

Potenciais evocados auditivos tardios em indivíduos com queixa de zumbido

Late Auditory evoked potentials in individuals with tinnitus

Valdete Alves Valentins dos Santos Filha ¹, Carla Gentile Matas ²

Palavras-chave: eletrofisiologia, potenciais evocados auditivos, ruído ocupacional, zumbido.

Keywords: evoked potentials, occupational, noise, tinnitus.

Resumo / Summary

A presença de alterações nos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) em indivíduos com zumbido sugere disfunção de vias auditivas centrais em nível cortical. **Objetivo:** Caracterizar o PEALL em indivíduos com e sem zumbido expostos a ruído ocupacional. **Material e Método:** Estudo prospectivo, de coorte contemporânea com corte transversal. Foram avaliados, por meio do PEALL, 60 sujeitos expostos a ruído de origem ocupacional, entre 29 e 50 anos de idade, sendo 30 com zumbido e 30 sem zumbido. **Resultados:** Observou-se diferença estatisticamente significativa com relação aos valores médios das latências das ondas N1($p<0,001$), P2($p=0,002$) e P300($p=0,039$) quando comparados entre o grupo de indivíduos com e sem zumbido. Observou-se maior ocorrência de alterações no grupo com zumbido para os componentes N1(60%) e P2(66,7%), porém, apenas para o componente P2 ($p=0,010$) apresentou diferença estatisticamente significativa. Para o PEALL, o aumento de latência foi o único tipo de alteração encontrada ($p=1,000$). Verificou-se maior associação entre zumbido bilateral e alteração bilateral para todos os componentes N1(73%), P2(73%) e P300(50%). **Conclusão:** Há relevância do estudo do PEALL em indivíduos com queixa de zumbido expostos a níveis de pressão sonora de origem ocupacional.

Long latency auditory evoked potentials (LLAEP) alterations in individuals with tinnitus are suggestive of dysfunction in the central auditory pathways at a cortical level. **Aim:** to characterize the LLAEP in individuals with and without tinnitus exposed to occupational noise. **Method:** Cross-sectional contemporary cohort, prospective study. Sixty subjects exposed to occupational noise, ranging in age from 29 to 50 years underwent LLAEP assessment; 30 of them had tinnitus complaint and 30 did not have tinnitus. **Results:** we observed significant statistical difference regarding the mean values of latencies of waves N1 ($p<0.001$), P2 ($p=0.002$) and P300 ($p=0.039$) when we compared individuals with and without tinnitus. In individuals with tinnitus we also noticed a greater number of altered results concerning components N1 (60%) and P2 (66.7%), although only component P2 presented significant statistical difference ($p=0.010$). For the LLAEP, the latency increase was the only type of alteration found ($p=1.000$). We found a greater association between bilateral tinnitus and bilateral alteration for all components N1(73%), P2(73%) and P300(50%). **Conclusion:** It is relevant to study LLAEP in individuals with tinnitus exposed to high occupational sound pressure levels.

¹ Doutora em Ciências na área de concentração Comunicação Humana do Curso de Fonoaudiologia, do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP, Fonoaudióloga.

² Doutora pela Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP, Fonoaudióloga, Professora Adjunta do Curso de Fonoaudiologia, do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP.

Curso de Fonoaudiologia, do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.

Endereço para correspondência: Valdete Alves Valentins dos Santos Filha - Rua Augusta 1348 aptº 62 Consolação 01304-001

Tel.: (0xx11) 2507-1371 ou (0xx11) 8456-4643 - E-mail: valdetev@hotmail.com

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 30 de junho de 2009. cod. 6482

Artigo aceito em 11 de novembro de 2009.

INTRODUÇÃO

Algumas pessoas experimentam uma sensação sonora não relacionada a uma fonte externa de estimulação ou ruído. Este fenômeno auditivo, definido como uma impressão de sons em uma ou ambas as orelhas, bem como na cabeça é conhecido como zumbido.

Geralmente, essas pessoas, por perceberem tanto o zumbido, apresentam prejuízo da qualidade de vida, podendo sofrer interferências no trabalho, no sono e na comunicação. Muitas vezes, o zumbido excede a capacidade de adaptação e tolerância, podendo acarretar um estado de esgotamento físico, mental e/ou emocional.

O zumbido aparece em escritos desde a antiga civilização egípcia. Mesmo presente na vida das pessoas há quase cinco mil anos, esta queixa, essencialmente subjetiva, continua obscura em muitos dos seus aspectos, principalmente no que diz respeito a sua origem¹.

Na tentativa de elucidar alguns aspectos relacionados a este fenômeno, muitos autores levantaram hipóteses sobre as possíveis causas para o seu aparecimento. Até o início da década de 80, acreditava-se que o zumbido era um fenômeno exclusivamente coclear. Estudos posteriores mostraram que esse sintoma pode envolver não somente a cóclea, mas também as vias auditivas e o córtex cerebral.

