

# Auditory evoked potentials in premature and full-term infants

*Potenciais evocados auditivos em lactentes pré-termo e a termo*

Maria Angélica de Almeida Porto<sup>1</sup>, Marisa Frasson de Azevedo<sup>2</sup>, Daniela Gil<sup>3</sup>

## Keywords:

evoked potentials,  
auditory,  
audiometry, evoked  
response,  
hearing,  
infant.

## Palavras-chave:

audiometria de  
resposta evocada,  
audição,  
lactente,  
potenciais evocados  
auditivos.

## Abstract

Accurate information about type, degree, and configuration of hearing loss are necessary for successful audiological early interventions. Auditory brainstem response with tone burst stimuli (TB ABR) and auditory steady-state response (ASSR) exams provide this information. **Aim:** To analyze the clinical applicability of TB ABR and ASSR at 2 kHz in infants, comparing responses in full-term and premature neonates. **Material and Method:** The study was cross-sectional, clinical and experimental. Subjects consisted of 17 premature infants and 19 full-term infants. TB ABR and ASSR exams at 2000 Hz were done during natural sleep. **Results:** The electrophysiological minimum response obtained with TB ABR was 32.4 dBnHL (52.4 dB SPL); the ASSR minimum was 13.8 dBHL (26.4 dB SPL). The exams required 21.1 min and 22 min, respectively. Premature and full-term infant responses showed no statistically significant differences, except for auditory steady-state response duration. **Conclusions:** Both exams have clinical applicability at 2 kHz in infants, with 20 min of duration, on average. In general, there are no differences between premature and full-term individuals.

## Resumo

O sucesso de uma intervenção audiológica precoce depende de informações precisas quanto ao tipo, grau e configuração da perda auditiva. O potencial evocado auditivo de tronco encefálico com o estímulo *tone burst* (PEATE TB) e a resposta auditiva de estado estável (RAEE) proporcionam tais informações. **Objetivo:** Investigar a aplicabilidade clínica, em lactentes, do PEATE TB e da RAEE na frequência de 2 kHz, comparando as respostas dos lactentes nascidos a termo e pré-termo. **Material e Método:** O estudo (transversal, clínico e experimental) foi realizado com uma casuística de 17 lactentes pré-termo e 19 a termo submetidos ao PEATE TB e RAEE em 2000 Hz. **Resultados:** A resposta eletrofisiológica mínima obtida com o PEATE TB foi de 32,4 dBnNA (52,4 dBNPS) e com a RAEE de 13,8 dBNA (26,4 dBNPS), com duração média de 21,1 min e 22 min, respectivamente. A comparação das respostas dos lactentes pré-termo e a termo não apresentou diferenças estatisticamente significantes, com exceção do tempo de duração da RAEE. **Conclusão:** As duas metodologias têm aplicabilidade clínica na frequência de 2 kHz em lactentes, com duração média de 20 min. Lactentes nascidos pré-termo, no geral, não apresentam diferenças em relação aos lactentes nascidos a termo.

<sup>1</sup> Mestrado em Distúrbios da Comunicação Humana - UNIFESP, Fonoaudióloga do AME - Ambulatório Médico de Especialidades de São José dos Campos.

<sup>2</sup> Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana - UNIFESP, Professor associado UNIFESP.

<sup>3</sup> Doutorado em Distúrbios da Comunicação Humana - UNIFESP, Professor adjunto I UNIFESP.

Escola Paulista de Medicina - Universidade Federal de São Paulo (EPM-UNIFESP).

Endereço para correspondência: Maria Angélica de Almeida Porto - Rua Guarujá 141, Jardim Apolo. São José dos Campos - SP. CEP: 12243-230. CAPES.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 22 de agosto de 2010. cod. 7281

Artigo aceito em 24 de outubro de 2010.

---

## INTRODUÇÃO

---

A realização de diagnóstico audiológico nas primeiras semanas ou meses de vida aumentou com o advento dos programas de triagem auditiva neonatal<sup>1</sup>. Para que a intervenção audiológica precoce tenha sucesso, informações precisas quanto ao tipo, grau e configuração da perda auditiva tornam-se necessárias.

O uso de exames eletroacústicos e eletrofisiológicos, especialmente as Emissões Otoacústicas (EOA) e o Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE), é recomendado na definição do audiograma comportamental de crianças abaixo dos 6 meses de idade<sup>2</sup>.

