

Daniele Tugumia<sup>1</sup>  
 Alessandra Giannella Samelli<sup>1</sup>  
 Carla Gentile Matas<sup>1</sup>  
 Fernanda Cristina Leite Magliaro<sup>1</sup>  
 Camila Maia Rabelo<sup>1</sup>

### Descritores

Zumbido  
 Potenciais Evocados Auditivos  
 Audiometria  
 Plasticidade Neuronal  
 Questionários

### Keywords

Tinnitus  
 Evoked Potentials, Auditory  
 Audiometry  
 Neuronal Plasticity  
 Questionnaires

**Endereço para correspondência:**  
 Alessandra Giannella Samelli  
 Rua Cipotânea, 51 – Cidade Universitária  
 São Paulo (SP), Brasil, CEP: 05360-160.  
 E-mail: alesamelli@usp.br

**Recebido em:** 12/09/2014

**Aceito em:** 27/05/2015

## Programa de treinamento auditivo em portadores de zumbido

### *Auditory training program in subjects with tinnitus*

### RESUMO

O zumbido pode ser definido como a percepção consciente de um som, sem a presença de estimulação acústica externa. Considerando o prejuízo causado pelo zumbido e a falta de tratamentos definitivos, fica evidente a necessidade de alternativas para reabilitação de pessoas com zumbido. A hipótese é que o treinamento auditivo pode causar uma reorganização plástica desse sistema, promovendo uma melhora do sintoma. **Objetivo:** Verificar o efeito de um programa de treinamento auditivo em portadores de zumbido na percepção desse sintoma. **Métodos:** Participaram 12 indivíduos portadores de zumbido, divididos em dois grupos: Grupo Estudo (GE) e Grupo Controle (GC). Todos os indivíduos realizaram: audiometria; avaliação eletrofisiológica; acufenometria; aplicação do *Tinnitus Handicap Inventory* (THI) e avaliação do processamento auditivo (GIN – *Gaps In Noise*, Teste de Padrão de Frequência e Fala com Ruído). Após a avaliação, foram iniciados os treinamentos e o GE foi submetido ao treinamento auditivo formal enquanto o GC ao treinamento visual. **Resultados:** Na caracterização dos grupos não foram observadas diferenças estatisticamente significantes para as variáveis: idade, *pitch* e *loudness* do zumbido, nem para os limiares auditivos na audiometria convencional e altas frequências. Na comparação entre os grupos, pré e pós-treinamento, dos testes eletrofisiológicos, comportamentais e THI não houve diferenças estatisticamente significantes entre eles para nenhuma das avaliações realizadas. **Conclusão:** Achados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos na comparação entre pré e pós-treinamento (auditivo ou visual), tanto para os achados eletrofisiológicos quanto para a avaliação comportamental do processamento auditivo e para o THI, embora diferenças pontuais na análise individual tenham ocorrido.

### ABSTRACT

Tinnitus may be defined as the conscious perception of sound or noise, without the presence of external acoustic stimulation. Given the damage caused by tinnitus and the lack of effective treatment, alternatives are necessary to rehabilitate subjects with tinnitus. There is an assumption that auditory training (AT) could lead to a plastic reorganization of this system, thus promoting an improvement of the symptom. **Objective:** To verify the effect of an AT program in subjects with tinnitus in the perception of this symptom. **Methods:** Twelve subjects with tinnitus were included in the study and divided into two groups: Study Group (SG) and Control Group (CG). All of them underwent audiometric and electrophysiological assessments; acuphenometry; Tinnitus Handicap Inventory and auditory processing assessment (GIN – Gaps in Noise, Frequency Pattern Test and Speech-in-Noise). Afterward, trainings began and the SG was submitted to the formal AT, and the CG to the visual training. **Results:** In the characterization of the groups, no statistically significant difference was found for the variables such as age, pitch, and loudness of tinnitus, or for hearing thresholds in conventional audiometry and high frequencies. Comparisons were performed between the groups, before and after the trainings, regarding electrophysiological, behavioral, and Tinnitus Handicap Inventory tests, and no statistically significant differences were found between them for any of the evaluations. **Conclusion:** Findings showed no statistically significant differences between groups in the comparison between the moments pre- and post-trainings (auditory or visual), nor for the electrophysiological findings or behavioral assessment of the auditory processing and for the Tinnitus Handicap Inventory, although some specific differences in the individual analysis have occurred.

Trabalho realizado no Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

(1) Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade São Paulo – USP – São Paulo (SP), Brasil.

**Fonte de financiamento:** Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – Fapesp.

**Conflito de interesses:** nada a declarar.

## INTRODUÇÃO

Muitas hipóteses sobre a geração do zumbido foram propostas por diversos pesquisadores sem que a confirmação tenha se dado de maneira consistente. Assim, a heterogeneidade de achados nos diversos estudos não permite a determinação de um único tratamento específico e definitivo para todos os casos.

É um consenso entre pesquisadores que o zumbido pode ser extremamente prejudicial à qualidade de vida das pessoas que sofrem desse sintoma<sup>(1)</sup>. Alguns propuseram que o zumbido seria consequência de atividade espontânea anormal em algumas partes ou em toda a via auditiva, a qual causaria uma reorganização plástica do sistema nervoso central (SNC)<sup>(2)</sup>.

