

## Emissões otoacústicas evocadas transientes (EOAET): amplitude da resposta em recém-nascidos a termo e pré-termo

Mônica C. A. Bassetto<sup>1</sup>, Brasília M. Chiar<sup>2</sup>,  
Marisa F. Azevedo<sup>3</sup>

## Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE): response amplitude in term and pre-term neonates

Palavras-chave: estimulação acústica, cóclea, recém-nascido, emissões otoacústicas, triagem neonatal.  
Key words: acoustical stimulation, cochlea, neonate, otoacoustic emissions, neonatal screening.

### Resumo / Summary

As emissões otoacústicas evocadas transientes (EOAET) têm sido a técnica mais empregada nas triagens auditivas neonatais. Nos últimos anos, uma análise mais detalhada das EOAET tem evidenciado a presença de características até então pouco exploradas do sistema auditivo periférico. **Objetivo:** O objetivo deste trabalho foi o de estudar o comportamento da amplitude de resposta das EOAET em recém-nascidos a termo e pré-termo em função dos parâmetros lados da orelha, sexo, espectro de frequência e idade pós-concepcional. **Forma de estudo:** Clínico prospectivo. **Material e método:** A amostra compôs-se de 526 recém-nascidos, sendo 440 nascidos a termo e 86 nascidos pré-termo. Estes últimos foram subdivididos em um grupo com idade pós-concepcional na data do teste variando entre 31 e 36 semanas e outro grupo com idade pós-concepcional na data do teste variando entre 37 e 44 semanas. O teste das EOAET foi realizado em ambiente sem tratamento acústico com o analisador de emissões otoacústicas ILO 88 da Otodynamics, no modo "Quickscreener". **Resultado:** Ao analisarmos os resultados, observamos assimetria significativa da amplitude média de resposta a favor da orelha direita, do sexo feminino, das bandas de frequências altas e dos recém-nascidos com maior idade pós-concepcional. Estas assimetrias sugerem que o parâmetro amplitude, além de fornecer evidência da presença das EOAET e portanto da integridade do sistema auditivo periférico, também pode ser tomado como um indicador de maturação do sistema auditivo periférico em recém-nascidos.

Transient evoked otoacoustic emissions (TEOAE) have been widely used in neonatal hearing screening programs. In the past years, a closer analysis of TEOAE has shown some unexplored characteristics of the peripheral auditory system. **Aim:** The aim of this paper was to study the TEOAE response amplitude in term and pre-term neonates, as a function of the ear side, gender, frequency spectrum and post-conception age. **Study design:** Clinical prospective. **Material and method:** The sample consisted of 526 newborns, 440 born at term and 86 pre-term neonates divided in two groups: one with post-conception age varying from 31 to 36 weeks and the second one with post-conception age varying from 37 to 44 weeks. The TEOAE test was performed in a non-acoustically treated environment with ILO 88 - Otodynamics Otoacoustic Emission Analyzer, in the Quickscreener mode. **Results:** The results showed a statistically significant asymmetric mean amplitude response in favor of the right ear, the females, the high frequency bands and the newborns with higher post-conception age. These differences observed between the mean amplitudes of the TEOAE of term and pre-term newborns suggest that the amplitude of TEOAE, besides providing an evidence of the integrity of the peripheral auditory system, may be used as an indicator of the maturation of the peripheral auditory system in newborns.

<sup>1</sup> Doutora em Distúrbios da Comunicação Humana pela UNIFESP/EPM.

<sup>2</sup> Profa. Adjunto Doutora do Curso de Fonoaudiologia da UNIFESP/EPM.

<sup>3</sup> Profa. Adjunto Doutora do Curso de Fonoaudiologia da UNIFESP/EPM.

Endereço para correspondência: Mônica Bassetto – Rua Almirante Tamandaré, 322 apto 12 Centro Santo André – SP 09040-040  
Tel (0xx11) 4437-1174 – E-mail: fmbassetto@uol.com.br

Resumo da tese apresentada à Pós-graduação em Distúrbios da Comunicação Humana do Departamento de Otorrinolaringologia e Distúrbios da Comunicação Humana da UNIFESP/EPM em novembro de 1998.

Trabalho apresentado no XXV Congresso Internacional de Audiologia, Haia, Holanda, em agosto de 2000.

Artigo recebido em 08 de agosto de 2002. Artigo aceito em 17 de janeiro de 2003.

---

## INTRODUÇÃO

---

Nos últimos quinze anos, a comunidade científica acompanhou importantes descobertas no campo da fisiologia coclear: o antigo conceito da cóclea como um órgão passivo foi sendo, gradualmente, substituído pelo de um órgão mecanicamente ativo, capaz de gerar energia e de promover acurada seletividade freqüencial.

A identificação do fenômeno das emissões otoacústicas contribuiu sobremaneira para evidenciar as características ativas e não-lineares da mecânica coclear, e a subseqüente introdução de um equipamento para uso clínico capaz de registrá-las causou grande repercussão nos meios audiológicos.

Uma avaliação confiável da função pré-neural da orelha interna, de forma rápida e não invasiva, veio ao encontro de uma necessidade dos programas de triagem auditiva neonatal, que há muito tempo reconheciam os benefícios potenciais da triagem universal, porém não dispunham de uma técnica adequada para este fim.

As emissões otoacústicas constituem sons que podem ser registrados no meato acústico externo, espontaneamente, ou evocados por estimulação acústica. Quando evocadas, as emissões são comumente classificadas em função do estímulo gerador em: transientes, estímulos freqüenciais e por produto de distorção.