Hazell² acredita que o zumbido é originado na cóclea e/ou no tronco encefálico como um sinal muito fraco, o qual passa por filtragem e amplificação antes que ocorra a sua percepção subcortical/cortical. Esta atividade neural existe em cada um de nós; porém, fatores emocionais e estresse podem potencializar a percepção do zumbido. A percepção desse sintoma depende da disposição dos filtros subcorticais relacionados ao processamento de sinais, e da reação ao zumbido pelo sistema límbico. Baseado em experiências reais, o indivíduo com esse sintoma acredita que o som do zumbido é gerado no ouvido. Entretanto, do ponto de vista neurofisiológico, esse sintoma é descrito como uma percepção que ocorre nas áreas corticais reservadas à modalidade sensorial².

Com o intuito de estudar a participação do SNC no zumbido em indivíduos com e sem esse sintoma, Attias et al. (1993)³ realizaram um estudo para verificar se deficits na atividade neural central e/ou processos cognitivos e/ou perceptuais causariam efeito na sensação subjetiva do zumbido. Os autores utilizaram o PEALL (N1, P2 e P300) e encontraram, nos indivíduos com zumbido, uma redução proeminente na amplitude das ondas, enquanto que as latências se mantiveram inalteradas. Essa diminuição da amplitude sem alteração na latência poderia ser atribuída a uma redução no número de neurônios respondendo a uma diminuição na atividade neural e/ou a uma maior dessincronização nos disparos dos neurônios envolvidos.

Outra teoria que pode ser considerada para explicar o mecanismo responsável pelo desenvolvimento

do zumbido diz respeito à habituação. A habituação é definida como um processo de adaptação do SNC que reduz ou elimina a percepção de um estímulo apresentado continuamente ou de forma repetida. Desta forma, autores sugerem que indivíduos que apresentam associações negativas frequentes ao zumbido reforçam esta percepção e, por consequência, não se habitua ao zumbido, transformando-se em casos crônicos. Consequentemente, a alta conotação emocional do zumbido severo poderia levar a um alto nível de atenção seletiva direcionada ao zumbido, que pode aumentar a desatenção e/ou impedir a habituação a este sintoma. Pesquisas têm referido que um processo atencional pode estar envolvido no atraso ou impedimento do mecanismo de habituação^{4,5}.

A literatura especializada demonstra que alterações nos testes auditivos centrais e anormalidades eletrofisiológicas no Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL)^{3,6,7} podem ser encontradas em indivíduos com queixa de zumbido. Walpurger et al.⁸, ao estudar a habituação ao PEALL em indivíduos com zumbido frente a uma série de estímulos auditivos por meio de quatro testes consecutivos, usando tone pips, verificaram que os resultados obtidos estiveram de acordo com a teoria de habituação, sugerindo que os pacientes com zumbido severo falham em habituar adequadamente ao estímulo sonoro.

Portanto, os objetivos desse estudo foram caracterizar os resultados dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL), comparando os resultados obtidos nestes potenciais em indivíduos com e sem queixa de zumbido, e verificar a existência de associação entre o lado da alteração no PEALL e a localização do zumbido em indivíduos com queixa de zumbido expostos a níveis de pressão sonora elevados de origem ocupacional.

MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa trata-se de um estudo de coorte contemporânea com corte transversal, realizado no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (FMUSP), aprovada pela Comissão de Ética do Hospital Universitário da Universidade São Paulo, bem como pela Comissão de Ética para Análise de Projetos de Pesquisa do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - CAPPesq, sob os protocolos nº 712/06 e nº 1278/06, respectivamente.

Estes protocolos de pesquisa foram baseados nas Resoluções No 196/96 e 251/97, do Conselho Nacional de Saúde, do Ministério da Saúde (CNS/MS), devendo o termo de consentimento para a realização dos exames e utilização das informações obtidas pelo pesquisador, ser assinado conforme o cronograma, após esclarecimento verbal e escrito. O material coletado foi arquivado no banco de dados da instituição onde se realizou a coleta.

Os procedimentos foram realizados após assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

O material do presente estudo constou dos resultados da avaliação audiológica básica e dos Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (latências dos componentes N1, P2 e P300 e amplitude N1-P2) de 60 indivíduos expostos a ruído ocupacional com níveis de pressão sonora elevados (maior que 85 dBA), tanto do gênero masculino como do gênero feminino, na faixa etária de 27 a 50 anos de idade, sendo 30 com zumbido (grupo pesquisa) e 30 sem zumbido (grupo controle).

