

# Maturação auditiva periférica: análise das amplitudes das emissões otoacústicas produto de distorção em neonatos pré-termo e a termo

## Peripheral auditory maturation: analysis of the amplitudes of the distortion product otoacoustic emissions in preterm and term neonates

Daniele Barreto da Cunha Ferreira<sup>1</sup>, Nádja Ísis Campos e Araújo<sup>2</sup>, Suzana Raquel Lopes Marques<sup>3</sup>, Isabela Assunção Miranda<sup>4</sup>, Fernanda Alves Botelho de Resende<sup>5</sup>, Luciana Macedo de Resende<sup>6</sup>, Sirley Alves da Silva Carvalho<sup>6</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Comparar neonatos prematuros e a termo quanto à presença e amplitude das Emissões Otoacústicas Produto de Distorção (EOAPD), bem como caracterizá-los em relação aos indicadores de risco para perda auditiva. **Métodos:** Estudo realizado por análise das EOAPD (frequências de 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz) e dos indicadores de risco para perda auditiva. Os neonatos foram agrupados segundo a idade gestacional. Os resultados foram analisados empregando-se testes ANOVA, Kruskal-Wallis e Qui-quadrado (5%). **Resultados:** A amostra constituiu-se de 109 neonatos (218 orelhas), com distribuição homogênea quanto ao gênero e a classificação a termo/pré-termo. Foi observado alto risco para perda auditiva em 40,4% dos lactentes. Dos indicadores de risco para deficiência auditiva, os mais frequentes foram a permanência em incubadora e internação em UTI superiores a cinco dias. As EOAPD mostraram-se presentes em 209 orelhas (95,9%). A ausência de respostas às EOAPD foi significativamente mais recorrente nos grupos com menor idade gestacional. Verificou-se aumento das amplitudes das EOAPD de acordo com o aumento da idade gestacional, exceto para a frequência de 8000 Hz na orelha esquerda. Não foi observada diferença entre orelhas e gêneros quanto à presença e amplitude das EOAPD. **Conclusão:** Há diferença entre os grupos pré-termo e a termo, quanto à presença e amplitude das EOAPD: maior probabilidade de falha nos grupos com menor idade gestacional e aumento (não linear) das amplitudes, conforme a idade gestacional torna-se maior. Os achados sugerem o fenômeno de maturação do sistema auditivo periférico.

**Descritores:** Audição; Triagem neonatal; Prematuro; Células ciliadas auditivas; Transtornos da audição; Diagnóstico precoce; Técnicas de diagnóstico otológico; Fonoaudiologia

### ABSTRACT

**Purpose:** To compare preterm and term neonates in relation to the presence and amplitude of Distortion Product Otoacoustic Emissions (DPOAEs), as well as to characterize them regarding risk indicators for hearing loss. **Methods:** Study realized by the analysis of the DPOAEs (frequencies of 2000, 3000, 4000, 6000 and 8000 Hz) and risk indicators for hearing loss. The neonates were grouped according to the gestational age. The results were analyzed by ANOVA, Kruskal-Wallis and Chi-square tests (5%). **Results:** The sample consisted of 109 neonates (218 ears) in homogenous distribution related to gender and preterm/term classification. A high risk for hearing loss was observed in 40.4% of the infants. From the risk indicators for hearing loss, the most common were the duration of the stay in incubators and intensive care units (ICU) longer than five days. The DPOAEs were present in 209 ears (95.9%). The absence of responses to DPOAEs was significantly more frequent in groups with lower gestational age. It was observed an increase of the amplitudes of the DPOAEs with the increase of the gestational age, except for the frequency of 8000 Hz in the left ear. There were no differences between ears and genders regarding the presence and amplitude of the DPOAEs. **Conclusion:** There are differences between preterm and term groups in relation to the presence and amplitude of the DPOAEs: higher probability of failure in the groups with lower gestational age and (nonlinear) increase of the amplitudes with the increase of the gestational age. The findings suggest the phenomenon of maturation of the peripheral auditory system.

**Keywords:** Hearing; Neonatal screening; Infant, premature; Hair cells, auditory; Hearing disorders; Early diagnosis; Diagnostic techniques, otological; Speech, language and hearing sciences

Trabalho realizado no Hospital das Clínicas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte (MG), Brasil.

(1) Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Hospital das Clínicas, Belo Horizonte (MG), Brasil.

(2) Hospital Municipal Odilon Behrens, Belo Horizonte (MG), Brasil.

(3) Centro Municipal de Atenção Domiciliar em Saúde – CEMADS, Nova Lima (MG), Brasil.

(4) Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Hospital de Clínicas, Uberlândia (MG), Brasil.

(5) Clínica de Psicologia Aplicada – CPA, Belo Horizonte (MG), Brasil.

(6) Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, Faculdade de Medicina, Departamento de Fonoaudiologia, Belo Horizonte (MG), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** DBCF elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, coleta e análise dos dados, redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; NICA elaboração da pesquisa, levantamento da literatura, análise dos dados, redação do artigo, correção da redação do artigo; SRLM elaboração da pesquisa, elaboração do cronograma, levantamento da literatura, análise dos dados, redação e revisão do artigo; IAM elaboração do cronograma, levantamento da literatura, redação do artigo, submissão e trâmites do artigo; FABR elaboração do projeto de pesquisa, correção da redação do artigo e revisão; LMR elaboração do projeto de pesquisa, auxílio na redação e revisão do artigo; SASC elaboração do projeto de pesquisa, auxílio na redação e revisão do artigo.

