

# POTENCIAL EVOCADO AUDITIVO DE TRONCO ENCEFÁLICO POR FREQUÊNCIA ESPECÍFICA POR VIA AÉREA E VIA ÓSSEA EM NEONATOS OUVINTES NORMAIS

## *Air and bone conduction tone burst auditory brainstem response in normal hearing neonates*

Natália Ramos<sup>(1)</sup>, Doris Ruthy Lewis<sup>(2)</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** determinar os níveis mínimos de resposta (NMR) e a latência da onda V do Potencial Evocado Auditivo de Tronco encefálico por Frequência específica (PEATE-FE) em neonatos ouvintes normais nas frequências de 0.5, 1, 2 e 4 kHz por via aérea e via óssea e determinar valores normativos. **Métodos:** foram avaliados neonatos com audição normal, sendo realizado o PEATE-FE nas frequências de 0.5, 1, 2 e 4 kHz, tanto por via aérea (VA) quanto por via óssea (VO). Para cada frequência, foram avaliadas 12 orelhas em um total de 18 neonatos. A análise dos resultados avaliou o tempo de latência e a presença da onda V até a intensidade de 20 dBnNA para quatro intensidades e para os dois tipos de condução (aérea e óssea). **Resultados:** observou-se aumento da latência da onda V com a diminuição da intensidade e maiores latências nas frequências mais baixas, tanto na VA quanto na VO. Porém, em fortes intensidades, em ambas condições, não houve diferença entre as latências de 0.5 e 1 kHz, contrariando os achados da literatura. Para VA, na frequência de 500 Hz, houve presença da onda V até 30 dBnNA em todas as orelhas, e em 1000 Hz, 11 orelhas (91,66 %) apresentaram resposta em 20 dBnNA; nas demais frequências, 100% das orelhas avaliadas apresentaram resposta em 20 dBnNA. Na VO, a presença da onda V em 20 dBnNA foi observada em todas as frequências estudadas. **Conclusão:** os valores descritos podem ser considerados normativos e utilizados na clínica como padrão de normalidade, auxiliando no diagnóstico diferencial da perda auditiva ao nascimento.

**DESCRITORES:** Audiometria da Resposta Evocada; Neonato; Audição

### ■ INTRODUÇÃO

A identificação precoce da perda auditiva congênita e a sua reabilitação apropriada propiciam grandes benefícios para a criança com perda de

audição, no que se refere ao desenvolvimento da percepção da fala, das habilidades auditivas, da comunicação e da linguagem. Também podem ser observados ganhos nas interações sociais com os familiares<sup>1</sup>.

Portanto, o objetivo é realizar o diagnóstico audiológico o quanto antes, para se iniciar a intervenção no período ideal de plasticidade do sistema nervoso auditivo. Esse diagnóstico é realizado por meio de medidas eletrofisiológicas da audição, principalmente do potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE)<sup>2,3</sup>.

O PEATE pode ser evocado por estímulos acústicos apresentados tanto por via aérea (VA) quanto por via óssea (VO), podendo, assim, fornecer com precisão o tipo e o grau da perda auditiva<sup>4</sup>.

<sup>(1)</sup> Pontifícia Universidade Católica de São Paulo- PUCSP, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>(2)</sup> Programa de Estudos Pós-Graduados em Fonoaudiologia da Faculdade de Ciências Humanas e da Saúde da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP, São Paulo, SP, Brasil.

Departamento de realização da pesquisa: Centro Audição na Criança (CeAC) da Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo CeAC/DERDIC – PUC-SP

Fonte de auxílio: CAPES/CNPq

Conflito de interesses: inexistente

Desde a década de 1970, o estímulo inicialmente utilizado no PEATE para diagnóstico audiológico de neonatos e lactentes foi o clique<sup>5</sup>. Atualmente, nos protocolos internacionais, ele é utilizado apenas para verificar a integridade das vias auditivas, avaliando a sincronia da função neuronal do VIII par craniano e vias auditivas do tronco encefálico, uma vez que não apresenta especificidade de frequência. Um estudo realizado no ano de 2011 descreveu que o clique representa a frequência com melhor limiar, entre 500 a 8000 Hz. Assim, esse estímulo não deve ser utilizado na rotina clínica para estimar os limiares auditivos<sup>6</sup>.

Poucas são as avaliações que diagnosticam com exatidão a perda auditiva em crianças que ainda não são capazes de responder à avaliação comportamental com o uso de procedimentos condicionados. Nos dias de hoje, utiliza-se nessa população o registro do PEATE com estímulos de frequência específica (PEATE-FE), também chamado de PEATE com estímulo *tone burst*. Para o *Joint Committee on Infant Hearing*, o PEATE-FE é o método escolhido para a estimativa dos limiares auditivos em crianças com idade inferior a seis meses<sup>7</sup>.

O estímulo *tone burst* é uma onda sinusoidal, com duração breve, caracterizado por um espectro de frequência com energia centrada na frequência de estimulação, predizendo com maior segurança o grau e configuração audiométrica. Além disso, o registro do PEATE-FE pode ser realizado tanto por VA como por VO<sup>8</sup>.

Há fortes evidências de que, quando o protocolo de exames é adequado, o nível mínimo de resposta (NMR) do PEATE-FE por VA pode prever os limiares da audiometria convencional com boa acurácia para uma grande variedade de configurações de perdas auditivas em adultos e crianças<sup>3,6</sup>. As evidências para a estimativa precisa dos limiares auditivos por VO ainda são escassas, porém o *Ontario Infant Program (IHP)*<sup>9</sup> indica que o PEATE-FE por essa via pode fornecer informações úteis, diferenciando perdas auditivas condutivas, mistas e sensorineurais<sup>10</sup>. Poucos estudos realizaram a normatização dos níveis mínimos de respostas e tempo de latência da onda V para a via óssea. As principais frequências estudadas são as de 500 e 2000 Hz, enquanto que para as frequências de 1000 e 4000 Hz ainda não existem normatizações em recém-nascido.

