

# Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável no diagnóstico audiológico infantil: uma comparação com os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico

# Steady-state auditory evoked responses in audiological diagnosis in children: a comparison with brainstem evoked auditory responses

Gabriela Ribeiro Ivo Rodrigues <sup>1</sup>, Doris Ruth Lewis <sup>2</sup>, Silvia Nápole Fichino <sup>3</sup>

Palavras-chave: criança, perda auditiva neurossensorial, potenciais evocados auditivos do tronco encefálico.  
Keywords: brain stem, auditory, evoked potentials.

## Resumo / Summary

Os Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável (PEAEE) têm sido apontados como uma técnica promissora na avaliação audiológica infantil. **Objetivo:** Investigar o nível de concordância entre os resultados dos PEAEE e dos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE-clique) em um grupo de crianças com perda auditiva sensorineural, averiguando assim a aplicabilidade clínica desta técnica na avaliação audiológica infantil. **Forma de Estudo:** Clínico prospectivo de coorte transversal. **Material e Método:** 15 crianças com idade entre dois e 36 meses e diagnóstico de perda auditiva sensorineural. A concordância entre as respostas dos dois testes foi avaliada por meio do coeficiente de correlação intraclass e o teste de McNemar comparou os dois testes quanto à probabilidade de ocorrência de resposta. **Resultados:** Os coeficientes de correlação encontrados foram 0,70; 0,64; 0,49; 0,69; 0,63 e 0,68 respectivamente para as frequências de 1, 2, 4, 1-2, 2-4 e 1-2-4kHz. No teste de McNemar foi obtido  $p=0.000$ , indicando que a probabilidade de se obter resposta presente nos dois testes não é igual, sendo maior nos PEAEE. **Conclusão:** A boa concordância observada entre as técnicas sugere que um exame pode ser complementar ao outro. Os PEAEE, entretanto, promoveram informações adicionais nos casos de perdas severas e profundas, acrescentando dados importantes para a reabilitação destas crianças e proporcionando maior precisão no diagnóstico audiológico.

Auditory Steady-State Responses (ASSR) are being recognized as a promising technique in the assessment of hearing in children. **Aim:** To investigate the agreement level between results obtained from ASSR and click-ABR in a group of children with sensorineural hearing loss, in order to study the clinical applicability of this technique to evaluate the hearing status in young children. **Study design:** clinical prospective with a cross-sectional cohort. **Materials and Methods:** 15 children aged between two and 36 months and with diagnosis of sensorineural hearing loss. The correlation between the responses of the two tests was evaluated by intraclass correlation coefficient and McNemar test comparing the probability of responses in both tests. **Results:** The correlation coefficients were: 0.70; 0.64; 0.49; 0.69; 0.63 and 0.68 respectively for frequencies of 1, 2, 4, 1-2, 2-4 and 1-2-4kHz. In McNemar test  $p = 0.000$ , indicating that the probability of obtaining responses in both tests was not equal, but greater for the ASSR. **Conclusion:** we found good agreement between the techniques among the four frequencies evaluated, suggesting that both tests may be complementary. However, the ASSR was able to obtain additional information in cases of severe and profound hearing losses, adding important data to the management of these children, providing greater accuracy to the audiological diagnosis.

<sup>1</sup> Mestre em Fonoaudiologia pela PUC-SP, Fonoaudióloga do Centro de Referência em Saúde Auditiva - Centro "Audição na Criança" - CeAC/ DERDIC/PUCSP.

<sup>2</sup> Doutora em Saúde Pública pela USP, Professora Titular do Programa de Pós - Graduação em Fonoaudiologia e Faculdade de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP; Fonoaudióloga do Centro de Referência em Saúde Auditiva - Centro "Audição na Criança" - CeAC/ DERDIC/PUCSP.

<sup>3</sup> Mestre em Fonoaudiologia pela PUC-SP, Fonoaudióloga e colaboradora do Centro de Referência em Saúde Auditiva - Centro "Audição na Criança" - CeAC/ DERDIC/PUCSP.