A seleção dos sujeitos obedeceu aos seguintes critérios de inclusão: zumbido de caráter constante ou intermitente, uni ou bilateral (grupo experimental); exposição à ruído ocupacional com níveis de pressão sonora elevados (maior que 85 dBA), sendo a medição do nível de ruído feita pela Divisão de Higiene, Segurança e Medicina do Trabalho da Universidade de São Paulo ((DHSMT USP); limiares auditivos dentro da normalidade, ou seja, menores ou iguais a 25 dBNA em todas as frequências (0,25 kHz a 8 kHz) em ambas as orelhas; Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF) igual ou até 10 dB NA acima da média tritonal (500, 1K e 2K Hz)⁹; Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF) entre 90 a 100%(10); curva timpanométrica Tipo "A" (pressão até -100 daPa e volume entre 0,3 e 1,6cc)¹¹; presença de reflexo acústico do músculo estapédio contralateral nas frequências de 0,5kHz; 1kHz e 2kHz, baseado em Gelfand¹².

Foram excluídos da pesquisa indivíduos com queixas de disfunções neurológicas, psiquiátricas e comportamentais, sendo estes dados obtidos durante a realização da anamnese, bem como na análise do prontuário médico do trabalhador.

Para a seleção dos sujeitos que participaram da pesquisa, atendendo aos critérios de inclusão estabelecidos previamente, foram realizados os seguintes procedimentos: anamnese; questionário referente às características do zumbido¹³, traduzido e adaptado por Branco¹⁴, para coleta de dados referentes à localização, frequência, intensidade e fatores que pioram e melhoram o zumbido, dentre outros; inspeção do meato acústico externo com otoscópio da marca Heine; audiometria tonal liminar na faixa de frequências 0,25 a 8 kHz por via aérea e, 0,5 a 4 kHz por via óssea (nas frequências com limiares maiores do que 20dBNA por via aérea) bilateralmente; audiometria vocal (LRF e IPRF), sendo utilizados os audiômetros modelos GSI 61 e GSI 68 da marca Grason-Statler¹⁵; medidas de imitância acústica (timpanometria com um tom de sonda de 226Hz, e pesquisa do reflexo acústico do músculo estapédio ipsilateral e contralateral nas frequências de 0,5; 1 e 2 kHz¹²) utilizando o analisador de orelha média modelo GSI 33 da marca Grason-Statler¹⁶.

Após a avaliação audiológica, os indivíduos selecionados foram submetidos à avaliação eletrofisiológica

da audição (PEALL) para a obtenção das latências dos componentes N1, P2, Potencial Cognitivo (P300) e amplitude N1-P2. O indivíduo foi acomodado em uma poltrona reclinável numa sala com pouca luminosidade, sendo orientado a manter os olhos fechados durante todo o exame, porém deveriam permanecer em estado de alerta para que pudessem realizar a atividade cognitiva solicitada. Para a realização desta avaliação, utilizou-se o sistema portátil modelo Traveler Express da marca Bio-Logic, com o programa EP317¹⁷. O estímulo acústico foi apresentado monoauralmente por meio de fones supra-aurais (TDH-39), eliciando as respostas, tanto na orelha direita quanto na esquerda, sendo captado apenas um registro para cada lado e analisados os registros obtidos nos dois lados. Os eletrodos foram posicionados nas orelhas direita e esquerda (A2 e A1), vértex (Cz) e frente (Fpz), segundo a norma IES 10-20 (International Electrode System). Foram verificados os valores da impedância dos eletrodos, devendo situar-se abaixo de 5 kOhms. O estímulo acústico utilizado foi o tone-burst a 75 dB NA, nas frequências de 1 kHz (estímulo frequente) e 1,5 kHz (estímulo raro), apresentadas de forma randômica pelo computador. O estímulo raro ocorreu de 15 a 20% do total de 300 estímulos. O indivíduo foi orientado a manter sua atenção nos estímulos raros que apareceram, aleatoriamente, dentro de uma série de estímulos frequentes, sendo solicitado a contar, em voz alta, o número de vezes em que o evento raro ocorria¹⁸. Foram verificadas a presença e ausência destes potenciais, bem como a latência e amplitude dos mesmos quando presentes.

Todos os exames foram realizados no período da manhã, antes do sujeito se locomover para o trabalho, evitando-se, desta forma, que o indivíduo estivesse cansado e garantindo que o mesmo mantivesse a atenção durante a captação dos PEALL.

Os resultados da latência dos componentes N1, P2 e P300 foram classificados, inicialmente, em normal e alterado, segundo os critérios de normalidade propostos por Williams et al.¹⁹ e McPherson²⁰ para cada faixa etária que se encontram descritos nos Quadros 1 e 2, respectivamente, sendo posteriormente descritos os tipos de alterações encontradas.

Na análise dos resultados da amplitude N1-P2 foi realizada apenas a caracterização dos valores obtidos por não haver na literatura um critério de normalidade estabelecido para este parâmetro.