Estudo realizado no Canadá, apresentou evidências de que o PEATE-FE pode estimar diferentes graus e configurações de perdas auditivas. Assim, esse método, por VA e por VO, pode ser considerado o mais adequado para a avaliação de crianças, uma vez que possibilita um

diagnóstico preciso da perda auditiva. Sabe-se que, diante de um perfil audiológico mais preciso, a criança poderá se beneficiar com dispositivos eletrônicos de amplificação sonora individual e reabilitação apropriados mais precocemente e com maior efetividade. E assim, diminuir os danos causados pela privação sensorial que a perda auditiva causa<sup>11</sup>.

O objetivo deste estudo foi determinar os níveis mínimos de resposta (NMR) do PEATE-FE e a latência da onda V em neonatos ouvintes normais nas frequências de 0.5, 1, 2 e 4 kHz por via aérea e via óssea e determinar valores normativos.

## ■ MÉTODOS

A presente pesquisa foi realizada num serviço de referência em Saúde Auditiva de alta complexidade da cidade de São Paulo. O estudo foi aprovado pelo comissão de ética em pesquisa da instituição e obteve aprovação sob o protocolo número 134/2010. Todos os responsáveis pelos sujeitos do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

Este é um estudo transversal, descritivo de caráter quanti-qualitativo.

Participaram deste estudo neonatos com audição dentro dos padrões de normalidade, encaminhados de um hospital estadual da cidade de São Paulo para realização da Triagem Auditiva Neonatal, uma vez que este hospital não disponibiliza este serviço antes da alta hospitalar. Os neonatos foram encaminhadas pelo neonatologista do hospital em questão, com agendamento prévio no serviço de alta complexidade. Após a realização da triagem auditiva, os responsáveis pelos neonatos que obtiveram resultados satisfatórios, ou seja, que passaram na triagem auditiva, foram convidados a participar deste estudo.

Definiu-se que seria necessário o número de doze orelhas, sendo seis orelhas direitas e seis orelhas esquerdas. Este número foi suficiente para a coleta de dados, uma vez que não há variações significantes entre sujeitos no registro do PEATE. Foram estudadas as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Para tanto, participaram do estudo 18 neonatos.

Os critérios de inclusão deste estudo foram: neonatos a termo e pré-termo, com idade gestacional corrigida (IGC) acima de 39 semanas; os neonatos deveriam ter passado na triagem auditiva com o método PEATE-clique, na intensidade de 35 dBnNA; apresentar timpanometria do Tipo A<sup>12</sup> com sonda de tom teste de 226 e 1000 Hz; não apresentar diagnóstico ou suspeita de outras

deficiências sensoriais como alterações visuais, neurológicas ou psicológicas/psiquiátricas.

Cada um dos sujeitos foi submetido à avaliação eletrofisiológica com o PEATE-FE, sendo estudadas as frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz. Realizou-se o registro em apenas uma ou duas frequências para cada neonato, em ambas as orelhas, tanto por VA quanto por VO. Esta opção se deu devido ao tempo necessário para cada registro, que foi realizado em sono natural.

O registro do PEATE-FE foi realizado com o equipamento modelo *Eclipse Black Box – software EP25*, da marca *Interacoustics MedPC*, calibrado de acordo com a norma ISO-389-6 (*International Organization for Standardization – ISO*)<sup>13</sup>, em uma sala acusticamente tratada. O estímulo utilizado neste equipamento para registro de PEATE-FE o *tone burst*.

Os neonatos, em sono natural, foram acomodados no colo do responsável. Nos casos em que a criança acordou ou estava com sono muito agitado, o exame foi suspenso até que a mesma estivesse em condições ideais de sono para continuidade do exame.

Para colocação dos eletrodos, a pele do neonato foi higienizada com álcool. Em seguida o gel abrasivo *Nuprep* foi utilizado a fim de retirar a oleosidade que pudesse interferir na captação das respostas do exame. Os eletrodos foram fixados com a seguinte montagem: eletrodos de referência foram dispostos nas mastóides direita (M2) e esquerda (M1), e os eletrodos ativo (Fz) e terra (Fpz) na frente. A impedância dos eletrodos se manteve igual ou menor que 3 k $\Omega$  para início do registro.

Para pesquisa da onda V, foi utilizada a técnica descendente, em passos de 20 em 20 dB. Na ausência de registro da onda V a intensidade foi aumentada em passos de 10 dB. Não foram pesquisadas intensidades inferiores a 20 dB, pois esta já é considerada como normalidade segundo autores internacionais<sup>10,11,14</sup>.

Para o registro do PEATE-FE por VA, foram colocados fones de inserção EARTONE 3A no meato acústico externo do neonato. Iniciou-se o registro na intensidade de 80dBnNA.

Para o registro do PEATE por VO, foi utilizado um transdutor ósseo Radioear B-71 disposto na caixa craniana acima do eletrodo M1 (quando testada a orelha esquerda) e M2 (quando testada a orelha direita). O vibrador foi fixado com uma bandagem elástica (*Coban* modelo 1582, de 5 cm de largura, auto-aderente, 3M do Brasil), com força de  $400 \pm 25$ g, medida por meio de uma balança com escalas *Ohaus - Spring Scale*, modelo 8264-M. Para registro da VO a intensidade inicial variou entre 40 e 50 dBnNA, levando-se em consideração a presença de artefatos no registro, por vezes presente com a utilização do transdutor ósseo.

O limiar da onda V foi determinado pela menor intensidade na qual a onda V foi identificada, definida como o maior vértex positivo, seguido de uma longa deflexão negativa<sup>11</sup>. O registro foi realizado duas vezes em cada intensidade, para verificar a reprodutibilidade das ondas. O mínimo de estímulos foi de 800, com ruído residual menor que 0.04 $\mu$ V, seguindo parâmetros recomendados pelo fabricante.

