

Limiar Diferencial de mascaramento e potencial evocado auditivo de tronco encefálico em adultos normo-ouvintes com zumbido

Masking Level Difference and Auditory Brainstem Response In Normal Hearing Adults With Tinnitus

Umbral de enmascaramiento diferencial y potencial evocado auditivo del tronco encefálico en adultos con audición normal y tinnitus

Joyce Miranda Santiago* 

Ellen Cristine Romão* 

Daniela Gil* 

Resumo

Introdução: O zumbido é uma ilusão auditiva consciente, uma sensação sonora não relacionada com uma fonte externa de estimulação. **Objetivos:** Caracterizar a Acufenometria, Limiar Diferencial de Mascaramento, o questionário de qualidade de vida Inventário de Desvantagem do Zumbido e Potencial Auditivo de Tronco Encefálico em adultos normo-ouvintes com zumbido, com a finalidade de comparar seus achados. **Método:** Vinte indivíduos do sexo feminino e masculino, entre 20 e 60 anos de idade, normo-ouvintes com queixa de zumbido, foram submetidos ao Acufenometria, Limiar Diferencial de Mascaramento, Inventário de Desvantagem do Zumbido e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico. **Resultados:** A Acufenometria revelou *que o pitch médio foi de 4,3 KHz à orelha direita e 4,6*

* Departamento de Fonoaudiologia, Escola Paulista de Medicina, Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, Brasil.

Contribuição dos autores:

JMS: participou da análise de dados, revisão crítica, redação; elaboração do rascunho original; discussão e aprovação da versão final do estudo.

ECR: participou da concepção do estudo; metodologia, coleta de dados; análise de dados e elaboração do rascunho original.

DG: participou na condição de orientadora, da idealização do estudo, análise, interpretação dos dados e redação do artigo.

E-mail para correspondência: Joyce Miranda Santiago - joyce.m.s07@gmail.com

Recebido: 14/03/2022

Aprovado: 13/04/2023

KHz à orelha esquerda. O *loudness* médio foi de 21,7 dBNS à orelha direita e 23,5 dBNS à orelha esquerda. O Limiar Diferencial de Mascaramento médio mostrou-se alterado. O Inventário de Desvantagem do Zumbido médio correspondeu à classificação de grau leve. O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico apresentou parâmetros dentro da normalidade bilateralmente. **Conclusão:** Constatou-se que adultos normo-ouvintes com queixa de zumbido apresentam zumbido de *pitch* agudo bilateral com discreto impacto na qualidade de vida, condução adequada das vias auditivas até o tronco encefálico e comprometimento na identificação de sons na presença de ruído, demonstrando que o zumbido pode ter repercussões nas habilidades auditivas centrais.

Palavras-chave: Zumbido; Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico; Testes Auditivos; Mascaramento Perceptivo; Adulto.

Abstract

Introduction: Tinnitus is a conscious auditory illusion, a sound perception unrelated to any external stimulus source. **Objectives:** To characterize the Acuphenometry, Masking Level Difference, the quality of life questionnaire Tinnitus Handicap Inventory and Auditory Brainstem Response in normal hearing adults with tinnitus, with the purpose of comparing the findings. **Method:** Twenty female and male individuals, between 20 and 60 years of age, normal hearing with complaints of tinnitus, underwent Acuphenometry, Masking Level Difference, Tinnitus Handicap Inventory and Auditory Brainstem Response. **Results:** The Acuphenometry showed the average pitch was 4.3 KHz to the right ear and 4.6 KHz to the left ear. The average loudness was 21.7 dBNSL to the right ear and 23.5 dBNS to the left ear. The average Masking Level Difference was altered. The average Tinnitus Handicap Inventory corresponded to the classification of mild grade. Auditory Brainstem Response showed parameters within normal range bilaterally. **Conclusion:** It was found that normal hearing adults with tinnitus complaints have bilateral acute pitch tinnitus with a slight impact on quality of life, appropriate conduction of auditory pathways to the brainstem and impaired identification of sounds in the presence of noise, demonstrating that tinnitus can have repercussions on central auditory skills.

Keywords: Tinnitus; Brainstem Auditory Evoked Potentials; Perceptual masking; Hearing tests; Adult.

Resumen

Introducción: El tinnitus es una ilusión auditiva consciente, una sensación de sonido no relacionada con una fuente externa de estimulación. **Objetivos:** Caracterizar la coincidencia de tono y volumen, el umbral de enmascaramiento diferencial, el inventario de minusvalía para acúfenos y el potencial auditivo del tronco encefálico en adultos normooyentes con acúfenos, con el fin de comparar sus hallazgos. **Método:** Veinte sujetos masculinos y femeninos, con edades entre 20 y 60 años, audición normal con tinnitus, fueron sometidos a acúfenos, Umbral de Enmascaramiento Diferencial, Inventario de Desventajas de Tinnitus y Potenciales Evocados Auditivos del Tronco Encefálico. **Resultados:** La combinación de tono y volumen reveló que el tono promedio era de 4,3 KHz en el oído derecho y de 4,6 KHz en el oído izquierdo. Mientras que el volumen medio fue de 21,7 dBNS para el oído derecho y de 23,5 dBNS para el oído izquierdo. Se modificó el umbral diferencial de enmascaramiento promedio. El Inventario de Desventajas de Tinnitus promedio correspondió a la clasificación de grado leve. El Potenciales Evocados Auditivos del Tronco Encefálico presentó parámetros dentro del rango normal bilateralmente. **Conclusión:** Se encontró que los adultos normooyentes con quejas de tinnitus presentan tinnitus de tono alto bilateral con leve impacto en la calidad de vida, conducción adecuada de las vías auditivas al tronco encefálico y deterioro en la identificación de sonidos en presencia de ruido, demostrando que Tinnitus puede tener repercusiones en las habilidades auditivas centrales.