Baseado nos conceitos da neuroplasticidade, o Treinamento Auditivo (TA) é uma técnica amplamente utilizada nas terapias de reabilitação do processamento auditivo e no processo de adaptação de próteses auditivas. O TA é definido como um conjunto de condições e/ou tarefas direcionadas para a ativação do sistema auditivo e sistemas associados para que existam alterações benéficas no comportamento auditivo e no sistema nervoso central. As modificações provocadas no Sistema Nervoso Auditivo Central (SNAC) pelo TA estão frequentemente associadas a mudanças comportamentais e eletrofisiológicas, as quais podem ser mensuradas por meio de avaliações específicas<sup>(3,4)</sup>.

Existem poucos estudos relacionando TA com zumbido, entretanto achados da literatura sugerem que o zumbido pode ser uma consequência negativa da plasticidade no sistema nervoso central após uma agressão periférica; sendo assim, o treinamento das habilidades auditivas poderia reverter parcialmente essas mudanças e, conseqüentemente, melhorar o zumbido<sup>(5,6)</sup>.

Com base nos aspectos supracitados, bem como levando em consideração o prejuízo causado pelo zumbido e a falta de tratamentos definitivos eficientes e viáveis para a maioria dos casos, é evidente a necessidade de propor alternativas para reabilitar esses pacientes.

Portanto, a hipótese deste estudo é que o uso do TA poderia reduzir o incômodo causado pelo zumbido, possivelmente pelo fortalecimento das sinapses da via auditiva, bem como da sincronia de disparo dos neurônios envolvidos no processamento auditivo. Essa melhora gerada pelo TA poderia ser observada por meio da avaliação comportamental (testes que avaliam habilidades auditivas de discriminação de fala, frequência e habilidades temporais<sup>(5,7,8,9)</sup>), eletrofisiológica (potencial de longa latência<sup>(10)</sup>) e pela melhora na qualidade de vida desses indivíduos (identificada por meio de um questionário específico – *Tinnitus Handicap Inventory* – THI<sup>(11)</sup>).

O objetivo do referido estudo foi verificar o efeito de um programa de treinamento auditivo formal em portadores de zumbido na percepção desse sintoma e no incômodo causado por ele.

## MÉTODOS

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética da Instituição sob o protocolo de registro nº 1068/10. Todos os indivíduos assinaram o termo de consentimento livre esclarecido antes do início das avaliações.

Inicialmente, foi realizado um levantamento nos prontuários dos pacientes do Setor de Audiologia de um hospital público de São Paulo e foram selecionados 175 indivíduos que se enquadravam nos critérios de inclusão previamente estabelecidos: idade superior a 18 anos; presença de zumbido constante há mais de dois anos (unilateral ou bilateral); ausência de alterações metabólicas; ausência de alterações neurológicas; presença de limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade ou com perda auditiva neurosensorial até 55 dBNA em qualquer frequência avaliada, para que não houvesse interferência dos limiares auditivos tonais nos potenciais evocados auditivos; imitanciometria indicando ausência de alterações de orelha média; potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) normal.

Após contato e reavaliação desses indivíduos, 162 foram excluídos por não apresentar mais zumbido (após tratamento médico) ou não atendimento aos critérios de inclusão após a reavaliação.

Sendo assim, 12 indivíduos com zumbido efetivamente entraram para a pesquisa, sendo divididos aleatoriamente em dois grupos: Grupo Estudo (GE) (média de idade de 34,83 e DP de 16,28 anos); e Grupo Controle (GC) (média de idade de 34,5 e DP de 17,17 anos), com quatro mulheres e dois homens em cada grupo.

O estudo dividiu-se em três etapas: avaliação, intervenção (treinamento) e reavaliação.

### 1ª etapa: Avaliação

Os indivíduos realizaram os seguintes procedimentos:

- Anamnese clínica e questionário de gravidade do zumbido (*Tinnitus Handicap Inventory* – THI – adaptado para o Português), constando 25 questões, sendo o resultado categorizado em cinco graus de gravidade do zumbido (desprezível a catastrófico)<sup>(11)</sup>.
- Imitanciometria (com o analisador de orelha média da marca Interacoustic modelo AT235h).
- Audiometria tonal liminar (250 a 20.000 Hz) em cabina, com o audiômetro modelo GSI-61, marca Grason-Stadler, fones de ouvido supra-aurais modelo TDH-50P para audiometria nas frequências de 0,25 a 8 kHz e fones Sennheiser HDA-200 para as frequências mais altas.
- Acufenometria para identificação da loudness e pitch do zumbido.
- Avaliação reduzida do processamento auditivo, composta pelos testes: *Gaps in Noise* – GIN<sup>(7)</sup>, Fala com ruído<sup>(8)</sup> e Padrão de frequência<sup>(9)</sup>.
- Avaliação eletrofisiológica composta por: PEATE e Potencial evocado auditivo de longa latência (P300). Inicialmente, o PEATE foi realizado em todos os indivíduos para garantir a integridade do tronco encefálico, procurando evitar distorções nos resultados do P300. Os indivíduos somente foram submetidos à gravação do P300 quando confirmada a normalidade na morfologia das ondas e dos valores das latências absolutas das ondas I, III e V e dos interpicos I-III, III-V e I-V. Os critérios de normalidade foram os parâmetros do equipamento *Intelligent Hearing Systems*