Estudo realizado no Centro "Audição na Criança", Divisão de Educação e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação - CeAC/DERDIC/PUCSP.  
Endereço para correspondência: Gabriela Ribeiro Ivo Rodrigues - Rua Estado de Israel 860 Vila Clementino São Paulo Capital 04022-040.

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 16/3/2009. cod. 6315.

Artigo aceito em 7/8/2009 13:36:44.

---

## INTRODUÇÃO

---

Com a implantação da triagem auditiva neonatal, visando minimizar os efeitos negativos da perda auditiva congênita, surge a necessidade de se realizar o diagnóstico preciso do status auditivo da criança, para que se possa dar início à adaptação do aparelho de amplificação sonora e às medidas de intervenção necessárias. Estudos demonstraram que a adequada amplificação seguida de terapia fonoaudiológica nos primeiros seis meses de vida maximiza o potencial de desenvolvimento de fala e linguagem em crianças com todos os graus de perda auditiva.<sup>1,2</sup>

No entanto, estabelecer a configuração audiométrica de crianças nos primeiros meses de vida é uma tarefa bastante complexa, visto que não é possível obter resultados fidedignos que dependam das respostas comportamentais desses pacientes. Nessa população o diagnóstico audiológico é pautado, então, em exames eletroacústicos e principalmente eletrofisiológicos, os quais avaliam a integridade das vias auditivas, possibilitando uma estimativa da audição.<sup>3</sup>

É com essa finalidade que os Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico obtidos com o estímulo clique (PEATE-clique) têm sido amplamente utilizados nas últimas décadas. O clique é considerado mais eficaz para evocar respostas eletrofisiológicas por estimular uma região maior da cóclea, resultando numa boa sincronia neural pela ação conjunta de um maior número de fibras nervosas. No entanto, por ser um estímulo de banda larga, o clique não é específico em frequência e tem sua concentração de energia nas altas frequências (2 a 4 kHz), de forma que não provê informações sobre a configuração da perda auditiva.<sup>4</sup>

Na clínica, tem sido utilizada a pesquisa dos potenciais evocados de tronco encefálico por frequência específica (PEATE-FE) para estimar a configuração da perda auditiva. Nesta técnica é realizada pesquisa da mesma forma como no PEATE-clique, porém os estímulos utilizados são tonebursts, geralmente nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz; ou ainda 0,5, 1,5 e 4 kHz. Cada frequência é pesquisada isoladamente e unilateralmente, o que prolonga consideravelmente a duração do exame.<sup>4</sup>

Os Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável (PEAEE) trouxeram a promessa de solucionar algumas das limitações dos PEATE-clique e PEATE-FE. A utilização de estímulos específicos, e apresentados simultaneamente, possibilita a avaliação de quatro frequências ao mesmo tempo, tornando mais rápido e específico o registro desses potenciais. A detecção das respostas determinada por testes estatísticos possibilita a redução de riscos provenientes da interpretação subjetiva; e a possibilidade de pesquisar os limiares em intensidades mais fortes que os PEATE-clique e PEATE-FE; permite ainda avaliar a audição residual nos casos de perdas auditivas profundas.<sup>5-7</sup>

Estudos têm comparado as respostas dos PEAEE e dos PEATE-clique demonstrando correlações razoáveis entre as técnicas.<sup>8-12</sup> Os poucos estudos que compararam os PEATE-clique com os PEAEE nas frequências 2 e 4 kHz, e com a média dos PEAEE nas altas frequências (1-4 e 2-4 kHz), em crianças com idade igual ou inferior a 36 meses indicaram correlações significativas entre a técnicas.<sup>10,11,13</sup>

Neste artigo serão abordadas as primeiras experiências clínicas da aplicação dos PEAEE em um serviço de alta complexidade em saúde auditiva em São Paulo. A inclusão experimental dos PEAEE na bateria eletrofisiológica possibilitou sua comparação com o protocolo anteriormente determinado, ou seja, os PEATE-clique. O presente estudo teve como objetivo investigar o nível de concordância entre os resultados dos PEAEE e dos PEATE-clique em um grupo de crianças com perda auditiva sensorineural, averiguando assim a aplicabilidade clínica desta técnica na avaliação audiológica infantil.