O PEATE com estímulo clique é comumente aplicado na população infantil. Apesar de menos utilizado na prática clínica, especialmente pelo aumento da duração do teste, o estímulo *tone burst* (TB) vem se mostrando de grande utilidade pela sua característica de obter a especificidade por frequência, avaliando, desta forma, frequências baixas, médias e altas<sup>3</sup>.

Tal vantagem também é apresentada pela resposta auditiva de estado estável (RAEE), a qual corresponde a respostas eletrofisiológicas a tons contínuos, modulados em amplitude e/ou frequência, que permitem uma avaliação detalhada e objetiva da audição<sup>4</sup>.

Existe um grande interesse dos pesquisadores da área pelo PEATE TB e pela RAEE, por serem testes promissores e por não haver um consenso sobre qual deles é o melhor e o mais rápido para utilização na prática clínica. A maioria das pesquisas existentes foi realizada em adultos, sendo especialmente a literatura brasileira escassa quanto à descrição dos resultados destes testes em lactentes, sobretudo envolvendo lactentes nascidos a termo e pré-termo.

Dessa forma, o objetivo deste estudo foi investigar a aplicabilidade clínica, em lactentes, do PEATE TB e da RAEE na frequência de 2 kHz, analisando o tempo de realização de cada procedimento, comparando as respostas dos lactentes nascidos a termo e pré-termo.

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

O estudo (transversal, clínico e experimental) foi desenvolvido na clínica da Faculdade de Fonoaudiologia, após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade (processo nº. 0713/07). Todos os pais ou responsáveis autorizaram a realização deste estudo e a divulgação de seus resultados, assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Os critérios de inclusão na casuística foram: lactentes nascidos pré-termo ou a termo, meatoscopia normal em ambas as orelhas, emissões otoacústicas evocadas por estímulo transiente presentes bilateralmente, presença de reflexo cócleo-palpebral a 100dBNPS e PEATE para cliques

dentro dos padrões de normalidade para a idade da criança. A ausência de um ou mais destes critérios implicou na exclusão do participante. Utilizou-se o Otoscópio *Welch Allyn Pocket Junior* para a realização da meatoscopia e o equipamento *Smart EP (Intelligent Hearing Systems)* para a realização das EOA e do PEATE para cliques. A pesquisa do Reflexo Cócleo-Palpebral foi realizada com auxílio de um agogô. Dessa forma, excluiu-se a possibilidade da existência de alterações de orelha média, mau funcionamento de células ciliadas externas e alterações auditivas neurais/centrais.

Para a definição do tamanho da casuística, foi consultado um profissional estatístico, que determinou o número mínimo de 30 lactentes. Foram selecionados 68 lactentes para a participação no estudo, testados entre outubro de 2007 e julho de 2008. Por não atenderem a um ou mais critérios de inclusão, 23 indivíduos foram excluídos do estudo, assim como outros 9 lactentes, nos quais não foi possível o término dos exames em uma só sessão, tendo os mesmos não comparecido nos retornos agendados.

Sendo assim, a casuística foi constituída por 36 lactentes, distribuídos em dois grupos, de acordo com a idade gestacional (IG). O grupo pré-termo (IG < 37 semanas) foi composto por 17 lactentes, sendo 12 do sexo feminino e 5 do sexo masculino. O grupo termo (IG entre 37 e 41 semanas) foi constituído por 19 lactentes, sendo 8 do sexo feminino e 11 do sexo masculino.

O equipamento *Smart EP* também foi utilizado para a realização do PEATE TB e da RAEE. Antes do início destes exames, a pele dos sujeitos foi preparada com auxílio da pasta abrasiva *Nuprep*. Os eletrodos *ECG Conductive Adhesive Medi-Trace* da marca *Kendall* foram posicionados de forma que o registro fosse realizado ipsilateral à orelha estimulada, mantendo-se a impedância < 5 kΩ. A disposição dos eletrodos foi: eletrodo ativo em Fpz, eletrodo referência em M1 ou M2, eletrodo terra na mastoide contralateral à orelha estimulada. Durante os testes, a criança permaneceu no colo do responsável, em sono natural.