**Endereço para correspondência:** Daniele Barreto da Cunha Ferreira . R. Santo Agostinho, 279/303, Sagrada Família, Belo Horizonte (MG), Brasil, CEP: 31035-480. E-mail: danibcfono@gmail.com

**Recebido em:** 27/08/2013; **Aceito em:** 18/11/2013

## INTRODUÇÃO

A importância da audição e os prejuízos que os déficits auditivos podem causar para a aquisição e desenvolvimento adequados da fala e linguagem, assim como para o pleno crescimento social, emocional, psíquico e cognitivo da criança são conhecidos e bastante discutidos na literatura. Com o objetivo de diagnóstico e intervenção precoce da deficiência auditiva, a Triagem Auditiva Neonatal (TAN) é fundamental. A escolha das Emissões Otoacústicas Evocadas (EOAE) como método de avaliação auditiva da população neonatal justifica-se pelo fato de se tratar de exame objetivo, rápido, indolor, de baixo custo e por permitir a avaliação individualizada das cócleas. Embora avaliem a orelha interna, as EOAE são influenciadas por condições de orelha externa e média, por ruídos ambientais e/ou fisiológicos do avaliado. Cabe ressaltar que a pesquisa das EOAE permite avaliar exclusivamente a função coclear, sendo, portanto, de extrema importância sua associação a outros exames, a fim de se conhecer melhor o funcionamento do sistema auditivo<sup>(1,2)</sup>.

As alterações auditivas ocorrem em, aproximadamente, um a três em cada 1000 neonatos sem indicadores de risco para déficit auditivo. Considerando os recém-nascidos provenientes das unidades de terapia intensiva (UTI), essa deficiência é mais prevalente: 2% a 4%<sup>(3,4)</sup>. No Brasil, essa prevalência varia de 1,8% a 6,3% entre os bebês de muito baixo peso<sup>(5-7)</sup>.

Os indicadores de risco para a deficiência auditiva (IRDA) incluem história familiar de deficiência auditiva congênita; distúrbios neurodegenerativos; traumatismo craniano; exsanguíneotransfusão devido à hiperbilirrubinemia; infecções congênitas intrauterinas, como sífilis, toxoplasmose, rubéola, citomegalovírus, HIV; infecções bacterianas ou virais pós-natais, como citomegalovírus, herpes, sarampo, varicela e meningite; peso ao nascimento inferior a 1500 g; ototoxicidade; síndromes associadas à deficiência auditiva condutiva ou neurossensorial; quimioterapia; ventilação extracorpórea; ventilação assistida; anóxia perinatal grave; Apgar de zero a quatro no primeiro minuto, ou zero a seis no quinto minuto; anomalias craniofaciais; alcoolismo materno e/ou uso de drogas psicotrópicas na gestação; hemorragia ventricular; permanência na incubadora por mais de sete dias; convulsões neonatais; criança pequena para a idade gestacional; permanência em UTI por mais de cinco dias<sup>(8-10)</sup>. Conforme o número de IRDA coexistentes aumenta, maior é a probabilidade de ocorrência de perda auditiva neurossensorial<sup>(11)</sup>.

Cabe ressaltar que, aproximadamente, 50% das perdas auditivas são identificadas em crianças sem indicadores de risco para essa deficiência<sup>(8)</sup>, o que sugere a necessidade de submeter todos os recém-nascidos à Triagem Auditiva Neonatal Universal (TANU)<sup>(11,12)</sup>. Em diversos países, são crescentes os esforços pela melhoria da qualidade, universalização da TAN e elaboração de legislação pertinente<sup>(13,14)</sup>.

A TAN pode ser realizada por meio das Emissões

Otoacústicas Evocadas, Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE) e observação do comportamento auditivo. A pesquisa da supressão das EOA agrega informações sobre o sistema auditivo eferente<sup>(15)</sup>. Cada método possui particularidades que se complementam para alcançar o diagnóstico precoce da deficiência auditiva<sup>(12)</sup>.

Os programas de TAN vêm sendo realizados em cerca de 55 países, com sucesso, sendo as EOAE o principal método de análise. Em caso de falha, a conduta mais frequente é o reteste e em caso de manutenção do resultado, a pesquisa de PEATE<sup>(13)</sup>.

As EOAE são sons produzidos pelas células ciliadas externas (CCE) da cóclea, em resposta a estímulo acústico apresentado através do meato auditivo externo (MAE). As EOA transitórias (EOAT) e EOA produto de distorção (EOAPD) são as mais empregadas na prática audiológica. As EOAPD são obtidas em resposta à estimulação auditiva, por meio de dois tons puros (f1/f2) simultâneos. A resposta gerada é não linear (razão 2f1-f2) e indica o estado coclear na região testada<sup>(16)</sup>. Assim, as EOAPD têm a vantagem da especificidade de frequência, que permite avaliar separadamente diferentes regiões da cóclea<sup>(16,17)</sup>.