Quadro 1. Padrão de normalidade dos valores de latência(em ms) das ondas N1 e P2, proposto por Williams et al. (1962)¹⁹

	Latência onda N1	Latência onda P2
Mínimo	90 ms	160 ms
Máximo	150 ms	200 ms

Quadro 2. Padrão de normalidade dos valores de latência (em ms) da onda P300, para cada faixa etária, proposto por McPherson (1996)²⁰

Idades	Latência onda P300 Mínimo	Latência onda P300 Máximo
17 a 30 anos	225 ms	365 ms
31 a 50 anos	290 ms	380 ms

Os resultados da avaliação eletrofisiológica, tanto do grupo pesquisa como do grupo controle, que não se enquadraram nos critérios de normalidade descritos anteriormente, foram classificados como alterados. O indivíduo foi considerado alterado quando pelo menos uma das orelhas, ou um dos lados, apresentava alteração.

Os resultados alterados da latência das ondas N1, P2 e P300 foram classificados em: “aumento”, quando a latência da onda encontrava-se aumentada, se comparada aos valores de normalidade; “ausente”, quando não foi encontrada presença da onda; “ambas”, quando foram encontradas alterações do tipo aumento e ausente para o mesmo indivíduo.

Após a análise das notas atribuídas à severidade do zumbido, os indivíduos foram alocados em 3 subgrupos: grupo 1 - zumbido leve; grupo 2 - zumbido moderado; grupo 3 - zumbido severo. A severidade do zumbido foi analisada pela escala analógica visual. Segundo esse método, o indivíduo foi solicitado a dar a nota de 1 a 10 a seu zumbido, imaginando que 1 seria zumbido leve, e 10 o pior zumbido que ele poderia imaginar. As notas foram classificadas da seguinte maneira: de 1 a 3 - zumbido leve; de 4 a 6 - zumbido moderado, e de 7 a 10 - zumbido severo.

Foram utilizados os testes Wilcoxon, Mann-Whitney, Igualdade de Duas Proporções e Qui-Quadrado. Os valores da análise estatística foram considerados estatisticamente significantes quando $p \leq 0,05$ e, todos os intervalos de confiança foram construídos com 95% de confiança estatística.

RESULTADOS

No presente estudo, o grupo pesquisa (GP) e o grupo controle (GC) foram formados por 30 indivíduos cada, sendo quatro mulheres (13,33%) e 26 homens (86,67%).

A idade dos indivíduos do grupo pesquisa variou entre 27 e 50 anos com média de 41 anos, e no grupo controle variou entre 27 e 50 anos, com média de 41,6. Não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos em relação à média de idade ($p = 0,563$).

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos em relação à localização do zumbido nos indivíduos do grupo pesquisa ($n=30$). Os dados foram avaliados quanto à lateralidade para a orelha direita (OD), orelha esquerda (OE), ou ambas as orelhas (AO). Verificou-se que dos indivíduos com queixa de zumbido, 66,7% apresentam

zumbido bilateral, observando-se uma diferença estatisticamente significativa quanto à localização do zumbido na OE e na OD (Figura 1).

Com relação à severidade do zumbido nos indivíduos do grupo pesquisa ($n=30$), os dados foram avaliados quanto ao grau do incômodo do zumbido: leve, moderado e severo. Verificou-se que 56,7% dos indivíduos com queixa de zumbido apresentaram o grau de severidade moderado, podendo-se observar diferença estatisticamente significativa quanto aos graus de severidade leve ($p < 0,001$) e severo ($p = 0,037$) (Figura 2).

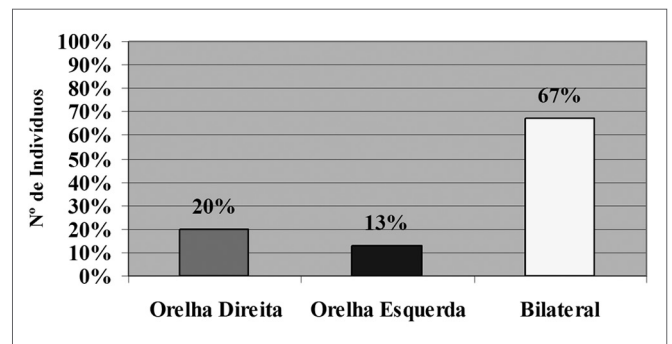


Figura 1. Resultados obtidos com relação à localização do zumbido nos indivíduos do grupo pesquisa ($N=30$).

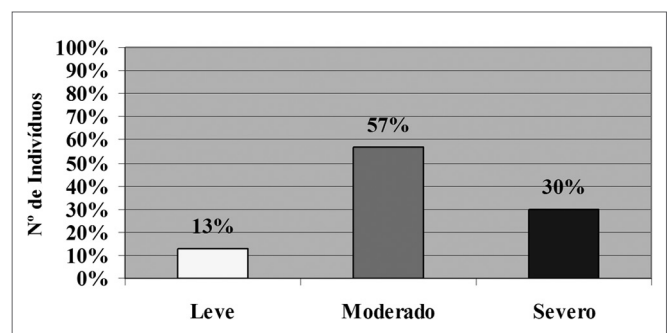


Figura 2. Resultados obtidos em relação à média de nota atribuída à variável severidade do zumbido, no grupo pesquisa ($N=30$).