Na Figura a seguir, estão descritas as características dos estímulos para realização do PEATE-FE, tanto por VA quanto por VO.

	Frequências			
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
<b>Polaridade</b>	Alternada	Alternada	Alternada	Alternada
<b>Janela de análise</b>	24 ms	24 ms	24 ms	24 ms
<b>Duração do estímulo</b>	6 ms	5 ms	2.5 ms	1.25 ms
<b>Ciclos</b>	3	5	5	5
<b>Envelope</b>	<i>Blackman</i>	<i>Blackman</i>	<i>Blackman</i>	<i>Blackman</i>
<b>Taxas de repetição</b>	27.1/s	27.1/s	27.1/s	27.1/s
<b>Filtros</b>	100-3000Hz	100-3000Hz	100-3000 Hz	100-3000Hz

**Figura 1- Características dos estímulos utilizados no registro do PEATE-FE**

Para a análise dos resultados, foram obtidas estatísticas descritivas, sendo analisadas as latências para as diferentes intensidades e nas quatro frequências estudadas. Além disso, para os tempos de latências, foram construídos Intervalos de Confiança com coeficiente de 95%, utilizando a distribuição t-Student.

Para a descrição dos níveis mínimos de resposta não foram realizadas análises estatísticas inferenciais, pois não houve variação significativa entre os sujeitos, estas foram apenas descritivas. Já, para determinar a relação existente entre latência e intensidade em cada frequência, foram estimadas curvas de crescimento, as quais descrevem o comportamento da latência em função da intensidade. O modelo de curva ajustada foi dado por<sup>15</sup>:

#### Via Aérea:

- **Frequência de 500Hz:** Latência prevista=  $18,955 - 0,203 \times \text{Intensidade} + 0,0009 \times \text{Intensidade}^2$ .
- **Frequência de 1000Hz:** Latência prevista=  $13,670 - 0,064 \times \text{Intensidade}$ .

- **Frequência de 2000Hz:** Latência prevista=  $11,874 - 0,077 \times \text{Intensidade} + 0,0003 \times \text{Intensidade}^2$ .
- **Frequência de 4000Hz:** Latência prevista =  $9,867 - 0,038 \times \text{Intensidade}$ .
- Via óssea
- **Frequência 500Hz:** Latência prevista =  $15,696 - 0,122 \times \text{Intensidade}$ .
- **Frequência 1000Hz:** Latência prevista =  $13,846 - 0,069 \times \text{Intensidade}$ .
- **Frequência 2000Hz:** Latência prevista =  $13,328 - 0,094 \times \text{Intensidade}$ .
- **Frequência 4000Hz:** Latência prevista =  $9,941 - 0,053 \times \text{Intensidade}$ .

#### ■ RESULTADOS

Inicialmente, como mostra a Tabela 1, foi realizada a caracterização do grupo quanto à idade gestacional corrigida (IGC) dos neonatos somando-se a idade gestacional e o tempo de vida (semanas), para cada frequência pesquisada.

**Tabela 1 - Estatística descritiva para a idade gestacional corrigida (semanas) dos neonatos para cada frequência estudada (n=12 orelhas)**

	Idade Gestacional Corrigida (semanas)			
	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
<b>Média</b>	44,17	42,33	41,00	42,71
<b>Mediana</b>	43,00	42,00	40,50	42,00
<b>Desvio Padrão</b>	3,13	2,42	2,10	2,93

A seguir, são apresentados os resultados do PEATE-FE, segundo a presença da onda V até a intensidade de 20 dBnNA e respectivos tempos de latência encontrados, tanto por VA quanto por VO.

A Tabela 2 mostra a intensidade mínima na qual foram observadas as ondas V em cada frequência estudada. Nota-se que para a frequência de 500 Hz por via aérea todas as orelhas (12 orelhas)

apresentaram presença de onda V apenas em 30 dBnNA. Já para 1000 Hz, 11 orelhas, ou seja, 91,66% apresentaram resposta em 20 dBnNA e apenas uma (8,34%) em 30 dBnNA. As demais frequências realizadas por via aérea e todas as frequências de via óssea apresentaram respostas em 20 dBnNA em 100% das orelhas avaliadas.

**Tabela 2 - Intensidade mínima (dBnNA) em que foram observadas a presença da onda V nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz para via aérea e via óssea, obtidas no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica (n=12 orelhas para cada frequência)**

	Presença de onda V até 20 dBnNA			
	500Hz	1000Hz	2000Hz	4000Hz
<b>Via Aérea</b>	30 dBnNA (100%)	20 dBnNA (91,66%)	20 dBnNA (100%)	20 dBnNA (100%)
<b>Via Óssea</b>	20 dBnNA (100%)	20 dBnNA (100%)	20 dBnNA (100%)	20 dBnNA (100%)

Nas tabelas a seguir, são apresentadas as estatísticas descritivas dos tempos de latências das ondas V e os intervalos de confiança de 95% nas intensidades e frequências estudadas tanto por VA (Tabela 3) e (quanto por) VO (Tabela 4).

Foram construídas curvas ajustadas de crescimento da latência em função da intensidade nas quatro frequências para VA e VO as quais são apresentadas nas Figuras 2 e 3.