Estudos indicam correlação entre os resultados das EOAT e EOAPD. Porém, ressalta-se que as EOAPD sofrem menor interferência do ruído (ambiental ou fisiológico), o que sugere as EOAPD como mais apropriadas para a diminuição do índice de “falha” na TAN de bebês em maternidades, com especial aplicabilidade em UTI, ambiente que geralmente concentra elevado ruído ambiental<sup>(17)</sup>.

A realização da TAN em UTI's neonatais tem sido cada vez mais comum, uma vez que os avanços em Neonatologia possibilitam a sobrevivência de recém-nascidos com idades gestacionais cada vez menores. Todavia, a prematuridade engloba riscos diversos, com maiores taxas de morbimortalidade entre os neonatos pré-termo, em comparação aos nascidos a termo<sup>(18)</sup>.

Neonatos prematuros apresentam peculiaridades quanto ao sistema auditivo, que precisam ser mais bem estudadas<sup>(17,19-21)</sup>. Pesquisas indicam imaturidade do amplificador coclear até o período de nascimento a termo, originada, possivelmente, nas CCE e/ou na regulação eferente das mesmas<sup>(22)</sup>. Verifica-se, ainda, aumento da magnitude da supressão das EOAT com o aumento da idade cronológica, seja entre neonatos prematuros<sup>(15)</sup>, ou os nascidos a termo<sup>(23)</sup>. Também se destaca a contribuição da imaturidade de orelha média nesse processo<sup>(22)</sup>.

A literatura indica diferenças entre a função auditiva de bebês prematuros e a termo, aferidas tanto por meio das EOAPD<sup>(20,22,24-26)</sup>, quanto pelas EOAT<sup>(21)</sup>, referentes à presença das EOA<sup>(25,26)</sup> e à amplitude das respostas<sup>(19,21,22,24,26)</sup>, assim como à presença e limiar de supressão das EOA<sup>(22,23)</sup>.

A fim de conhecer melhor as características auditivas dos RNPT, uma pesquisa realizou a análise das EOAPD em neonatos prematuros, com a hipótese de que a idade gestacional (IG) influenciaria a amplitude das EOAPD, o que indicaria a existência de maturação auditiva periférica no período de prematuridade<sup>(27)</sup>.

Acredita-se que a análise comparativa das EOAPD em neonatos prematuros e a termo é útil para verificar se a IG, no momento do exame, influencia a ocorrência e amplitude das respostas. Os achados deste estudo permitirão analisar a existência de uma possível maturação auditiva periférica no período neonatal. Como implicação prática, esta pesquisa permitirá considerações quanto ao momento mais propício para se efetuar a TAN por meio das EOAPD, além de aprimorar os critérios para interpretação dos resultados das EOA.

Assim, o objetivo deste estudo foi comparar neonatos prematuros e a termo quanto à presença e amplitude das EOAPD, bem como caracterizá-los em relação aos indicadores de risco para perda auditiva.

## MÉTODOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob parecer número 0210.0.203.000-10.

Trata-se de estudo observacional transversal, em maternidade pública de referência para gestação de alto risco, na cidade de Belo Horizonte, por meio da análise dos resultados do exame de emissões otoacústicas produto de distorção e dos dados de prontuários relativos aos indicadores de risco para perda auditiva.

Foram coletados dados referentes às avaliações de 109 neonatos, no período de julho de 2011 a dezembro de 2011. Para os neonatos pré-termo, os critérios de inclusão na pesquisa foram: apresentarem idade gestacional inferior a 37 semanas e serem provenientes da UTI neonatal da maternidade pública de referência para gestação de alto risco. Os neonatos a termo foram selecionados aleatoriamente, até que se obtivesse um grupo de número equivalente ao dos pré-termo, utilizando como critérios de inclusão apresentarem IG a partir de 37 semanas ao nascimento, serem avaliados no ambulatório de Fonoaudiologia e não apresentarem risco para perda auditiva (baixo risco). Foram excluídos recém-nascidos a termo que apresentavam indicador de risco para perda auditiva, bem como recém-nascidos pré-termo com estado clínico instável, em uso de ventilação mecânica ou condições que interferissem/impossibilitassem a execução das EOAPD.

Foram considerados recém-nascidos pré-termo (RNPT) os neonatos cujo nascimento ocorreu antes da 37ª semana de gestação e, recém-nascidos a termo, (RNT) aqueles com nascimento entre a 37ª e 41ª semana de gestação, tendo como referência para a IG a data da última menstruação da mãe<sup>(18)</sup>.

Os indicadores de risco para perda auditiva considerados neste trabalho foram aqueles adotados rotineiramente pelo Serviço em que se deu a coleta de dados: histórico familiar de deficiência auditiva congênita; internação em UTI superior a cinco dias; uso de ventilação mecânica; exposição à medicação ototóxica; permanência em incubadora por período superior a cinco dias; peso ao nascimento inferior a 1500 g; hemorragia

ventricular; pequeno para idade gestacional; HIV positivo; infecções intrauterinas causadas pelo grupo TORCHS; síndromes associadas à deficiência auditiva; anomalias craniofaciais; hiperbilirrubinemia associada à exsanguíneotransfusão e meningite. Ressalta-se que os IRDA utilizados por esse serviço baseiam-se naqueles preconizados pela literatura<sup>(8-10)</sup>.