A ordem de realização dos exames e o lado da orelha para início do teste foram aleatórios - iniciava-se um lactente com o PEATE TB e o lactente seguinte com a RAEE, pela orelha livre conforme o posicionamento da criança no colo do responsável. Os parâmetros para a realização dos testes seguiram as indicações do manual de instrução do equipamento e da literatura pertinente (Quadros 1 e 2). Por serem dois testes de longa duração e devido ao fato da avaliação ter sido realizada em sono natural, optou-se por obter unicamente, em cada orelha de forma separada, um nível mínimo de resposta eletrofisiológica na frequência de 2 kHz, na qual normalmente são encontradas as respostas mais confiáveis e os menores limiares<sup>5</sup>.

**Quadro 1. Parâmetros do PEATE TB utilizados neste estudo.**

Estímulo	<i>Tone burst</i> 2000 Hz, 4 ms de duração (2-0-2)
Janela	<i>Exact Blackman Envelope</i>
Taxa de apresentação do estímulo	27.7/s
Polaridade	Rarefeita
Transdutor	Fones de inserção ER 3A
Intensidade	80, 60, 40 e 30 dBnNA
Filtros	30 - 1500 Hz
Amplificação	100.000 vezes
Tempo de análise	25.6 ms
Nº. de estímulos	2000
Deteção da resposta	Análise subjetiva com padrões de referência (ex: função latência/intensidade)

**Quadro 2. Parâmetros da RAEE utilizados neste estudo.**

Frequência portadora	<i>Tone pip</i> 2 kHz
Modulação do estímulo	97 Hz orelha direita / 93 Hz orelha esquerda
Transdutor	Fones de inserção ER 3A
Intensidade	20 dBNPS com incrementos de 10 dBNPS na procura do nível mínimo de resposta
Filtros	30 - 300 Hz
Amplificação	100.000 vezes
Varreduras (sweeps)	400 (atualização das respostas a cada 40)
Deteção da resposta	Técnica estatística F

Esta escolha ocorreu também a partir da realização de um projeto piloto com dez lactentes, a fim de se definir a viabilidade dos testes quanto ao número de frequências e intensidades a serem pesquisadas.

Neste projeto piloto, registrou-se o PEATE TB e a RAEE nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, verificando-se a dificuldade do procedimento devido ao tempo de duração (aproximadamente 3hs). Esta dificuldade permaneceu mesmo com a redução da avaliação para as frequências de 500 e 4000 Hz, o que levou a opção pela frequência de 2000 Hz, considerada viável durante a aplicação, em uma única sessão, nos lactentes do projeto piloto.

Em relação às intensidades a serem pesquisadas, observou-se no projeto piloto que a maioria dos lactentes apresentou RAEE presente em 20 dBNPS e que não foi possível identificar com precisão a onda V do PEATE TB em 20 dBnNA em nenhum dos lactentes avaliados em tal momento. Tal experiência contribuiu para a definição do protocolo a ser utilizado.

Utilizando o relógio do próprio microcomputador e um cronômetro KD-1069® (*Professional Quartz Timer*), a

duração de cada um dos testes foi medida de duas formas. Com o primeiro, mediu-se o tempo absoluto ( $\Delta t$  abs), ou seja, a duração do teste do início (após a colocação dos eletrodos), ao fim (antes da retirada dos eletrodos), computando-se também as eventuais pausas para controle das condições do exame e/ou estado do lactente. Com o cronômetro, foi medido o tempo relativo ( $\Delta t$  rel), que significou pausar o cronômetro a cada vez que o teste fosse pausado.

Com fones de inserção ER 3A, estímulos rarefeitos foram apresentados de forma decrescente nas intensidades de 80 dBnNA, 60 dBnNA, 40 dBnNA e 30 dBnNA. Por meio da análise visual da onda V, com reprodutibilidade em dois traçados, obteve-se a resposta eletrofisiológica mínima na frequência de 2 kHz.

Por se tratar de uma população ouvinte, iniciou-se a pesquisa da RAEE na intensidade de 20 dBNPS, com incrementos de 10 dBNPS até a obtenção do nível mínimo de resposta. Realizou-se a pesquisa da RAEE com a apresentação máxima de 400 varreduras. Quando a resposta foi obtida com um número menor de varreduras, deu-se continuidade ao teste por mais duas atualizações de 40 varreduras, a fim de se observar a manutenção da resposta, para evitar a ocorrência de resposta falso positiva.

