

Estudo da audição de crianças de gestantes expostas ao ruído ocupacional: avaliação por emissões otoacústicas - produto de distorção

Study of the hearing in children born from pregnant women exposed to occupational noise: Assessment by distortion product otoacoustic emissions

Eduardo Bezerra Rocha¹, Marisa Frasson de Azevedo², João Aragão Ximenes Filho³

Palavras-chave: audição, perda auditiva provocada por ruído, ruído ocupacional/prevenção, controle.
Keywords: hearing, occupational/prevention, control, noise.

Resumo / Summary

Objetivo: Detectar precocemente uma possível perda auditiva em crianças de mulheres expostas ao ruído ocupacional durante o período de gestação e verificar se há diferença nos resultados das amplitudes de resposta das emissões otoacústicas - produto de distorção - entre as crianças de mães expostas ao ruído ocupacional e as crianças de mães não-expostas ao ruído ocupacional. **Métodos:** Crianças de mulheres expostas ao ruído ocupacional durante a gestação e crianças de mulheres não-expostas foram avaliadas através das emissões otoacústicas - produto de distorção -, usando o equipamento GSI 60 DPOEA SYSTEM e empregando a razão de F_2/F_1 igual a 1,2 e a média geométrica de $2F_1-F_2$. As intensidades das frequências primárias mantiveram-se fixas, com valores de $L1=65$ dBNPS e $L2=55$ dBNPS para F_1 e F_2 , respectivamente. Utilizou-se o teste t-Student em amostras emparelhadas e amostras independentes e o teste não-paramétrico de Wilcoxon. **Resultados:** Não houve diferença nos valores das medidas das médias das amplitudes de resposta do produto de distorção entre os grupos controle e estudo. Também não houve diferença estatisticamente significativa entre os sexos masculino e feminino nas amplitudes de respostas para os grupos controle e estudo, nem entre as orelhas direita e esquerda de cada grupo. **Conclusão:** Não foi observado prejuízo auditivo nas crianças de mães expostas ao ruído ocupacional durante a gestação em comparação as crianças de mães não-expostas. Não houve diferença entre as orelhas direita e esquerda e entre os sexos masculino e feminino de cada grupo.

Aim: To detect early on a probable hearing loss in children of women exposed to occupational noise during their pregnancy and to verify if there is any difference between the children from those women exposed to occupational noise during their pregnancy and the ones from mothers that do not work under the same conditions. **Methods:** Children from women exposed to occupational noise during their pregnancy and children from women who were not exposed were evaluated through distortion product otoacoustic emissions, using the GSI 60 DPOEA SYSTEM equipment and the frequency-ratio F_2/F_1 equal to 1.2 and the geometric average of $2F_1-F_2$. The intensity of the primary frequencies were kept steady with values of $L1=65$ dB SPL and $L2=55$ dB SPL for F_1 and F_2 , respectively. Student T test in paired samples and independent samples were used. **Results:** There were no differences in the response amplitude of distortion product otoacoustic emissions between the control and the study groups. There was no statistically difference between male and female children in response amplitude for the two groups aforementioned; and there were no differences between right and left ears from each group. **Conclusion:** We did not observe hearing impairment in children whose mothers were exposed to occupational noise during pregnancy when compared to the children from mothers who were not. There was no difference between the right and left ears, nor between male and female children in each group.

¹ Especialista em ORL pela SBORL, Mestre em Distúrbios da Comunicação Humana pela UNIFESP-EPM/ UNIFOR, médico e professor.

² Professora Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana - UNIFESP, Professora Adjunta e vice-chefe da Disciplina dos Distúrbios da Audição do Depto. Fonoaudiologia da EPM.

³ Doutor em Otorrinolaringologia pela FMUSP, Professor Convidado da Pós-graduação em Cirurgia da FMUFC.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da RBORL em 17 de abril de 2007. cod. 4454

Artigo aceito em 18 de abril de 2007.

INTRODUÇÃO

Apesar de temporária, a poluição sonora é responsável por grandes malefícios. Tal poluição, tratada como ruído, pode ser social e ocupacional. O ruído social é aquele provocado pelas discotecas, carros barulhentos, bandas de rock, geralmente de curta duração e que, se isolados e esporádicos, dificilmente ocasionariam problemas auditivos ao homem¹.

Em linhas gerais, todos aqueles que trabalham expostos a ruídos superiores a 85dBNPS e com exposição prolongada devem ser monitorizados. A monitorização auditiva pode ser feita através da audiometria tonal liminar, que determina a menor intensidade sonora capaz de provocar a sensação auditiva em cada frequência testada, utilizando-se como estímulo o tom puro, sendo esta a mais empregada nas indústrias.

Outro método é a emissão otoacústica evocada²⁻⁹ que é obtida em resposta a uma estimulação sonora prévia, que pode ser com tons puros - por produtos de distorção de frequências preestabelecidas e que analisa a atividade coclear em frequências específicas¹⁰⁻¹³ ou por um estímulo sonoro muito breve "clique" - transitórias e que representam uma resposta global da cóclea¹¹. É um método objetivo, rápido, não invasivo e de fácil aplicação¹⁴⁻¹⁷, inclusive para triagem de crianças em berçário de alto risco¹⁸.

Até pouco tempo, a preocupação em avaliar a audição de expostos ao ruído limitava-se o sexo masculino, mas com a necessidade de contribuir financeiramente no lar, as mulheres, hoje, representam quase 50% da mão-de-obra e ocupam uma razoável fatia na indústria mundial e, na sua grande maioria, no período reprodutivo¹⁹. Sabe-se que existe uma maior susceptibilidade individual, porém não existem evidências clínicas que o homem ou a mulher seja mais susceptível ao ruído.

Sabe-se que, quando uma onda sonora passa do meio aéreo (orelhas externa e média) para o meio líquido (líquidos labirínticos), 99,9% dessa energia é perdida. Sabe-se, também, que o feto humano está protegido dentro do útero materno e os tecidos e líquidos que envolvem esse inofensivo ser podem, assim, atenuar o ruído ambiental^{20,21} e, conforme citação de Niemtzw²² (1982), essa atenuação será mais efetiva quanto maior for a frequência. Conclui-se que as frequências mais graves sofrem menos atenuação, daí serem as mais lesivas à cóclea fetal em formação.