---

## MATERIAL E MÉTODO

---

Este estudo foi realizado no Centro “Audição na Criança” – CeAC, serviço da DERDIC – Divisão de Estudos e Reabilitação dos Distúrbios da Comunicação da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC/SP, e aprovado pela comissão de ética da instituição (protocolo nº 113/2008). Todos os responsáveis pelos sujeitos envolvidos assinaram o “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido”, consentindo, desta forma, com a realização e divulgação desta pesquisa e seus resultados, conforme Resolução 196/96.

Participaram desse estudo 15 crianças com diagnóstico de perda auditiva sensorineural na faixa etária de 02 a 36 meses (média 17 meses), totalizando 30 orelhas. Para confirmação da perda auditiva foram realizados os seguintes procedimentos, conforme protocolo estabelecido pela equipe de diagnóstico da instituição: exame otorrinolaringológico, avaliação audiológica comportamental, imitanciometria, registro das emissões otoacústicas por estímulo transiente e produto de distorção, e exames eletrofisiológicos (PEATE-clique e PEAEE). Ao final da bateria de exames, nova consulta otorrinolaringológica é realizada para conclusão de cada caso estudado.

O equipamento utilizado foi o modelo “SmartEP”, da marca Intelligent Hearing Systems (IHS). Os exames foram realizados em sono natural, sendo que os eletrodos de referência foram dispostos nas mastoídes direita (A2) e esquerda (A1), e os eletrodos ativo (Fz) e terra (Fpz) na frente.

### **Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico com o estímulo clique (PEATE-clique)**

Para o registro dos PEATE-clique foram utilizados cliques de polaridade rarefeita com duração de 100 µs na taxa de repetição de 27,7/s. A janela de análise utilizada

foi de 20 ms e os filtros de 100 e 3000 Hz. As respostas foram pesquisadas a passos de 10 dB e a intensidade máxima utilizada foi de 90 dBnNA. O critério adotado para determinar a presença de resposta foi a identificação visual da onda V e sua reprodutibilidade.

## Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável (PEA-EE)

### Estímulo

Cada estímulo utilizado consistiu da combinação múltipla simultânea de 4 tonepipes portadores das frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, nas frequências de modulação de aproximadamente 77, 85, 93 e 101 Hz na orelha esquerda e de 79, 87, 95 e 103 Hz na orelha direita respectivamente.

### Registro

Foi pesquisado o nível mínimo de resposta (NMR) encontrado nas frequências de 0,5, 1, 2 e 4 kHz simultaneamente em ambas as orelhas. Os NMR foram pesquisados a passos de 10 dB. Conforme as respostas foram observadas, com ruído elétrico menor que 0,05  $\mu$ V, o exame foi interrompido e essas frequências foram retiradas. A pesquisa nas demais frequências foi então reiniciada, na mesma intensidade. Cada estímulo múltiplo simultâneo foi apresentado bilateralmente através de fones de inserção ER-3A. Quando não foi possível a pesquisa bilateral, esta foi realizada unilateralmente. A intensidade inicial pesquisada foi à julgada audível pelo sujeito com base na avaliação comportamental e não ultrapassou 110 dBNPS.

### Análise

O número máximo de estímulos foi ajustado para 400 com duração de 1,024s cada, divididos em 20 varreduras. As amostras do EEG após uma varredura foram filtradas com filtro de 30-3000 Hz, e amplificadas com um ganho de 1000,0 K, sendo em seguida processadas utilizando uma taxa de conversão A/D de 20 kHz. Após cada varredura a Transformação Rápida de Fourier (FFT) foi realizada automaticamente pelo software, mostrando o resultado obtido em um lote polar e em um espectro de frequências. O teste F calculou a probabilidade da amplitude da resposta ser significativamente diferente da amplitude média do ruído de fundo na frequência de modulação, assim como da amplitude média do ruído de fundo nas frequências adjacentes. Se a relação sinal-ruído foi maior que 6,13 dB ( $p = 0,05$ ) nas duas condições, o sinal foi considerado uma resposta.<sup>14,15</sup>

