diferença entre a acufenometria e a curva em orelha real do GS. Esses dados podem ser derivados da possível limitação do AASI, considerando que as frequências agudas extraordinariamente não são amplificadas em algumas tecnologias de dispositivos, talvez porque o ruído agudo gera um maior incômodo, é mais desconfortável, ou pelo fato de inferir-se que essa seja uma região de frequência que atinge a habituação com menos estímulos acústicos.

Nessa mesma análise, foi observado valor estatisticamente significativo para o MML, com coeficiente de correlação forte e inversamente proporcional na OD. Esse

dado sugere que quanto maior a diferença entre a curva do GS e a acufenometria (consequentemente, menor estimulação), menor o MML, pois com o menor nível de mascaramento, menos estimulação é necessária (tabela 4).

Em relação à correlação entre as variáveis de verificação do GS e THI, não foram encontrados coeficientes de correlação significantes e não foi possível estabelecer qualquer relação entre o grau de incômodo com a curva do GS, a partir da seleção do estímulo acústico pelo paciente no momento da adaptação (tabela 5). Em relação à EVA, houve um coeficiente de correlação forte e inversamente proporcional, sugeriu-se que quanto menor a diferença entre a estimulação e a acufenometria (curva GS), maior o escore da EVA. Esses dados sugerem que há elevada estimulação nesse ponto no qual o zumbido está presente, devido ao alto grau de incômodo referido (tabela 6).

Entre as abordagens existentes em relação ao uso do GS, é importante observar que a totalidade da amostra contemplou ruídos abaixo do limiar psicoacústico obtido pela acufenometria, não houve ponto de mistura ou mascaramento, sugeriu-se que qualquer estimulação acústica efetiva é válida, sem qualquer necessidade de estimular especificamente o ponto ou a região do zumbido.³⁴ Deve-se enfatizar que as orientações devem ser seguidas pelos próprios serviços de saúde auditiva, deve-se manter a padronização do protocolo para que haja probabilidade de reprodução e comparação dos dados em estudos posteriores.

A grande variabilidade individual de pacientes testados em avaliações repetidas e diferenças entre pacientes alocados em um grupo de tratamento favorecem contribuições gerais discretas no tratamento com a falta de reprodução de resultados relacionados em todos os estudos. Embora haja uma série de diretrizes para boas práticas no manejo do zumbido, diversas opções não têm evidências científicas de sua eficácia e a maior parte das revisões da literatura sobre o assunto afirma que "os achados são inconclusivos".³⁵

É necessário apresentar evidências científicas nos tratamentos do zumbido para auxiliar os profissionais na tomada de decisão, no manejo terapêutico dos pacientes e no desenvolvimento de diretrizes clínicas que direcionem as avaliações e abordagens de intervenção.³¹ Nesse primeiro momento, a verificação objetiva por meio da medida em orelha real favoreceu o entendimento de que a estimulação fornecida pelo GS estava abaixo dos limiares psicoacústicos obtidos na acufenometria, é necessário aprofundar esse conhecimento e sua aplicabilidade em novos estudos. Corroborando o presente estudo, os autores concluíram que, embora a heterogeneidade do zumbido seja amplamente reconhecida pelos clínicos, muitos tratamentos de zumbido baseados em sons comuns são aplicados com avaliação limitada das diferenças individuais.³⁶ Um estudo recente indica que parece haver poucas diretrizes para seleção dos estímulos e para a terapia sonora.¹²

Conclusão

A intervenção audiológica com qualquer nível de estímulo sonoro é suficiente para a obtenção de um prognóstico positivo em médio prazo. Os dados que demonstram que a verificação do gerador de som foi efetiva nas medidas da orelha real são importantes na avaliação e intervenção da

queixa. Além disso, indicam que quanto maior a percepção do zumbido, maior a sua gravidade; e quanto maior o incômodo, maiores os limiares psicoacústicos da frequência e o limiar mínimo de mascaramento.

Conflitos de interesse

Os autores declaram não haver conflitos de interesse

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pelo apoio financeiro à pesquisa para este estudo.