Palabras clave: Tinnitus; Potenciales Evocados Auditivos del Tronco Encefálico; Testes Auditivos; Enmascaramiento perceptivo; Adulto.

Introdução

O zumbido é uma ilusão auditiva consciente, uma sensação sonora não relacionada com uma fonte externa de estimulação, que afeta mais de 25 milhões de brasileiros e pode repercutir de forma negativa na qualidade de vida¹. Geralmente ocorre como consequência de alterações periféricas e/ou centrais nas vias auditivas de pacientes com diversos graus de perda auditiva. Apenas 8 a 10% dos pacientes com zumbido apresentam audiometria tonal normal¹. O zumbido pode apresentar-se com origens diversas e de intensidade variável, chegando, em sua forma severa, a ser altamente incapacitante e até mesmo levar o paciente à atitude extrema de tentar suicídio². As causas do zumbido gerado no próprio sistema auditivo podem ser otológicas, cardiovasculares, metabólicas neurológicas, farmacológicas, odontogênicas e psicogênicas. Muitas vezes não é possível definir a etiologia do zumbido com exatidão³.

O zumbido tem sido alvo de inúmeras pesquisas envolvendo aspectos neurofisiológicos, audiológicos, terapêuticos, psicológicos e farmacológicos. Os profissionais da área da saúde estão cada vez mais envolvidos na busca de uma avaliação precisa do paciente, além de alternativas terapêuticas eficientes e definitivas^{4,5,6,7,8}.

Para o diagnóstico diferencial do zumbido, pode-se realizar diversas avaliações auditivas e avaliações complementares. Por exemplo: a audiometria tonal, audiometria vocal e a imitanciométrica verificam a sensibilidade auditiva, definindo o tipo e o grau de perda auditiva, quando presente. A Acufenometria permite que o zumbido possa ser mensurado para demonstrar ao paciente que seu zumbido é real, assim, podendo auxiliar no aconselhamento do paciente e ajudar no prognóstico da terapia sonora. Questionários de qualidade de vida que avaliam e quantificam o zumbido e suas repercussões na vida do paciente também são frequentemente empregados. Os exames eletrofisiológicos e eletroacústicos auxiliam na condução do paciente com queixa de zumbido, colaborando com a investigação do fator causal e com o entendimento dos mecanismos fisiopatológicos envolvidos⁹.

Na literatura constatou-se que a população acometida por zumbido crônico apresentam grau leve para o Inventário de Desvantagem do Zumbido e a média da sensação de intensidade da Acufenometria na orelha direita de 20 dBNS e na

orelha esquerda de 17 dBNS. Quanto ao tipo de estímulo, o mais encontrado foi o tom puro contínuo. A sensação de frequência, no maior número de casos, foi de 6.000 Hz⁵.

Além disso, observou-se que há divergências nos achados referentes ao Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico⁶. Existe estudo demonstrando que não há diferenças significativas para as latências e amplitudes do PEATE de indivíduos com e sem queixa de zumbido⁷. Bem como, há estudo que apontou que o grupo de indivíduos com zumbido apresentou latências significativamente atrasadas das ondas I, III e V, além de amplitudes significativamente reduzidas das ondas I e III quando comparadas com os indivíduos do grupo controle⁸.

Na prática clínica, observa-se a crescente incidência da queixa de zumbido em pacientes que não possuem nenhuma alteração dos limiares auditivos. Para estes pacientes, o zumbido torna-se um sintoma ainda mais evidente e o fato de não estar associado a uma alteração periférica dificulta, ainda mais, o diagnóstico e tratamento do mesmo, uma vez que sua causa torna-se hipotética.

Assim, torna-se justificável o estudo do processamento auditivo, bem como, a análise da integridade das vias auditivas para pesquisa do diagnóstico diferencial da etiologia do zumbido. Dessa forma, objetivo deste estudo é caracterizar e comparar a Acufenometria, o Limiar Diferencial de Mascaramento, o questionário de qualidade de vida Inventário de Desvantagem do Zumbido e o Potencial Auditivo de Tronco Encefálico em adultos normo-ouvintes com zumbido.

Materiais e métodos

Trata-se de um estudo descritivo analítico. O trabalho foi realizado no Departamento de Fonoaudiologia em conjunto com o Departamento de Otorrinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina. A pesquisa teve início após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa – CEP da Universidade Federal de São Paulo com CAAE: 14409818.6.0000.5505 e Número do Parecer: 3.584.418. Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos a serem realizados e após concordarem em participar da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Participaram deste estudo 20 indivíduos voluntários do sexo feminino e masculino, selecionados a partir de uma busca ativa nos Ambulatórios de Audiologia Clínica e Otorrinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo, que contemplaram os seguintes critérios de inclusão:

- Idade entre 20 e 60 anos;
- Limiares de audibilidade dentro dos padrões de normalidade (≤ 25 dBNA entre as frequências de 250 e 8 kHz);
- Curvas timpanométricas tipo A (normais);
- Ter queixa de zumbido;
- Não apresentar alterações de orelha média e nem comprometimento condutivo;
- Não apresentar síndromes ou estar em investigação genética;
- Não utilizar medicamentos que causam zumbido;
- Não apresentar alteração cognitiva evidente.