Muitos são os trabalhos alusivos ao efeito do ruído ocupacional sobre o feto²¹⁻²⁶, mas poucos abordam seu efeito sobre a audição desse feto²⁷. Questiona-se que o ruído possa ocasionar baixo peso ao recém-nascido^{28,29} ou acarretar alterações no sistema imunológico³⁰. Foi pensando no possível efeito devastador do ruído ocupacional sobre esse futuro comunicador, que se julgou pertinente investir nessa pesquisa, buscando-se estabelecer as relações de causa/efeito com relação a essas mulheres e seu

ambiente de trabalho.

No presente trabalho, o público-alvo é, pois, as crianças de mulheres que, durante a gestação, foram expostas ao ruído ocupacional. Como a audiometria tonal limiar é um método impossível de ser usado em neonatos por exigir resposta comportamental por parte do examinado, as emissões otoacústicas têm as características ideais para ser o exame de escolha^{3,12}.

Os objetivos deste estudo foram:

1. Detectar precocemente uma possível perda auditiva em crianças de mulheres expostas ao ruído ocupacional durante o período gestacional;

2. Verificar se há diferença nos resultados das amplitudes de resposta das emissões otoacústicas - produto de distorção - entre as crianças de mães expostas ao ruído ocupacional e as crianças de mães não-expostas ao ruído ocupacional.

CASUÍSTICA E MÉTODOS

Casuística

O trabalho foi desenvolvido no setor de fonoaudiologia do Núcleo de Atenção Médica Integrada (NAMI), da Universidade de Fortaleza (UNIFOR), no período de agosto de 2002 a junho de 2003, sendo realizado exame otorrinolaringológico, seguido do registro das emissões otoacústicas - produto de distorção (EOAPD), após esclarecimento do responsável e obtido anuência. O estudo foi aprovado pelo comitê de ética de duas universidades, a Universidade de Fortaleza e Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP-EPM) com CEP número 0330/03.

O objeto em estudo são crianças com idade de 0 a 6 meses, de ambos os sexos e sem nenhum fator de risco para perda auditiva, segundo recomendações estabelecidas pelo grupo pré-liminar de triagem auditiva neonatal, formado pela Sociedade Brasileira de Otorrinolaringologia em maio de 2000. Excluiu-se do estudo crianças que apresentaram algum indicador de risco para perda auditiva.

As mulheres (mães) pertencem a um mesmo grupo socioeconômico (renda familiar equivalente a 1-2 salários mínimos). Também foram excluídas aquelas mulheres que trabalharam expostas a produtos químicos e que eram tabagistas durante a gestação²⁶.

Um questionário foi respondido através de entrevista com o próprio pesquisador sobre as condições da gestação e do parto, considerando-se o peso e estatura ao nascimento, antecedentes da mãe, dos familiares e da criança objeto de estudo, além do tipo de atividade profissional da mãe durante a gestação. Dessa forma, todas as variáveis acima foram eliminadas e as crianças selecionadas.

Todas as crianças foram submetidas a uma avaliação otorrinolaringológica no sentido de investigar malformações crânio-faciais e afastar comprometimento das

orelhas externa e/ou média, através de uma otoscopia. Aquelas crianças com problemas de orelha externa e/ou média foram tratadas clinicamente e depois reavaliadas. Quando estavam dentro da normalidade, eram liberadas para o estudo.

O estudo foi realizado em 80 crianças que foram distribuídas em dois grupos: grupo estudo e grupo controle. O primeiro foi constituído por 35 crianças com idade de 0 a 6 meses de ambos os sexos, nascidas de mulheres expostas ao ruído ocupacional superior a 80dBNPS (faixa de intensidade maior que 80dBNPS e inferior a 90dBNPS), em jornada de trabalho de 8 horas diárias e perfazendo 40 horas semanais durante a gestação, e cuja gravidez e partos transcorreram dentro da normalidade. As crianças aqui alocadas são de mulheres trabalhadoras de uma fábrica de beneficiamento de castanha, localizada na cidade de Cascavel, no estado do Ceará, e distante da cidade de Fortaleza 60 Km. Todas essas mulheres usaram equipamento de proteção individual (EPI) tipo plugue de inserção durante a jornada de trabalho e ficaram trabalhando expostas ao ruído ocupacional até, no mínimo, o 8º mês de gestação, sendo que a maioria saiu de licença-maternidade 15 dias antes do parto (Tabela 1).

O grupo controle foi formado por 45 crianças, também de ambos os sexos, e com a mesma faixa etária do grupo estudo, nascidas de mulheres sem exposição ao ruído ocupacional durante a gestação e oriundas da comunidade do Dendê e que são acompanhadas no NAMI e sem os mesmos fatores de risco para a perda auditiva das crianças do grupo estudo, mantendo-se o mesmo procedimento de avaliação (Tabela 1).

Tabela 1. Distribuição das crianças por sexo e por grupo.

	Masculino	Feminino	Total
G. Controle	26 (57,7%)	19 (42,3%)	45
G. Estudo	16 (45,7%)	19 (54,3%)	35

Método

Todas as mulheres de ambos os grupos receberam assistência pré-natal e conceberam as crianças em maternidade da rede pública de saúde sob assistência de um profissional da saúde. Os dados sobre as condições do parto e da criança no período perinatal foram colhidos do cartão de vacina ou do registro de nascimento concedido pela maternidade assistente.

Avaliação Otoscópica

Os equipamentos utilizados para a avaliação otorinolaringológica foram um fotóforo da marca Kole e um otoscópio da marca Heine. Essa avaliação se faz necessária para checar a integridade das orelhas externa e média, cuja função normal é imprescindível para a captação adequada das emissões otoacústicas.

Emissões Otoacústicas Evocadas - Produto de Distorção

As crianças que estavam aptas após o exame otorinolaringológico foram submetidas à análise auditiva por meio das emissões otoacústicas evocadas - produto de distorção.