A técnica mais empregada e recomendada nas triagens auditivas neonatais tem sido a das emissões otoacústicas evocadas transientes<sup>1-8</sup>, por utilizar estímulos acústicos de fraca intensidade, abrangendo uma vasta gama de freqüências ("cliques" variando entre 400 e 6400 Hz) e por finalizar o registro, num curto período de tempo, geralmente em torno de um minuto por orelha.

No entanto, apesar da confiabilidade da técnica como instrumento de triagem auditiva neonatal, os critérios adotados para a interpretação dos parâmetros das emissões otoacústicas evocadas transientes diferem entre os vários programas que as utilizam<sup>9</sup>, sugerindo a necessidade de uma melhor exploração de suas propriedades intrínsecas para a unificação destes critérios.

Embora ainda não exista um consenso sobre o tema, algumas pesquisas envolvendo as emissões otoacústicas evocadas transientes em recém-nascidos têm sugerido a existência de assimetrias de sua amplitude de resposta entre os lados das orelhas<sup>10,11</sup>, entre os sexos<sup>10-12</sup> e entre diferentes idades pós-concepcionais<sup>13,14</sup>. O estudo de tais assimetrias poderia revelar características desconhecidas do sistema auditivo periférico do recém-nascido, cujo entendimento fora, até então, limitado pela falta de um instrumento adequado para a avaliação da função pré-neural da orelha interna nesta faixa etária.

O próprio processo de maturação do sistema auditivo periférico, objeto de controvérsias, poderia ser mais bem compreendido pela análise comparativa da amplitude de resposta das emissões otoacústicas evocadas transientes

(EOAET) e de sua distribuição pelo espectro de freqüências em recém-nascidos a termo e pré-termo, o que forneceria subsídios para a elaboração de um critério único para a interpretação das EOAET nos programas de triagem auditiva neonatal.

Tendo em vista estas considerações sobre a importância da análise da amplitude de resposta das emissões otoacústicas evocadas transientes em recém-nascidos a termo e pré-termo, tanto para fins clínicos como de pesquisa, nosso objetivo, neste trabalho, é o de estudar o comportamento do parâmetro amplitude de resposta das emissões otoacústicas evocadas transientes em recém-nascidos a termo e pré-termo em relação às variáveis: lado da orelha, sexo, espectro de freqüência e idade pós-concepcional.

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

Compuseram a amostra deste estudo 526 recém-nascidos, que participaram do programa de triagem auditiva neonatal, realizada num hospital particular da Grande São Paulo, no período de janeiro a dezembro de 1997. Essas crianças foram selecionadas de um grupo inicial de 594 recém-nascidos, tendo sido excluídos os que falharam na triagem auditiva. Todos os pais foram informados sobre este programa durante a interpretação, após o nascimento do bebê, e dele participaram espontaneamente. O projeto desta pesquisa foi analisado e aprovado pela Comissão de Ética da Universidade Federal de São Paulo/EPM.

Dentre estes 526 recém-nascidos da amostra, 440 nasceram a termo, com idade gestacional igual ou superior a 37 semanas, e 86 nasceram pré-termo, com idade gestacional inferior a 37 semanas.

Os recém-nascidos pré-termo foram distribuídos neste estudo, segundo o estágio maturacional, levando-se em consideração a idade pós-concepcional na data da triagem, isto é, o tempo, em semanas, decorrido da fecundação até a data em questão, após o nascimento. Deste modo, foram compostos três grupos para este estudo:

- *Grupo Termo, denominado GT* - composto por 440 recém-nascidos egressos do berçário normal, com idade gestacional igual ou superior a 37 semanas.
- *Grupo Pré-Termo A, denominado GPTA* - composto por 42 recém-nascidos pré-termo, com idade gestacional e idade pós-concepcional, na data do teste, inferiores a 37 semanas;
- *Grupo Pré-Termo B, denominado GPTB* - composto por 44 recém-nascidos pré-termo, com idade gestacional inferior a 37 semanas e com idade pós-concepcional, na data do teste, igual ou superior a 37 semanas.

Na composição dos grupos deste estudo, obtivemos 202 (45,9%) recém-nascidos do sexo masculino e 238

(54,1%) do sexo feminino, no GT; 22 (52,4%) recém-nascidos do sexo masculino e 20 (47,6%) do sexo feminino, no GPTA, e 15 (34,1%) recém-nascidos do sexo masculino e 29 (65,9%) do sexo feminino, no GPTB.

O procedimento adotado para a triagem auditiva foi o teste das emissões otoacústicas evocadas transientes (EOAET) associado à observação do comportamento auditivo<sup>15</sup> e à timpanometria, realizada com o imitanciômetro portátil Handtym<sup>TM</sup> da Danplex. Estes dois últimos procedimentos foram aplicados para facilitar a identificação de possíveis alterações de orelha média ou alterações auditivas centrais<sup>7,15</sup>. Todos os recém-nascidos selecionados para compor a amostra deste estudo tiveram presença de emissões otoacústicas evocadas transientes associada à observação do comportamento auditivo e à timpanometria dentro dos padrões de normalidade<sup>15,16</sup>.

Os recém-nascidos a termo foram testados no ambulatório de pediatria, deitadas no colo da mãe, preferencialmente em sono pós-prandial. Os recém-nascidos pré-termo que estavam internados por ocasião da triagem foram testados em berço comum, dentro do berçário de alto-risco, antes da alta hospitalar. A idade cronológica média dos recém-nascidos, no dia do teste, variou de 11 a 20 dias.