modelo 5020. O PEATE foi realizado com os eletrodos nas posições frente (Fpz), na mastóide esquerda (A1) e na mastóide direita (A2), estímulo “clique”, de polaridade rarefeita, monoauralmente a 80 dBNA, com velocidade de apresentação de 19,0 estímulos por segundo, totalizando 2000 estímulos, janela de análise de 10,24 ms, filtros passa-baixo (3000 Hz) e passa-alto (100 Hz).

O P300 foi realizado com os eletrodos posicionados no vértex (Cz), mastóides esquerda (A1), direita (A2) e frente (Fpz). Foram utilizados os estímulos tone-burst em 1000 Hz (frequente) e 1500 Hz (raro), apresentados monoauralmente a 75 dBnNA, com velocidade de 1,1 estímulos por segundo, totalizando 300 estímulos (20% raro e 80% frequente), janela de análise de 512 ms, filtros passa-baixo de 30 Hz e passa-alto de 1Hz.

Os indivíduos foram instruídos a contar mentalmente os estímulos raros e, ao término das apresentações, relataram o número de estímulos. O critério de normalidade utilizado foi o proposto por estudo prévio<sup>(12)</sup>.

## 2ª etapa: Intervenção (treinamento)

Após a avaliação, os indivíduos foram divididos em dois grupos:

- Grupo Estudo (GE), que foi submetido a oito sessões de treinamento auditivo (TA) formal semanal, em cabina acústica, por aproximadamente 40 minutos, cujas atividades enfocavam, principalmente, habilidades auditivas temporais e de atenção (ordenação temporal, resolução temporal, fechamento auditivo, figura-fundo, integração e separação binaural). As atividades foram planejadas de forma a não serem as mesmas em todas as sessões e o grau de dificuldade foi aumentando em cada sessão, sendo utilizadas as mesmas atividades para todos os indivíduos<sup>(13)</sup>.
- Grupo Controle (GC), que foi submetido a oito sessões de treinamento visual (TV), uma vez por semana, por aproximadamente 40 minutos. As atividades visuais (jogo 7 erros, caça palavras, palavras cruzadas e sudoku) foram impressas e eram as mesmas para todos os indivíduos, iniciando pelas atividades menos complexas e, à medida em que os acertos foram se tornando mais consistentes, as atividades tornaram-se mais difíceis. Vale ressaltar que os indivíduos desse grupo não receberam nenhum tipo de estímulo auditivo durante a sessão de TV.

Ao término das oito sessões de treinamento (TA ou TV), foi realizado um intervalo de dois meses e, em seguida, a reavaliação foi realizada.

## 3ª etapa: Reavaliação

Foram realizados, novamente, os seguintes procedimentos: avaliação do Processamento Auditivo reduzida; Avaliação Eletrofisiológica da Audição; Aplicação do THI.

Quanto à análise estatística, inicialmente foi realizada a análise descritiva das variáveis. Para variáveis que apresentavam medidas diferentes para cada orelha, por exemplo: teste

de Fala com ruído com um resultado para cada orelha, foram comparadas dentro de cada grupo e, como não apresentaram diferença estatisticamente significativa, as mesmas foram agrupadas entre si. No caso da análise da intervenção pré e pós-treinamento e comparação entre os grupos, utilizamos o teste ANOVA. Para tanto, na comparação pré e pós-treinamento criou-se a seguinte regra: resultado pós menos resultado pré é igual à diferença. Essa diferença foi comparada entre os grupos para cada teste realizado. Para todas as análises foi adotado o nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

### Caracterização da casuística

Em relação ao zumbido, dos seis indivíduos no GE, um apresentou zumbido unilateral na orelha direita e os outros cinco apresentaram zumbido bilateral. Para o GC, foram dois indivíduos com zumbido unilateral (um na orelha direita e um na orelha esquerda) e quatro com zumbido bilateral.

A análise do pitch do zumbido para o GC mostrou média para ambas as orelhas de 7675 Hz (DP: 6593) e para GE média de 7606 Hz (DP: 6041), sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,984$ ).

Quanto à loudness, o GC teve média para ambas as orelhas de 19 dBNS (DP: 18,67) e o GE média de 7,27 dBNS (DP: 7,19), sem diferença estatisticamente significativa entre os grupos ( $p=0,146$ ).

Em relação aos limiares auditivos para as frequências de 0,25 a 20kHz (Tabela 1), não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos para nenhuma das frequências testadas.