**Tabela 3 - Estatística descritiva e intervalo de confiança de 95% para o tempo de latência (ms) da onda V para cada intensidade por via aérea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000Hz, obtidos no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica (n=12 orelhas para cada frequência)**

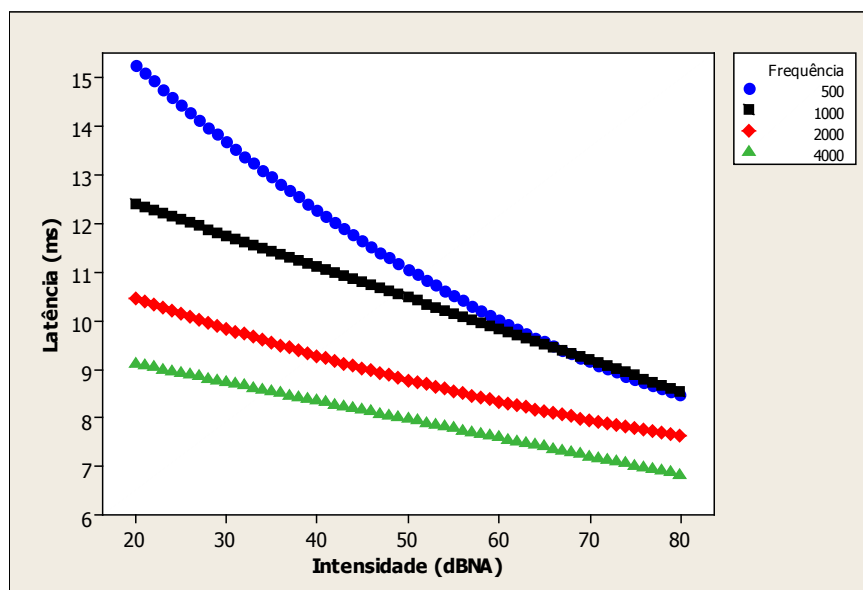
Intensidade dBnNA		500Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
80	Média	8,53	Média 8,61	Média 7,75	Média 6,91
	Mediana	8,53	Mediana 8,77	Mediana 7,64	Mediana 7,00
	DP	0,17	DP 0,38	DP 0,29	DP 0,38
	LI	8,42	LI 8,37	LI 7,57	LI 6,67
	LS	8,64	LS 8,86	LS 7,93	LS 7,16
60	Média	10,11	Média 9,76	Média 7,75	Média 7,49
	Mediana	10,13	Mediana 9,74	Mediana 7,64	Mediana 7,60
	DP	0,55	DP 0,49	DP 0,29	DP 0,38
	LI	9,75	LI 9,26	LI 8,11	LI 7,24
	LS	10,46	LS 9,78	LS 8,58	LS 7,73
40	Média	12,22	Média 10,95	Média 9,34	Média 8,22
	Mediana	12,17	Mediana 10,97	Mediana 9,40	Mediana 8,27
	DP	0,55	DP 0,47	DP 0,24	DP 0,45
	LI	11,87	LI 10,62	LI 9,18	LI 7,93
	LS	12,57	LS 11,04	LS 9,49	LS 8,50
30	Média	13,73	Média 12,35	----	----
	Mediana	13,51	Mediana 12,20	----	----
	DP	0,57	DP 0,33	----	----
	LI	13,36	LI 11,53	----	----
	LS	14,09	LS 13,40	----	----
20	----	----	Média 12,50	Média 10,44	Média 7,49
	----	----	Mediana 12,47	Mediana 10,47	Mediana 7,60
	----	----	DP 1,18	DP 0,38	DP 0,38
	----	----	LI 11,79	LI 10,20	LI 8,86
	----	----	LS 12,67	LS 10,68	LS 9,57

DP – desvio padrão; LI – limite superior; LS – limite superior; ---- - não realizado

**Tabela 4 - Estatística descritiva e intervalo de confiança para o tempo de latência (ms) da onda V para cada intensidade por via óssea nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, obtidos no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico por Frequência Específica (n=12 orelhas para cada frequência)**

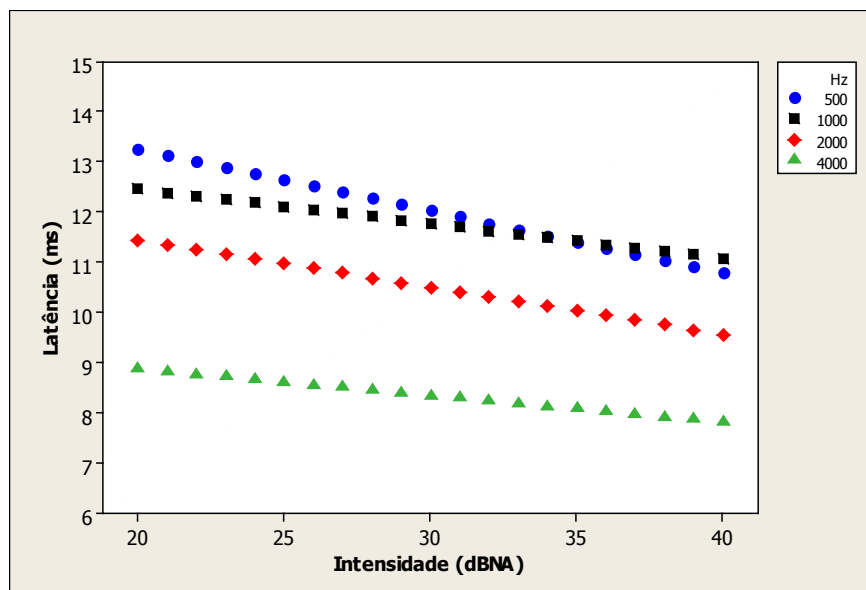
Intensidade dBnNA	500Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
50	----	----	Média	9,72	----	----	----	----
	----	----	Mediana	9,74	----	----	----	----
	----	----	DP	0,47	----	----	----	----
	----	----	LI	8,97	----	----	----	----
	----	----	LS	10,46	----	----	----	----
40	Média	10,89	Média	11,07	Média	9,61	Média	7,84
	Mediana	10,97	Mediana	11,04	Mediana	9,47	Mediana	8,00
	DP	0,96	DP	0,74	DP	0,53	DP	0,59
	LI	10,28	LI	10,60	LI	9,27	LI	7,47
	LS	11,50	LS	11,54	LS	9,94	LS	8,21
30	Média	11,91	----	----	Média	10,48	----	----
	Mediana	11,87	----	----	Mediana	10,27	----	----
	DP	1,21	----	----	DP	0,97	----	----
	LI	10,90	----	----	LI	9,86	----	----
	LS	12,92	----	----	LS	11,10	----	----
20	Média	13,33	Média	12,46	Média	11,48	Média	8,89
	Mediana	13,30	Mediana	12,10	Mediana	11,27	Mediana	9,07
	DP	1,05	DP	1,03	DP	1,00	DP	0,43
	LI	12,66	LI	11,80	LI	10,84	LI	8,62
	LS	14,00	LS	13,11	LS	12,12	LS	9,16