### Conversão dos resultados

Os resultados dos PEAEE foram transformados de dBNPS para dBNA de acordo com a norma ISO 389-2 para fones de inserção, com as correções de -6, -0, -3 e -6 dB respectivamente para os tons de 0,5, 1, 2 e 4 kHz, critério já adotado em estudo<sup>15</sup> que utilizou o mesmo equipamento.

## Análise dos resultados

A concordância entre os resultados dos PEAEE e dos PEATE-clique foi analisada através do coeficiente de correlação intraclasse<sup>16</sup>. Os dois testes foram comparados entre si quanto à probabilidade de ocorrência de resposta. Para isso, foram construídas tabelas com as distribuições de frequências e porcentagens conjuntas desses testes, sendo as probabilidades de ocorrência de resposta comparadas por meio do teste de McNemar.<sup>17</sup> Toda a análise foi feita por frequência, e nos testes de hipótese foi fixado nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

As respostas dos PEATE-clique foram comparadas com as respostas dos PEAEE nas frequências de 1, 2 e 4 kHz; e também com a média de 1-2, 1-4 e 1-2-4 kHz. As frequências de 1, 2 e 4 kHz dos PEAEE foram selecionadas porque o resultado dos PEATE-clique, em muitos casos, pode corresponder à melhor resposta entre 1 e 4 kHz.<sup>18</sup>

Foram realizadas doze comparações entre os pares. Os coeficientes de correlação intraclasse encontrados entre os PEATE-clique e os PEAEE são apresentados na Tabela 1.

Quando comparados os dois testes quanto à probabilidade de resposta, os PEAEE apresentaram uma probabilidade maior que os PEATE-clique. Os resultados são apresentados na Tabela 2.

Para exemplificar a interpretação dessa tabela, considere-se a frequência de 1 kHz. Das 30 orelhas, uma (3,3%) apresentou resposta ausente nos PEAEE e nos PEATE-clique; dezessete (56,7%) apresentaram resposta presente nos PEAEE e ausente nos PEATE-clique, e doze (40%), resposta presente nos dois testes. Observando as marginais da tabela, nos PEATE-clique a resposta foi ausente em dezoito orelhas (60%) e presente em doze (40%); nos PEAEE a resposta foi ausente em uma orelha (3,3%) e presente em 27 (96,7%).

Abaixo de cada sessão da tabela encontra-se o p-valor obtido no teste de Mc Nemar, o qual compara as probabilidades de presença nos dois testes, considerando que ambos são aplicados nas mesmas orelhas. Nas três frequências foi obtido  $p=0,000$ , indicando que a probabili-

**Tabela 1.** Coeficientes de correlação intraclasse observados entre os PEATE-clique (dBnNA) e os PEAEE (dBNA).

Frequência (kHz)	Coeficiente
1	0,70
2	0,64
4	0,49
1 e 2	0,69
2 e 4	0,63
1, 2 e 4	0,68

**Tabela 2.** Distribuições de frequências e porcentagens conjuntas da presença de resposta no PEAAE e PEATE-clique nas frequências de 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz.

PEATE	1000 Hz		Total
	Ausente	Presente	
Ausente	1 3,30%	17 56,70%	18 60,00%
Presente		12 40,00%	12 40,00%
Total	1 3,30%	29 96,70%	30 100,00%

p= 0,000

PEATE	2000 Hz		Total
	Ausente	Presente	
Ausente	4 13,30%	14 46,70%	18 60,00%
Presente		12 40,00%	12 40,00%
Total	4 13,30%	26 86,70%	30 100,00%

p= 0,000

PEATE	4000 Hz		Total
	Ausente	Presente	
Ausente	4 13,30%	14 46,70%	18 60,00%
Presente		12 40,00%	12 40,00%
Total	4 13,30%	26 86,70%	30 100,00%

p= 0,000

dade de ocorrência de resposta presente nos dois exames não é igual, sendo a probabilidade nos PEAAE maior que nos PEATE-clique.