Os resultados quantitativos obtidos na comparação dos valores médios das latências dos componentes N1, P2, P300 (em ms) e da amplitude N1-P2 (em μV) entre as orelhas direita e esquerda, nos grupos controle e pesquisa, encontram-se descritos na Tabela 1. Como não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre as orelhas direita e esquerda para ambos os grupos, os resultados foram agrupados e, então, foi realizada a comparação destes valores médios entre os grupos controle e pesquisa (Tabela 2). Foram verificadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos controle e pesquisa para as latências dos componentes N1, P2 e P300, sendo que os resultados obtidos no grupo pesquisa foram maiores do que os obtidos no grupo controle.

Tabela 1. Comparação dos valores médios das latências dos componentes N1, P2, P300 (em ms) e da amplitude N1-P2 (em μV), entre as orelhas direita e esquerda, nos grupos controle e pesquisa.

			Média	Desvio-Padrão	p-valor
Controle	N1	OD	90,8	12,7	0,583
		OE	90,7	11,8	
	P2	OD	187,1	26,1	0,076#
		OE	177,8	23,1	
	N1-P2	OD	8,34	2,57	0,067#
		OE	7,93	2,76	
P300	OD	316,8	27,7	0,325	
	OE	315,2	31,4		
Pesquisa	N1	OD	142,8	57,4	0,284
		OE	142,2	58,6	
	P2	OD	195,5	43,1	0,846
		OE	196,7	42,0	
	N1-P2	OD	9,53	5,51	0,393
		OE	9,43	5,13	
	P300	OD	326,4	45,1	0,088#
		OE	337,0	42,9	

*p-valor # próximo do limite de aceitação, tendendo a ser significativo
 OD - orelha direita OE - orelha esquerda N - número de orelhas
 ms - milissegundos μV - microvolts

Posteriormente, foi realizada a análise qualitativa dos resultados obtidos no PEALL. Para cada potencial foi analisada a ocorrência de resultados normais e alterados bem como os tipos de alterações encontradas nos grupos controle e pesquisa.

Observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre os grupos controle e pesquisa quanto à ocorrência de resultados normais e alterados para as latências dos componentes N1, P2 e P300 do PEALL, respectivamente (Tabela 3). Pôde-se notar no grupo controle maior percentual de resultados normais (componente N1), enquanto que no grupo pesquisa ocorreu maior percentual de resultados alterados (componente P2). Em ambos os grupos, observou-se um maior percentual de resultados normais no P300 (Tabela 3). Visto que em todos os indivíduos avaliados as respostas encontraram-se presentes, não foram observadas alterações do tipo ausência de resposta e ambas nos grupos controle e pesquisa. Ressalta-se que todas as alterações encontradas nos PEALL foram do tipo aumento de latência.

O estudo da associação entre o lado da alteração nos potenciais evocados auditivos e a localização do zumbido foi realizado no grupo pesquisa observando-se uma maior associação entre o lado de alteração dos componentes N1, P2 e P300 e a localização do zumbido, principalmente quando o zumbido era bilateral, apesar de não serem observadas diferenças estatisticamente significativas para essa associação (Tabela 4).

Tabela 2. Comparação dos valores médios das latências dos componentes N1, P2, P300 (em ms) e da amplitude N1-P2 (em μV) entre os grupos controle e pesquisa (N=60).

N1, P2 e P300	N1		P2		N1-P2		P300	
	GC	GP	GC	GP	GC	GP	GC	GP
Média	90,8	142,5	182,5	196,1	8,14	9,48	316	331,7
Mediana	90	153	186	205	7,84	8,07	317	331
Desvio Padrão	12,2	57,5	24,9	42,2	2,65	5,27	29,4	44,0
p-valor	<0,001*		0,002*		0,392		0,039*	

*p-valor considerado estatisticamente significante N - número de orelhas ms - milissegundos μV - microvolts
 GC - Grupo controle GP - Grupo pesquisa

Tabela 3. Distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência dos componentes N1, P2 e P300 do PEALL, nos grupos controle e pesquisa.

	N1		P2		P300	
	GC	GP	GC	GP	GC	GP
Normal	100%	40%	73,3%	33,3%	96,7%	80%
Alterado	0%	60%	26,7%	66,7%	13,3%	20%
p-valor	<0,001*		0,002*		0,044*	

*p-valor considerado estatisticamente significante
 GC - Grupo Controle GP - Grupo Pesquisa

Tabela 4. Associação entre o lado da alteração nos componentes N1, P2 e P300 do PEALL e a localização do zumbido no grupo pesquisa (N=30).