DP – desvio padrão; LI – limite superior; LS – limite superior; ---- - não realizado



**Figura 2 - Curvas ajustadas da Latência da onda V X Intensidade obtidas nas quatro frequências estudadas por via aérea (n=12 orelhas para cada frequência)**





**Figura 3 - Curvas ajustadas da Latência da onda V X Intensidade obtidas nas quatro frequências estudadas por via óssea (n=12 orelhas em cada frequência)**

Observa-se, tanto na via aérea quanto na via óssea, que na intensidade máxima pesquisada, a latência foi maior para as frequências mais baixas, diminuindo à medida que a frequência se tornou mais alta. Pode-se notar que, nas frequências de 500 e 1000 Hz, houve variação mínima da latência em 80 e 60 dBnNA; porém, com a diminuição da intensidade, essa diferença tornou-se mais evidente.

## ■ DISCUSSÃO

A normatização dos NMR (limiar eletrofisiológico) e dos valores de latência nas diferentes faixas etárias são essenciais para a utilização clínica dos PEATE. No PEATE-FE, também é essencialmente importante, principalmente em recém-nascidos e crianças, pois este procedimento é o recurso que, em conjunto com as Emissões Otoacústicas Evocadas e a Timpanometria, define a configuração, o grau e o tipo da perda auditiva.

Assim, para definir os parâmetros, ou seja, os valores considerados como normais para a interpretação clínica dos resultados no diagnóstico audiológico por meio dos PEATE-FE, optou-se, nesse estudo, por avaliar neonatos com audição normal. Foram determinadas então a presença da onda V até a intensidade de 20 dBnNA e os valores de latência em função da intensidade. A seguir são discutidos os resultados obtidos para as quatro frequências estudadas (500, 1000, 2000 e 4000 Hz).

## Presença de onda V

### Via aérea

Com relação à intensidade de aparecimento da onda V na **frequência de 500 Hz**, 100% das orelhas investigadas apresentaram resposta somente até a intensidade de 30 dBnNA, por via aérea. Estes achados corroboram com aqueles encontrados em vários estudos<sup>14,16-20</sup>, nos quais, os NMR médios não diferiram de 10 dB dos achados do presente estudo. Em uma meta-análise realizada e em um estudo realizado em 2007, os NMR médios encontrados foram menores, 19,6 e 18,4 dBnNA, respectivamente<sup>11,21</sup>. Assim, os autores deste último estudo sugeriram como padrão de normalidade a intensidade de 30 dBnNA para esta frequência<sup>21</sup>. Os NMR da frequência de 500 Hz sempre se mostram mais elevados quando comparados às demais frequências, mas, sabe-se que a morfologia da onda V para esta frequência não é tão bem definida, além de ser mais influenciada pelo ruído, podendo interferir na visualização da resposta em fracas intensidades<sup>20,22</sup>.

Na **frequência de 1000 Hz**, apenas uma orelha apresentou resposta em 30 dBnNA, as demais, 11 (91,66%) orelhas, revelaram resposta na intensidade de 20 dBnNA. Na literatura estudada, houve variação com relação ao NMR nesta frequência. Em alguns estudos<sup>10,19,21</sup>, foram observados NMR menores do que 20 dBnNA, porém vale ressaltar que, na presente pesquisa, a intensidade mínima pesquisada foi de 20dBnNA. Entretanto, em outros

estudos, o NMR foi encontrado em 35 e 25 dBnNA para essa frequência<sup>20,23</sup>.

Para a **frequência de 2000 Hz**, todas as orelhas apresentaram respostas bem definidas na intensidade mínima pesquisada, ou seja, 20 dBnNA. Alguns estudos encontraram NMR inferiores a 20 dBnNA<sup>10,14,19-21</sup>. Uma pesquisa realizada no Brasil no ano de 2009, encontrou o NMR médio em 32.5dBnNA para orelha direita e 32.2dBnNA para a esquerda, e a autora acredita que tais resultados se justifiquem por diferenças metodológicas, tais como: falta de juízes experientes na marcação da onda V, utilização de poucos estímulos e uso de fone supra aurais e não de inserção como na maioria dos estudos<sup>24</sup>.

Igualmente como ocorreu em 2000Hz, na **frequência de 4000 Hz**, todas as orelhas apresentaram resposta na intensidade de 20 dBnNA. Esta frequência foi recentemente recomendada por Stevens, para iniciar o diagnóstico audiológico, por meio do PEATE-FE<sup>25</sup>. Os NMR encontrados na literatura para essa frequência, mostraram respostas em intensidades menores que 20 dBnNA<sup>10,14,19-22</sup>. Porém, vale ressaltar que na presente pesquisa, os neonatos se encontravam em sono natural, e não sob sedação como ocorreu em alguns estudos citados acima. Foi por este motivo, como descrito na metodologia, que se optou pela intensidade mínima de 20 dBnNA.

Apesar de a pesquisa do limiar eletrofisiológico ser um procedimento que demanda tempo, principalmente nas frequências mais baixas, que normalmente são afetadas por ruído e possuem a morfologia da onda V não tão bem definida, os resultados encontrados neste estudo, não diferiram dos achados na literatura e dos sugeridos por diretrizes internacionais, mostrando assim, que a utilização do PEATE-FE, por via aérea, possui grande aplicabilidade.