O nível de ruído de fundo, nos ambientes do teste, registrado com o medidor de nível de pressão sonora modelo 2700 da “Quest Technologies”, variou de 58 a 70 dB NPS, na sala do ambulatório de pediatria e de 64 a 67 dB NPS, no berço comum, dentro do berçário de alto-risco.

As EOAET foram registradas em ambas as orelhas dos recém-nascidos<sup>17</sup>. O equipamento utilizado foi o ILO 88 - Analisador de Emissões Otoacústicas (Otodynamics Ltda. Versão 3.9), acoplado a um microcomputador portátil Sharp PC-3060. Para o procedimento, utilizamos o programa “Quickscreener”, indicado para triagem auditiva neonatal. Este programa consiste no modo não-linear padrão, isto é, três estímulos de uma intensidade e um quarto estímulo três vezes mais intenso, porém com polaridade oposta, com os estímulos tipo clique apresentados com uma velocidade duas vezes superior à do programa padrão, para maximizar a eficiência da coleta de dados. Os cliques possuem 80  $\mu$ s de duração, na faixa de frequência de 400 a 6000 Hz. Não houve ajuste de ganho para o estímulo acústico, e a intensidade estava programada para 80 dB pico equivalente em NPS, tendo variado de 66 a 83 dB pico equivalente em NPS. Avaliaram-se os 260 conjuntos de respostas do teste padrão, porém, nos casos em que o recém-nascido estava muito agitado, o teste foi encerrado após terem sido registrados no mínimo 80 conjuntos de respostas.

A resposta, sob forma de pressão acústica, no meato acústico externo, foi captada por um microfone acoplado à sonda, submetida à análise de Fourier (FFT), que permitiu a separação da emissão otoacústica e do ruído e foi expressa como nível de resposta em dB NPS. Este nível de resposta, tratado neste estudo, como amplitude de resposta, foi expresso num valor geral e por bandas de frequências

centradas em 800 Hz; 1600 Hz; 2400 Hz; 3200 Hz e 4000 Hz. O tempo de análise da resposta foi de 12 ms e os 2,5 ms iniciais são eliminados no tratamento dos dados para evitar contaminação por resposta da orelha externa e média.

Colheram-se conjuntos de respostas, alternadamente, em dois canais, A e B, para a avaliação da correlação que foi expressa num índice de reprodutibilidade. O programa exibe um índice de reprodutibilidade geral e também por bandas de frequência.

Além disso, registra-se, também, pelo programa, o nível de ruído, em dB NPS, presente no meato acústico externo durante o teste, o tempo necessário, em segundos, para sua execução, e o índice de estabilidade da sonda, em %, no meato acústico externo.

Os critérios empregados para considerar presença de resposta no teste das emissões otoacústicas evocadas transientes foram: *amplitude de resposta* (relação sinal/ruído) igual ou superior a 3 dB NPS, na banda com frequência central de 1600 Hz; *amplitude de resposta* (relação sinal/ruído) igual ou superior a 6 dB NPS, nas bandas com frequência central de 2400 Hz, 3200 Hz e 4000 Hz; *reprodutibilidade geral* e para a banda com frequência central de 1600 Hz, igual ou superior a 50%; *reprodutibilidade para as bandas* com frequência central de 2400 Hz, 3200 Hz e 4000 Hz superior a 70%; *estabilidade da sonda* igual ou superior a 70%; *superposição* das ondas A e B por inspeção visual.

Uma vez estabelecida a presença das EOAET pelos critérios acima descritos, selecionamos, de acordo com nosso objetivo, o parâmetro amplitude de resposta, cujo estudo se realizou em relação às variáveis: lado da orelha, sexo, espectro de frequência e idade pós-concepcional.

Para a análise estatística dos resultados, empregaram-se os seguintes testes: 1. Teste de Mann-Whitney, para amostras independentes, para comparar a amplitude média, entre os recém-nascidos do sexo masculino e feminino, para cada combinação de lado de orelha. 2. Teste de Wilcoxon, para amostras pareadas, para comparar a amplitude média, entre os lados das orelhas, para cada combinação de sexo. 3. Teste de Kruskal-Wallis para comparar os valores de amplitude média, entre os grupos, para cada combinação de sexo e lado da orelha. Este teste é indicado quando se comparam três ou mais conjuntos de informações com nível de mensuração numérica, e as amostras são independentes. 4. Teste de Friedman para comparar os valores de amplitude média, entre as diferentes bandas de frequência, para cada sexo e lado de orelha nos grupos. Quando se observaram diferenças estatisticamente significantes, efetuaram-se comparações múltiplas para identificar onde se encontrava essa diferença. Este teste é indicado quando se comparam três ou mais conjuntos de informações, com nível de mensuração numérica, e as amostras são pareadas.

Em todos os testes, fixou-se, em 0,05 ou 5% ( $\leq 0,05$ ), o nível de rejeição da hipótese de nulidade, assinalando-se, com um asterisco, os valores significantes.

## RESULTADOS

Inicialmente, ao estudarmos isoladamente o parâmetro amplitude, verificamos se havia assimetria de resposta em função do lado da orelha e do sexo para cada um dos grupos estudados. Como foram observadas diferenças estatisticamente significantes tanto em relação ao lado da orelha como em relação ao sexo para o parâmetro amplitude, estas variáveis não puderam ser agrupadas. Em função disto, nos estudos que se seguiram, comparação da amplitude entre as bandas de frequência do teste e comparação da amplitude entre os grupos estudados, a análise também foi realizada para cada lado de orelha e sexo.