Vale ressaltar que, apesar das médias dos limiares auditivos para os grupos estarem dentro dos limites de normalidade para a audiometria convencional, alguns indivíduos apresentaram perda auditiva. Para o GE, dois tiveram perda auditiva

**Tabela 1.** Limiares auditivos (em dBNA), considerando as orelhas direita e esquerda juntas, segundo a média e desvio-padrão por grupo e valor p

kHz	GC	GE	Valor de p
	Média (DP)	Média (DP)	
250	8,92 (6,25)	8,75 (6,44)	0,921
500	8,57 (5,34)	12,08 (7,52)	0,178
1	8,57 (6,91)	9,58 (7,92)	0,732
2	8,57 (7,44)	12,08 (9,40)	0,298
3	9,64 (10,46)	9,16 (9,49)	0,921
4	9,64 (8,42)	12,08 (11,57)	0,538
6	11,78 (9,52)	17,91 (15,44)	0,228
8	12,5 (11,56)	18,72 (16,39)	0,267
9	20,00 (19,21)	25,00 (17,83)	0,499
10	19,28 (19,40)	26,25 (17,46)	0,349
11,200	20,35 (23,07)	26,66 (22,49)	0,490
12,500	24,28 (25,02)	29,58 (23,78)	0,588
14	23,92 (24,58)	30,83 (22,03)	0,461
16	18,46 (20,34)	28,33 (18,13)	0,214
18	12,27 (12,72)	17,77 (12,01)	0,521
20	5,45 (5,22)	6,42 (3,77)	0,677

**Legenda:** GC = grupo controle; GE = grupo estudo; DP = desvio padrão

neurossensorial leve e um apresentou perda auditiva neurossensorial moderada. Para o GC, dois indivíduos tiveram perda auditiva neurossensorial leve.

### Avaliação Comportamental

Pela Tabela 2 pode-se observar que embora os resultados mostrem uma diferença mais acentuada para o GE, em todos os testes comportamentais realizados, não houve diferença estatisticamente significativa para nenhum deles.

### Avaliação eletrofisiológica

A Tabela 3 evidencia que as latências do P300 pós-treinamento para o GE estavam diminuídas quando comparadas ao pré-treinamento. No entanto, essa diferença não foi estatisticamente significativa.

### Questionário de gravidade do zumbido

Na comparação da pontuação do THI entre os instantes pré e pós-treinamento, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos (Tabela 4). Embora sem diferença significativa,

**Tabela 2.** Diferença pós e pré-intervenção para os testes da avaliação comportamental do processamento auditivo por grupo, segundo a média, desvio-padrão e valor p

Variável	Diferença pós-pré GC		Diferença pós-pré GE		Valor de p
	Média	DP	Média	DP	
FR OD/OE juntas (em %)	2	3,51	5,33	6,89	0,149
GIN (em %)	3,61	8,39	7,77	5,44	0,331
GIN (em ms)	-0,33	0,81	-0,66	1,03	0,551
TPF (em %)	1,39	1,25	2,22	7,57	0,796

**Legenda:** GC = grupo controle; GE = grupo estudo; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; ms = milissegundo; FR = Fala com Ruído; GIN = Gaps in noise; TPF = Teste de Padrão de Frequência; DP = desvio padrão

**Tabela 3.** Diferença pós e pré-intervenção para a latência do P300 por grupo, segundo a média, desvio-padrão e valor p

Variável	Diferença pós-pré GC		Diferença pós-pré GE		Valor de p
	Média	DP	Média	DP	
P300 (em ms)	0,53	22,77	-5,5	32,83	0,695

**Legenda:** GC = grupo controle; GE = grupo estudo; ms = milissegundo; DP = desvio padrão

**Tabela 4.** Diferença pós e pré-intervenção para a pontuação do *Tinnitus Handicap Inventory* por grupo, segundo a média, desvio-padrão e valor p

Variável	Diferença pós-pré GC		Diferença pós-pré GE		Valor de p
	Média	DP	Média	DP	
THI	5,33	8,26	-3	13,43	0,187

**Legenda:** GC = grupo controle; GE = grupo estudo; DP = desvio padrão; THI = Tinnitus Handicap Inventory

observamos que houve melhora na pontuação para o GE, enquanto houve piora para o GC. Cabe mencionar que de acordo com a classificação pela média de pontuação do THI, o GE passou do grau leve para o grau desprezível, enquanto o GC manteve-se no grau leve.

Na classificação individual dos participantes para o THI, os indivíduos do GC apresentaram pré intervenção: três, zumbido leve; três, zumbido desprezível. Quanto ao GE, dois apresentaram zumbido leve e quatro, desprezível. Para a pontuação pós intervenção, um dos indivíduos do GE mudou a classificação de leve para desprezível e um do GC mudou de leve para moderado. Os outros indivíduos, de ambos os grupos, mantiveram suas classificações iniciais.

### DISCUSSÃO

No que se refere às características do zumbido, avaliadas por meio da acufenometria, o pitch, para ambos os grupos, obteve média de aproximadamente 7 kHz. Esses achados concordam com outro estudo<sup>(15)</sup> que também verificou valores referentes ao pitch do zumbido em frequências mais altas.