Os pais e/ou responsáveis consentiram na inclusão dos dados de anamnese e dos exames no presente estudo, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os neonatos avaliados foram agrupados segundo a idade gestacional: 28 semanas a 30 semanas (P1), 31 semanas a 33 semanas (P2), 34 semanas a 36 semanas (P3) e 37 semanas a 42 semanas (T). A idade, no momento da avaliação, foi de até 90 dias após o nascimento.

Os avaliados foram submetidos à pesquisa das EOAPD em ambas as orelhas, durante estado de sono natural ou na ausência de condições que comprometessem o resultado do procedimento. O teste foi executado em ambiente silencioso.

As informações acerca dos IRDA, bem como tempo de internação e IG, foram coletadas nos prontuários dos neonatos.

Os equipamentos utilizados para a realização dos exames foram: analisador de emissões otoacústicas da marca Otodynamics®, modelo ILO 292 USB, acoplado a *notebook*. Ao exame de EOAPD foram analisadas as frequências de 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz e 8 kHz (referência F2), com intensidade de estimulação L1=65 dB e L2=55 dB, relação f2/f1 igual a 1,22.

Foram consideradas presentes as emissões otoacústicas com amplitude de resposta maior ou igual a -5 dB e relação sinal/ruído maior ou igual a 6 dB. Para que as EOAPD fossem consideradas presentes, os registros de respostas deveriam ser observados em, pelo menos, três das frequências testadas.

A análise de dados foi realizada com recursos de processamento estatístico do *software* EPIINFO, versão 3.5.3 de janeiro de 2011. Foram construídas as distribuições de frequência e calculadas as médias, desvios-padrão e percentuais, para cada variável incluída. As comparações estatísticas que se fizeram necessárias foram organizadas em tabelas de contingência do tipo R x C (linhas x colunas) e em tabelas, segundo o teste ANOVA ou Kruskal-Wallis H, conforme indicado para cada situação. Para as variáveis categóricas, foi utilizado o teste Qui-quadrado, a fim de realizar comparação de proporções entre apenas duas categorias em cada variável. Foi considerado nível de significância de 5% em todas as análises.

## RESULTADOS

A amostra constituiu-se de 109 neonatos, 56 do gênero feminino e 53 do masculino (218 orelhas). Destes, 51% eram nascidos a termo (n=55) e 49%, pré-termo (n=54), com IG mínima de 28 semanas e máxima de 42. A média de idade, no momento da avaliação, foi de 26 dias.

A distribuição dos indivíduos avaliados foi homogênea quanto ao gênero e à classificação termo/pré-termo.

Especificamente no grupo dos pré-termo, a amostra se distribuiu em P1: 6% (n=7), P2: 21% (n=23) e P3: 22% (n=24).

De acordo com os indicadores de risco para perda auditiva utilizados neste estudo, foram classificados com alto risco para perda auditiva 40,4% (n=44) da amostra e 59,6% (n=65), com baixo risco. Dentre os IRDA, os mais frequentes foram permanência em incubadora e tempo de internação em UTI superiores a cinco dias, seguidos pelo uso de ventilação mecânica e exposição à medicação ototóxica (Tabela 1).

A ocorrência de um único IRDA ocorreu em 11,9% (n=13) dos neonatos. A associação de dois IRDA em um mesmo sujeito foi verificada em 11,9% (n=13) e a coexistência de três ou mais IRDA, em 16,5% (n=18) dos avaliados.

Em relação ao tamanho ao nascimento, 108 indivíduos

(99,08%) eram adequados e um deles, pequeno para a idade gestacional.

As EOAPD estiveram presentes em 209 orelhas (95,9%), resultado distribuído de forma semelhante quanto aos lados e gêneros avaliados. A ausência de respostas nas EOAPD ocorreu em nove orelhas (4,1%), todas do grupo pré-termo, com a seguinte distribuição: três no grupo P1; cinco no grupo P2 e uma do grupo P3. Portanto, verificou-se diferença estatística entre os grupos termo e pré-termo, quanto à presença das EOAPD (Tabela 2).

Com relação à amplitude das EOAPD, não houve diferença entre os grupos, quanto ao gênero e orelha avaliados. Porém, constatou-se diferença estatística ao se comparar os grupos a termo e pré-termo, quanto à amplitude média das EOAPD.