Para o registro das EOAPD foi utilizado um medidor e analisador das EOAPD da marca GSI 60 DPOEA SYSTEM. Os registros foram feitos a partir da geração de 2 tons puros, F_1 e F_2 , onde F_2 sempre foi maior que F_1 e chamados de frequências primárias. F_2 variou de 593 Hz a 6031 Hz e sua média geométrica (GM) obedeceu ao padrão $2F_1-F_2$ e na razão de F_2/F_1 igual a 1,2. As intensidades de estímulo das primárias F_1 e F_2 (L_1 para F_1 e L_2 para F_2) permaneceram fixas em 65dBNPS e 55dBNPS, respectivamente, ou seja, L_1 era maior que L_2 em 10dBNPS. As medidas das EOAPD foram feitas das baixas para as altas frequências.

No aparelho medidor era acoplada uma sonda eletrônica (acoustic probe) composta por 2 receptores (micro alto-falantes) responsáveis pela emissão dos sinais acústicos (F_1 e F_2) e 1 microfone em tamanho miniatura de alta sensibilidade com a finalidade de captar as EOAPD, sendo todo esse conjunto de transdutores montados em uma pequena sonda similar à utilizada na imitanciometria e que era acoplada ao meato auditivo externo através de uma oliva de borracha de tamanho adequado para cada criança testada.

Sua calibração era feita todas as vezes que o aparelho era ligado, utilizando-se um simulador de cavidade de 2cm³, onde era efetuada uma verificação da correta vedação e funcionamento dos referidos transdutores e os ajustes necessários para a calibração eram feitos pelo próprio equipamento.

Foram registradas e analisadas as amplitudes dos produtos de distorção e do ruído de fundo em relação às frequências sonoras, conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 - frequências primárias F_1 e F_2 e produto de distorção para $2F_1-F_2$

Ponto	Primárias				
	F_1	F_2	F_2/F_1	GM(Hz)	DP $2F_1-F_2$ (Hz)
1	500	593	1,2	531	406
2	625	750	1,2	687	500
3	781	937	1,2	843	625
4	1000	1187	1,2	1093	812
5	1250	1500	1,2	1375	1000
6	1593	1906	1,2	1750	1281
7	2000	2406	1,2	2187	1593
8	2531	3031	1,2	2781	2031
9	3187	3812	1,2	3500	2562
10	4000	4812	1,2	4375	3187
11	5031	6031	1,2	5500	4031

As EOAPD foram consideradas presentes sempre que o valor da amplitude do produto de distorção era positivo, com diferença igual ou superior a 6dBNPS em relação ao ruído de fundo, ou seja, a diferença sinal/ruído igual ou superior a 6dBNPS. Amplitudes negativas com diferença inferior a 6dBNPS foram consideradas ausentes. Procurou-se manter sempre os valores de ruído inferiores a zero (negativos). Casos em que o ruído estava excessivo, encobrendo a resposta, não foram interpretados.

O exame foi realizado em uma cabina e sala acusticamente tratadas, nas crianças selecionadas que, depois de alimentadas, encontravam-se em estado de sonolência ou em sono leve e no colo da mãe ou do responsável.

Análise estatística

A metodologia estatística utilizada para a análise dos dados foi baseada no teste t-Student para comparação de médias em: (i) amostras emparelhadas (dependentes) e (ii) amostras independentes.

O nível de significância adotado na conclusão dos testes foi de 0,05 em todas as tabelas e está apresentado o nível descritivo dos testes (p-valor), ou seja, o nível de significância mínimo a ser adotado para se rejeitar a hipótese H0. Os dados foram analisados através do software estatístico SPSS versão 8.0.

RESULTADOS

Estudo das amplitudes do produto de distorção e do ruído de fundo em função da variável lado da orelha nos grupos controle e estudo

São apresentados os resultados do estudo das amplitudes das emissões otoacústicas evocadas - produto de distorção - e do ruído de fundo das crianças de mulheres

não-expostas ao ruído ocupacional durante a gestação (grupo controle), analisando suas amplitudes de resposta para cada orelha e, em seguida, comparando-as entre si (tabelas 3, 4 e 5). Foi aplicado o teste t-Student para amostras emparelhadas (significativo para $p < 0,05$) e não houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas direita e esquerda para as médias das amplitudes do produto de distorção e do ruído de fundo no grupo controle. No grupo estudo, a orelha direita apresentou diferença estatisticamente significativa na frequência de 1500 Hz em relação à orelha esquerda, ou seja, a orelha direita apresentou melhor média de amplitude do produto de distorção do que a orelha esquerda. Em relação ao ruído de fundo, não houve diferença estatisticamente significativa entre as orelhas direita e esquerda do grupo estudo (tabelas 6, 7 e 8).

Estudo das amplitudes do produto de distorção e do ruído de fundo em função da variável sexo para os grupos controle e estudo

Analisou-se as medidas da média com desvio-padrão das emissões otoacústicas evocadas - produto de distorção - e do ruído de fundo em relação ao sexo masculino e sexo feminino por cada grupo estudado - controle e estudo (tabelas 9, 10, 11 e 12).

As crianças do sexo masculino apresentaram amplitudes média de resposta do produto de distorção melhores que o sexo feminino nas frequências F_2 de 1187 KHz e 1500 KHz para o grupo controle, enquanto as crianças do grupo estudo do sexo feminino apresentaram amplitude média de resposta do produto de distorção melhor que do sexo masculino na frequência F_2 de 2406 KHz. Não houve diferença estatisticamente significativa para o ruído de fundo em relação ao sexo para os dois grupos.