Inicialmente, os indivíduos foram submetidos à pesquisa da Acufenometria, a qual, consiste em uma avaliação comportamental usada para mensurar as características sensoriais (sensação de frequência e intensidade) do zumbido. Essa medida pode ter significado diagnóstico pois fornece uma medida quantitativa para monitorar a deterioração ou melhora do zumbido; classifica o tipo do zumbido; e fornece uma medida psicoacústica mais significativa do que alguns dos incômodos causados pelo zumbido⁵. A Acufenometria foi realizada em cabina acústica com o audiômetro (AD229b). O indivíduo foi orientado a levantar a mão quando o tom apresentado fosse semelhante ao *pitch* do seu zumbido¹⁰. Foram apresentados estímulos tonais nas frequências de 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz e 10500 Hz. Quando o indivíduo indicou a frequência semelhante ao *pitch* do seu zumbido, a frequência foi fixada e o nível de apresentação (intensidade) foi aumentado em intervalos de 5 dB, a partir do limiar tonal obtido na audiometria. O nível de *loudness* do zumbido foi obtido pela diferença entre o limiar tonal e o nível de apresentação indicado pelo indivíduo como semelhante ao *loudness* de seu zumbido e foi expresso em dBNS (nível de sensação).

O Limiar Diferencial de Mascaramento (*Masking Level Difference*) é um teste psicoacústico que determina a sensibilidade do Sistema Auditivo para diferenças no tempo e amplitude do sinal e/ou ruído. Achados da literatura indicaram que o

Limiar Diferencial de Mascaramento corresponde à uma medida comportamental do efeito da interação binaural^{11,12}, que ocorre em nível de tronco encefálico¹³. O teste Limiar Diferencial de Mascaramento, realizado em cabina acústica com fones auriculares supra-aurais, o indivíduo foi orientado a responder “sim” quando percebesse o apito em meio ao ruído mesmo que em fraca intensidade e “não” quando ouvisse somente o ruído. Foi utilizada a versão do Limiar Diferencial de Mascaramento da *Auditec of Saint Louis (2002)*, por meio de reproduzidor de CD *player* acoplado ao audiômetro. Tal versão do Limiar Diferencial de Mascaramento consiste na apresentação de 33 segmentos de ruído de banda estreita nas duas orelhas, por pelo menos, três segundos, na presença, ou não, de tom puro de 500 Hz. Foram utilizadas três condições distintas: tom puro e ruído de banda estreita em fase, nas duas orelhas (condição sinal/ruído homofásica - SoNo); tom puro em fase invertida, em uma das orelhas e o ruído em fase, nas duas orelhas (condição sinal/ruído antifásica - S π No); ruído sem a presença de tom puro (*no tone* - NT). O protocolo do teste progride das relações sinal-ruído mais favoráveis para as menos favoráveis nas três condições (SoNo, S π No, e NT) randomizados em blocos de três, aproximadamente. O teste foi realizado na condição binaural a 50 dBNA (nível de audição). Para a análise, foram somadas as vezes em que os indivíduos sinalizaram ter ouvido o tom para cada uma das condições e, em seguida, esse número foi convertido em dB, a partir de um quadro disponível no manual do teste. O resultado final foi considerado como a diferença em dB entre os escores nas condições SoNo e S π No. A diferença de nível de mascaramento para os ouvintes normais varia de 8 a 12 dB. Para indivíduos adultos considera-se normal um Limiar Diferencial de Mascaramento de no mínimo 10¹³. As respostas foram anotadas em folha de registro específica para este fim.

Em seguida foi aplicado o questionário adaptado Inventário de Desvantagem do Zumbido (*Tinnitus Handicap Inventory*). O Inventário de Desvantagem do Zumbido é um questionário que avalia o zumbido e os aspectos emocional, funcional e catastrófico, sendo de fácil aplicação e interpretação¹⁵. O Inventário de Desvantagem do Zumbido foi traduzido e adaptado culturalmente para a população brasileira, sendo denominado Inventário de Desvantagem do Zumbido (*Tinnitus Handicap Inventory*) Brasileiro e foi considerado

um instrumento confiável para verificação do prejuízo na qualidade de vida causado pelo zumbido¹⁶ que analisa a qualidade de vida dos indivíduos com zumbido. Este questionário contém 25 questões e caracteriza-se por ser numerado. As questões 3, 6, 10, 14, 16, 17, 21, 22 e 25 avaliam o aspecto emocional. As questões 1, 2, 4, 7, 9, 12, 13, 15, 18, 20 e 24 avaliam o aspecto funcional e as questões 5, 8, 11, 19 e 23 avaliam o aspecto catastrófico¹⁶. As possíveis respostas dos indivíduos ao questionário foram “sim”, “não” e “às vezes”. As respostas “sim” receberam quatro pontos, as respostas “não” pontuaram zero ponto (0) e as respostas “às vezes” dois pontos. O escore total para cada aspecto analisado é de 36 pontos para o aspecto emocional, 44 pontos para o aspecto funcional e 20 pontos para o aspecto catastrófico. O escore final varia de 0 a 100, e no final, com o total dos pontos, foi possível analisar o grau de interferência do zumbido na qualidade de vida em **Grau 1:** 0-16 (ligeiro), **Grau 2:** 18-36 (leve), **Grau 3:** 38-56 (moderado), **Grau 4:** 58-76 (severo), **Grau 5:** 78-100 (catastrófico). No presente estudo, o questionário foi entregue para o paciente preencher e a avaliadora ficou à disposição para responder as possíveis dúvidas, caso surgissem. Posteriormente ao preenchimento, a avaliadora contou os pontos obtidos para obter a classificação do grau de interferência do zumbido.