**Tabela 1.** Distribuição dos indicadores de risco para perda auditiva entre os neonatos pré-termo

Indicadores de risco para perda auditiva	n	%
Permanência em incubadora maior que cinco dias	37	34,04
Tempo de internação na UTI superior a cinco dias	37	34,04
Uso de ventilação mecânica	17	15,64
Uso de medicação ototóxica	17	15,64
Peso ao nascimento menor que 1500 gramas	15	13,80
História familiar de deficiência auditiva congênita	9	8,28
Hemorragia ventricular	7	6,44
Pequeno para idade gestacional	1	0,92
HIV positivo	1	0,92
Infecções intrauterinas causadas pelo grupo TORCHS	1	0,92
Síndromes associadas à deficiência auditiva	0	0,00
Anomalias craniofaciais	0	0,00
Hiperbilirrubinemia associada à exsanguíneotransusão	0	0,00
Meningite	0	0,00

**Legenda:** n = Número de ocorrências do IRDA entre os neonatos pré-termo, UTI = Unidade de Terapia Intensiva, TORCHS = Toxoplasmose, Rubéola, Citomegalovírus, Herpes e Sífilis

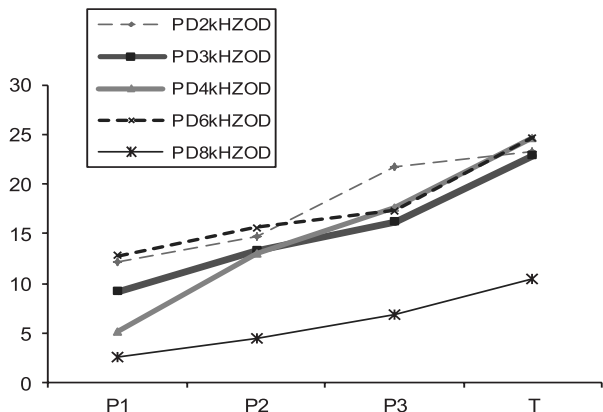
**Tabela 2.** Emissões otoacústicas produto de distorção *versus* idade gestacional

EOAPD OD/IG	P1: 28-30 sem.	P2: 31-33 sem.	P3: 34-36 sem.	T: 37-42 sem.	Total
*Ausentes	n=2 50,0%	n=2 50,0%	n=0 0,0%	n=0 0,0%	n=4 100,0%
*Presentes	n=5 4,8%	n=21 20,0%	n=24 22,9%	n=55 52,4%	n=105 100,0%
*Total	n=7 100,0%	n=23 100,0%	n=24 100,0%	n=55 100,0%	n=109 100,0%
EOAPD OE/IG	P1: 28-30 sem.	P2: 31-33 sem.	P3: 34-36 sem.	T: 37-42 sem.	Total
** Ausentes	n=1 20,0%	n=3 60,0%	n=1 20,0%	n=0 0,0%	n=5 100,0%
** Presentes	n=6 5,8%	n=20 19,2%	n=23 22,1%	n=55 52,9%	n=104 100,0%
** Total	n=7 100,0%	n=23 100,0%	n=24 100,0%	n=55 100,0%	n=109 100,0%

\*Teste Qui-quadrado (p=0,001); \*\*Teste Qui-quadrado (p=0,048)

**Legenda:** EOAPD = Emissões otoacústicas produto de distorção; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; IG = idade gestacional; sem. = semanas; Grupos de lactentes segundo idade gestacional: P1 = 28 a 30 semanas; P2 = 31 a 33 semanas; P3 = 34 a 36 semanas; T = 37 a 42 semanas

Verificou-se aumento das amplitudes das EOAPD em todas as frequências avaliadas, de acordo com o aumento da idade gestacional (Figuras 1 e 2), exceto para a frequência de 8 kHz na orelha esquerda (OE). Foi realizado o registro da amplitude média das EOAPD por orelha, considerando-se as frequências de 2 kHz, 3 kHz, 4 kHz, 6 kHz e 8 kHz (Tabelas 3 e 4).



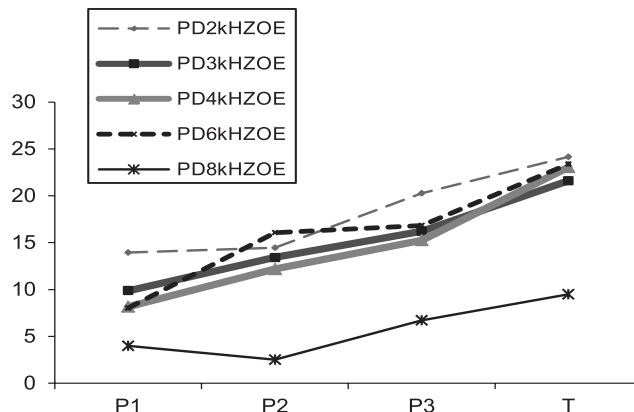
**Legenda:** Grupos de lactentes segundo idade gestacional: P1 = 28 a 30 semanas; P2 = 31 a 33 semanas; P3 = 34 a 36 semanas; T = 37 a 42 semanas; PD = produto de distorção; OD = orelha direita

**Figura 1.** Amplitude (em decibel) das emissões otoacústicas produto de distorção na orelha direita

## DISCUSSÃO

A amostra deste estudo foi homogênea quanto ao gênero e número de indivíduos por grupo pré-termo e termo.