Inicialmente, estudamos a amplitude da resposta das EOAET para cada lado da orelha nos recém-nascidos dos três grupos (Tabelas 1 a 6). Com isto, verificamos a presença de assimetria na amplitude das EOAET, a favor da orelha direita, nos sexos masculino e feminino.

Em seguida, verificamos se havia diferença da amplitude de resposta entre os sexos, para cada lado de

**Tabela 1.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas de recém-nascidos do sexo masculino do Grupo Termo (GT), em função do lado da orelha.

Orelha	Geral	GT - Sexo Masculino Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Direita	13,5	9,3	15,9	17,8	16,4	
Esquerda	12,5	9,2	15,9	18,2	16,4	

p = 0,0000\* 0,8949 0,9692 0,4054 0,7557

**Tabela 2.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas de recém-nascidos do sexo feminino do Grupo Termo (GT), em função do lado da orelha.

Orelha	Geral	GT - Sexo Feminino Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Direita	13,8	9,4	15,3	18,0	18,1	
Esquerda	13,3	8,5	14,5	17,8	17,2	

p = 0,0143\* 0,0063\* 0,0525 0,5556 0,0570

**Tabela 3.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas de recém-nascidos do sexo masculino do Grupo Pré-Termo A (GPTA), em função do lado da orelha.

Orelha	Geral	GPTA - Sexo Masculino Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Direita	13,7	9,4	16,8	15,9	16,4	
Esquerda	11,9	10,0	13,4	13,4	13,1	

p = 0,0534 0,6677 0,0074\* 0,0967 0,0178\*

**Tabela 4.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas de recém-nascidos do sexo feminino do Grupo Pré-Termo A (GPTA), em função do lado da orelha.

Orelha	Geral	GPTA - Sexo Feminino Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Direita	14,7	8,7	15,4	15,8	14,4	
Esquerda	13,7	8,9	14,7	13,8	16,0	

p = 0,2627 0,7404 0,4094 0,2352 0,3720

**Tabela 5.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas de recém-nascidos do sexo masculino do Grupo Pré-Termo B (GPTB), em função do lado da orelha.

Orelha	Geral	GPTB - Sexo Masculino Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Direita	13,4	8,1	14,3	16,5	15,5	
Esquerda	14,2	9,3	14,1	17,5	16,8	

p = 0,5936 0,4420 0,6155 0,7798 1,000

**Tabela 6.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas de recém-nascidos do sexo feminino do Grupo Pré-Termo B (GPTB) em função do lado da orelha.

Orelha	Geral	GPTB - Sexo Feminino Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Direita	12,6	8,6	14,7	18,6	16,6	
Esquerda	13,3	9,2	16,9	19,3	19,5	

p = 0,2275 0,7731 0,0585 0,5538 0,0154\*

**Tabela 7.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha direita de recém-nascidos do Grupo Termo (GT), em função do sexo.

Sexo	Geral	GT - Orelha Direita Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Masculino	13,5	9,3	15,9	17,8	16,3	
Feminino	13,8	9,4	15,3	18,0	18,1	

p = 0,3143 0,7946 0,2878 0,3762 0,0015\*

**Tabela 8.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha esquerda de recém-nascidos do Grupo Termo (GT), em função do sexo.

Sexo	Geral	GT - Orelha Esquerda Amplitude (dB NPS)				kHz
		1,6	2,4	3,2	4,0	
Masculino	12,5	9,2	15,9	18,2	16,4	
Feminino	13,3	8,5	14,5	17,8	17,2	

p = 0,0332\* 0,1920 0,0576 0,9157 0,0526

**Tabela 9.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha direita de recém-nascidos do Grupo Pré-Termo A (GPTA), em função do sexo.

Sexo	GPTA - Orelha Direita Amplitude (dB NPS)					kHz
	Geral	1,6	2,4	3,2	4,0	
Masculino	13,7	9,4	16,8	15,9	16,4	
Feminino	14,7	8,7	15,4	15,8	14,4	
p =	0,5708	0,6030	0,3768	0,7812	0,1939	

**Tabela 10.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha esquerda de recém-nascidos do Grupo Pré-Termo A (GPTA), em função do sexo.

Sexo	GPTA - Orelha Esquerda Amplitude (dB NPS)					kHz
	Geral	1,6	2,4	3,2	4,0	
Masculino	11,9	10,0	13,4	13,4	13,1	
Feminino	13,7	8,9	14,7	13,8	16,0	
p =	0,1307	0,9696	0,4631	0,9799	0,1890	

**Tabela 11.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha direita de recém-nascidos do Grupo Pré-Termo B (GPTB), em função do sexo.

Sexo	GPTB - Orelha Direita Amplitude (dB NPS)					kHz
	Geral	1,6	2,4	3,2	4,0	
Masculino	13,4	8,1	14,3	16,5	15,5	
Feminino	12,6	8,6	14,7	18,6	16,6	
p =	0,4958	0,5340	0,9505	0,1269	0,5104	

**Tabela 12.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha esquerda de recém-nascidos do Grupo Pré-Termo B (GPTB), em função do sexo.