Posteriormente, foi realizada a captação do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) O PEATE consiste em uma medida eletrofisiológica, ou seja, objetiva, gerada pelo sincronismo das estruturas da via auditiva, que inicia-se no nervo auditivo, passando pelo núcleo coclear, complexo olivar superior, lemnisco lateral até o colículo inferior. A presença, ou não, das respostas, ocorrendo dentro de determinado tempo (latência), permite avaliar a integridade da via auditiva até o

tronco encefálico^{17,18}. Para a captação do PEATE com estímulo clique foi utilizado o equipamento da *Intelligent Hearing Systems* IHS - SmartEP. Foi realizada a limpeza da superfície da pele com gaze hidrófila e pasta abrasiva. Em seguida, os eletrodos de superfície de prata foram fixados contendo pasta eletrolítica, para melhora da condutividade elétrica, com esparadrapo microporoso. Os eletrodos foram posicionados da seguinte forma: o eletrodo terra foi colocado na região frontal e os outros dois eletrodos foram colocados nos lóbulos das orelhas, sendo A1 na orelha esquerda e A2 na orelha direita), segundo o sistema internacional 10-20. Para obtenção deste potencial no protocolo neurológico (pesquisa da integridade da via auditiva), utilizou-se o estímulo clique apresentado monoauralmente à 80 dBNA¹⁹. A polaridade utilizada foi a rarefeita, velocidade de apresentação de 19,1 estímulos por segundos filtros passa alto de 100 Hz e passa baixo 3000 Hz, duração do estímulo de 0,1 ms, janela de 12,8 milissegundos e envelope retangular. Os indivíduos foram instruídos a permanecer imóveis, relaxados e de olhos fechados visando a minimização de artefatos miogênicos. Foram promediadas duas varreduras variando entre 1500 e 2048 estímulos, sendo apresentados duas vezes em cada orelha, para a análise da reprodutibilidade do traçado. Ao final da coleta foi verificada a presença das ondas I, III e V. Foram marcadas e registradas as latências absolutas das ondas I, III, e V e dos interpicos I-III, III-V e I-V para cada orelha. Os critérios de normalidade utilizados para avaliação da integridade de via auditiva, considerando as latências absolutas e intervalos interpicos, foram baseados pela normatização biológica do equipamento do setor de Eletrofisiologia da Universidade Federal de São Paulo apresentada no quadro 1.

Quadro 1. Valores normativos do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico para clicks à 80 Decibel Normal Hearing Level propostos pela padronização biológica do equipamento *Intelligent Hearing Systems*.

Ondas e Interpicos	Média dos valores de latência absoluta (ms)	Desvio Padrão
I	1.65	0.06
III	3.80	0.15
V	5.67	0.16
I-III	2.15	0.16
III-V	1.86	0.12
I-V	4.01	0.17

Legenda: ms = milissegundos

Para a realização da análise estatística foi utilizado o Teste de Igualdade de Duas Proporções e o Teste de ANOVA. O Teste de Igualdade de Duas Proporções compara se a proporção de respostas de duas determinadas variáveis e/ou seus níveis é estatisticamente significativa. Já o Teste de ANOVA consiste em um teste paramétrico que faz uma comparação de médias utilizando a variância. Para este trabalho foi definido um p-valor $\leq 0,05$ ou 5%^{20,21,22}. Além disso todos os intervalos de confiança ao longo do trabalho, foram construídos com 95% de confiança estatística. Os resultados estatisticamente significantes estão destacados em negrito seguido de asterisco e os resultados com tendência à significância estatística estão destacados pelo símbolo sustenido (#).

Resultados

Foram avaliados 20 indivíduos normo-ouvintes selecionados a partir da rotina de atendimentos do ambulatório de Audiologia Clínica e de Otorinolaringologia da Universidade Federal de São Paulo. A média de idade amostral total foi de 23,7 anos de idade, sendo dois do sexo masculino e 18 do sexo feminino.

Observou-se que em relação à lateralidade do zumbido: 15% dos indivíduos apresentaram o sintoma à direita, 10% à esquerda e 75% em ambas as orelhas.

Na Tabela 1 são apresentadas as características da amostra em relação às variáveis qualitativas do zumbido, contendo número, porcentagem e p-valor.

Tabela 1. Distribuição Das Variáveis Qualitativas Das Características Do Zumbido

		Número	%	p-valor
Característica do Zumbido	Agudo	20	100%	-x-
	Não	17	85%	<0,001*
Exposição ao ruído	Sim	03	15%	
	Histórico Familiar de Perda Auditiva	Não	14	70%
Sim		06	30%	
Tipo de Zumbido	Contínuo	07	35%	0,058#
	Intermitente	13	65%	
Tontura	Não	14	70%	0,011*
	Sim	06	30%	
Grau de severidade referida pelo indivíduo	Leve	13	65%	Ref.
	Moderado	06	30%	0,027*
	Intenso	01	05%	<0,001*

Teste Igualdade de duas proporções - p-valor com significância estatística $\leq 0,05$ ou 5%

Legenda: * = p-valor considerado estatisticamente significativo, # = p-valor considerado com tendência à significância estatística.

A Tabela 2 mostra os resultados das medidas descritivas da avaliação da Acufenometria em Hertz e dBNS (nível de sensação). Os indivíduos apresentaram zumbido de *pitch* agudo e *loudness* em média 25 dB acima do limiar de audibilidade em ambas as orelhas.