Em relação aos indicadores de risco para perda auditiva, em que se verificou que os mais frequentes foram a permanência em



**Legenda:** Grupos de lactentes segundo idade gestacional: P1 = 28 a 30 semanas; P2 = 31 a 33 semanas; P3 = 34 a 36 semanas; T = 37 a 42 semanas; PD = produto de distorção; OE = orelha esquerda

**Figura 2.** Amplitude (em decibel) das emissões otoacústicas produto de distorção na orelha esquerda

**Tabela 3.** Emissões otoacústicas produto de distorção – orelha direita

	IG	n	Média	Desvio padrão	Valor de p
PD 2 kHz OD	28-30	07	12,24	8,97	0,000
	31-33	23	14,75	8,15	
	34-36	24	21,67	5,94	
	37-42	55	23,31	5,60	
	Total	109	17,99	7,16	
PD 3 kHz OD	28-30	07	9,23	8,58	0,000
	31-33	23	13,35	6,80	
	34-36	24	16,30	8,51	
	37-42	55	22,93	5,99	
	Total	109	15,45	7,47	
PD 4 kHz OD	28-30	07	5,14	12,87	0,000*
	31-33	23	13,09	5,78	
	34-36	24	17,67	13,03	
	37-42	55	24,64	10,75	
	Total	109	15,13	10,61	
PD 6 kHz OD	28-30	07	12,77	8,01	0,000*
	31-33	23	15,58	9,19	
	34-36	24	17,31	12,00	
	37-42	55	24,67	6,11	
	Total	109	17,58	8,83	
PD 8 kHz OD	28-30	07	2,57	14,60	0,023
	31-33	23	4,40	10,12	
	34-36	24	6,81	10,36	
	37-42	55	10,49	7,86	
	Total	109	6,07	10,73	

Valores significativos (p<0,05) – Teste Anova, \*Teste de Kruskal-Wallis H

**Legenda:** IG = idade gestacional em semanas; PD = amplitude do produto de distorção; OD = orelha direita

**Tabela 4.** Emissões otoacústicas produto de distorção – orelha esquerda

	IG	n	Média	Desvio padrão	Valor de p
PD 2 kHz OE	28-30	07	13,96	6,44	0,000
	31-33	23	15,46	6,99	
	34-36	24	20,28	6,08	
	37-42	55	24,16	5,14	
	Total	109	18,47	6,16	
PD 3 kHz OE	28-30	07	9,89	5,62	0,000*
	31-33	23	13,43	7,20	
	34-36	24	16,22	10,68	
	37-42	55	21,62	5,29	
	Total	109	15,29	7,20	
PD 4 kHz OE	28-30	07	8,16	8,89	0,000*
	31-33	23	12,18	7,36	
	34-36	24	15,26	16,26	
	37-42	55	23,06	8,46	
	Total	109	19,00	10,24	
PD 6 kHz OE	28-30	07	8,03	9,31	0,000*
	31-33	23	16,07	8,24	
	34-36	24	16,84	11,23	
	37-42	55	25,39	6,11	
	Total	109	16,58	8,72	
PD 8 kHz OE	28-30	07	3,99	6,17	0,045
	31-33	23	2,53	11,78	
	34-36	24	6,73	11,09	
	37-42	55	9,50	9,29	
	Total	109	5,69	9,58	

Valores significativos ( $p < 0,05$ ) – Teste Anova, \*Teste de Kruskal-Wallis H

**Legenda:** IG = idade gestacional em semanas; PD = amplitude do produto de distorção; OE = orelha esquerda

incubadora e o tempo de internação na UTI superiores a cinco dias, outros pesquisadores, ao analisarem 2986 neonatos com IRDA, observaram a ocorrência desse indicador em 10,64% da amostra<sup>(11)</sup>. Acredita-se que o valor mais elevado encontrado no presente estudo deva-se ao fato de que a coleta de dados se deu em hospital de referência para gestação de alto risco e grande parte dos pré-termos avaliados foram provenientes de UTI neonatal. Na literatura internacional, o IRDA mais frequente foi o uso de medicação ototóxica (33,13%)<sup>(11)</sup>.

Os resultados referentes à presença das EOAPD concordam com pesquisa em que se observou que 97,0% das orelhas testadas apresentaram respostas presentes<sup>(16)</sup>. Outro estudo apresentou resultados semelhantes, com índice “passa” em 1582 neonatos (93,6%)<sup>(25)</sup>.

O fato de não haver diferença entre os gêneros, ao se comparar a amplitude das EOAPD em RNPT e T, também confirma os dados de outras pesquisas realizadas por meio do mesmo procedimento<sup>(27)</sup> e também utilizando as EOAT<sup>(21)</sup>.

Com relação às médias das amplitudes das EOAPD, cujos maiores valores referiram-se às frequências de 2 kHz e 6 kHz, dados semelhantes foram obtidos em estudo, ao analisar as EOAPD em 50 neonatos prematuros, com resultados que apontaram as frequências de 2 kHz e 8 kHz como as de amplitude mais elevada<sup>(17)</sup>. Em pesquisa com 67 neonatos pré-termo e

a termo, expostos à medicação ototóxica e grupo controle, a frequência de amplitude mais elevada foi a de 6 kHz<sup>(24)</sup>, em concordância com o presente estudo.

A respeito do nível de resposta, as amplitudes variaram entre 2,53 dB e 25,39 dB. Na análise das medianas do nível de resposta por frequência, outros pesquisadores verificaram valores entre 6,0 dBNPS e 16,3 dBNPS<sup>(1)</sup>. As diferenças observadas entre os estudos devem-se, possivelmente, à metodologia empregada. No presente estudo, avaliou-se RNPT e RNT com e sem risco para perda auditiva, enquanto naquele, foram analisados apenas RNT exclusivamente de baixo risco para perda auditiva. Além disso, foram analisados somente os neonatos com registro prévio de EOAT presentes. Acrescenta-se que a presente pesquisa analisou as médias das amplitudes das EOAPD e o estudo referido abordou as medianas.