Tabela 3 - medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras emparelhadas) para comparação de médias do PD obtidas para a orelha direita e orelha esquerda - grupo controle

F2 Hz	Orelha Direita		Orelha Esquerda		t	gl	p-valor
	Média PD	Desvio Padrão	Média PD	Desvio Padrão			
593	9,24	7,69	12,16	8,73	-1,617	44	,113
750	3,51	7,01	5,33	9,18	-1,178	44	,245
937	6,82	6,19	7,49	6,98	-0,645	44	,523
1187	10,73	6,39	9,62	7,06	1,189	44	,241
1500	12,60	7,94	12,93	6,81	-,321	44	,750
1906	15,62	7,09	14,73	6,52	1,019	44	,314
2406	14,51	5,20	14,44	5,46	,083	44	,934
3031	10,49	4,75	9,98	4,92	,737	44	,465
3812	10,93	5,78	9,98	5,30	1,144	44	,259
4812	8,20	5,96	6,47	5,70	1,779	44	,082
6031	4,58	4,21	3,20	4,99	1,881	44	,067

Tabela 4 - medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras emparelhadas) para comparação de médias do RF obtidas para a orelha direita e orelha esquerda- grupo controle

F2 Hz	Orelha Direita		Orelha Esquerda		t	gl	p-valor
	Média RF	Desvio Padrão	Média RF	Desvio Padrão			
593	8,78	8,36	10,80	7,18	,618	44	,540
750	4,27	6,67	3,76	7,79	,808	44	,424
937	0,89	4,87	2,07	5,41	-1,350	44	,184
1187	-0,20	4,86	0,80	5,85	,369	44	,714
1500	-3,20	5,28	-1,91	5,74	-1,154	44	,255
1906	-5,73	4,01	-4,31	4,13	-,890	44	,378
2406	-8,16	2,77	-7,44	3,66	-1,172	44	,248
3031	-9,82	4,26	-8,84	3,58	-1,510	44	,138
3812	-9,73	3,36	-9,09	2,87	-,961	44	,342
4812	-8,27	2,78	-8,60	2,13	-1,211	44	,232
6031	-7,31	2,08	-7,62	2,22	-1,091	44	,281

Tabela 5 - medidas de média e desvio-padrão da diferença do produto de distorção com o ruído de fundo (a=pd-rf) obtidas para a orelha direita e orelha esquerda - grupo controle

F2 Hz	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Média A	Desvio Padrão	Média A	Desvio Padrão
593	0,47	6,25	1,27	6,45
750	-0,76	6,31	1,58	7,37
937	5,93	7,30	5,42	7,39
1187	10,89	8,18	8,73	8,05
1500	15,80	8,65	14,84	8,14
1906	21,36	9,30	19,04	7,44
2406	22,67	5,87	21,89	5,78
3031	20,31	6,57	18,82	5,87
3812	20,67	5,68	19,07	5,80
4812	16,27	5,42	15,09	4,94
6031	11,89	3,08	10,82	3,87

Tabela 6 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras emparelhadas) para comparação de médias do PD obtidas para a orelha direita e orelha esquerda - grupo estudo

F2 Hz	Orelha Direita		Orelha Esquerda		t	gl	p-valor
	Média PD	Desvio Padrão	Média PD	Desvio Padrão			
593	9,46	11,10	11,71	8,31	-,966	34	,341
750	5,00	6,04	5,29	6,73	-,233	34	,817
937	7,80	6,41	7,51	6,36	,210	34	,835
1187	10,51	5,52	8,37	7,73	1,653	34	,108
1500	15,03	5,46	13,00	7,19	2,396	34	,022 (*)
1906	15,34	5,78	14,09	6,99	1,204	34	,237
2406	15,49	6,34	14,34	5,70	1,145	34	,260
3031	10,46	4,84	9,23	4,53	1,577	34	,124
3812	10,77	5,92	10,34	4,29	,415	34	,680
4812	8,49	5,87	7,31	4,23	1,039	34	,306
6031	4,89	5,97	2,80	5,66	1,646	34	,109

Nota: (*) Significativo a 5%

Tabela 7 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras emparelhadas) para comparação de médias do RF obtidas para a orelha direita e orelha esquerda – grupo estudo

F2 Hz	Orelha Direita		Orelha Esquerda		t	gl	p-valor
	Média RF	Desvio Padrão	Média RF	Desvio Padrão			
593	8,03	8,77	8,57	8,85	-,313	34	,756
750	1,74	8,06	1,66	7,14	,072	34	,943
937	0,17	6,37	0,51	4,87	-,311	34	,757
1187	-2,23	4,83	-2,40	5,76	,157	34	,876
1500	-3,09	5,17	-3,06	5,54	-,036	34	,971
1906	-5,26	4,41	-5,31	4,51	,061	34	,952
2406	-7,83	3,23	-8,11	3,25	,372	34	,712
3031	-10,23	4,02	-9,20	3,25	-1,298	34	,203
3812	-9,14	2,98	-9,31	3,26	,214	34	,832
4812	-8,63	3,12	-8,26	2,21	-,549	34	,586
6031	-7,34	2,03	-8,14	3,24	1,360	34	,183

Tabela 8 - Medidas de média e desvio-padrão da diferença do produto de distorção com o ruído de fundo (a=pd-rf) obtidas para a orelha direita e orelha esquerda - grupo estudo

F2 Hz	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Média A	Desvio Padrão	Média A	Desvio Padrão
750	3,26	7,32	2,66	7,62
937	7,63	7,38	7,00	7,19
1187	12,74	6,73	10,77	9,48
1500	18,11	7,34	15,94	8,11
1906	20,60	7,92	19,66	6,23
2406	23,31	6,90	22,23	6,86
3031	20,74	6,74	18,43	5,94
3812	19,91	5,56	19,66	4,99
4812	17,11	5,36	15,57	4,14
6031	12,23	4,99	10,94	4,49

Tabela 9 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras independentes) para comparação de médias do PD avaliadas por sexo – grupo controle

F2 Hz	Masculino		Feminino		p-valor ¹ F	p-valor ² t
	Média PD	Desvio Padrão	Média PD	Desvio Padrão		
593	9,7692	7,7576	11,9737	8,9608	,582	,216
750	5,1154	8,6402	3,4737	7,5004	,807	,350
937	7,5192	6,5334	6,6579	6,6790	,915	,542
1187	11,4423	6,1911	8,4474	7,0966	,743	,036 (*)
1500	14,4615	6,3167	10,4474	8,1030	,251	,010 (*)
1906	16,0000	6,2151	14,0526	7,4360	,117	,180
2406	14,5962	4,6579	14,3158	6,1385	,088	,806
3031	10,0192	4,0752	10,5263	5,7127	,075	,624
3812	9,9231	5,0014	11,1842	6,1857	,138	,288
4812	6,9423	5,5850	7,8684	6,2522	,333	,462
6031	3,3462	4,9304	4,6316	4,1682	,153	,196

Nota: (1) Teste de Levene para igualdade de variâncias, (2) Teste t-Student para amostras independentes.