O zumbido já foi relacionado à frequência do pitch com a presença de perda auditiva numa determinada frequência ou à frequência em que o limiar auditivo apresentava-se mais elevado no audiograma<sup>(14)</sup>. Outros autores discordam dessa afirmação, relatando que o pitch do zumbido nos casos de perda auditiva neurossensorial tende a ser mais agudo e que o sintoma pode apresentar-se em qualquer região de frequência onde haja perda auditiva significativa<sup>(15)</sup>.

Em relação à média da loudness, observamos que o grupo controle obteve média de 19 dBNS e o grupo estudo, média de 7,27 dBNS. Nossos resultados estão próximos aos valores de loudness obtidos por outros autores<sup>(14)</sup>, que verificaram valores que variaram de 5 a 15 dBNS.

Quanto à lateralidade do zumbido, observamos maior prevalência de zumbido bilateral em ambos os grupos, o que está de acordo com outros estudos prévios<sup>(16,17)</sup>.

Quanto à audiometria convencional, observamos que as médias dos limiares auditivos de ambas as orelhas encontram-se dentro dos padrões de normalidade e não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos, embora alguns indivíduos do referido estudo apresentem perda auditiva do tipo neurossensorial de grau leve a moderado, tanto no grupo estudo quanto no grupo controle. Dos cinco indivíduos que têm perda auditiva neurossensorial, quatro possuem idade superior a 50 anos.

Alguns pesquisadores observaram que a incidência de zumbido é maior na população de adultos mais velhos, associando esse fato a perdas auditivas, traumas cranianos, exposição a ruído, hipertensão, ansiedade, dentre outros fatores<sup>(18)</sup>.

Um estudo prévio<sup>(19)</sup> ressaltou que o aumento da prevalência de zumbido em pacientes mais velhos não significa, necessariamente, que o zumbido, como sintoma único, irá aumentar com a idade. Afirmou, outrossim, que as medidas audiométricas em indivíduos com zumbido podem estar mais correlacionadas com o fator idade e que, nos indivíduos mais velhos, a presença de zumbido está associada, na maioria dos casos, com a perda auditiva.

Na comparação entre os grupos para a audiometria de altas frequências, os resultados não mostraram diferenças

estatisticamente significantes, porém os valores dos limiares auditivos para altas frequências apresentaram-se mais elevados nos indivíduos mais velhos, seguindo o mesmo padrão visualizado para a audiometria convencional. Esses achados concordam com outro estudo<sup>(17)</sup>, que enfatizou a relação entre aumento da idade e aumento dos limiares auditivos em altas frequências.

Cabe ressaltar que alguns autores que compararam limiares auditivos de altas frequências entre indivíduos com e sem zumbido<sup>(20)</sup> verificaram significante piora nos indivíduos com zumbido quando comparados com indivíduos sem zumbido. Esse fato sugere que nos portadores de zumbido a função coclear pode estar comprometida, mesmo na ausência de perda auditiva detectada pela audiometria convencional<sup>(14,21,22)</sup>.

### **Avaliação comportamental**

Em estudo anterior, que comparou indivíduos com e sem queixa de zumbido, identificou-se que o zumbido interfere na habilidade de fechamento auditivo. No entanto, em virtude da alta prevalência de perda auditiva naquela população, é difícil precisar o efeito exato do zumbido, excluindo o efeito da perda auditiva<sup>(23)</sup>.

Na comparação dos resultados para o teste de Fala com Ruído entre os instantes pré e pós, observamos que não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos, sugerindo que o treinamento utilizado (auditivo ou visual) não teve interferência sobre a habilidade de fechamento auditivo.

É importante mencionar que, numa análise individual, todos os indivíduos apresentaram os resultados do teste de Fala com Ruído dentro da normalidade, no momento da avaliação pré-intervenção. Esse fato pode ter colaborado para a não ocorrência de melhora significativa na porcentagem de acertos, mesmo após o treinamento auditivo. A presença do efeito-teto em tarefas auditivas já foi relatada anteriormente<sup>(24)</sup>. Em virtude do efeito-teto, a investigação dos efeitos de magnitude em tarefas auditivas para indivíduos sem alteração do processamento auditivo fica limitada<sup>(24)</sup>, o que pode ser aplicado ao presente estudo, já que os participantes não apresentaram resultados alterados nesse teste.

No caso da resolução temporal, não há consenso na literatura a respeito da alteração dessa habilidade em indivíduos com zumbido. Em uma investigação anterior<sup>(25)</sup>, por exemplo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos com e sem zumbido, no que se refere ao GIN. Já outro estudo<sup>(26)</sup> verificou que os indivíduos com zumbido apresentaram prejuízo na habilidade auditiva de resolução temporal.

No presente estudo, dentre os 12 participantes, dois apresentaram alteração nos resultados do GIN (um do GE e um do GC). Sendo assim, apesar de não existir consenso na literatura quanto a alteração da resolução temporal em pacientes com zumbido, e embora a casuística da presente pesquisa seja pequena, sugerimos que essa habilidade auditiva seja mais bem investigada em futuros estudos sobre o assunto, pois pode colaborar para elucidar as dúvidas que ainda existem sobre o zumbido.