		OD		OE		Bilateral		Total	
		N	%	N	%	N	%	N	%
Zumbido	N1								
	OD (N=6)	1	33%	1	33%	1	34%	3	100%
	OE (N=4)	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
	Bilateral (N=20)	3	20%	1	7%	11	73%	15	100%
Zumbido	P2								
	OD (N=6)	0	0%	1	50%	1	50%	2	100%
	OE (N=4)	1	33%	0	0%	2	67%	3	100%
	Bilateral (N=20)	1	7%	3	20%	11	73%	15	100%
Zumbido	P300								
	OD (N=6)	0	0%	0	0%	0	0%	0	100%
	OE (N=4)	0	0%	0	0%	0	0%	0	100%
	Bilateral (N=20)	1	17%	2	33%	3	50%	6	100%

N - número de indivíduos OD - Orelha direita OE - Orelha esquerda; p-valor para N1 = 0,301 p-valor para P2 = 0,456.

DISCUSSÃO

Os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL), também conhecidos por potenciais tardios e/ou relacionados a eventos, foram primeiramente estudados por Picton et al.²¹, que os nomearam de acordo com a sua polaridade (negativa/positiva) e sua latência.

Nesta pesquisa, foram analisados os componentes N1, P2, P300 dos PEALL. A onda N1 apresenta como possíveis geradores o córtex auditivo primário (parte superior do lobo temporal), podendo estar associada à atenção dada ao estímulo sonoro, e córtex auditivo secundário (parte mais lateral do lobo temporal)²². A onda P2 não apresenta seus geradores tão bem estabelecidos; entretanto, diferentes áreas do córtex auditivo primário e secundário, bem como a formação reticular²³, parecem ser responsáveis pela geração deste componente. Por sua vez, acredita-se que o P300 tem como geradores o córtex frontal, córtex centroparietal e hipocampo²⁰.

Inicialmente, foram comparados os valores médios das latências dos componentes N1, P2, P300 e amplitude N1-P2 entre os grupos controle e pesquisa. Verificou-se que o grupo pesquisa apresentou valores médios maiores em todos os componentes analisados quando comparado ao grupo controle, observando diferenças estatisticamente significantes para as latências das ondas N1 ($p < 0,001$), P2 ($p = 0,002$) e P300 ($p = 0,039$), exceto para a amplitude N1-P2 ($p = 0,392$) (Tabela 2).

Assim como o presente estudo, Jacobson et al. (1996)⁴ encontraram valores médios maiores no grupo

com zumbido para os componentes N1 (103,13 - GC e 119,73 - GP). Porém, para o componente P2 (209,01 - GC e 205,80 - GP), tais valores foram maiores no grupo controle.

Apesar da inexistência de diferença significativa para a amplitude N1-P2 na comparação entre os grupos pesquisa e controle (Tabela 2), verificou-se valores médios de amplitude maiores para o grupo com zumbido. Este achado pode ser explicado pela teoria de habituação. No estudo de Walpurger et al.⁸ foi verificado, por meio do PEALL, menor habituação da diferença da amplitude N1-P2 em indivíduos com queixa de zumbido quando comparado a indivíduos sem esta queixa, sugerindo que os pacientes com zumbido severo falham em habituar adequadamente a sons repetidos e sem importância.

Na literatura consultada, encontraram-se alguns estudos que utilizaram diferentes tipos de PEALL para avaliar indivíduos com queixa de zumbido, e estes observaram alterações na latência e/ou amplitude destes potenciais^{3,8,22,24}.

Na análise qualitativa da distribuição da ocorrência de resultados normais e alterados para a latência dos componentes N1, P2 e P300 do PEALL, nos grupos controle e pesquisa, verificou-se que o grupo pesquisa apresentou maior percentual de resultados alterados (60%, 66,7% e 20%, respectivamente) quando comparado ao grupo controle, que apresentou 100%, 73,3% e 96,7% de resultados normais, respectivamente (Tabela 3). Ao comparar a ocorrência de resultados normais e alterados para o componente N1, observou-se diferença estatisticamente significativa apenas no grupo controle, enquanto que para os componentes P2 e P300, tal diferença foi evidenciada

em ambos os grupos estudados (Tabela 3).

A grande quantidade de resultados alterados observados nos componentes N1 e P2 em indivíduos com queixa de zumbido sugere a presença de alterações em diferentes áreas do córtex auditivo primário^{22,23}.

Levando-se em consideração os tipos de alterações nos componentes N1, P2 e P300 evidenciou-se que o único tipo de alteração presente, para ambos os grupos, foi o aumento nas latências dos componentes N1, P2 e P300.