#### *Via óssea*

Em **500 Hz**, todas as orelhas apresentaram respostas presentes em 20dBnNA para a via óssea, assim como sugerido por estudos e programas internacionais, que estabeleceram esta intensidade como padrão de normalidade<sup>3,14,26</sup>. Em outro estudo<sup>27</sup>, 100% dos sujeitos obtiveram respostas na intensidade de 30 dBnNA e 80% em 20 dBnNA. Autores salientam que é mais difícil a detecção da onda V nessa frequência quando comparado a 2000 Hz, por esta ser morfologicamente mais arredondada. Estes mesmos autores ainda salientaram que os NMR por via óssea em crianças podem ser mais elevados, uma vez que a anatomia do crânio dos adultos possui mais massa e, portanto, um maior osso temporal<sup>28</sup>.

Um estudo realizado em 1997 enfatiza ser fundamental a realização do registro do PEATE-FE na frequência de 500 Hz por via óssea, para estabelecer a presença de fatores condutivos, uma vez que esta é a mais afetada por fluidos presentes na orelha média<sup>29</sup>.

Apenas dois estudos foram encontrados que avaliaram a **frequência de 1000 Hz** por via óssea. No presente estudo, observou-se que todas as orelhas avaliadas apresentaram respostas bem definidas na intensidade de 20 dBnNA em 1000 Hz, mostrando uma linearidade nos resultados. Estudo realizado no ano de 1993 avaliou esta frequência por VO e constataram que os resultados no PEATE-FE estavam entre 10 a 20 dB mais elevados que na audiometria comportamental<sup>30</sup>.

No presente estudo, foi observado o registro da onda V na intensidade de 20 dBnNA na **frequência de 2000 Hz**, em todas as orelhas testadas. Em um estudo internacional, foi observado que 94% das crianças apresentaram resposta em 30dBnNA<sup>26</sup>. Para os autores deste estudo<sup>26</sup>, bem como para outros autores<sup>3,27</sup>, a intensidade de 30 dBnNA pode sugerir sensibilidade coclear normal. Pesquisa realizada em 1993 encontrou NMR médios de 8.46 e 13.75 dBnNA para adultos e crianças, respectivamente<sup>28</sup>.

Diretriz internacional sugere a utilização da **frequência de 4000 Hz** por via óssea no PEATE-FE para o diagnóstico audiológico de lactentes, neonatos e crianças, porém, há pouca literatura sobre a realização de PEATE-FE nesta frequência<sup>25</sup>. No presente estudo, observou-se presença de onda V até a intensidade de 20 dBnNA em todas as orelhas testadas. Autores salientaram que é importante a realização da pesquisa em 4000 Hz, pois, fornece informações sobre as frequências mais altas, úteis para o diagnóstico audiológico<sup>29</sup>.

Diante dos resultados do presente estudo, observa-se que a utilização do PEATE-FE por via óssea é viável nas quatro frequências, conseguindo assim, avaliar a sensibilidade coclear. Além disso, a detecção da onda V não se mostrou mais difícil em relação à via aérea, mesmo em fracas intensidades. A única limitação encontrada para a realização da VO foi a intensidade máxima do equipamento que varia entre 50 e 40 dBnNA.

### **Função Latência X Intensidade**

#### *Via aérea*

Com relação à função latência X intensidade, pôde-se observar que houve um aumento da latência com a diminuição do nível de intensidade utilizado para desencadear a resposta, bem como, uma diminuição da latência com o aumento da



frequência estudada, como sugerido pela literatura pesquisada<sup>18,20,31</sup>.

No presente estudo, a função latência X intensidade das frequências de 500 e 1000 Hz não se comportaram como o mostrado na literatura<sup>18,20,31</sup>, uma vez que não foram observadas grandes diferenças entre essas duas frequências nas intensidade de 80 e 60 dBnNA. Porém, alguns autores salientaram que em fortes intensidades, um estímulo breve como o *tone burst* pode evocar respostas em áreas adjacentes da cóclea, gerando energia acústica em frequências indesejadas, ou seja, que não se pretende avaliar. Assim, em intensidades elevadas não há uma especificidade de frequência do estímulo. Os autores ainda enfatizaram que isso ocorre principalmente em baixas frequências (abaixo de 2000 Hz), o que poderia justificar os achados do presente estudo. Para que ocorra essa especificidade de frequência, os autores sugeriram o uso do mascaramento ipsilateral o qual irá restringir as respostas das áreas da membrana basilar que não deveriam ser estimuladas<sup>14,32,33</sup>.

Para a **frequência de 500 Hz**, a latência média encontrada em 80 dBnNA foi de  $8.53 \pm 0.17$ ms e em 30 dBnNA de  $13.73 \pm 0.57$ ms. Apenas um estudo avaliou a latência em 80 dBnNA, de forma que a média de aparecimento da onda V foi maior (Crianças a termo:  $11.0 \pm 0,7$ ms e pré-termo:  $12.1 \pm 0,3$ ms) quando comparada a do presente estudo<sup>34</sup>. Com relação à intensidade de 30 dBnNA, alguns estudos revelaram latências médias semelhantes com as encontradas neste estudo<sup>18,20,35</sup>.

Na **frequência de 1000 Hz**, em 80 dBnNA, o tempo de latência foi de  $8.61 \pm 0.38$ ms, sendo menor do que o observado em um estudo realizado no Brasil, ( $9.24 \pm 0.5$ ms)<sup>23</sup>. Em 60 dBnNA, a latência da onda V assemelhou-se bastante com as encontradas por outros dois autores<sup>23,24</sup>. Já para a frequência de 20 dBnNA, a média foi de  $12,50 \pm 1,18$ ms, apresentando-se bastante semelhante ao encontrado em outro estudo na intensidade de 15 dBnNA ( $12.2 \pm 0.69$ ms)<sup>36</sup>.

As latências obtidas no presente estudo para a **frequência de 2000 Hz**, assemelham-se com as encontradas por Porto em todas as intensidades. A média da latência para 20 dBnNA foi de  $10,44 \pm 0,38$ ms, a qual corrobora com os achados em outros estudos<sup>19,20,22</sup>.