Tabela 2. Medidas descritivas da acufenometria em quilo-hertz e decibels em nível de sensação

Descritiva		Média	Mediana	Desvio Padrão	Min.	Máx.
Orelha Direita	OD (dB)	24,0	20	18,3	5	70
	OD (Hz)	4.300	5.000	2.342	1.000	8.000
Orelha Esquerda	OE (dB)	26,5	20	18,3	5	70
	OE (Hz)	4.200	5.000	2.215	1.000	8.000

Medidas descritivas

Legenda: OD = Orelha Direita, OE = Orelha esquerda, dBNS = decibels em nível de pressão sonora; dB= decibel; Hz = Hertz; Min. = Mínimo, Máx. = Máximo.

Já na Tabela 3 estão expostos os achados das medidas descritivas do teste Limiar Diferencial de Mascaramento e do questionário Inventário de Desvantagem do Zumbido. O Limiar Diferencial de Mascaramento mostrou-se alterado, correspondendo à dificuldade na habilidade auditiva de integração binaural. Já o questionário Inventário de Desvantagem do Zumbido revelou pontuação média correspondente à classificação grau leve.

Tabela 3. Medidas descritivas do teste limiar diferencial de mascaramento e do questionário de auto-avaliação inventário de desvantagem do zumbido

Descritiva	Média	Mediana	Desvio Padrão	Min.	Máx.
Limiar Diferencial de Mascaramento	3,3	3	3,6	-4	12
Inventário de Desvantagem do Zumbido	19,2	16	14,0	6	70

Medidas descritivas

Legenda: Min. = Mínimo, Máx. = Máximo.

Na Tabela 4 apresentam-se as medidas descritivas para as latências do PEATE. Os achados do PEATE demonstraram que as latências absolutas das ondas I, III, V e intervalos interpicos I-III, III-V e I-V estão dentro dos padrões de normalidade bilateralmente em 100% dos casos considerando o critério de normalidade utilizado (Quadro 1).

Tabela 4. Medidas descritivas para as latências absolutas e interpicos do potencial evocado auditivo de tronco encefálico

PEATE	Ondas e Interpicos	Média (ms)	Desvio Padrão	Min (ms)	Máx. (ms)
Orelha Direita	I	1,63	1,65	1,50	1,70
	III	3,80	3,80	3,50	3,98
	V	5,57	5,56	5,18	5,66
	I-III	2,16	2,22	1,83	2,25
	III-V	1,77	1,79	1,25	1,95
	I-V	3,93	3,93	3,53	4,08
Orelha Esquerda	I	1,64	1,65	1,40	1,70
	III	3,80	3,80	3,27	3,91
	V	5,60	5,57	5,38	5,67
	I-III	2,15	2,19	1,67	2,25
	III-V	1,80	1,79	1,47	1,90
	I-V	3,95	3,95	3,68	4,08

Medidas descritivas**Legenda:** PEATE = Potencial Auditivo de Tronco Encefálico; Min. = Mínimo, Máx. = Máximo, ms= milissegundos.

Na Tabela 5 estão comparados os resultados médios da avaliação da Acufenometria, Limiar Diferencial de Mascaramento e Inventário de Desvantagem do Zumbido distribuídos segundo o grau de severidade do zumbido auto referido pelo

paciente na anamnese. Foi possível constatar que não houve significância estatística entre o grau de severidade auto referido e os resultados da Acufenometria, Limiar Diferencial de Mascaramento e Inventário de Desvantagem do Zumbido.

Tabela 5. Comparação do grau de severidade autorreferido com acufenometria, limiar diferencial de mascaramento e inventário de desvantagem do zumbido

Grau de severidade		Média	Mediana	Desvio Padrão	p-valor
ACUFENOMETRIA OD (dB)	Leve	25,8	20	20,8	0,855
	Moderado	20,8	20	14,6	
	Intenso	20,0	20	- x -	
ACUFENOMETRIA OD (Hz)	Leve	4.692	6.000	2.213	0,065#
	Moderado	2.833	2.000	1.835	
	Intenso	8.000	8.000	- x -	
ACUFENOMETRIA OE (dB)	Leve	27,3	20	20,1	0,505
	Moderado	21,7	25	14,4	
	Intenso	45,0	45	- x -	
ACUFENOMETRIA OE (Hz)	Leve	4.692	6.000	2.213	0,169
	Moderado	2.833	2.000	1.835	
	Intenso	6.000	6.000	- x -	
Limiar Diferencial de Mascaramento	Leve	2,0	2	2,8	0,085#
	Moderado	5,7	4	4,3	
	Intenso	6,0	6	- x -	
Inventário de Desvantagem do Zumbido	Leve	19,1	16	16,4	0,558
	Moderado	17,0	15	7,2	
	Intenso	34,0	34	- x -	

Teste Anova - p-valor com significância estatística $\leq 0,05$ ou 5%**Legenda:** OD = Orelha Direita, OE = Orelha esquerda, dB = decibel; Hz= Hertz; # = p-valor considerado com tendência à significância estatística.

Discussão

Na análise dos resultados do presente estudo, verificou-se que a amostra foi composta predominantemente por adultos jovens do sexo feminino e com zumbido bilateral. Tais resultados corroboraram com achados da literatura, que comparou as características do zumbido e sua interferência na vida diária em pacientes com e sem perda auditiva e apontou que ambos os grupos, o zumbido predominou nas mulheres e foi bilateral e constante²³. Tal achado da literatura sugere que há uma porcentagem maior de mulheres entre os indivíduos com audiometria normal e zumbido bilateral. Referente à constância do zumbido, os autores vão de encontro à impressão clínica. Dessa forma, os autores concluíram que em seu estudo, a presença ou ausência de perda auditiva não influenciou nas características citadas anteriormente (sexo, lateralidade e constância)²³.