Sexo	GPTB - Orelha Esquerda Amplitude (dB NPS)					kHz
	Geral	1,6	2,4	3,2	4,0	
Masculino	14,2	9,3	14,1	17,5	16,8	
Feminino	13,3	9,2	16,9	19,3	19,5	
p =	0,6468	0,9203	0,1566	0,3456	0,1144	

**Tabela 13.** Amplitudes médias das EOAET nas bandas com frequência central de 2,4 KHz, 3,2 KHz e 4,0KHz obtidas de recém-nascidos do sexo masculino do grupo termo (GT) em função do lado da orelha.

Orelha	GT – Sexo Masculino Amplitude Média ( dB NPS )				Resultado
	2,4 KHz	3,2 KHz	4,0KHz	p	
Direita	15,9	17,8	16,3	< 0,0001 *	2,0 = 4,0 < 3,2KHz
Esquerda	15,9	18,2	16,4	< 0,0001 *	2,0k = 4,0 < 3,2KHz

**Tabela 14.** Amplitudes médias das EOAET nas bandas de frequência de 2,4 KHz, 3,2 KHz e 4,0KHz obtidas de recém-nascidos do sexo feminino do grupo termo em função do lado da orelha.

Orelha	GT – Sexo Feminino Amplitude Média ( dB NPS )				Resultado
	2,4 KHz	3,2 KHz	4,0KHz	p	
Direita	15,3	18,0	18,1	<0,0001*	2,4 < 3,2 = 4,0KHz
Esquerda	14,5	17,8	17,2	<0,0001*	2,4 < 3,2 = 4,0KHz

**Tabela 15.** Amplitudes médias das EOAET nas bandas de frequência de 2,4 KHz, 3,2 KHz e 4,0KHz obtidas de recém-nascidos do sexo masculino do grupo pré-termo A em função do lado da orelha.

Orelha	GPTA – Sexo Masculino Amplitude Média ( dB NPS )				Resultado
	2,4 KHz	3,2 KHz	4,0KHz	p	
Direita	16,8	15,9	16,4	0,6420	2,4 = 3,2 = 4,0KHz
Esquerda	13,4	13,4	13,1	0,4887	2,4 = 3,2 = 4,0KHz

**Tabela 16.** Amplitudes médias das EOAET nas bandas de frequência de 2,4 KHz, 3,2 KHz e 4,0KHz obtidas de recém-nascidos do sexo feminino do grupo pré-Termo A em função do lado da orelha.

Orelha	GPTA – Sexo Feminino Amplitude Média ( dB NPS )				Resultado
	2,4 KHz	3,2 KHz	4,0KHz	p	
Direita	15,4	15,8	14,4	0,8936	2,4 = 3,2 = 4,0KHz
Esquerda	14,7	13,8	16,0	0,0715	2,4 = 3,2 = 4,0KHz

orelha nos três grupos (Tabelas 7 a 12). No GT, registrou-se maior amplitude de resposta para o sexo feminino.

Numa terceira fase, comparamos as amplitudes médias entre as diferentes bandas de frequência do teste, para cada sexo e lado de orelha nos grupos (Tabelas 13 a 18). Como as eventuais diferenças entre as amplitudes das bandas de frequência mais altas poderiam estar sendo mascaradas pela presença da banda centrada em 1,6 kHz, em função do ruído no ambiente do teste, as comparações foram realizadas excluindo-se esta banda. Observamos maiores amplitudes nas bandas de frequências mais altas.

Finalmente, nas Tabelas 19 a 22, comparamos os valores das amplitudes médias entre os grupos Termo, Pré-Termo A e Pré-Termo B para cada combinação de sexo e lado de orelha, a fim de examinar o efeito da idade pós-concepcional na amplitude das EOAET. Os resultados

**Tabela 17.** Amplitudes médias das EOAET nas bandas de frequência de 2,4 KHz, 3,2 KHz e 4,0KHz obtidas de recém-nascidos do sexo masculino do grupo pré-termo B em função do lado da orelha.

GPTB – Sexo Masculino					
Amplitude Média ( dB NPS )					
Orelha	2,4 KHz	3,2 KHz	4,0KHz	p	Resultado
Direita	14,3	16,5	15,5	0,2466	2,4 = 3,2 = 4,0KHz
Esquerda	14,1	17,5	16,9	0,1423	2,4 = 3,2 = 4,0KHz

**Tabela 18.** Amplitudes médias das EOAET nas bandas de frequência de 2,4 KHz, 3,2 KHz e 4,0KHz obtidas de recém-nascidos do sexo feminino do grupo pré-termo B em função do lado da orelha.

GPTB – Sexo Feminino					
Amplitude Média ( dB NPS )					
Orelha	2,4 KHz	3,2 KHz	4,0KHz	p	Resultado
Direita	14,7	18,6	16,6	0,0081 *	2,4 < 3,2 = 4,0 KHz
Esquerda	16,9	19,3	19,5	0,0175 *	2,4k < 3,2 = 4,0 KHz

**Tabela 19.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha direita de recém-nascidos do sexo masculino, em função dos grupos Termo (GT), Pré-Termo A (GPTA) e Pré-Termo B (GPTB).

Sexo Masculino - Orelha Direita					
Amplitude Média (dB NPS)	GT	GPTA	GPTB	p	Resultado
Amplitude Geral	13,5	13,7	13,4	0,9204	T=PTA=PTB
Amplitude 1,6 KHz	9,3	9,4	8,1	0,6229	T=PTA=PTB
Amplitude 2,4 KHz	15,9	16,8	14,3	0,3799	T=PTA=PTB
Amplitude 3,2 KHz	17,8	15,9	16,5	0,3205	T=PTA=PTB
Amplitude 4,0 KHz	16,3	16,4	15,5	0,8304	T=PTA=PTB

**Tabela 20.** Amplitude médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha esquerda de recém-nascidos do sexo masculino, em função dos grupos Termo (GT), Pré-Termo A (GPTA) e Pré-Termo B (GPTB).