## DISCUSSÃO

Os coeficientes encontrados apontam uma boa concordância entre as duas técnicas nas altas frequências, como já relatado por estudos que compararam os PEATE-clique com os PEAAE nas frequências de 2 e 4 kHz,<sup>8,11,13</sup> e por estudos que incluíram a frequência de 1 kHz na comparação.<sup>10,12</sup>

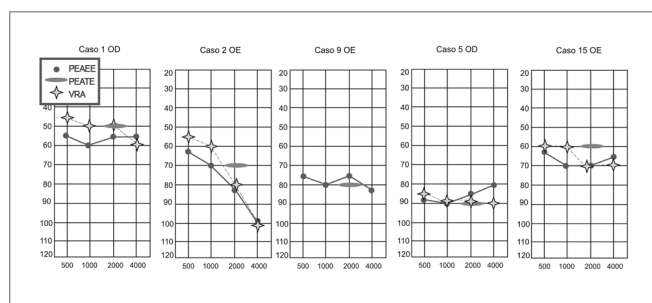
A melhor correlação entre PEATE-clique e PEAAE ocorreu na frequência de 1 kHz (0,70), seguida da média de 1-2 kHz (0,69) e da média de 1-2-4 kHz (0,68). A pior correlação foi com a frequência de 4 kHz (0,49). Esses resultados assemelham-se aos encontrados em um grupo com perda auditiva sensorioneural.<sup>12</sup>

Os coeficientes encontrados em estudos anteriores variaram de 0,77 a 0,958,<sup>11,13</sup> sendo melhores do que os obtidos no presente estudo, que variaram de 0,49 a 0,70. Todavia, os coeficientes obtidos por Swanepoel e Ebrahim<sup>12</sup> na população com perda auditiva sensorioneural foram inferiores aos obtidos neste estudo, estando entre 0,24 e 0,65.

A variabilidade entre os coeficientes obtidos nos diferentes estudos pode ser atribuída às diferentes metodologias empregadas, como também às configurações das perdas auditivas que constituíram as amostras. Como os PEATE-clique podem corresponder à melhor resposta entre 1 e 4 kHz, uma amostra constituída por um maior número de perdas auditivas com configurações descendentes, por exemplo, pode apresentar melhor correlação com os PEAAE para a frequência de 1 kHz.<sup>12,18</sup>

Swanepoel e Ebrahim<sup>12</sup> encontraram uma melhor correlação dos PEATE-clique com os PEAAE para as frequências de 2-4 kHz em sujeitos com audição normal e com perdas auditivas condutivas. No entanto, nos sujeitos com perdas auditivas sensorioneurais, a melhor correlação foi para a média de 1-4 kHz.

O clique, em geral, tem sua concentração de energia entre 2 e 4 kHz, indicando perdas auditivas para as altas frequências; mas, em casos de perdas auditivas descendentes, sua natureza de banda larga pode representar as frequências baixas.<sup>12,18</sup> Os casos 1, 2 e 15, ilustrados na Figura 1, são típicos exemplos dessa relação.



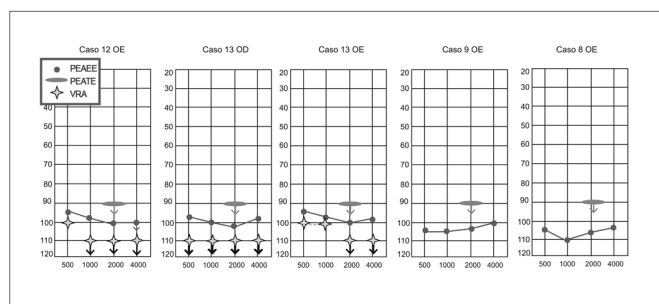
**Figura 1.** Exemplos de casos da comparação dos PEATE-clique com os PEAAE I. - PEAAE: Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável; PEATE-clique: Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com o estímulo clique; VRA: Audiometria de Reforço Visual.