A Tabela 1 mostrou que 85% dos indivíduos com limiares auditivos normais e zumbido da presente pesquisa não apresentavam exposição ao ruído, 70% não tinham histórico de perda auditiva hereditária e também não apresentavam tontura. Achado da literatura diverge do presente estudo apontando que apenas 7,4% dos indivíduos com zumbido apresentam limiares auditivos normais; os autores sugerem que embora o zumbido seja um sintoma frequentemente associado à presença da perda auditiva, isso nem sempre ocorre²³. Em relação à exposição ao ruído, estudo demonstrou que os indivíduos com exposição ao ruído com limiares auditivos normais apresentaram zumbido (71%), sugerindo a exposição ao ruído como um fator de risco para o aparecimento do zumbido²⁴. Outro estudo apontou que não houve associação significativa entre limiares auditivos normais, queixa de zumbido e vertigem (tontura rotatória), corroborando o resultado encontrado na Tabela 1, do presente estudo²⁵.

Na Tabela 2, observou-se que o *pitch* do zumbido foi caracterizado como agudo e com *loudness* em média 25 dBNS em relação ao limiar de audibilidade em ambas as orelhas. Nesse sentido, verificou-se que a medida da frequência do zumbido correspondeu à auto referida pelo indivíduo, como demonstrado na Tabela 1. Na literatura, observou-se um estudo sobre Acufenometria em indivíduos com zumbido e limiares auditivos normais no qual a intensidade média medida na

avaliação da Acufenometria na orelha direita foi de 20 dBNS (DP = 14,63) e na esquerda foi de 17 dBNS (DP = 14,96) e, assim, semelhante ao obtido no presente estudo, talvez pelo fato do zumbido bilateral ter sido o predominante. Quanto ao tipo de estímulo o mais encontrado foi o tom puro contínuo e a frequência em 6.000 Hz⁵, coincidindo com os resultados do presente estudo. Os autores expõem que a Acufenometria é importante para quantificar o zumbido pelas suas características subjetivas (*pitch* e *loudness*)⁵.

Já na Tabela 3, visualizou-se o prejuízo que indivíduos com limiares auditivos normais e zumbido apresentavam na habilidade auditiva de integração binaural. O Limiar Diferencial de Mascaramento alterado demonstra que os indivíduos desta amostra apresentam dificuldade de ouvir no ruído, o que pode contribuir para dificuldade na comunicação. A literatura sobre avaliação auditiva central em pacientes com zumbido é escassa, de modo que não encontramos na literatura estudos sobre o Limiar Diferencial de Mascaramento e zumbido em diferentes bases de dados. Todavia, nos deparamos com um estudo que avalia as habilidades de processamento auditivo em normo-ouvintes com e sem zumbido, que corrobora com o achado da presente pesquisa demonstrando que os normo-ouvintes com zumbido apresentam dificuldade de ouvir no ruído. Os autores demonstraram que os normo-ouvintes com zumbido obtiveram resultados significativamente mais baixos no Teste de Escuta Dicótica e Limiar de Detecção de Interrupções na orelha direita. Assim, os autores sugeriram que pacientes com audição normal e zumbido podem apresentar dificuldades de processamento auditivo²⁶.

O resultado obtido no escore total do Inventário de Desvantagem do Zumbido no presente estudo assemelhou-se a alguns achados da literatura. Há um estudo que comparou características do zumbido e sua interferência na vida diária, no qual pacientes com zumbido e limiares auditivos normais apresentaram características semelhantes (tempo de doença, localização, tipo, frequência de aparecimento) semelhantes às de indivíduos com zumbido e perda auditiva. Entretanto, a interferência provocada na concentração e no equilíbrio emocional foi significativamente menor, o que não ocorreu em relação à interferência no sono e na atividade social¹. Em outro estudo presente na literatura, observou-se que a frequência das respostas do Inventário de Desvantagem do Zumbido, foi

observada em maior ocorrência do grau leve, à semelhança do presente estudo⁵.

A Tabela 4 mostrou que o PEATE revelou a resposta em todos os sítios geradores esperados com latências absolutas e interpicos dentro dos padrões de normalidade bilateralmente. Tais resultados foram semelhantes aos achados da literatura que compararam as respostas do PEATE entre dois grupos de indivíduos com sensibilidade auditiva normal com e sem zumbido e obtiveram como resultado que não houve diferenças significativas entre os sujeitos com e sem zumbido. Sendo que, os parâmetros de latência do PEATE também estavam dentro dos limites normais bilateralmente em ambos os grupos⁷. Dessa forma, os autores sugerem que o zumbido em indivíduos normo-ouvintes não reflete danos na cóclea ou nas vias auditivas até o nível do tronco encefálico. No entanto, apesar dos achados do PEATE em indivíduos com zumbido apresentarem latências e amplitudes dentro dos padrões da normalidade, notou-se que na avaliação qualitativa do PEATE houve o aumento nas respostas da relação V/I nos sujeitos com zumbido crônico, assim, segundo os autores, servindo como métrica confiável para identificar objetivamente o zumbido⁷. Todavia, o presente estudo e os estudos supracitados divergem de outro achado da literatura que apontou que em estudo comparativo de indivíduos normo-ouvintes com e sem zumbido, o grupo de indivíduos com zumbido apresentou latências significativamente atrasadas das ondas I, III e V, além de amplitudes significativamente reduzidas das ondas I e III quando comparadas com os controles. Dessa forma, os autores sugeriram a presença de déficits de processamento binaural em pacientes com zumbido em diferentes níveis ao longo da via auditiva ascendente⁸. Outro estudo da literatura, com a mesma população citada nos estudos anteriores, sugeriu que os resultados do PEATE são variáveis em pacientes com zumbido, pois evidenciaram que não houve diferença significativa entre indivíduos com e sem zumbido; no entanto, alguns indivíduos com zumbido apresentaram latências absolutas prolongadas anormais, latências de interpicos e aumento da diferença de latência interaural da onda V⁶.