A análise das amplitudes das EOAPD, que demonstrou diferença entre os grupos pré-termo e a termo, sendo que a amplitude cresceu de modo não linear, com o aumento da idade gestacional, exceto para a frequência de 8 kHz na OE, confirma tendência constatada em outro estudo, no qual a amplitude das EOAPD tornou-se progressivamente maior com o aumento da idade, no período de 31/33 semanas até o período equivalente ao nascimento a termo (37 semanas a 40 semanas)<sup>(20)</sup>. A amplitude das EOAPD foi menor em

neonatos pré-termo, quando comparada à obtida em lactentes a termo, em pesquisa a respeito da exposição à ototoxicidade<sup>(24)</sup>. Também concordaram com os achados acima autores que verificaram aumento gradual da amplitude das EOAPD, conforme crescimento da idade pós-concepcional (IPC), até a 35ª semana de vida<sup>(26)</sup>. Outros pesquisadores, que utilizaram as EOAT em análise de neonatos pré-termo e a termo<sup>(21)</sup>, assim como as EOAPD com avaliação exclusiva de pré-termos<sup>(27)</sup>, também constataram crescimento da amplitude das emissões otoacústicas, conforme o aumento da IG. Esse fato apresentou-se como tendência, mas não se comprovou estatisticamente<sup>(21,27)</sup>. Novamente, as escolhas metodológicas podem justificar as disparidades entre os referidos estudos e os achados desta pesquisa.

Reforçam também a ocorrência de maturação do sistema auditivo periférico, estudos sobre a supressão das EOAT. Pesquisa sobre o efeito de supressão das EOAT em lactentes pré-termo de risco para perda auditiva verificou a tendência do aumento da magnitude da supressão com o aumento da idade cronológica<sup>(15)</sup>. Em outra pesquisa com a mesma avaliação, porém comparando recém-nascidos a termo e pré-termo, concluiu-se que a magnitude da supressão aumenta significativamente com o aumento da idade gestacional<sup>(23)</sup>.

Dessa maneira, diversos estudos apontam, em maior ou menor proporção, para a tendência de aumento da amplitude, conforme cresce a IG. Assim, a literatura sugere maturação das funções do sistema auditivo periférico. Entretanto, os autores divergem quanto às estruturas envolvidas no processo de maturação e período de ocorrência. Alguns destacam a maturação da orelha interna como principal responsável pelo aumento da amplitude das EOA<sup>(21,24,26,27)</sup>. Outros, enfatizam a maturação anatômica e funcional das orelhas externa e média, coclear e do sistema olivo-coclear medial, contribuindo sinergicamente para esse aumento<sup>(20)</sup>.

Há controvérsias, ainda, quanto à duração do processo de maturação do sistema auditivo. Certos autores referem que ocorra até o período de nascimento termo<sup>(26,27)</sup>. Outros apontam a ocorrência de maturação também no período pós-natal<sup>(20,21,24)</sup>. Há pesquisas que destacam a maturação do sistema eferente medial<sup>(15-23)</sup> e sugerem sua ocorrência até por volta da 32ª semana de idade gestacional<sup>(15)</sup>.

Acredita-se que, embora as EOAPD tenham origem em mecanismos da orelha interna, são influenciadas também por estruturas da orelha externa e média, além de serem mediadas pelas vias eferentes do sistema olivo-coclear medial. Dessa forma, o aumento da amplitude pode ser resultado da maturação de todas as estruturas mencionadas e, portanto, torna-se complexo analisar isoladamente a contribuição de cada estrutura no aumento da amplitude das EOAPD.

## CONCLUSÃO

Os indicadores de risco para perda auditiva mais frequentes

foram a permanência em incubadora e tempo de internação em UTI superiores a cinco dias.

A idade gestacional correlacionou-se à presença e amplitude de respostas na avaliação auditiva por meio das EOAPD. Portanto, sugere-se considerá-la na prática clínica, no que se refere ao momento de realização do exame.

Os achados relativos à presença e amplitude das Emissões Otoacústicas Produto de Distorção sugerem a ocorrência do fenômeno de maturação do sistema auditivo periférico.

## AGRADECIMENTOS

À fonoaudióloga Jaqueline Batista Diniz, por sua colaboração na elaboração deste estudo.