Tabela 10 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras independentes) para comparação de médias do RF avaliadas por sexo – grupo controle

F2 Hz	Masculino		Feminino		p-valor ¹ F	p-valor ² t
	Média RF	Desvio Padrão	Média RF	Desvio Padrão		
593	9,3846	7,0909	10,3421	8,7774	,021	,582
750	4,0962	7,3518	3,8947	7,1236	,886	,897
937	1,9231	4,7023	0,8684	5,7147	,096	,340
1187	0,1346	5,7804	0,5263	4,8253	,367	,735
1500	-2,1923	5,7770	-3,0526	5,1933	,742	,469
1906	-4,9038	4,4336	-5,1842	3,6676	,289	,751
2406	-8,0769	2,9362	-7,4211	3,6364	,981	,347
3031	-9,0577	3,8573	-9,7105	4,0797	,775	,441
3812	-8,9231	2,8343	-10,0789	3,4041	,114	,083
4812	-8,5385	2,3218	-8,2895	2,6803	,235	,639
6031	-7,7308	2,4344	-7,1053	1,6240	,008	,148

Nota: (1) Teste de Levene para igualdade de variâncias, (2) Teste t-Student para amostras independentes.

Tabela 11 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras independentes) para comparação de médias do PD avaliadas por sexo – grupo estudo

F2 Hz	Masculino		Feminino		p-valor ¹ F	p-valor ² t
	Média PD	Desvio Padrão	Média PD	Desvio Padrão		
593	11,6563	10,5788	9,6842	9,1359	,244	,406
750	5,6563	6,2919	4,7105	6,4511	,529	,539
937	7,6875	5,0189	7,6316	7,3427	,037	,971
1187	9,6875	7,5024	9,2368	6,1444	,549	,783
1500	14,6563	4,7831	13,4737	7,5507	,068	,447
1906	13,7500	6,7633	15,5263	6,0437	,171	,250
2406	13,2813	6,1184	16,2895	5,6325	,862	,036 (*)
3031	9,0313	4,2539	10,5263	4,9850	,267	,186
3812	10,4688	4,1034	10,6316	5,9248	,232	,896
4812	7,2813	4,6851	8,4211	5,4556	,410	,357
6031	4,0938	5,7774	3,6316	6,0154	,972	,745

Nota: (1) Teste de Levene para igualdade de variâncias, (2) Teste t-Student para amostras independentes, (*) Significativo a 5%.

Estudo comparativo das amplitudes do produto de distorção e do ruído de fundo entre os grupos controle e estudo

Consideraram-se as orelhas direita e esquerda juntas para grupo avaliado (tabelas 13 e 14). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois grupos em relação às médias das amplitudes de resposta do produto de distorção. Tanto para o grupo controle como para o grupo estudo, o ruído de fundo apresentou valores positivos para as frequências baixas e valores negativos para as frequências (F_2) a partir de 1500Hz para o grupo controle e de 1187Hz para o grupo estudo.

DISCUSSÃO

A escolha das emissões otoacústicas evocadas - produto de distorção - foi baseada em sua grande aplicabilidade clínica:

- 1) em avaliar a função das células ciliadas externas da cóclea¹¹;
- 2) ser frequência-específica;
- 3) recomendada para uso em bebês e
- 4) que podem detectar mudanças no limiar auditivo, mesmo antes da audiometria tonal convencional⁹.

Para se obter uma melhor amplitude de resposta e uma menor interferência do ruído de fundo, as emissões

Tabela 12 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras independentes) para comparação de médias do RF avaliadas por sexo – grupo estudo

F2 Hz	Masculino		Feminino		p-valor ¹ F	p-valor ² t
	Média RF	Desvio Padrão	Média RF	Desvio Padrão		
593	10,1875	8,0380	6,7105	9,1087	,177	,098
750	3,4688	6,5401	,2105	8,1046	,241	,072
937	1,2188	5,0910	-,3947	6,0159	,154	,235
1187	-2,2188	5,1852	-2,3947	5,4204	,918	,891
1500	-3,4688	4,9186	-2,7368	5,6792	,392	,570
1906	-5,9063	3,9132	-4,7632	4,8123	,115	,285
2406	-7,7813	2,5870	-8,1316	3,6993	,151	,654
3031	-9,2188	3,3672	-10,1316	3,8985	,247	,303
3812	-9,0625	2,9175	-9,3684	3,2832	,581	,684
4812	-8,3750	2,4330	-8,5000	2,9201	,961	,848
6031	-7,5625	2,9614	-7,8947	2,5126	,525	,613

Nota: (1) Teste de Levene para igualdade de variâncias, (2) Teste t-Student para amostras independentes.

Tabela 13 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras independentes) para comparação de médias do pd entre os grupos controle e estudo

F2 Hz	Masculino		Feminino		p-valor ¹ F	p-valor ² t
	Média PD	Desvio Padrão	Média PD	Desvio Padrão		
593	10,7000	8,3106	10,5857	9,7987	,285	,937
750	4,4222	8,1750	5,1429	6,3504	,077	,544
937	7,1556	6,5718	7,6571	6,3426	,360	,627
1187	10,1778	6,7167	9,4429	6,7516	,931	,494
1500	12,7667	7,3577	14,0143	6,4189	,278	,263
1906	15,1778	6,7866	14,7143	6,3978	,355	,661
2406	14,4778	5,3026	14,9143	6,0090	,397	,627
3031	10,2333	4,8112	9,8429	4,6924	,653	,607
3812	10,4556	5,5347	10,5571	5,1376	,584	,906
4812	7,3333	5,8598	7,9000	5,1136	,192	,522
6031	3,8889	4,6433	3,8429	5,8697	,119	,956

Nota: (1) Teste de Levene para igualdade de variâncias, (2) Teste t-Student para amostras independentes.

otoacústicas evocadas - produto de distorção - foram aplicadas na população estudada, obedecendo os seguintes critérios: razão de F_2/F_1 igual a 1,2, média geométrica das frequências primárias F_1 e F_2 em $2F_1-F_2$ e as intensidades de estímulo de F_1 e F_2 foram de 65 dB NPS e 55 dB NPS (ou seja, $L_1=L_2-10$), respectivamente⁴.