Estes achados corroboram os de Jacobson et al. (1996)⁴, que observaram ser o aumento da latência dos componentes N1 e P2 do PEALL, o tipo de alteração mais frequentemente encontrada nos indivíduos com queixa de zumbido. Por outro lado Attias et al.³, ao estudarem os PEALL em indivíduos com zumbido, observaram que as latências dos componentes N1, P2 e P300 mantiveram-se inalteradas, porém evidenciaram uma redução proeminente da amplitude destes componentes. Outros autores também observaram diminuição das amplitudes de N1^{8,24}, P2⁸ e P300²⁵ no grupo com zumbido.

Picton²⁶ referiu que o aumento na latência ou diminuição na amplitude dos PEALL está associado a problemas clínicos e subclínicos. Diante disso, acredita-se que um déficit em alguma habilidade do processamento auditivo central, como uma redução da atenção auditiva^{4,5,14,27}, déficit de memória^{28,29}, dificuldade de discriminação de frequências e intensidade sonora com boa resolução temporal e/ou interação binaural³⁰ possa levar às mudanças das características dos componentes do PEALL em indivíduos com queixa de zumbido.

Outros possíveis fatores que podem ser atribuídos às modificações observadas no PEALL em indivíduos com queixa de zumbido são: a possibilidade de redução no número de neurônios funcionantes, a diminuição na atividade neural e/ou a maior dessincronização nos disparos dos neurônios envolvidos³.

Pouco se sabe sobre as características eletrofisiológicas em indivíduos com zumbido, bem como sobre a interação do mecanismo de atenção e zumbido⁴.

Segundo Coelho et al.³¹, pacientes com zumbido frequentemente se queixam de dificuldades de concentração em atividades diárias, que podem ser maiores ou menores de acordo com a atenção dada a esse sintoma. Sabe-se que os componentes N1, P2, P300 são influenciados pelo grau de atenção ao estímulo. Se o estímulo é ignorado, as formas de onda são atenuadas e, possivelmente, atrasadas¹⁸. Outro fator que deve ser levado em consideração é o fato de o zumbido exercer um efeito mascarante sobre os sinais acústicos apresentados a esses indivíduos¹⁴. Sendo assim, poder-se-ia aventar a hipótese de que os indivíduos do grupo pesquisa estivessem menos atentos, possivelmente pela presença do zumbido e, portanto, esta atenção reduzida poderia ter sido um fator contribuinte para o aumento da latência dos PEALL.

Diante desta análise, verifica-se que as alterações no PEALL, observadas nos indivíduos com zumbido demonstram um envolvimento do SNAC, sugerindo uma participação do córtex auditivo na geração e/ou manutenção do zumbido. Desta forma, o PEALL mostra-se como uma ferramenta útil para a investigação do mecanismo responsável pela geração desse sintoma.

No estudo da associação entre lado da alteração nos potenciais evocados auditivos e localização do zumbido, verificou-se uma maior associação entre o zumbido bilateral e a alteração bilateral nos componentes N1, P2 e P300 do PEALL, não se observando diferenças estatisticamente significantes (Tabela 4).

Não foram encontrados na literatura especializada estudos associando o lado do zumbido com o lado da alteração do PEALL em indivíduos com limiares de audibilidade dentro da normalidade, com queixa de zumbido expostos a níveis de pressão sonora elevados dificultando, assim, a comparação dos resultados obtidos no presente estudo com outros trabalhos. O fato de esta pesquisa demonstrar uma associação positiva entre localização do zumbido e da alteração no PEALL fornece indícios do envolvimento do SNAC na geração do zumbido.

CONCLUSÃO

Verificou-se maior ocorrência de alterações nos PEALL em indivíduos com queixa de zumbido quando comparados aos indivíduos sem queixa de zumbido. O tipo de alteração mais comumente encontrado nesta população foi o aumento nos valores de latência, sugerindo a existência de uma possível disfunção no SNAC em nível cortical em indivíduos com queixa de zumbido expostos a níveis de pressão sonora de origem ocupacional. Observou-se maior associação entre o lado da alteração nos componentes N1, P2 e P300 do PEALL e a localização do zumbido, quando os indivíduos apresentaram como queixa o zumbido bilateral.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nodar RH. Tinnitus reclassified: new oil in an old lamp. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 1996;114:583-85.
2. Hazell JWP. Support for a neurophysiological model of tinnitus. In: *The hearing journal v.51*. Reich GE, Vernon J. Proceedings of the 5th International Tinnitus Seminar. Portland. American Tinnitus Association. 1995:51-57.
3. Attias J, Urbach D, Gold S, Shemesh Z. Auditory Event Related Potentials in Chronic Tinnitus Patients with Noise Induced Hearing Loss. *Hear Res.* 1993;73:106-13.
4. Jacobson GP, Calder JA, Newman CW, Peterson EL, Wharton JA, Ahmad BK. Electrophysiological indices of selective auditory attention in subjects with and without tinnitus. *Hear Res.* 1996;97:66-74
5. Cuny C, Norena A, Massioui, Chéry-croze S. Reduced attention shift in response to auditory changes in subjects with tinnitus. *Audiol Neurootol.* 2004;9:294-302.
6. Norena A, Cransac H, Chéry-Crozy S. Towards an objectification by classification of tinnitus. *Clin Neurophysiol.* 1999;110(4):666-75.