A *Fast Fourier Transformation* (FFT) permitiu a análise da resposta no domínio da frequência. Esta deteção das respostas foi realizada automaticamente pelo equipamento, utilizando a técnica estatística F, na qual se avalia a amplitude da resposta na frequência de modulação em relação à amplitude do ruído nas frequências adjacentes. A presença de resposta foi considerada quando a relação sinal/ruído foi maior do que 6,13 com o *p*-valor inferior a 0,05.

Os resultados foram submetidos à análise estatística descritiva e com testes não paramétricos (teste de Wilcoxon e teste de Mann-Whitney). O teste de Wilcoxon foi utilizado para analisar a diferença ou a similaridade entre as orelhas direita e esquerda e o teste de Mann-Whitney foi realizado nas comparações entre os grupos termo e pré-termo. Adotou-se um nível de significância de 0,05 (5%) e os valores com significância estatística foram assinalados com o símbolo asterisco (\*).

## RESULTADOS

A caracterização da casuística mostrou que 55,6% dos indivíduos eram do sexo feminino e 44,4% do sexo masculino. A IG média dos sujeitos do GT foi de 39 1/7 semanas e no momento da avaliação, os mesmos possuíam idade cronológica média de 8 2/7 semanas. O GPT apresentou IG média de 32 6/7 semanas e idade pós-conceptual média de 47 3/7 semanas. A análise dos resultados de ambos os grupos permitiu observar que não houve diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda, o que possibilitou considerar ambas as orelhas na análise

estatística subsequente, totalizando 72 orelhas. A Tabela 1 apresenta as respostas eletrofisiológicas mínimas obtidas com o PEATE TB e com a RAEE em ambos os grupos.

**Tabela 1.** Medidas descritivas das respostas eletrofisiológicas mínimas obtidas com o PEATE TB (em dBnNA e dBNPS) e com a RAEE (em dBNA e dBNPS).

Teste	PEATE TB		RAEE	
	dBnNA	dBNPS	dBNA	dBNPS
Média	32,4	52,4	13,8	26,4
Mediana	30	50	17	30
Desvio Padrão	4,3	4,3	6,0	5,9
Q1	30	50	7	20
Q3	30	50	17	30
N de orelhas	72	72	72	72
IC	1,0	1,0	1,4	1,4

Q1 - 1º. quartil; Q3 - 3º. quartil; N de orelhas - número de orelhas da casuística; IC - intervalo de confiança.

No total de 72 orelhas, observou-se que as médias das respostas mínimas do PEATE TB em nNA e NPS foram de 32,4 e 52,4 dB. A média da RAEE em NA e NPS foi de 13,8 e 26,4 dB (Tabela 1).

As comparações entre o GT e o GPT não apontaram diferenças estatisticamente significantes, com exceção da medida dos tempos absoluto e relativo da RAEE, nos quais o GT apresentou tempos menores para a execução dos procedimentos (Tabela 2).

Em relação à duração dos testes, verificou-se que o tempo absoluto foi significativamente maior que o tempo relativo (Tabela 3), demonstrando que invariavelmente ocorreram pausas. No PEATE TB, tais tempos foram, em média, de 21,1 min ( $\pm 5,5$ ) e 19 min ( $\pm 3,6$ ). A RAEE teve duração absoluta média de 22 min ( $\pm 11,1$ ) e duração relativa média de 18 min ( $\pm 10,3$ ).

## DISCUSSÃO

Antes de iniciar a discussão propriamente dita, vale ressaltar primeiramente que a comparação entre o PEATE TB e a RAEE é muito difícil de ser realizada com precisão, já que os procedimentos apresentam diferenças quanto à calibração do estímulo (dBnNA para o PEATE TB e dBNA para a RAEE) e quanto ao método de detecção da resposta<sup>6</sup>. Outro aspecto a ser considerado é que grande parte dos estudos envolvendo estes testes em crianças foi realizado com todos os sujeitos, ou parte deles, sob sedação<sup>3,7-17</sup>. Alguns estudos realizados com lactentes em sono natural e adultos optaram pela escolha aleatória de uma das orelhas<sup>6,16,18-21</sup>, ou pela captação das respostas em dois canais<sup>22</sup>. Tais escolhas demonstram a dificuldade no teste de lactentes em sono natural, principalmente quando se pretende realizar o PEATE TB e a RAEE em

uma única sessão.