Na Tabela 5 constatou-se que não foram evidenciadas associações estatisticamente significantes entre a classificação auto referida do zumbido e os resultados da avaliação da Acufenometria, do Inventário de Desvantagem do Zumbido e do

Limiar Diferencial de Mascaramento discordando com o achado da literatura que demonstrou a relação significativa entre o Inventário de Desvantagem do Zumbido e Acufenometria na avaliação do zumbido. Os autores sugeriram que avaliações de Acufenometria e do Inventário de Desvantagem do Zumbido apresentam correlação proporcional ao zumbido, fornecendo dimensões diferentes do zumbido e se complementando⁵. Não foram encontrados estudos que realizassem associação das Acufenometria, Inventário de Desvantagem do Zumbido e Limiar Diferencial de Mascaramento. No entanto, achados da literatura sugerem o zumbido pode trazer dificuldades de processamento auditivo para normo-ouvintes²⁶.

Ademais, na Tabela 5, apesar de não ter sido evidenciada diferença estatística, aqueles indivíduos que julgaram o seu zumbido como intenso, apresentaram o *pitch* mais elevado. Além disso, indivíduos com zumbido auto referido como intenso, apresentaram maiores escores no Inventário de Desvantagem do Zumbido, ou seja, pior qualidade de vida.

Achados da literatura apontam que a percepção da diferença do nível de mascaramento por meio das pistas temporais e as modificações na fase do estímulo exigem que haja a interação binaural e ambas ocorrem no complexo olivar superior¹². O núcleo coclear, o corpo trapezóide e o complexo olivar superior contribuem para a formação da onda III, o lemnisco lateral e colículo inferior refletem a onda V do PEATE com estímulo clique^{27,28}.

Sendo assim, apesar do Limiar Diferencial de Mascaramento e do PEATE avaliarem supostamente estruturas do tronco encefálico que contribuem para integração binaural, os resultados não se mostraram coincidentes. Vale ressaltar que estudos têm demonstrado que indivíduos apresentam dificuldades de concentração e atenção devido ao zumbido^{29,30}. Dessa forma, pode-se inferir que os indivíduos do presente estudo, durante a realização do Limiar Diferencial de Mascaramento pudessem estar menos atentos, provavelmente pela presença do zumbido, e, conseqüentemente, a atenção reduzida poderia ter sido um fator contribuinte para o aumento da percepção do apito em meio ao ruído na avaliação comportamental, mesmo que os indivíduos tenham apresentado integridade da via auditiva adequada até tronco encefálico na avaliação objetiva. Assim, corroborando com os achados da literatura que sugerem que o zumbido

exerce um efeito mascarador sobre os sinais acústicos apresentados a esses indivíduos^{30,31}.

Diante de todos os achados supracitados no presente estudo, pode-se inferir que o zumbido deve ser mensurado com diferentes avaliações que se complementam. Além disso, os testes comportamentais e eletrofisiológicos são importantes na identificação de aspectos fisiológicos e neurofisiológicos em indivíduos com queixa de zumbido, podendo, assim, nortear o tratamento do zumbido.

Como perspectiva futura pode-se citar a realização de novos estudos comparando indivíduos com ou sem zumbido e limiares auditivos normais em outros testes comportamentais do processamento auditivo central.

Conclusão

A partir dos achados, constatou-se que adultos normo-ouvintes com queixa de zumbido apresentam: zumbido de *pitch* agudo bilateral (médio de 4,3 KHz na orelha direita e 4,6 KHz na orelha esquerda); *loudness* médio de 21,7 dBNS na orelha direita e 23,5 dBNS na orelha esquerda; discreto impacto na qualidade de vida; condução adequada das vias auditivas até o tronco encefálico e comprometimento na identificação de sons na presença de ruído, demonstrando que o zumbido pode ter repercussões nas habilidades auditivas centrais.