Na comparação dos instantes pré e pós-treinamento entre os dois grupos para o GIN, não foram observadas diferenças

estatisticamente significantes. Cabe mencionar que em relação aos dois indivíduos que apresentaram alteração nesse teste, o participante do GE mostrou evolução entre os instantes pré e pós (de 58 para 70% de acertos), enquanto o participante do GC manteve seu desempenho. Esses resultados eram esperados, já que houve treinamento da habilidade de resolução temporal para o GE<sup>(3)</sup>.

Para o Teste de Padrão de Frequência, as médias obtidas para ambos os grupos estão dentro dos padrões de normalidade para adultos. No entanto, se analisarmos os resultados individualmente verificamos que dois indivíduos mostraram resultados alterados para esse teste, sendo os dois do GC. Cabe ressaltar que os resultados mantiveram-se alterados no instante pós-intervenção, como era esperado, uma vez que esse grupo não foi submetido ao treinamento auditivo.

Em relação à comparação dos instantes pré e pós entre os grupos estudados para o teste de Padrão de Frequência, não observamos diferenças estatisticamente significantes.

Estudos progressivos<sup>(5,6)</sup> utilizaram diferentes paradigmas de treinamento de discriminação auditiva, buscando obter melhora do zumbido em pacientes com esse sintoma. No entanto, esses estudos não utilizaram testes comportamentais para avaliação do processamento auditivo pré e pós-intervenção. Outros estudos que correlacionassem a habilidade auditiva de discriminação auditiva com o zumbido e, principalmente, que avaliassem essa habilidade auditiva na população não foram encontrados na literatura.

Sendo assim, pode-se inferir, numa análise geral, que para os testes comportamentais não foram observadas diferenças estatisticamente significantes pré e pós-intervenção quando comparados os grupos GE e GC, sugerindo que o treinamento auditivo utilizado no presente estudo não foi capaz de provocar uma modificação significativa no SNAC, mensurável pela avaliação comportamental.

### **Avaliação Eletrofisiológica**

Os sítios geradores dos potenciais evocados auditivos tardios ou de longa latência, apesar de não terem sido estabelecidos com precisão, envolvem o córtex auditivo supratemporal, córtex frontal e o hipocampo<sup>(12)</sup>, bem como o tálamo<sup>(27)</sup>.

Algumas pesquisas utilizaram PEA tardios para avaliar indivíduos com zumbido, por exemplo, foram verificadas em indivíduos com zumbido: latências normais e redução das amplitudes para N1, P2 e P300<sup>(28)</sup>; latências maiores para o componente N1<sup>(29)</sup>; aumento das latências de N1, N2 e P3<sup>(20)</sup>. Foi sugerido<sup>(30)</sup> que algumas das alterações observadas nos potenciais tardios em pacientes com zumbido poderiam refletir em um processamento auditivo central anormal associado à sensação do zumbido, que poderia ser um reflexo de processos adaptativos neurais que se seguiram após danos no sistema auditivo periférico.

Na presente pesquisa, as médias obtidas para as latências da onda P3, para ambos os grupos, encontram-se dentro dos padrões de normalidade. As análises dos exames, de forma individual, revelaram que todos os indivíduos do GC e GE apresentaram latências do P300 dentro da normalidade, o que

discorda de um dos estudos citados anteriormente<sup>(16)</sup>, mas concorda com outro<sup>(28)</sup>.

No que se refere à comparação dos resultados do P300 para os instantes pré e pós-treinamento entre GE e GC, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes.

Alguns estudos utilizaram os PEA pré e pós-treinamento para verificarem modificações na via auditiva decorrente da intervenção<sup>(4,10)</sup>. No entanto, não foi encontrado nenhum estudo na literatura que tenha comparado os PEA pré e pós-treinamento em pacientes com zumbido.

Dessa maneira, para o P300 houve melhora no tempo de latência na diferença pré e pós-intervenção para o GE, mas essa mudança não foi significativa, quando comparada à diferença pré e pós-intervenção para o GC.

### Questionário de gravidade do zumbido

O THI<sup>(11)</sup> é um questionário específico de fácil interpretação e aplicação que auxilia na avaliação dos aspectos: emocional, funcional e catastrófico dos indivíduos acometidos pelo zumbido.

No presente estudo, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para a comparação das situações pré e pós-treinamento entre os grupos no que se refere ao THI. Contudo, a classificação do zumbido para o GE mudou de leve para desprezível, enquanto que para o GC a classificação permaneceu em leve.

Outros estudos utilizaram esse instrumento para mensurar a gravidade do zumbido pré e pós-intervenção. A saber, um deles<sup>(1)</sup> encontrou diferença estatisticamente significativa com relação ao THI, na comparação pré e pós-intervenção nutricional, em indivíduos que possuíam zumbido e alterações metabólicas.

O THI também foi aplicado em pacientes submetidos a um treinamento de discriminação auditiva, obtendo melhora estatisticamente significativa na pontuação do questionário quando comparadas às situações pré e pós-treinamento. Destaca-se que os autores excluíram da pesquisa indivíduos que apresentaram classificação do zumbido severo ou catastrófico<sup>(6)</sup>.