A similaridade entre o lado das orelhas observada no presente estudo também foi relatada na literatura especializada<sup>7,23-25</sup>.

Analisando a casuística total (n= 72 orelhas), obteve-se neste estudo, em média, a resposta mínima de 32,4 dBnNA (52,4 dBNPS) em 2 kHz no PEATE TB, considerando-se os grupos termo e pré-termo. Os trabalhos com população semelhante que pesquisaram essa mesma frequência encontraram respostas menores, ou seja, melhores limiares<sup>7,16</sup>. No entanto, tais trabalhos apresentaram diferenças metodológicas em relação a este estudo: intensidade mínima pesquisada de 10 dBnNA, respaldada pela determinação da onda V por dois juízes experientes no assunto<sup>16</sup> e utilização de 2000 a 6000 estímulos<sup>7</sup>. Um estudo brasileiro<sup>22</sup> que pesquisou a frequência de 1500 Hz demonstrou que 30 dBnNA pode ser considerada a intensidade de normalidade para neonatos e lactentes no PEATE TB.

Na análise da RAEE de nossa casuística total, observou-se, em média, respostas mínimas de 13,8 dBNA (26,4 dBNPS), em 2 kHz. Tais dados corroboram com a literatura pesquisada<sup>11,20,23,26</sup>.

Estudos comparando os limiares obtidos com o PEATE TB e com a RAEE numa mesma população<sup>6,15,17,19,27</sup> são raros.

A escolha pela realização de duas medidas de duração dos exames teve como intuito observar a real aplicação clínica dos procedimentos. O uso de sedação para a realização do PEATE TB e da RAEE em lactentes não é uma prática comum no Brasil, diferentemente do que acontece no exterior<sup>3,7,8,10-17</sup>, uma vez que quem realiza tais avaliações no Brasil, na maioria das vezes, é o fonoaudiólogo em ambiente clínico. Chamou-se de tempo relativo o equivalente a realização dos testes em crianças sob sedação, ou seja, mantendo-se as condições ideais do teste do início ao fim. Como este estudo foi realizado com os lactentes em sono natural, pausas foram necessárias para a manutenção de tais condições, respeitando o estado fisiológico dos lactentes. A soma do tempo relativo e das pausas realizadas foi chamada de tempo absoluto. Portanto, o tempo absoluto foi o tempo de duração real dos testes com a metodologia escolhida. Tanto no PEATE TB como na RAEE houve diferença significativa entre o tempo absoluto e o tempo relativo. O conhecimento de tal diferença é importante na definição de protocolos de avaliação baseados em estudos com outras metodologias e na comparação entre dados.

Com exceção do tempo de duração da RAEE, todas as outras análises comparativas realizadas neste estudo entre os grupos termo e pré-termo não apresentaram diferenças estatisticamente significantes. A literatura apontou algumas diferenças nas comparações entre os mesmos tipos de lactentes, com o grupo pré-termo apresentando

**Tabela 2.** Comparação dos resultados entre os indivíduos do grupo termo e do grupo pré-termo em relação às respostas mínimas do PEATE TB em dBnNA e dBnPS, à latência da onda V em ms no PEATE TB, aos tempos absoluto e relativo do PEATE TB e da RAEE, à RAEE mínima em dBNA e dBNPS e ao número de varreduras para a obtenção da RAEE mínima.