Vale ainda ressaltar que, embora os PEATE-clique sejam amplamente utilizados na rotina clínica para estimar os limiares auditivos, sua relação com os limiares comportamentais não é sempre exata. Estudos das décadas de 1970 e 1980 já relatavam correlações variando de 0,40

a 0,75 entre os resultados dos PEATE-clique e os limiares comportamentais.<sup>19,20</sup> Fica então evidente que os PEATE-clique podem se correlacionar bem com as frequências de 1, 2 e 4 kHz, mas não refletem com exatidão uma única porção da cóclea, sendo essa relação muito variável.<sup>21</sup>

Cone-Wesson et al.<sup>22</sup> mostraram fortes correlações entre PEATE-clique e PEAAE nas frequências de 1, 2 e 4 kHz, e também na frequência de 0,5 kHz (0,78), demonstrando que os PEATE-clique podem estimar a audição residual em qualquer frequência entre 0,5 e 4 kHz, e, portanto, ser comparados aos PEAAE em todas as frequências.

Quando os PEAAE e os PEATE-FE foram comparados quanto à probabilidade de ocorrência de respostas, os PEAAE apresentaram uma probabilidade muito maior. Estudos têm apontado uma vantagem dos PEAAE para estimar a audição residual em perdas auditivas de grau profundo que apresentam ausência de respostas nos PEATE-clique.<sup>8,10,23</sup>



**Figura 2.** Exemplos de casos da comparação dos PEATE-clique com os PEAAE II. - PEAAE: Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável; PEATE-clique: Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com o estímulo clique; VRA: Audiometria de Reforço Visual.

Nos achados deste estudo os PEAAE indicaram uma quantidade residual de audição na ausência de registro dos PEATE-clique, como nos casos ilustrados na Figura 2.

É de consenso que os registros dos PEATE-clique são limitados à pesquisa de fortes intensidades. O valor máximo de intensidade disponível em grande parte dos equipamentos é de 90 a 100 dBnNA, o que não é suficiente para mensurar de forma adequada as perdas auditivas de grau profundo.<sup>23</sup>

Já os estímulos de natureza contínua utilizados no registro dos PEAAE possibilitam a pesquisa dos limiares auditivos em intensidades mais fortes que às dos PEATE-clique. No entanto, há relatos de artefatos e a suposta presença de respostas vestibulares quando os PEAAE são apresentados em fortes intensidades.<sup>24,25</sup>

Não há, até o momento, nenhum relato de artefatos em fortes intensidades com o sistema utilizado neste estudo. No entanto, pela impossibilidade da realização da VRA com fones de inserção em muitos casos, não se pode

excluir a possibilidade de artefatos presentes, como nos casos 8 e 9 ilustrados na Figura 2, em que a VRA não foi realizada, ou nos casos 12 e 13, nos quais há respostas presentes nos PEAAE quando a VRA é ausente.

É evidente, porém, que nos casos em que as respostas dos PEATE-clique estiveram presentes, as respostas dos PEAAE indicaram melhor audição residual, como nos casos ilustrados na Figura 1.

As vantagens de estimar a audição por especificidade de frequência e de determinar a audição residual nos casos de perdas auditivas profundas apontadas aos PEAAE quando comparados aos PEATE-clique são bem evidenciadas na literatura.<sup>8,10,11,23</sup>

Os PEATE-clique, entretanto, também apresentam vantagens que devem ser consideradas quando se discute a aplicabilidade dos testes na prática clínica, pois acrescentam informações que não podem ser obtidas por meio dos PEAAE. Essas informações dizem respeito ao tipo de perda auditiva, se condutiva ou neural, e àquelas necessárias para o diagnóstico diferencial da neuropatia auditiva.<sup>13,15,26</sup>

Por esse motivo, considerou-se importante a utilização em conjunto de PEATE-clique e PEAAE, de modo que um complete e confirme os resultados do outro, da mesma forma que a logoaudiometria é utilizada para confirmar os limiares para tons puros, como sugerido por Cone-Wesson et al.<sup>22</sup>