7. Jacobson GP, McCaslin DL. A reexamination of the long latency N1 response in patients with tinnitus. *J Am Acad Audiol.* 2003;14(7):393-400.
8. Walpurger V, Hebing-Lennartz G, Denecke H, Pietrowsky R. Habituation deficit auditory event-related potentials in tinnitus. *Hear Res.* 2003;181(1-2):57-64.
9. Santos TMM, Russo ICP. Logoaudiometria. In: Santos TMM, Russo ICP. *A prática da audiologia clínica.* 4ª. Ed. São Paulo: Cortez; 1986:81-98.
10. Jerger J, Speaks C, Trammell JL. A new approach to speech audiometry. *J Speech Hear Disord.* 1968;4:318-28.
11. Silman S, Silverman CA. *Auditory Diagnosis - Principles and applications.* Singular Publishing Group. INC. San Diego. London. 1997.
12. Gelfand SA. The contralateral acoustic-reflex threshold. In: Silman S. (ed.). *The acoustic reflex: Basic principles and clinical applications.* New York, Academic Press. 1984.p. 137-83
13. Stouffer JL, Tyler RS. Characterization of tinnitus by tinnitus patients. *J Speech Hear Disord.* 1990;55:439-53.
14. Branco FCA. Zumbido em adultos ouvintes normais: Um estudo sobre o processamento auditivo central e o handicap. São Paulo 1998. Dissertação (Mestrado). Programa de Estudos Pós-Graduados em Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC).
15. American National Standards Institute. Specification for audiometers. ANSI S3.6.1989.
16. American National Standards Institute. Specification for instruments to measure aural acoustic impedance and admittance. ANSI S3.39.1987.
17. American National Standards Institute. Specification for audiometers. ANSI S3.7.1996.
18. Musiek FE, Lee WW. Potenciais Auditivos de Média e Longa Latência. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* São Paulo: Ed. Manole; 2001.p.239-67
19. Willians HL, Tepas DI, Morlock HC. Evoked responses to clicks and electroencephalography stages of sleep in man. *Science.* 1962;138:685-86.
20. McPherson DL. Long Latency auditory evoked potentials. In: *Late Potentials of The auditory system.* Singular Publishing Group, Inc, 1996.p 7-21.
21. Picton TW, Smith AD. The practice of evoked potential audiometry. *Otolaryngol Clin North Am.* 1978;11:263-82.
22. Kadner A, Viire E, Wester DC, Walsh SF, Hestenes J, Vankov A, Pineda JA. Lateral inhibition in the auditory cortex: An EEG index of tinnitus? *Cogn Neurosci Neuropsychol.* 2002;13(4): 443-6.
23. Naatanen R, Picton T. The N1 wave of the human electric and magnetic response to sound: A review and an analysis of the component structure. *Psychophysiology.* 1987;24:375-425.
24. Jacobson GP, McCaslin DL. A reexamination of the long latency N1 response in patients with tinnitus. *J Am Acad Audiol.* 2003;14(7):393-400.
25. Attias J, Pratt H, Reshef I, Bresloff I, Horowitz G, Polyakov A, Shemesh Z. Detailed analysis of auditory brainstem responses in patients with noise-induced tinnitus. *Audiology* 1996;35(5):259-70. 16-McPherson DL. Long Latency auditory evoked potentials. In: *Late Potentials of The auditory system.* Singular Publishing Group, Inc, 1996.p.7-21.
26. Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiology.* 1992;9:465-79.
27. Calero MD, Navarro E. Relationship between plasticity, mid cognitive impairment and cognitive decline. *Arch Clin Neuropsychol.* 2004;19(5):653-60.
28. Kraus N, McGee T. Potenciais auditivos evocados de longa latência. In: Katz J. *tratado de audiologia Clínica.* Ed. Manole; 1999.p. 403-20.
29. Junqueira CAO, Colafêmina JF. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2002;68(4):468-78.
30. Bellis TJ. Comprehensive central auditory assessment. In: *Assessment and Management of Central Auditory Processing Disorders in the Educational Setting from Science to Practice.* 2nd edition. Ed. Thomson Delmar Learning. Singular. 2003.p. 231-65.
31. Coelho CCB, Sanchez TG, Bento RF. Características do zumbido em pacientes atendidos em serviço de referência. *Arq Otorrinolaringol.* 2004;8(3):216-24.