A amplitude de resposta dos produtos de distorção das orelhas direita e esquerda do grupo controle variou de acordo com a frequência F_2 , apresentando sempre valores positivos em todas as frequências testadas, sendo os valores maiores observados nas frequências de 1500 Hz, 1906 Hz, 2406 Hz, 3031 Hz e 3812 Hz em ambas as orelhas. Pico máximo de amplitude de resposta foi observado em 1906 Hz e 2406 Hz, com valores de 15,62

dB NPS e 14,51 dB NPS para a orelha direita, e valores de 14,73 dB NPS e 14,44 dB NPS para a orelha esquerda nas mesmas frequências, respectivamente.

Autores, tais como Bonfils et al.¹⁴ (1993) e Abdala¹² (1996) também encontraram amplitude média de resposta dos produtos de distorção em crianças normais, com valores positivos em todas as frequências F_2 testadas.

Quanto aos picos máximos de amplitude de resposta, a literatura mostra valores de 17,8 dB NPS em 2 KHz, de 16 dB NPS em 1,5 KHz, de 17,26 dB NPS em 2 KHz, de 16,8 dB NPS em 1,5 KHz e de 17,4 dB NPS em 2 KHz. Os resultados do presente estudo, em relação ao pico máximo da amplitude de resposta do produto de distorção estão em concordância com a literatura, ou seja, encontram-se

Tabela 14 - Medidas de média, desvio-padrão e teste t-student (amostras independentes) para comparação de médias do rf entre os grupos controle e estudo

F2 Hz	Masculino		Feminino		p-valor ¹ F	p-valor ² t
	Média RF	Desvio Padrão	Média RF	Desvio Padrão		
593	9,7889	7,8146	8,3000	8,7499	,256	,258
750	4,0111	7,2165	1,7000	7,5572	,490	,051
937	1,4778	5,1499	,3429	5,6309	,471	,186
1187	,3000	5,3725	-2,3143	5,2765	,892	,002 (*)
1500	-2,5556	5,5244	-3,0714	5,3197	,414	,552
1906	-5,0222	4,1080	-5,2857	4,4303	,981	,698
2406	-7,8000	3,2471	-7,9714	3,2212	,837	,740
3031	-9,3333	3,9434	-9,7143	3,6679	,858	,533
3812	-9,4111	3,1226	-9,2286	3,1029	,839	,713
4812	-8,4333	2,4680	-8,4429	2,6899	,751	,981
6031	-7,4667	2,1421	-7,7429	2,7117	,034	,486

Nota: (1) Teste de Levene para igualdade das variâncias, (2) Teste t-Student para amostras independentes, (*) Significativo a 5%

na faixa de frequência de F_2 em torno de 2 KHz.

Observou-se que as medidas da média do ruído de fundo, para ambas as orelhas do grupo controle, apresentam valores positivos e elevados nas frequências mais baixas e decrescem à medida que as frequências se tornam mais altas, assumindo valores negativos a partir da frequência 1187 Hz para a orelha direita e 1500 Hz para a orelha esquerda. O pico máximo de valores negativo para o ruído de fundo foi observado nas frequências 3031 Hz e 3812 Hz com valores de -9,82 dBNPS e -9,73 dBNPS para a orelha direita e com valores de -8,84 dBNPS e -9,09 dBNPS para a orelha esquerda.

Os resultados do presente estudo concordam com os trabalhos que observaram o ruído de fundo assumindo valores mais elevados nas frequências baixas. Bonfils et al.¹⁴ (1993) referem que o ruído de fundo apresenta valores maiores nas frequências baixas e menores nas frequências altas. O mesmo foi observado pelos autores do presente estudo.

No que diz respeito à dificuldade de registrar as respostas dos produtos de distorção nas frequências de F_2 , no presente estudo se observou que abaixo da frequência F_2 de 1500 Hz, apesar dos valores positivos para as amplitudes médias de resposta, o ruído de fundo foi elevado e prejudicou a interpretação da resposta.

Em relação às amplitudes médias, dada pela diferença da amplitude de resposta do produto de distorção (sinal) com a amplitude do ruído de fundo (Tabela 7), observou-se que valores igual ou acima de 6dBNPS estavam presentes a partir da frequência F_2 igual ou superior 1187 Hz para as orelhas direita e esquerda, evidenciando picos máximos em 1906 Hz e 2406 Hz com valores de 21,36 dBNPS e 22,67 dBNPS para a orelha direita, e em

2406 Hz e 3812 Hz com valores de 21,89 dBNPS e 19,07 dBNPS para a orelha esquerda, respectivamente.

Pode-se ver que as melhores médias de amplitude da diferença sinal/ruído são obtidas na faixa de frequências de F_2 onde as melhores amplitudes de resposta do produto de distorção estão presentes, coincidindo com os valores mais baixos para o ruído de fundo.

Ao aplicar o teste t-Student (amostras emparelhadas) para comparar as respostas das amplitudes dos produtos de distorção e do ruído de fundo das orelhas direita e esquerda, não foi observada diferença estatisticamente significativa ($p < 0,05$) em nenhuma das frequências F_2 testadas.

No presente estudo, as amplitudes médias dos produtos de distorção das orelhas direita e esquerda do grupo estudo variaram de acordo com a frequência F_2 , apresentando valores positivos em todas as frequências testadas, sendo os valores maiores observados nas frequências de 1187 Hz, 1500 Hz, 1906 Hz, 2406 Hz e 3031 Hz e 3812 Hz da orelha direita e nas frequências de 593 Hz, 1500 Hz, 1906 Hz, 2406 Hz e 3812 Hz da orelha esquerda. Pico máximo de amplitude de resposta foi observado em 1906 Hz e 2406 Hz com valores de 15,03 dBNPS e 15,34 dBNPS para a orelha direita, e valores de 14,09 dBNPS e 14,34 dBNPS para a orelha esquerda, respectivamente.