Os estudos supracitados conseguiram verificar diferenças evidentes na gravidade do zumbido entre as situações pré e pós-intervenção. A presente pesquisa não verificou diferença significativa entre os instantes pré e pós-treinamento entre os grupos para o THI, mas houve a diminuição do grau de incômodo para o GE. Esse fato pode sugerir que o treinamento auditivo teve um efeito, ainda que pequeno, sobre a sensação de zumbido do GE.

É importante comentar também sobre a mudança de grau de leve para moderado de um dos indivíduos do GC que passou pelo treinamento visual. Isso pode estar relacionado à maior conscientização desse participante do GC sobre o sintoma, uma vez que passou por treinamento visual, na ausência de qualquer estímulo auditivo específico, favorecendo a percepção do zumbido, podendo ter aumentado o incômodo causado pelo sintoma.

Outro fato a ser considerado é a loudness do GC. A média da loudness foi maior que a referida pelo GE, podendo estar relacionado com a presença de um maior número de indivíduos no GC com queixa de incômodo de zumbido mais exacerbada.

Essa relação entre a loudness e a gravidade do zumbido já foi descrita anteriormente, em estudo específico<sup>(30)</sup>.

Em resumo, podemos dizer que o treinamento auditivo utilizado na presente pesquisa não provocou modificações que fossem identificáveis pelos instrumentos ora empregados, já que não foram identificadas diferenças entre os grupos que passaram por treinamento auditivo (GE) e por treinamento visual (GC).

Isoladamente, para alguns indivíduos do GE, observamos pequenas modificações nos resultados dos testes. No entanto, essas modificações dentro do grupo não puderam ser observadas. Em estudos futuros, uma análise qualitativa dos resultados poderia auxiliar na observação das melhoras obtidas individualmente.

Alguns fatores podem ter contribuído para que esses resultados ocorressem. O número pequeno de sujeitos limita a visualização de possíveis modificações pré e pós-intervenção, dada a variabilidade das respostas possíveis intra e inter-indivíduos. Dessa maneira, apenas modificações muito evidentes resultariam em diferenças estatisticamente significantes.

Outro fator digno de nota é a diferença entre os grupos, no que se refere à gravidade do zumbido. Mesmo que de maneira aleatória, o GC foi composto por indivíduos com maior gravidade de zumbido, que pode ser visualizada tanto pela loudness como pela pontuação do THI. Futuros estudos que empreguem a mesma metodologia devem tentar compor grupos mais homogêneos, no que se refere a essa questão.

Em relação ao treinamento auditivo propriamente dito, uma possível limitação é a periodicidade das sessões. Nesse estudo, o treinamento foi realizado seguindo o padrão de estudos com pacientes que possuem alteração no processamento auditivo central<sup>(13)</sup>. Possivelmente, para indivíduos com zumbido, essa periodicidade não é a ideal, já que essas pessoas vivenciam o sintoma 24 horas por dia, todos os dias, durante vários anos. No entanto, o aumento da periodicidade gera um aumento de custo para os voluntários.

Outros estudos<sup>(5,6)</sup>, que pesquisaram o treinamento da discriminação auditiva em indivíduos com zumbido, utilizaram periodicidade de treinamento auditivo mais frequente e obtiveram melhores resultados quanto à melhora do zumbido.

Para resolver esses dois problemas (aumento da periodicidade do treinamento auditivo e diminuição dos custos), a sugestão seria a criação de um programa de treinamento que o indivíduo pudesse utilizar em casa, por mais dias na semana.

Em suma, apesar dos achados do presente estudo não terem confirmado nossa hipótese inicial, acreditamos que o zumbido é decorrente de modificações plásticas envolvendo o SNAC e que o treinamento auditivo pode ser uma alternativa viável para a melhora desse sintoma. No entanto, lacunas como: tempo de treinamento, periodicidade, forma de realização do treinamento e monitoramento da intervenção devem ser estudadas, buscando auxiliar na busca por um tratamento eficiente para esse sintoma.

### CONCLUSÃO

Nossos resultados não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos para a comparação entre os instantes pré e pós-treinamento (auditivo ou visual), tanto

para os testes eletrofisiológicos quanto para a avaliação comportamental do processamento auditivo e para o THI, embora algumas diferenças pontuais na análise individual tenham ocorrido. Dessa maneira, estudos futuros sobre o assunto, envolvendo uma amostra maior, podem obter melhores resultados.

*\*DT elaborou a pesquisa e o cronograma, fez levantamento da literatura, coleta e análise dos dados e redigiu o artigo; AGS orientou o trabalho, participou da elaboração da pesquisa e do cronograma, analisou os dados, corrigiu a redação do artigo e aprovou a versão final; CGM, FCLM e CMR analisaram os dados, corrigiram a redação do artigo e aprovaram a versão final*