Os tempos de latência encontrados no presente estudo na **frequência de 4000 Hz**, corroboram com os encontrados por outros autores em 20 dBnNA<sup>18-20</sup> e 60 dBnNA<sup>19,36</sup>. As latências da onda V, em um estudo de 2010 mostraram-se mais longas em todas as intensidades quando comparadas as encontradas neste e nos demais estudos

apresentados acima. Esta diferença pode ter ocorrido pelos diferentes parâmetros utilizados<sup>34</sup>.

#### Via óssea

Assim como ocorreu na via aérea, houve um aumento de latência da onda V com a diminuição da intensidade e da frequência estudada. Novamente, nas frequências de 500 e 1000 Hz, na maior intensidade pesquisada, as latências não se comportaram como o esperado, ou seja, não houve uma grande variação entre as duas frequências. Contrapondo este achado, autores observaram que a latência da onda V apresenta-se mais longa quanto mais baixa a frequência estudada<sup>30</sup>. A mesma justificativa apresentada no subitem anterior para a VA, pode ser aplicada para a VO, em que há ativação de áreas adjacentes da cóclea em fortes intensidades, gerando energia acústica em frequências indesejadas<sup>16,32,33</sup>.

Os tempos de latência encontrados em outro estudo para as frequências de 500 e 2000 Hz, assemelham-se com os encontrados no presente estudo, em todas as intensidades<sup>19</sup>. Para as frequências de 1000 e 4000 Hz, não foram encontrados estudos que analisaram o tempo de latência de aparecimento da onda V.

Pode-se observar que não houve muita variação dos tempos de latência entre os neonatos, tanto na estimulação por via aérea quanto por via óssea, uma vez que os desvios padrões, para todas as frequências e intensidade estudadas, foram pequenos, mostrando assim, uma linearidade no tempo de aparecimento da onda V.

Vale salientar que a latência é afetada pelos parâmetros escolhidos para a realização do exame, bem como pelo equipamento utilizado. Para a VO, o posicionamento e a força do vibrador ósseo também alteram o tempo de latência da onda. Por essa razão, o vibrador ósseo precisa ser utilizado sempre na mesma posição e com a mesma força em todos os sujeitos<sup>37</sup>.

É de extrema importância que antes da utilização clínica do PEATE-FE por VA e VO, o clínico normalize o equipamento com base no protocolo a ser utilizado, testando crianças e adultos e averiguando se os achados corroboram com a literatura, para estabelecer, a consistência de seu equipamento, com os achados descritos na literatura. Somente assim, o examinador poderá comparar os seus achados clínicos com os valores de normalidade pré-estabelecidos e determinar a existência de uma alteração auditiva, classificando-as quanto ao grau e ao tipo de perda auditiva.

## ■ CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos, a partir dos parâmetros e registros no equipamento utilizado, pode-se concluir que:

Níveis mínimos de resposta em 30 dBnNA para 500 Hz e 20 dBnNA para 1000, 2000 e 4000 Hz para VA e 20 dBnNA para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz para VO podem ser considerados normais,

podendo ser utilizados como parâmetros na interpretação clínica dos PEATE-FE em neonatos.

A latência média da onda V nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz em 80 dBnNA foram respectivamente 8.53, 8.61, 7.75 e 6.91 ms para a via aérea; para a via óssea, as latências médias encontradas foram 10.99, 11.07, 9.61 e 7.84 ms respectivamente para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, as quais podem ser consideradas normais para a faixa etária estudada.

## ABSTRACT

**Purpose:** to determine the minimum response and the latency of V wave in the Frequency-specific auditory brainstem responses (FS-ABR) in normal hearing neonates at the frequencies: 0.5, 1, 2 and 4 kHz by air and bone conduction and to determine normative values. **Methods:** normal hearing neonates were assessed with FS-ABR at 0.5, 1, 2 and 4 kHz, air and bone conduction. Twelve ears were assessed in each frequency, totalizing 18 neonates. Results analysis considered the latency and the presence of wave V until 20 dB nHL in air and bone conduction, for four intensities. **Results:** it was observed an increase of wave V latency with the decrease of intensity, and greater latencies at lower frequencies in both air and bone conduction. Nevertheless, there was no difference between the latencies at 0.5 and 1 kHz with strong intensity stimuli in both conditions, contrasting to literature findings. Considering air conduction, wave V was present at 0,5 kHz at 30 dB nHL in all ears and at 1 kHz 11 ears (91,66%) presented it at 20 dB nHL. All subjects (100%) presented responses to the other frequencies at 20 dBn HL. Considering bone conduction, all subjects presented wave V at 20 dB nHL in all frequencies. **Conclusion:** the found values can be used in clinical practice in order to guide the differential diagnosis of hearing loss, complementing the evaluation as for hearing neonates.

**KEYWORDS:** Audiometry, Evoked Response; Infant, Newborn; Hearing

## ■ REFERÊNCIAS

- Downs MP, Yoshinaga-Itano C. The efficacy of early identification and intervention for children with hearing impairment. *Pediatr Clin North Am.* 1999;46:79-87.
- Bevilacqua MC, Moreti ALM. Abordagem auricular para crianças usuárias de implante coclear. In: Lavinsky L, editor. *Tratamento em otologia.* Rio de Janeiro: Revinter; 2006. p. 531-61.
- Stapells DR. The tone-evoked ABR: Why it's the measure of choice for young infants. *The Hearing Journal.* 2002;55(11):14-8.
- Hood LJ. *Clinical application of the auditory brainstem response.* San Diego: Singular Publishing Group, 1998.
- Jewett DL, Romano MN, Williston JS. Human auditory evoked potentials: possible brainstem components detected on the scalp. *Science.* 1970;67:1517-8.
- Stapells DR. Frequency-specific threshold assessment in young infants using the transient

ABR and the brainstem ASSR. In: Seewald RC, Tharpe AM. *Comprehensive Handbook of Pediatric.* San Diego: Plural Publishing, 2011. p.67-105.