Aplicando o teste t-Student (amostras emparelhadas) para comparação das medidas das médias das amplitudes de resposta do produto de distorção avaliadas nas orelhas direita e esquerda do grupo estudo, observou-se diferença estatisticamente significativa entre as orelhas apenas na frequência F_2 de 1500 Hz, tendo a orelha direita apresentado amplitude média de resposta melhor que a orelha esquerda. Como visto no quadro acima, existem

controvérsias em relação ao lado da orelha que apresenta melhores amplitudes de resposta, ou seja, autores referem ter encontrado melhores amplitudes de resposta para a orelha direita, enquanto outros observaram amplitudes médias de resposta semelhantes entre as orelhas direita e esquerda. No presente estudo, apenas uma frequência de F_2 (1500 Hz) apresentou amplitude média de resposta melhor para a orelha direita em relação à orelha esquerda no grupo estudo.

Observou-se que as medidas da média do ruído de fundo para as orelhas direita e esquerda do grupo estudo apresentaram valores positivos nas frequências baixas, com valores elevados na frequência F_2 de 593 Hz. Observou-se, também, que o ruído de fundo decresceu à medida que as frequências se tornaram mais altas, assumindo valores negativos a partir da frequência F_2 de 1187 Hz para ambas as orelhas (Tabela 9). Pico máximo de valor negativo para o ruído de fundo ocorreu nas frequências de 3031 Hz e 3812 Hz, com valores de -10,23 dBNPS e -9,14 dBNPS, para a orelha direita, e com valores de -9,20 dBNPS e -9,31 dBNPS, para a orelha esquerda.

Ao aplicar o teste t-Student (amostras emparelhadas) para comparação das médias do ruído de fundo avaliado nas orelhas direita e esquerda, não foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre as orelhas, corroborando com alguns autores já citados anteriormente.

As medidas das amplitudes médias da diferença sinal/ruído do grupo estudo para as orelhas direita e esquerda apresentaram valores iguais ou maiores que 6 dBNPS a partir da frequência F_2 de 937 Hz, evidenciando picos máximos de 20,60 dBNPS, 23,21 dBNPS e 20,74 dBNPS nas frequências de 1906 Hz, 2406 Hz e 3031 Hz, para a orelha direita e de 19,66 dBNPS, 22,23 dBNPS e 19,66 dBNPS nas frequências 1906 Hz, 2406 Hz e 3812 Hz, para a orelha esquerda, respectivamente (Tabela 10).

Observaram-se melhores médias de amplitude sinal/ruído na faixa de frequências onde as amplitudes de resposta do produto de distorção eram mais amplas e o ruído de fundo assumia valores menores.

Ao comparar as medidas das médias das amplitudes de resposta pelo teste t-Student (amostras independentes) em relação ao sexo para o grupo controle, observou-se diferença estatisticamente significativa ($p > 0,05$) apenas em duas frequências de F_2 (1187 Hz e 1500 Hz), tendo o sexo masculino apresentado valores médios melhores (11,44 dBNPS e 14,46 dBNPS) que o sexo feminino (8,44 dBNPS e 10,44 dBNPS).

Em relação ao ruído de fundo, as medidas da média não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre os sexos masculino e feminino para o grupo controle.

Para as medidas das médias das amplitudes de resposta do grupo estudo (Tabela 13), o teste t-Student (amostras independentes) para comparação em relação ao

sexo, observou-se diferença estatisticamente significativa em apenas uma frequência F_2 (2406 Hz), tendo o sexo feminino apresentado valor médio melhor (16,28 dBNPS) que o sexo masculino (13,28 dBNPS).

Não foi observada diferença estatisticamente significativa entre as medidas das médias do ruído de fundo entre os sexos masculino e feminino (Tabela 14), ao ser aplicado o teste t-Student (amostras independentes).

De acordo com o que foi apresentado, pode-se ver que, enquanto o sexo masculino apresentou melhores médias de amplitude de resposta do produto de distorção em duas frequências para o grupo controle, o mesmo não ocorreu para o grupo estudo, no qual o sexo feminino apresentou melhor média de amplitude de resposta do produto de distorção em apenas uma frequência.

Pode-se observar que a exposição ao ruído ocupacional durante a gestação não afetou a audição das crianças das mães expostas. É escassa a literatura em relação ao estudo da audição de crianças recém-nascidas e lactentes, cujas mães se expuseram ao ruído ocupacional durante a gestação. Lalande et al.²⁷ (1986), em seu estudo, afirmaram que a proporção de crianças que tem perda auditiva significativa em 4 KHz era 3 a 4 vezes maior quando as mães tinham estado expostas a níveis de pressão sonora de 85 a 95 dBNPS em comparação a doses de ruídos mais baixos, além de que as frequências baixas são mais prejudiciais.

Ando e Hattori²³ (1970) referiram maior habilidade da criança em se adaptar ao crescente ruído ambiental quando suas mães se expuseram ao ruído durante a gestação, porém não avaliaram possível perda auditiva. Gerhardt e Abrams²¹ (2000) referiram perda auditiva nos fetos cujas mães se expuseram ao ruído durante a gestação. Nosso estudo, entretanto, não identificou perda auditiva em fetos de mães expostas a ruído ocupacional.