## REFERÊNCIAS

1. Pinto VS, Lewis DR. Emissões otoacústicas: produto de distorção em lactentes até dois meses de idade. *Pró Fono R Atual Cient*. 2007;19(2):195-204.
2. Butugan O, Santoro PP, Almeida ER, Silveira JAM, Grassel SS. Diagnóstico precoce da deficiência auditiva no primeiro ano de vida de crianças com alto risco através de audiometria de tronco cerebral. *Pediatria (São Paulo)*. 2000;22(2):115-22.
3. Brasil. Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. Departamento de Atenção Especializada. Diretrizes de atenção da triagem auditiva neonatal. Brasília; 2012.
4. Watkin PM, Baldwin M. Confirmation of deafness in infancy. *Arch Dis Child*. 1999;81(5):380-9.
5. Botelho FA, Bouzada MCF, Resende LM, Silva FX, Oliveira EA. Prevalence of hearing impairment in children at risk. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2010;76(6):739-44.
6. Tiensoi LO, Goulart LMHF, Resende LM, Colosimo EA. Triagem auditiva em hospital público de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: deficiência auditiva e seus fatores de risco em neonatos e lactentes. *Cad Saúde Pública*. 2007;23(6):1431-41.
7. Uchôa NT, Procianoy RS, Lavinsky L, Sleifer P. Prevalência de perda auditiva em recém-nascidos de muito baixo peso. *J Pediatr*. 2003;79(2):123-8.
8. American Academy of Pediatrics. Joint Committee on Infant Hearing. Year 2007 position statement: principles and guidelines for early hearing detection and intervention programs. *Pediatrics*. 2007;120(4):898-921.
9. Lewis DR, Marone SAM, Mendes BCA, Cruz OLM, Nóbrega M. Comitê multiprofissional em saúde auditiva: COMUSA. *Braz J Otorhinolaryngol*.
10. Azevedo MF. Programa de prevenção e identificação precoce dos distúrbios da audição. In: Pereira LD, Schochat E, organizadores. *Processamento auditivo central: manual de avaliação*. São Paulo: Lovise; 1996. p. 75-105.
11. Bielecki I, Horbulewicz A, Wolan T. Risk factors associated with hearing loss in infants: an analysis of 5282 referred neonates. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2011;75(7):925-30.

12. Grupo de Apoio à Triagem Auditiva Neonatal Universal - Gatanu [Internet]. São Paulo; 2005 [acesso em: 7 junho 2011]. Disponível em: <http://www.gatanu.org>
13. Aurélio FS, Tochetto TM. Triagem auditiva neonatal: experiências de diferentes países. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2010;14(3):355-63.
14. Brasil. Lei Federal nº 12.303/10, de 2 de agosto de 2010. Dispõe sobre a obrigatoriedade de realização do exame denominado Emissões Otoacústicas Evocadas [Internet]. Acesso em: 7 jun 2011. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2010/Lei/L12303.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12303.htm)
15. Amorim AM, Lewis DR, Rodrigues GRI, Fiorini AC, Azevedo MF. Efeito de supressão das emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente em lactentes de risco para perda auditiva nascidos pré-termo. *Rev CEFAC*. 2010;12(5):749-55.
16. Azevedo MF. Emissões otoacústicas. In: Figueiredo MS. Emissões otoacústicas e BERA. São José dos Campos: Pulso; 2003. (Coleção CEFAC). p. 35-83.
17. Costa JMD, Almeida VF, Oliveira CACP, Sampaio ALL. Emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente e por produto de distorção em recém-nascidos prematuros. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2009;13(3):309-16.
18. Beck S, Wojdyla D, Say L, Betran AP, Merialdi M, Requejo JH, et al. The worldwide incidence of preterm birth: a systematic review of maternal mortality and morbidity. *Bull World Health Organ*. 2010;88(1):31-8.
19. Rakhmanova IV, D'iakonova IN, Ishanova IUS, Sapozhnikov IAM, Kotov RV. [The functional state of the auditory analyzer in prematurely born infants (after 29 weeks of gestation) at 6 months of life]. *Vestn Otorinolaringol*. 2011;(3):28-30. Russo.
20. Abdala C, Oba SI, Ramanathan R. Changes in the DP-Gram during the preterm and early postnatal period. *Ear Hear*. 2008;29(4):512-23.
21. Gkoritsa E, Korres S, Psarommatis I, Tsakanikos M, Apostolopoulos N, Ferekidis E. Maturation of the auditory system: 1. Transient otoacoustic emissions as an index of inner ear maturation. *Int J Audiol*. 2007;46(6):271-6.
22. Abdala C. Distortion product otoacoustic emission (2f1-f2) amplitude growth in human adults and neonates. *J Acoust Soc Am*. 2000;107(1):446-56.
23. Viveiros CM, Azevedo MF. Estudo do efeito de supressão das emissões otoacústicas evocadas transitórias em recém-nascidos a termo e pré-termo. *Fono Atual*. 2004;29(7):4-12.
24. Marone MR. Emissões otoacústicas produto de distorção em recém-nascidos medicados com ototóxicos [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2006.
25. Zhang Y, Liu X, Yu C, Wang X, Miao L, Wang Z. [1700 newborn hearing screening: results and analysis]. *Chin Sci J Hear Speech Rehabil* [internet]. 2008 [acesso em: 30 jul 2011] ;(5). Disponível em: [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-TLKF200805006.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-TLKF200805006.htm). [Chinês].
26. Zhang H, Guo M, Jin F. Characteristics of distortion product otoacoustic emissions in preterm infants. *J Audiol Speech Path* [internet]. 2004 [acesso em: 2 ago 2011];5. Disponível em: [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTOTAL-TLXJ200405007.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-TLXJ200405007.htm)
27. Diniz JB. Análise das emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em neonatos prematuros [trabalho de conclusão de curso]. Belo Horizonte: Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Minas Gerais; 2011.