## REFERÊNCIAS

- Almeida TAS, Samelli AG, Mecca FDN, Martino E de, Paulino AM. Sensação subjetiva do zumbido pré e pós intervenção nutricional em alterações metabólicas. *Pró Fono*. 2009;21:291-6.
- Jastreboff PJ. Phantom Auditory Perception (Tinnitus): Mechanisms of generation and perception. *Neuro Res*. 1990;8(4):221-54.
- Musiek FE, Shinn J, Hare C. Plasticity, Auditory Training, and Auditory Processing Disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):263-75.
- Tallal P, Gaab N. Dynamic auditory processing, musical experience and language development. *Trends Neurosci*. 2006;29(7):382-90.
- Flor H, Hoffmann D, Struve M, Diesch E. Auditory discrimination training for the treatment of tinnitus. *appl psychophysiol biofeedback*. 2004;29(2):113-20.
- Herraiz C; Diges I; Cobo P; Aparicio JM; Toledano A. Auditory discrimination training for tinnitus treatment: the effect of different paradigms. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2010;267(7):1067-74.
- Musiek FE, Shinn J, Jirsa R, Bamio DE, Baran JA, Zaidan E. GIN (Gaps in Noise) test performance in subjects with confirmed central auditory nervous system involvement. *Ear Hear*. 2005;26(6):608-18.
- Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos e comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. São Paulo: Pró Fono; 2011.
- Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns tests. *J Am Audiol*. 1994; 5(4):265-8.
- Jirsa RE. Clinical efficacy of electrophysiologic measures in APD management programs. *Semin Hear*. 2002;23(4):349-56.
- Newman CW, Jacobson GP, Spitzer JB. The development of tinnitus handicap inventory. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1996;122(2):143-8.
- McPherson DL. Late potentials of the auditory system (evoked potentials). San Diego: Singular Publishing Group; 1996.
- Chermak GD, Musiek FE. Auditory Training: Principles and Approaches for Remediating and Managing Auditory Processing Disorders. *Semin Hear*. 2002;23(4):297-308.
- Buzo BC, Carvallo RMM. Psychoacoustic analyses of cochlear mechanisms in tinnitus patients with normal auditory thresholds. *Int J Audiol*. 2014;53(1):40-7.
- Shekhawat GS, Stinear CM, Searchfield GD. Transcranial direct current stimulation intensity and duration effects on tinnitus suppression. *Neuro Neural Repair*. 2013;27(2):164-72.
- Attias J, Pratt H, Haran ID, Bresloff I, Horowitz G, Polyakov A, et al. Detailed analysis of auditory brainstem responses in patients with noise induced tinnitus. *Audiology*. 1996;35(5):259-70.
- Nageris BI, Attias J, Raveh E. Test-retest tinnitus characteristics in patients with noise-induced hearing loss. *A J of Otol – Head Neck Med and Surg*. 2010;31(3):181-4.
- Nondahl DM, Cruickshanks KJ, Wiley TL, Klein R, Klein BE, Chappell R, et al. The ten-year incidence of tinnitus among older adults. *Int J Audiol*. 2010;49(8):580-5.
- Savastano M. Tinnitus with or without hearing loss: are its characteristics different? *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008;265(11):1295-300.
- Burguetti FAR, Peloggia AG, Carvallo RMM. Limiares de audibilidade em altas frequências em indivíduos com queixa de zumbido. *Arq Int de Otorrinolaryngol*. 2004;8(4):277-83.
- Paglialonga A, BO LD, Ravazzani P, Tognola G. Quantitative analysis of cochlear active mechanisms in tinnitus subjects with normal hearing sensitivity: multiparametric recording of evoked otoacoustic emissions and contralateral suppression. *Auris Nasus Larynx*. 2010;37(3):291-8.
- Weisz N, Hartmann T, Dohrmann K, Schlee W, Norema A. High-frequency tinnitus without hearing loss does not mean absence of deafferentation. *Hear Res*. 2006;222(1-2):108-14.
- Huang CY, Lee HH, Chung KC, Chen HC, Shen Y, WU JI. Relationships among speech perception, self-rated tinnitus loudness and disability in tinnitus patients with normal pure-tone thresholds of hearing. *Orl J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2007;69(1):25-9.
- Bellis TJ, Ross J. Performance of normal adults and children on central auditory diagnostic tests and their corresponding visual analogs. *J Am Acad Audiol*. 2011;22(8):491-500.
- Acrani IO, Pereira LD. Resolução temporal e atenção seletiva de indivíduos com zumbido. *Pró Fono*. 2010;22(3):233-8.
- Sanches SG, Sanchez TG, Carvallo RM. Influence of cochlear function on auditory temporal resolution in tinnitus patients. *Audiol Neurotol*. 2010;15(5):273-81.
- Kraus N, McGee T. Potenciais Auditivos Evocados de Longa Latência. In: Katz J. *Tratado de Audiologia Clínica*. São Paulo: Manole; 1999.
- Attias J, Urbach D, Gold S, Shemesh Z. Auditory event related potentials in chronic tinnitus patients with noise induced hearing loss. *Hear Res*. 1993;71(1-2):106-13.
- Jacobson GP, Calder JA, Newman CW, Peterson EL, Wharton J, Ahmad BK. Electrophysiological indices of selective auditory attention in subjects with and without tinnitus. *Hear Res*. 1996;97(1-2):66-74.
- Hiller W, Goebel G. Factors influencing tinnitus loudness and annoyance. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2006;132(12):1323-30.