7. Joint Committee on Infant Hearing (JCIH). Position statement: Principles and guidelines for early hearing detection and intervention program. *Pediatrics.* 2007;120(4):898-921.

8. Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KA, Jesteadt W. Auditory brainstem response to tone burst in normally hearing subjects. *J Speech Hear Res.* 1988;31:87-97.

9. Ontario Infant Hearing Program – Audiologic assessment protocol and support documentation. 2008. [Acesso dia 27 de fev 2011]. Disponível em: <http://ihp.mtsinai.on.ca/english/HealthProfessionals.htm>

10. Hyde ML. Ontario Infant Hearing Program Audiologic Assessment Protocol. Otologic Function Unit Mount Sinai Hospital, Toronto. Version 3.1, January 2008.

11. Stapells DR. Thresholds estimation by the tone evoked auditory brainstem response: a literature

meta-analysis. *J Speech Lang Pathol Audiol.* 2000;24(2):74-83.

12. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol.* 1970;92(4):311-24.

13. International Organization for Standardization (ISO). ISO 389-6: Acoustics – Reference zero for the calibration of audiometric equipment – Part 6: Reference hearing threshold levels for test signals of short duration 2007.

14. BCEHP – British Columbia Early Hearing Program Diagnostic Audiology Protocol., 2008 [Acesso em 07 de abr 2011]. Disponível em: <http://www.phsa.ca/AgenciesServices/Services/BCEarlyHearingPrgrs/ForProfessionals/ProtocolsStandards.htm>.

15. Pinheiro JC, Bates DM. Mixed-effects models in S and S-PLUS. Springer, NY, 2004.

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. Rance G, Tomlin D, Rickards FW. Comparison of auditory steady-state response and tone-burst auditory brainstem responses in normal babies. *Ear Hear.* 2006;27:751-62.

18. Ribeiro FM, Carvalho RM. Tone-evoked ABR in full-term and preterm neonates with normal hearing. *Audiology.* 2008;47:21-8.

19. Vander Werff KR, Prieve BA, Georgantas LM. Infant air and bone conduction tone burst auditory brainstem responses for classification of hearing loss and the relationship to behavioral thresholds. *Ear Hear.* 2009;30(3):1-19.

20. Almeida MG, Rodrigues GRI, Lewis DR. Potenciais evocados auditivos por frequência específica em lactentes com audição normal. *Rev CEFAC.* 2010 [acesso em 20 fev 2011];13(3):489-95. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1516-18462010005000064&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-18462010005000064&lng=en).

21. Lee C, Hsihe T, Pan S, Hsu C. 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.

22. Hawes MD, Greenberg, HJ. Slow brain responses (SN10) to tone pip in normally hearing newborns and adults. *Audiology.* 1981;20:113-22.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-0216201419812>

Recebido em: 30/08/2012

Aceito em: 12/04/2013

Endereço para correspondência:

Natália Ramos

R. Estado de Israel, 860 - Vila Clementino

São Paulo - SP - Brasil

E-mail: [taia.ramos@yahoo.com.br](mailto:taia.ramos@yahoo.com.br)

23. Araujo FCM. Interpretação clínica do potencial evocado auditivo de tronco encefálico na frequência específica de 1000Hz em recém nascidos. [Dissertação]: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2004.

24. Porto MAA. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico – tone burst e resposta auditiva de estado estável em lactentes. [Tese]: Universidade Federal de São Paulo; 2009.

25. Stevens J, editor. Newborn hearing screening and assessment: guidelines for the early audiological assessment and management of babies referred from the newborn hearing screening programme NHSP Early assessment guidelines. 2011; v2.5. [Acesso dia 27 de fev 2011]. Disponível em: <http://hearing.screening.nhs.uk/audiologypublic>

26. Stapells DR, Ruben RJ. Auditory Brain Stem, Responses to Bone-Conducted Tones in Infants. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1989;98(12):941-9.

27. Kramer SJ. Frequency-specific auditory brainstem responses to bone-conducted stimuli. *Audiology.* 1992;31(2):61-71.

28. Foxe JJ, Stapells DR. Normal infant and adult auditory brainstem responses to bone-conducted tones. *Audiology.* 1993;32(2):95-109.

29. Cone-Wesson B, Ramirez GM. Hearing sensitivity in newborns estimated from ABRs to bone-conducted sounds. *J Am Acad Audiol.* 1997;8(5):299-307.

30. Gorga MP, Kaminski JR, Beauchaine KL, Bergman BM. A comparison of auditory brainstem response threshold and latency elicited by air- and bone-conducted stimuli. *Ear Hear.* 1993;14(2):85-94.

31. Slinger YS, Abdala C, Cone-Wesson B. Auditory threshold sensitivity of the human neonate as measured by the auditory brainstem response. *Hearing Research.* 1997;104:27-38.

32. Gorga MP, Thornton AR. The choice of stimuli for ABR measurements. *Ear Hear.* 1980;10:217-30.

33. Hall JW. *New Handbook for Auditory Evoked Responses.* Boston: Pearson Education. 2006.

34. Cavalcante JMS. Registro dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico por estímulos click e tone burst em recém-nascidos a termo e pré-termo. [Dissertação]: Universidade de São Paulo; 2010.

35. Kulekçi S, Terlemez S, Çiprut A, Akdas F. 500Hz logon versus click ABR maturation. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2007;71(5):755-79.

36. Davis H. Principles of electric response audiometry. *Ann Otol Rhinol Laryngol.* 1976;85(28):1-96.

37. Fichino SN, Lewis DR, Fávero ML. Estudo dos limiares eletrofisiológicos das vias aérea e óssea em crianças com até 2 meses de idade. *Rev Bras Otorrinolaringol.* 2007;73(2):251-6.