		Média	Mediana	Desvio Padrão	Q1	Q3	N	IC	p-valor
PEATE TB (nNA)	GT	31,6	30	3,7	30	30	38	1,2	0,101
	GPT	33,2	30	4,7	30	40	34	1,6	
PEATE TB (NPS)	GT	51,6	50	3,7	50	50	38	1,2	0,101
	GPT	53,2	50	4,7	50	60	34	1,6	
Latência onda V	GT	10,8	11	0,9	10,2	11,3	38	0,3	0,134
	GPT	10,6	11	1,0	9,9	10,9	34	0,3	
Δt abs TB	GT	20,9	19	5,4	17,0	23,5	19	2,4	0,644
	GPT	21,4	20	5,8	17	23	17	2,8	
Δt rel TB	GT	18,6	17	3,3	16	20	19	1,5	0,472
	GPT	19,4	19	3,9	17	20	17	1,8	
RAEE (NA)	GT	13,3	17	5,9	7	17	38	1,9	0,483
	GPT	14,4	17	6,2	7	17	34	2,1	
RAEE (NPS)	GT	26,3	30	5,9	20	30	38	1,9	0,919
	GPT	26,6	30	6,0	20	30	34	2,0	
Varreduras	GT	191,1	140	126,6	80	320	38	40,2	0,536
	GPT	203,5	160	121,6	120	310	34	40,9	
Δt abs EE	GT	18,7	16	6,6	14	22	19	3,0	0,028*
	GPT	25,7	22	13,9	19	27	17	6,6	
Δt rel EE	GT	17,5	16	5,3	13,5	19,5	19	2,4	0,039*
	GPT	23,6	20	13,3	17	22	17	6,3	

\* p-valor < 0,05

GT - grupo termo; GPT - grupo pré-termo; Q1 - 1º. quartil; Q3 - 3º. quartil; N - número da casuística; IC - intervalo de confiança; Δt abs TB - tempo absoluto do PEATE TB; Δt rel TB - tempo relativo do PEATE TB; Δt abs EE - tempo absoluto da RAEE; Δt rel EE - tempo relativo da RAEE.

**Tabela 3.** Comparação entre os tempos absoluto e relativo, em minutos, do PEATE TB e da RAEE.

Tempo (min)	PEATE TB		RAEE	
	Absoluto	Relativo	Absoluto	Relativo
Média	21,1	19,0	22,0	20,4
Mediana	20	18	19	18
Desvio Padrão	5,5	3,6	11,1	10,3
Q1	17	15,5	16,75	14,75
Q3	23,3	25	20	22
N de indivíduos	36	36	36	36
IC	1,8	1,2	3,6	3,4
p-valor	<0,001*		<0,001*	

\* estatisticamente significante

Q1 - 1º. quartil; Q3 - 3º. quartil; N de indivíduos - número de indivíduos da casuística; IC - intervalo de confiança.

limiares piores, respostas mais lentas e latências mais longas que o grupo termo<sup>20,22</sup>. No entanto, tais estudos avaliaram lactentes pré-termo com idade pós-conceptual média de 35 semanas, enquanto no presente estudo tal idade foi de 47 semanas. Provavelmente, a maturação ocorrida entre a 35ª e a 47ª semanas foi responsável pela

semelhança de comportamento verificada nos indivíduos dos grupos termo e pré-termo deste estudo, diferentemente dos outros trabalhos<sup>20,22</sup>.

Novos estudos envolvendo diferentes populações e metodologias na realização da RAEE e do PEATE TB contribuirão para um melhor conhecimento destas técnicas a fim de expandir a aplicabilidade clínica das mesmas.

## CONCLUSÃO

A partir dos resultados deste estudo, concluiu-se que as duas metodologias utilizadas, PEATE TB e RAEE, têm aplicabilidade clínica na frequência de 2 kHz em lactentes, com duração média de 20 min. Lactentes nascidos pré-termo necessitam de mais tempo para a realização da RAEE e, no geral, não apresentam diferenças em relação aos lactentes nascidos a termo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Gorga MP, Neely ST, Hoover BM, Dierking DM, Beauchaine KL, Manning C. Determining the upper limits of stimulation for auditory steady-state response measurements. *Ear Hear.* 2004;25(3):302-7.
- American Academy of Pediatrics. Task force on newborn and infant hearing. *Pediatrics.* 1999;103(2):527-9.