Referências

1. Roberts LE, Eggermont J, Caspary DM, Shore SE, Melcher JR, Kaltenbach JA. Ringing ears: the neuroscience of tinnitus. *J Neurosci*. 2010;30:14972–9.
2. McKenna L, Handscomb L, Derek J, Hall DA. A scientific cognitive-behavioral model of tinnitus: novel conceptualizations of tinnitus distress. *Front Neurol*. 2014;5:1–14.
3. Handscomb LE, Hall DA, Shorter GW, Hoare DJ. Positive and negative thinking in tinnitus: factor structure of the tinnitus cognitions questionnaire. *Ear Hear*. 2017;38:126–32.
4. Oiticica J, Bittar RSM. Tinnitus prevalence in the city of São Paulo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2015;81:167–76.
5. Shargorodsky J, Curhan GC, Farwell WR. Prevalence and characteristics of tinnitus among US adults. *Am J Med*. 2010;123:711–8.
6. Langguth B, Kreuzer PM, Kleinjung T, Ridder DD. Tinnitus: causes and clinical management. *Lancet Neurol*. 2013;12:920–30.
7. Noreña AJ. An integrative model of tinnitus based on a central gain controlling neural sensitivity. *Neurosci Biobehav Rev*. 2011;35:1089–109.
8. Kostek B, Poremski T. A new method for measuring the psychoacoustical properties of tinnitus. *Diagn Pathol*. 2013;8:1–14.
9. Moffat G, Adjout K, Gallego S, Thai-Van H, Collet L, Noreña AJ. Effects of hearing aid fitting on the perceptual characteristics of tinnitus. *Hear Res*. 2009;254:82–91.
10. Newman CW, Sandridge SA. A comparison of benefit and economic value between two sound therapy tinnitus management options. *J Am Acad Audiol*. 2012;23:126–38.
11. Vernon JA, Meikle MB. Tinnitus masking. In: Tyler RS, editor. *Tinnitus handbook*. San Diego: Singular; 2000. p. 313–56.
12. Searchfield GD, Durai M, Linford T. A state-of-the-art review: personalization of tinnitus sound therapy. *Front Psychol*. 2017;8:1–11.
13. Ferreira PEA, Cunha F, Onishi ET, Branco FCA, Ganança FF. Tinnitus Handicap Inventory: adaptação cultural para o português brasileiro. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2005;17:303–10.
14. WHO, World Health Organization. Prevention of blindness and deafness. Grades of hearing impairment. Geneva: World Health Organization; 2016. Available from: http://www.who.int/pbd/deafness/hearing_impairment_grades/en/ [cited 01/06/16].
15. Burgueti FAR, Pelligia AG, Carvallo RMM. Limiares de audibilidade em altas frequências em indivíduos com queixa de zumbido. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2004;8:277–83.
16. Martinez F, Bentivegna D, Martinez E, Sciacca V, Martincoglio G. Characteristics of tinnitus with or without hearing loss: clinical observations in Sicilian tinnitus patients. *Auris Nasus Larynx*. 2010;37:685–93.
17. Cabreira AF. Gerador de som: análise da eficácia dos ruídos mascaradores no alívio do zumbido, [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo; 2016.
18. Pinto PCL, Sanchez TG, Tomita S. The impact of gender, age and hearing loss on tinnitus severity. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76:18–24.
19. Ferreira LMBM, Ramos Júnior AN, Mendes EP. Caracterização do zumbido em idosos e de possíveis transtornos relacionados. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2009;75:245–8.
20. Parazzini M, Del Bo L, Jastreboff M, Tognola G, Ravazzani P. Open ear hearing aids in tinnitus therapy: an efficacy comparison with sound generators. *Int J Audiol*. 2011;50:548–53.
21. Gibrin PCD, Melo JJ, Marchiori LLM. Prevalência de queixa de zumbido e prováveis associações com perda auditiva, diabetes mellitus e hipertensão arterial em pessoas idosas. *CoDAS*. 2013;25:176–80.
22. Urnau D, Tochetto TM. Características do zumbido e da hiperacusia em indivíduos normo-ouvintes. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2011;15:468–74.
23. Santos GM. A influência do gerador de som associado à amplificação convencional para o controle do zumbido: ensaio clínico cego randomizado [tese]. São Paulo (SP): Faculdade de Medicina; Universidade de São Paulo; 2013.
24. Landgrebe M, Azevedo A, Baguley D, Bauer C, Cacace A, Coelho C, et al. Methodological aspects of clinical trials in tinnitus: a proposal for an international standard. *J Psychosom Res*. 2012;73:112–21.
25. Sweetow RW, Sabes JH. Effects of acoustical stimuli delivered through hearing aids on tinnitus. *J Am Acad Audiol*. 2010;21:461–73.
26. Rocha AV, Mondelli MFCG. Sound generator associated with the counseling in the treatment of tinnitus: evaluation of the effectiveness. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2017;83:249–55.
27. Suzuki FAB, Suzuki FA, Yonamine FK, Onishi ET, Penido NO. Effectiveness of sound therapy in patients with tinnitus resistant to previous treatments: importance of adjustments. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2016;82:297–303.
28. Tyler RS. Neurophysiological models psychological models and treatments for tinnitus. In: Tyler RS, editor. *Tinnitus treatment: clinical protocols*. New York: Thieme; 2006. p. 1–22.
29. Ferrari GMS, Sanchez TG, Pedalini EBA. Eficácia do molde aberto para o controle do zumbido. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2007;73:370–7.
30. Carrabba L, Coad G, Constantini M, Del Bo L, Dyrland O, Searchfield G. Combination open ear instrument for tinnitus sound treatment. In: Anais da 3ª Tinnitus Research Initiative Meeting from Clinical Practice to Basic Neuroscience and Back; 2009 junho 24–26. Stresa, Italy: Stresa; 2009. p. 25.
31. Rocha AV. Gerador de som associado ao aconselhamento no tratamento do zumbido: avaliação da eficácia [dissertação]. Bauru (SP): Faculdade de Odontologia de Bauru; Universidade de São Paulo; 2015.
32. Noreña AJ, Eggermont JJ. Enriched acoustic environment after noise trauma reduces hearing loss and prevents cortical map reorganization. *J Neurosci*. 2005;25:699–705.
33. McNeill C, Távola-Vieira D, Alnafjan F, Searchfield G, Welch D. Tinnitus pitch, masking, and the effectiveness of hearing aids for tinnitus therapy. *Int J Audiol*. 2012;51:914–9.
34. Schad ML, McMillan GP, Thielman EJ, Groon K, Morse-Fortier C, Martin JL, et al. Comparison of acoustic therapies for tinnitus suppression: a preliminary trial. *Int J Audiol*. 2018;57:143–9.
35. Hall DA. Designing clinical trials for assessing the effectiveness of interventions for tinnitus. *Trends Hear*. 2017;21:1–12.
36. Hoare DJ, Searchfield GD, El Refaie A, Henry JA. Sound therapy for tinnitus management: practicable options. *J Am Acad Audiol*. 2014;25:62–75.