CONCLUSÃO

Não foi observado efeito nocivo do ruído na audição das crianças de mulheres que trabalharam expostas ao ruído ocupacional durante a gestação, avaliadas através das emissões otoacústicas - produto de distorção -, quando comparadas a crianças de mulheres não-expostas ao ruído ocupacional durante a gestação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silveira JAM, Brandão ALA, De Rossi J, Ferreira LLA, Name MAM, Estefan P, Gonzalez F. Avaliação da alteração auditiva provocada pelo uso do walkman, por meio da audiometria tonal e das emissões otoacústicas (produtos de distorção): estudo de 40 orelhas. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001;65(5):650-4.
2. Martin GK, Ohlms LA, Franklin DJ, Harris FP, Lonsbury-Martin BL. Distortion product emissions in human. Influence of sensorineural hearing loss. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl* 1990;147:30-42.
3. Probst R, Lonsbury-Martin BL, Martin GK, Coats AC. Otoacoustic emissions in ears with hearing loss. *Am J Otolaryngol* 1987;8:73-81.
4. Harris FP, Lonsbury-Martin BL, Stagner BB, Coats AC, Martin GK.

- Acoustic distortion products in humans: systematic changes in amplitudes as a function of f2/f1 ratio. *J Acoust Soc Am* 1989;85(1):220-9.
5. Fukuda C, Munhoz MSL, Toledo FB, Hassan SE. Emissões otoacústicas por produto de distorção em trabalhadores expostos a ruído. *Acta AWHO* 1998;17(4):176-85.
 6. Garcia AP, Snege YC, Azevedo MF, Soares E. Emissões otoacústicas evocadas transientes e emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em adultos normais: estudo dos desvios transitórios do limiar de audibilidade após exposição ao ruído. *Pró-Fono Revista de Atualização Científica* 1999;11(2):53-60.
 7. Kimberley BP. Applications of distortion-product emissions to an otological practice. *Laryngoscope* 1999;109(12):1908-18.
 8. Ferreira LLA, Silveira JAM, Percebo CC, Gonzalez F. Perda auditiva induzida por ruído: análise dos achados de audiometria tonal, potenciais evocados do tronco cerebral e emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001;67(1):9-14.
 9. Gattaz G, Wazen SRG. O registro das emissões otoacústicas evocadas - produto de distorção em pacientes com perda auditiva induzida pelo ruído. *Rev Bras Otorrinolaringol* 2001;67(2):213-18.
 10. Kemp DT, Ryan S. Otoacoustic emission tests in neonatal screening programmes. *Acta Otolaryngol (Stockh)* 1991;482:73-84.
 11. Lopes Filho O, Carlos R, Redondo MC. Produtos de distorção das emissões otoacústicas. *Rev Bras de Otorrinolaringol* 1995;61(6):485-94.
 12. Abdala C. Distortion product otoacoustic emission (2f1-f2) amplitude as a function of f2/f1 frequency ratio and primary tone level separation in human adults and neonates. *J Acoust Soc Am* 1996;100(6):3726-40.
 13. Pelosi G, Hatzopoulos S, Chierici R, Vigi V, Martini A. Distortion product otoacoustic emission (DPOAEs) and newborn hearing screening: a feasibility and performance study. *Acta Otorhinolaryngol Ital* 2000;20(4):237-44.
 14. Bonfils P, Avan P, François M, Loundon N, Elbez M, Tritoux J, Narcy Ph. Dépistage de la surdit  du jeune enfant - Int r t, modalités techniques, résultats préliminaires des produits de distorsion acoustique. *Ann Oto-Laryng (Paris)* 1993;110:3-9.
 15. Eckley CA, Duprat A, Lopes Filho O. Revis o: Emiss es otoac sticas. *Rev Bras Otorrinolaringol* 1993;59(1):41-44.
 16. Mir Plana B, Sequi Canet JM, Paredes Cencillo C, Brines Solanes J. Influence of the middle ear on the measurement of otoacoustic emissions. *Rev Esp Pediatr* 1997;47(2):162-6.
 17. Pialarissi PR, Gattaz G. Emissões otoacústicas: conceitos b sicos e aplica es clínicas. *Arq Fund Otorrinolaringol* 1997;1(2):36-39.
 18. Pourbakht A, Sheykholeslami K, Kaga K. Distortion evoked otoacoustic emission using GSI 70 analyzer for neonatal screening. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2002;64(3):217-23.
 19. Feinberg JS, Kelley CR. Pregnant workers. A physician's guide to assessing safe employment. *West J Med* 1998;168(2):86-92.
 20. Gerhardt KJ, Abrams RM, Oliver CC. Sound environment of the fetal sheep. *Am J Obstet Gynecol* 1990;162(1):282-7.
 21. Gerhardt KJ, Abrams RM. Fetal exposures to sound and vibroacoustic stimulation. *J Perinatol* 2000;20(8Pt2):21-30.
 22. Niemtow RC. Loud noise and pregnancy. *Military Medicine* 1993;158:10-2.
 23. Ando Y, Hattori H. Effects of intense noise during fetal life upon postnatal adaptability (statistical study of the reactions of babies to aircraft noise). *J Am Acoust Soc* 1970;47(4):1128-30.
 24. Ando Y, Hattori H. Effects of noise on human placental lactogen (HPL) levels in maternal plasma. *Br J Obstet Gynaecol* 1977;84(2):115-8.
 25. Zhang J, Cai WW, Lee DJ. Occupational hazards and pregnancy outcomes. *Am J Ind Med* 1992;21:397-408.
 26. Murata M, Takigawa H, Sakamoto H. Teratogenic effects of noise and cadmium in mice: does noise have teratogenic potential? *J Toxicol Environ Health* 1993;39(2):237-45.
 27. Lalonde NM, H tu R, Lambert J. Is occupational noise exposure during pregnancy a risk factor of damage to the auditory system of the fetus? *Am J Ind Med* 1986;10(4):427-35.
 28. Hartikainen AL, Sorri M, Anttonen H, Tuimala R, L  r  E. Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy. *Scand J Work Environ Health* 1994;20(6):444-50.
 29. Wu TN, Chen IJ, Lai JS, Ko GN, Shen CY, Chang PY. Prospective study of noise exposure during pregnancy on birth weight. *Am J Epidemiol* 1996;143(8):792-6.
 30. Sobrian SK, Vaughn VT, Ashe WK, Markovic B, Djuric V, Jankovic BD. Gestational exposure to loud noise alters the development and postnatal responsiveness of humoral and cellular components of the immune system in offspring. *Environ Res* 1997;73(1-2):227-41.