Sexo Masculino - Orelha Esquerda					
Amplitude Média (dB NPS)	GT	GPTA	GPTB	p	Resultado
Amplitude Geral	12,5	11,9	14,2	0,4189	T=PTA=PTB
Amplitude 1,6 KHz	9,2	10,0	9,3	0,9440	T=PTA=PTB
Amplitude 2,4 KHz	15,9	13,4	14,1	0,0793	T=PTA=PTB
Amplitude 3,2 KHz	18,2	13,4	17,5	0,0042*	T > PTA
Amplitude 4,0 KHz	16,4	13,1	16,8	0,1139	T=PTA=PTB

mostram que quanto maior a idade pós-concepcional, maior a amplitude de resposta das EOAET.

## DISCUSSÃO

A adoção da técnica das EOAET como instrumento de triagem auditiva neonatal tem impulsionado o desenvolvimento de pesquisas na área, sobretudo nesta última década. No entanto, algumas propriedades das EOAET ainda necessitam de elucidação para que possamos no futuro adotar parâmetros melhor definidos para a avaliação dos resultados das EOAET em diferentes faixas etárias e situações de teste.

No estudo da amplitude das EAOET em função do lado da orelha (Tabelas 1 a 6), observamos amplitudes médias significativamente maiores nas orelhas direitas nos recém-nascidos do GT e do GPTA. Este mesmo achado também foi descrito na literatura<sup>10,11,18</sup>. Presume-se que os

mecanismos envolvendo a assimetria de ocorrência das emissões otoacústicas espontâneas entre a orelha direita e a esquerda<sup>19</sup>, a assimetria da intensidade da inibição exercida pelo sistema olivo-coclear eferente<sup>10,18</sup> e a assimetria morfológica entre as regiões crânio-faciais direita e esquerda<sup>20</sup> estejam relacionados a esta assimetria auricular.

Ao estudarmos a variável sexo (Tabelas 7 a 12), observamos amplitudes médias das EOAET estatisticamente superiores em recém-nascidos do sexo feminino do GT. Outros autores<sup>11</sup>, estudando recém-nascidos a termo, também referiram esta assimetria da amplitude das EOAET entre os sexos. Tal achado tem sido atribuído à maior prevalência das emissões otoacústicas espontâneas no sexo feminino<sup>12,18</sup> e às diferenças morfométricas no comprimento coclear entre os sexos<sup>21</sup>.

Sendo as emissões otoacústicas um produto de uma atividade mecânica não-linear intrínseca da cóclea, estas evidências de que sua amplitude tem relação com o lado da

**Tabela 21.** Amplitude médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha direita de recém-nascidos do sexo feminino, em função dos grupos Termo (GT), Pré-Termo A (GPTA) e Pré-Termo B (GPTB).

Sexo Feminino - Orelha Direita					
Amplitude Média (dB NPS)	GT	GPTA	GPTB	p	Resultado
Amplitude Geral	13,8	14,7	12,6	0,3115	T=PTA=PTB
Amplitude 1,6 KHz	9,4	8,7	8,6	0,7985	T=PTA=PTB
Amplitude 2,4 KHz	15,3	15,4	14,7	0,7806	T=PTA=PTB
Amplitude 3,2 KHz	18,0	15,8	18,6	0,1994	T=PTA=PTB
Amplitude 4,0 KHz	18,1	14,4	16,6	0,0080*	T>PTA

**Tabela 22.** Amplitudes médias, geral e por banda de frequência, das EOAET obtidas na orelha esquerda de recém-nascidos do sexo feminino em função dos grupos Termo (GT), Pré-Termo A (GPTA) e Pré-Termo B (GPTB).

Sexo Feminino - Orelha Esquerda					
Amplitude Média (dB NPS)	GT	GPTA	GPTB	p	Resultado
Amplitude Geral	13,3	13,7	13,3	0,8614	T=PTA=PTB
Amplitude 1,6 KHz	8,5	8,9	9,2	0,6861	T=PTA=PTB
Amplitude 2,4 KHz	14,5	14,7	16,9	0,0503	T=PTA=PTB
Amplitude 3,2 KHz	17,8	13,8	19,3	0,0055*	T=PTB>PTA
Amplitude 4,0 KHz	17,2	16,0	19,5	0,1070	T=PTA=PTB

orelha e com o sexo sugerem a necessidade de que mais estudos sejam desenvolvidos no sentido de se esclarecer a origem exata destas assimetrias e como elas poderiam influenciar a avaliação dos resultados do teste das EOAET em recém-nascidos.

Observamos que a banda centrada em 1.600 Hz apresentou amplitude significativamente inferior às demais em recém-nascidos termo e pré-termo, para todas as combinações de lado de orelha e sexo. Esta amplitude diminuída, na banda de 1.600 Hz, deveu-se, provavelmente, à influência do ruído no ambiente do teste uma vez que os recém-nascidos foram testados em ambiente sem tratamento acústico, com ruído de fundo intenso. A amplitude das EOAET, sobretudo no teste dos recém-nascidos, sofre interferência significativa do nível de ruído no ambiente<sup>2</sup>.

A maior amplitude das EOAET, neste estudo, foi registrada nas bandas de frequência centradas em 3.200 kHz e/ou 4.000 Hz (Tabelas 13 a 18), corroborando achados da literatura<sup>22,23</sup>.