3. Gorga MP, Johnson TA, Kaminski JR, Beauchaine KL, Garner CA, Neely ST. Using a combination of click- and tone burst- evoked auditory brain stem response measurements to estimate pure-tone thresholds. *Ear Hear.* 2006;27(1):60-74.
4. Lins OG, Picton TW, Boucher BL, Durieux-Smith A, Champagne SC, Moran LM, et al. Frequency specific audiometry using steady-state responses. *Ear Hear.* 1996;17(2):81-96.
5. John MS, Brown DK, Muir PJ, Picton TW. Recording auditory steady-state responses in young infants. *Ear Hear.* 2004;25(6):539-53.
6. Cone-Wesson B, Dowell RC, Tomlin D, Rance G, Ming WJ. The auditory steady-state response: comparisons with the auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(4):173-87.
7. Chung YL, Tai HH, Shin LP, Chuan JH. Thresholds of tone burst auditory brainstem responses for infants and young children with normal hearing in Taiwan. *J Formos Med Assoc.* 2007;106(10):847-53.
8. Firszt JB, Gaggl W, Runge-Samuelsom CL, Burg LS, Wackym A. Auditory sensitivity in children using the auditory steady-state response. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg.* 2004;130(5):536-40.
9. Joong HA, Hyo SL, Young JK, Tae HY, Jong WC. Comparing pure-tone audiometry and auditory steady state response for the measurement of hearing loss. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2007;136(6):966-71.
10. Luts H, Desloovere C, Kumar A, Vandermeersch E, Wouters J. Objective assessment of frequency-specific hearing thresholds in babies. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2004;68(7):915-26.
11. Luts H, Desloovere C, Wouters J. Clinical application of dichotic multiple-stimulus auditory steady-state responses in high-risk newborns and young children. *Audiol Neurotol.* 2006;11(1):24-37.
12. Hurley RM, Hurley A, Berlin CI. Development of low-frequency tone burst versus the click auditory brainstem response. *J Am Acad Audiol.* 2005;16(2):114-21.
13. Rance G, Dowell RC, Rickards FW, Beer DE, Clark GM. Steady-state evoked potential and behavioral hearing thresholds in a group of children with absent click-evoked auditory brain stem response. *Ear Hear.* 1998;19(1):48-61.
14. Rance G, Rickards FW, Cohen LT, De Vidi S, Clark GM. The automated prediction of hearing thresholds in sleeping subjects using auditory steady-state evoked potentials. *Ear Hear.* 1995;16(5):499-507.
15. Roberson JB Jr, O'Rourke C, Stidham KR. Auditory steady-state response testing in children: evaluation of a new technology. *Otolaryngol Head Neck Surg.* 2003;129(1):107-13.
16. Stapells DR, Gravel JS, Martin BA. Thresholds for auditory brain stem responses to tones in notched noise from infants and young children with normal hearing or sensorineural hearing loss. *Ear Hear.* 1995;16(4):361-71.
17. Stueve MP, O'Rourke C. Estimation of hearing loss in children: comparison of auditory steady-state response, auditory brainstem response, and behavioral test methods. *Am J Audiol.* 2003;12:125-36.
18. Rance G, Tomlin D. Maturation of auditory steady state responses in normal babies. *Ear Hear.* 2006;27(1):20-9.
19. Rance G, Tomlin D, Rickards FW. Comparison of auditory steady-state responses and tone-burst auditory brainstem responses in normal babies. *Ear Hear.* 2006;27(6):751-62.
20. Ribeiro FGSM. Estudo das respostas para o potencial evocado auditivo de estado estável em lactentes [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2008.
21. Slinger YS, Abdala C, Cone-Wesson B. Auditory threshold sensitivity of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. *Hear Res.* 1997;104(1-2):27-38.
22. Ribeiro FM, Carvalho RM. Tone-evoked ABR in full-term and preterm neonates with normal hearing. *Am J Audiol.* 2008;47(1):21-9.
23. Calil DB, Lewis DR, Fiorini AC. Achados dos potenciais evocados auditivos de estado estável em crianças ouvintes. *Distúrb Comun.* 2006;18(3):391-401.
24. Perez-Abalo MC, Savio G, Torres A, Martin V, Rodriguez E, Galan L. Steady state responses to multiple amplitude-modulated tones: optimized method to test frequency-specific thresholds in hearing-impaired children and normal-hearing subjects. *Ear Hear.* 2001;22(3):200-11.
25. Pinto FR, Matas CG. Comparação entre limiares de audibilidade e eletrofisiológico por estímulo tone burst. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007;73(4):513-22.
26. Souza EF. A utilização do potencial evocado auditivo de estado estável em recém-nascidos pré-termo [dissertação]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2008.
27. Johnson TA, Brown CJ. Threshold prediction using the auditory steady-state response and the tone burst auditory brain stem response: a within-subject comparison. *Ear Hear.* 2005;26(6):559-76.