Referências

- Sanchez TG, Mak MP, Pealini MEB, Levy CP, Bento RF. Evolução do Zumbido e da Audição em Pacientes com Audiometria Tonal Normal. *Arq. Otorrinolaringol.* 2005; 9(3): 220-7.
- Szibor A, Mäkitie A, Aarnisalo AA. Tinnitus and suicide: An unresolved relation. *Audiology Research.* 2019; 9(1): 10-3. doi: 10.4081/audiores.2019.222
- Tosin AMG. Alívio do Zumbido Usando o Som Fractal Sem Amplificação Sonora. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2020.
- Rosa A, Pimenta S, Lima D. Tinnitus and anxiety: a literature review. 2012; 14(4): 742-54
- Nascimento IP, Almeida AA, Diniz Junior J, Martins ML, Freitas TM, Rosa MR. Tinnitus evaluation: relation among pitch matching and loudness, visual analog scale and tinnitus handicap inventory. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2019; 85: 611-6. doi.org/10.1016/j.bjorl.2018.05.006
- Moreira HG, Bruno RS, Oppitz SJ, Sanfins MD, Garcia MV. Zumbido crônico: análise das contribuições clínicas de diferentes avaliações audiológicas. *Audiol. Commun Res* 2022; 27(Audiol., Commun. Res., 2022 27): e2660. doi.org/10.1590/2317-6431-2022-2660pt
- Barnea G, Attias J, Gold S, Shahar A. Tinnitus with normal hearing sensitivity: extended high-frequency audiometry and auditory-nerve brain-stem-evoked responses. *Audiology.* 1990; 29(1): 36-45.
- Gabr TA. Auditory brainstem response audiometry in tinnitus patients. *Egyptian Journal of Ear, Nose, Throat and Allied Sciences.* 2011; 12(2): 115-120. doi.org/10.1016/j.ejenta.2011.08.005.
- Onishi ET, Coelho CCB, Oiticica J et al. Zumbido e intolerância a sons: evidência e experiência de um grupo brasileiro. *Braz. j. otorhinolaryngol.* 2018; 84(2): 135-49. doi.org/10.1016/j.bjorl.2017.12.002
- Hiller W, Goebel G. Factors influencing tinnitus loudness and annoyance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2006; 132: 1323-30.
- Durlach, NI. Equalization and cancellation theory of binaural masking-level differences. *J. Acoust. Soc. Am.* 1963; 35: 1206-18
- Mendes SC, Branco-Barreiro FCA, Frota S. Limiar diferencial de mascaramento: valores de referência em adultos. *Audiology - Communication Research.* 2017;22:1746. doi.org/10.1590/2317-6431-2016-1746
- Santiago JM, Luiz CBL, Garcia M, Gil D. Masking Level Difference and Electrophysiological Evaluation in Adults with Normal Hearing. *Int Arch Otorhinolaryngol.* 2020 Oct; 24(4): 399-406. doi: 10.1055/s-0040-1701266
- Wilson RH, Moncrieff DW, Townsend EA, Pillonia L. Development of a 500-Hz Masking-Level Difference Protocol for Clinic Use. *Am. Acad.of Aud.,*2003; 14(1):1-8.
- Rocha GSR. Qualidade de Vida Em Indivíduos Portadores de Zumbido Com e Sem Perda Auditiva: Aspectos Audiológicos e Psicoemocionais. Aracaju: Universidade Tiradentes; 2017.
- Matos IL, Rocha AV, Mondelli MFCG. Aplicabilidade da orientação fonoaudiológica associada ao uso de aparelho de amplificação sonora individual na redução do zumbido. *Audiology - Communication Research.* 2017; 22: 1880. doi.org/10.1590/2317-6431-2017-1880
- Silvia DD. Funcionalidade da Via Auditiva Em Nível de Tronco Encefálico Em Indivíduos Jovens com e Sem Queixa de Compreensão de Fala. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria – Centro de Ciências da Saúde, Departamento de Fonoaudiologia; 2016.
- Simião PC. Testes Eletrofisiológicos Complementares ao Diagnóstico do Transtorno do Processamento Auditivo Central: Revisão de Literatura. Campinas: Pontifícia Universidade Católica de Campinas – Centro de Ciências da Vida; 2020.
- Matas CG. Medidas eletrofisiológicas da audição: audiometria de tronco cerebral. Em: Carvallo RMM. Fonoaudiologia informação para formação. Procedimentos em audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 43-57.
- Hirakata VA, Mancuso ACB, Castro SMJ. Teste de Hipóteses: Perguntas que você sempre quis fazer, mas nunca teve coragem. *Clinical & Biomedical Research, [S.l.]* 2019; 39 (2), aug. 2019.



21. Molina AM. ¿Qué significa realmente el valor de p?. *Rev Pediatr Aten Primaria*. 2017; 19(76): 377-381.
22. Mark DB, Lee KL, Harrell FE. Understanding the Role of P Values and Hypothesis Tests in Clinical Research. *JAMA Cardiol*. 2016; 1(9): 1048–54. doi:10.1001/jamacardio.2016.3312
23. Sanchez TG et al. Tinnitus in normally hearing patients: clinical aspects and repercussions. *Brazilian Journal of Otorrinolaringol*. 2005; 71(4): 427-431. doi.org/10.1016/S1808-8694(15)31194-0
24. Steinmetz LG, Zeigelboim BS, Lacerda AB, Morata TC, Marques JM. Características do zumbido em trabalhadores expostos a ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2009Jan;75(Rev. Bras. Otorrinolaringol., 2009 75(1)): 7–14. Available from: <https://doi.org/10.1590/S0034-72992009000100002>
25. Vieira PP, Marchori LL de M, Melo JJ. Estudo da possível associação entre zumbido e vertigem. *Rev CEFAC*. 2010Jul;12(Rev. CEFAC, 2010 12(4)): 641–5. Available from: <https://doi.org/10.1590/S1516-18462010005000070>
26. Raj-Koziak D et al. Auditory processing in normally hearing individuals with and without tinnitus: assessment with four psychoacoustic tests. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2022 Jan; 279(1): 275-283. doi: 10.1007/s00405-021-07023-w.
27. Starr A, Hamilton AE. Correlation between confirmed sites of neurological lesions and abnormalities of far-field auditory brainstem responses. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1976; 41(6): 595-608.
28. Hall JW. *Handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn & Bacon, 2006.
29. Leong SL, Tchen S, Robertson IH. et al. The potential interruptive effect of tinnitus-related distress on attention. *Sci Reports*. 2020; 10(11911): 1-9. doi:10.1038/s41598-020-68664-1
30. Lima DO, Araújo AM, Branco-Barreiro FC, Carneiro CS, Almeida LN, Rosa MR. Auditory attention in individuals with tinnitus. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2020; 86(4): 461-7. doi.org/10.1016/j.bjorl.2019.01.011
31. Musiek FE, Lee WW. Potenciais auditivos de média e longa latência. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. Barueri: Manole; 2001.