O predomínio da amplitude de resposta das EOAET nesta faixa de frequências em recém-nascidos tem sido primariamente atribuído à influência das orelhas externa e média<sup>2</sup>, e também aos mecanismos de amplificação coclear<sup>24</sup> e de inibição do sistema auditivo eferente<sup>25</sup>.

É importante ressaltar que a análise por bandas de frequência trouxe grande contribuição para este estudo uma vez que muitas das propriedades investigadas só puderam ser observadas nas bandas de frequência e não na amplitude geral. Isto deve-se ao fato de que a amplitude geral é fortemente influenciada pelos componentes graves da

resposta os quais neste estudo estiveram mascarados pelo ruído de fundo. Desta forma, consideramos importante que a análise da amplitude de resposta das EOAET em recém-nascidos seja realizada por bandas de frequência ao invés da amplitude geral, considerando-se que as maiores amplitudes são encontradas nas frequências agudas.

Ao analisarmos o efeito do aumento da idade pós-concepcional na amplitude de resposta das EOAET pela comparação entre os três grupos (Tabelas 19 a 22), pudemos notar que houve diferença estatisticamente significativa entre as amplitudes médias de resposta nas bandas de frequências agudas do GT e do GPTA. Este aumento da amplitude de resposta em função do aumento da idade pós-concepcional pode ser interpretado como uma indicação de que o sistema auditivo periférico passa por um processo de maturação até pelo menos o termo da gestação.

Nos dois últimos meses da gestação, aos quais correspondem as idades pós-concepcionais dos recém-nascidos deste estudo, existe um processo de crescimento das orelhas externa e média e de maturação da orelha interna que subjaz estas diferenças entre as amplitudes de resposta observadas entre as diferentes idades pós-concepcionais.

As assimetrias (entre os lados das orelhas, entre os sexos e entre as bandas de frequência) encontradas neste estudo cresceram à medida em que houve um aumento da idade pós-concepcional, uma vez que elas sempre puderam ser observadas no GT e nem sempre nos GPTA e GPTB.

O estudo da amplitude da resposta das EOAET entre o GT, GPTA e GPTB teve como objetivo verificar a influência

do aumento da idade pós-concepcional na amplitude das EOAET. Apesar da literatura relatar que este aumento é muito sutil e difícil de ser detectado em estudos transversais<sup>26</sup> observamos diferença estatisticamente significativa entre a amplitude média do GT e do GPTA (na orelha esquerda no sexo masculino e nas orelhas direita e esquerda no sexo feminino) nas bandas de frequências agudas.

Em estudos longitudinais a associação entre o aumento da idade pós-concepcional e o da amplitude das EOAET já foi relatada por muitos pesquisadores<sup>13,14,26,27</sup>. No entanto, apenas um trabalho<sup>27</sup> relatou ter encontrado diferença estatisticamente significativa entre a amplitude geral média de recém-nascidos a termo e pré-termo num estudo transversal.

Este paralelo entre o aumento da idade pós-concepcional e o da amplitude das EOAET revela que os mecanismos do sistema auditivo periférico envolvidos na geração e na transmissão das EOAET ainda estariam amadurecendo nas últimas semanas de gestação. Entre estes mecanismos poderíamos ressaltar o crescimento do meato acústico externo e da orelha média e a maturação dos amplificadores cocleares. Como a orelha média (reflexo acústico) e a orelha interna (células ciliadas externas) exercem função de filtro seletivo das frequências privilegiando a energia acústica em frequências agudas sob a ação reguladora do sistema olivo-coclear eferente<sup>28</sup>, o processo de maturação evidenciado nas frequências agudas neste estudo poderia envolver a própria maturação do sistema auditivo eferente.

Estas diferenças observadas entre as amplitudes médias das EOAET de recém-nascidos a termo e pré-termo sugerem que este parâmetro, além de fornecer indicação da presença das EOAET e, portanto, da integridade do sistema auditivo periférico, também pode ser tomado como um indicador de maturação do sistema auditivo periférico em recém-nascidos.

## CONCLUSÕES

A partir da análise crítica dos resultados, pudemos estabelecer as seguintes conclusões:

Nos recém-nascidos a termo, houve predomínio de maior amplitude das EOAET para o lado da orelha direita, para o sexo feminino e para as bandas de frequências altas. Nos recém-nascidos pré-termo, avaliados entre 31 e 36 semanas de idade pós-concepcional, houve predomínio de maior amplitude das EOAET para o lado da orelha direita. Nos recém-nascidos pré-termo, avaliados entre 37 e 44 semanas de idade pós-concepcional, houve predomínio de maior amplitude das EOAET para as bandas de frequências altas. No estudo comparativo entre os três grupos, houve correlação estatisticamente significativa entre a amplitude média das EOAET e a idade pós-concepcional, visto que quanto maior a idade pós-concepcional, maior a amplitude média das EOAET, nas bandas de frequências altas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bonfils P, Uziel A, Pujol R. Screening for auditory dysfunction in infants by evoked otoacoustic emissions. *Arch Otoraryngol Head Neck Surg* 1988;114:887-90.
2. Kemp DT & Ryan S. The use of transient evoked otoacoustic emissions in neonatal hearing screening programs. *Semin Hear* 1993;14:30-45.
3. White KR, Vohr BR & Behrens TR. Universal newborn hearing screening using transient evoked otoacoustic emissions: results of the Rhode Island assessment project. *Semin Hear* 1993;14:18-29.
4. AMERICAN ACADEMY OF PEDIATRICS. Position statement 1994 - Joint Committee on infant hearing. *Audiol Today* 1994;6:6-9.
5. Parrado MES. Estudo comparativo da utilização das emissões otoacústicas evocadas e da audiometria de respostas elétricas de tronco cerebral em recém-nascidos a termo. São Paulo; 1994. 117p. [Tese de Mestrado - Pontifícia Universidade Católica - PUC-SP]
6. Soares E. Estudo comparativo das emissões otoacústicas evocadas transientes, observação comportamental e medidas de imitância acústica em neonatos com e sem risco auditivo. São Paulo; 1997. [Monografia - Especialização - Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP-EPM].
7. Bassetto MCA, Triagem auditiva em berçário. In: Bassetto MCA, Brock R & Wajnsztein R. Neonatologia: um convite à atuação fonoaudiológica. São Paulo: Lovise; 1998. p.289-93.
8. Costa SMB & Costa Filho OA. Estudo das emissões otoacústicas evocadas em recém-nascidos pré-termo. *Pró-Fono* 1998;10:21-5.
9. Dirckx JJJ, Daemers K, Somers T, Offeciers FE, Govaerts PJ. Numerical assessment of TOAE screening results: currently used criteria and their effect on TOAE prevalence figures. *Acta Otolaryngol* 1996;116:672-9.
10. Newmark M, Merlob P, Bresloff I, Olsha M, Attias J. Click evoked otoacoustic emissions: inter-aural and gender differences in newborns. *J Basic Clin Physiol Pharmacol* 1997;8:133-9.
11. Aidan D, Lestang P, Avan P, Bonfils P. Characteristics of transient evoked otoacoustic emissions (TEOEs) in neonates. *Acta Otolaryngol* 1997;117:25-30.
12. Collet L, Gartner M, Veuillet E, Moulin A, Morgon A. Evoked and spontaneous otoacoustic emissions. A comparison of neonates and adults. *Brain Dev* 1993;15:249-52.
13. Briennesse P, Anteunis L, Wit H, Gavilanes D, Maertzdorf W. Otoacoustic emissions in preterm infants: indications for cochlear development? *Audiology* 1996;35:296-306.
14. Morlet T, Perrin E, Durrant JD, Lapillone A, Ferber C, Duclaux R, Putet G, Collet L. Development of cochlear active mechanisms in humans differs between gender. *Neurosci Letters* 1996;220:49-52.
15. Azevedo MF. Desenvolvimento auditivo de crianças normais e de alto-risco: estudo comparativo das respostas comportamentais a estímulos sonoros. São Paulo, 1993. 329p. [Tese de Doutorado - Escola Paulista de Medicina - EPM]
16. Carvallo RMM. Medidas de imitância acústica em crianças de zero a oito meses de idade. São Paulo; 1992. 148 p. [Tese de Doutorado - Escola Paulista de Medicina].
17. Bray PJ. Click evoked otoacoustic emissions and the development of a clinical otoacoustic hearing test instrument. London; 1989. 201p. [Thesis Doctor - University of London]
18. Khalfa S, Morlet T, Micheyl C, Morgon A, Collet L. Evidence of peripheral hearing asymmetry in humans: clinical implications. *Acta Otolaryngol* 1997;117:192-6.
19. Bilger RC, Matthies ML, Hammel DR, Demorest ME. Genetic implications of gender differences in the prevalence of spontaneous otoacoustic emissions. *J Speech Hear Res* 1990;33:418-32.
20. Previc FH. A general theory concerning the prenatal origins of cerebral lateralization in humans. *Psychol Rev* 1991;98:299-334.

- 
21. Sato H, Sando I, Takahashi H. Sexual dimorphism and the development of the human cochlea. *Acta Otolaryngol* 1991;111:1037-40.
  22. Kok MR, Van Zanten GA, Brocaar MP. Growth of evoked otoacoustic emissions during the first days postpartum. *Audiology* 1992;31:140-9.
  23. Morlet T, Collet L, Salle B, Morgon A. Functional maturation of cochlear active mechanisms and of the medial olivocochlear system in humans. *Acta Otolaryngol* 1993;113:271-7.
  24. Brown D, Kimberley B, Eggermont J. Cochlear traveling - wave delays estimated by distortion-product emissions in normal hearing adults and term-born neonates. *J Otolaryngol* 1994;23:234-8.
  25. McFadden D. A speculation about the parallel ear asymetries and sex differences in hearing sensitivity and otoacoustic emissions. *Hear Res* 1993;68:143-51.
  26. Briennesse P & Debyelaan P. Maturation of otoacoustic emissions: longitudinal versus cross-sectional study. *Int J Pediatr Otorhinolaringol* 1997;40:73-4. [Letter]
  27. Smurzynski J. Longitudinal measurements of distortion-product and click-evoked otoacoustic emissions of preterm infants: preliminary results. *Ear Hear* 1994;15:210-23.
  28. Nobili R, Mammano F, Ashmore J. How well do we understand the cochlea? *Trends Neurosci* 1998;21:159-67.
  29. Azevedo MF. Programa de prevenção e identificação precoce dos distúrbios da audição. In: Schochat E, coord. *Processamento auditivo*. São Paulo: Lovise; 1996. p.74-105.
  30. Kemp DT. Otoacoustic emissions in perspective. In: Robinette MS & Glatke TJ. *Otoacoustic emissions: clinical applications*. New York: Thieme; 1997. p.1-21.