Há também que se destacar que alguns estudos têm sugerido que as decisões sobre encaminhamento para o implante coclear são reforçadas com a realização dos PEAAE, assim como a decisão a respeito da orelha na qual será realizado o implante.<sup>8,10,23</sup>

De fato, embora os PEAAE não sejam realizados rotineiramente na clínica aqui em foco, e mesmo este estudo sendo de caráter experimental, esses potenciais acrescentaram informações importantes. Interpretados em conjunto com os outros procedimentos, possibilitaram o encaminhamento de cinco casos para o implante coclear. Em todos esses casos a VRA não pôde ser realizada com fones de inserção, o que diferencia o status auditivo de cada orelha separadamente.

## CONCLUSÃO

A comparação entre as respostas dos PEATE-clique e dos PEAAE nas frequências de 1, 2 e 4 kHz em 15 crianças com perda auditiva sensorioneural permitiu a conclusão de que existe boa concordância entre as respostas das duas técnicas nas frequências avaliadas. Além disso, os PEAAE promoveram informações adicionais nos casos de perdas severas e profundas. O conjunto dos resultados obtidos por meio dos PEATE-clique, e do registro dos PEAAE tende a acrescentar dados importantes sobre a audição, em especial quando não é possível obter respostas comportamentais fidedignas, acrescentando dados à bateria de

---

exames de crianças com perda auditiva e proporcionando o diagnóstico audiológico e a adaptação do AASI de forma mais precisa.

---

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

---

1. Yoshinaga-Itano C, Sedey AL, Coulter DK, Mehl AL. Language of early- and later-identified children with hearing loss. *Pediatrics*. 1998;102:1161-71.
2. Moeller MP. Early intervention and language development in children who are deaf and hard of hearing. *Pediatrics*. 2000;106(3):1-9.
3. Gravel JS, Hood LJ. Avaliação audiológica infantil. Em: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole; 2001. p. 301-322.
4. Stapells DR. Frequency-specific evoked potential audiometry in infants. Em: Seewald, RC. *A sound foundation through early amplification*. Chicago: Phonak; 2000. p.13-31.
5. Lins OG, Picton TW. Auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995;96: 420-32.
6. John MS, Purcell DW, Dimitrijevic A, Picton TW. Advantages and caveats when recording steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *J Am Acad Audiol*. 2002;13:246-59.
7. Rance G, Rickards F. Prediction of hearing threshold in infants using auditory steady-state evoked potentials. *J Am Acad Audiol*. 2002;13(5):236-45.
8. Firszt JB, Gaggl W, Runge-Samuels CL, Burg LS, Wackym A. Auditory sensitivity in children using the auditory steady-state response. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2004;130:536-40.
9. Swanepoel D, Schmulian D, Hugo R. Establishing normal hearing with the dichotic multiple-frequency auditory steady-state response compared to an auditory brainstem response protocol. *Acta Otolaryngol*. 2004;124:62-8.
10. Stueve MP, Orourke 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(2):125-36.
11. Vander Werff KR, Brown CJ, Giennapp BA, Schmidt Clay KM. Comparison of auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children, *J Am Acad Audiol*. 2002;13:227-35.
12. Swanepoel DM, Ebrahim S. Auditory steady-state response and auditory brainstem response thresholds in children. *Eur Arch Otorhinolaryngol*. 2008;265(7) 213-9.
13. 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.
14. Mo L, Stapells DR. The effect of brief-tone stimulus duration on the brain stem Auditory Steady-State Response. *Ear Hear*. 2008;29:121-33.
15. Han D, Mo L, Liu H, Chen J, Huang L. Threshold estimation in children using auditory steady-state responses to multiple simultaneous stimuli. *ORL J Otorhinolaryngol Relat Spec*. 2006;68(2):64-8.
16. Fleiss JL. *The design and analysis of clinical experiments*. New York: John Wiley and Sons, 1986.
17. Altman DG. *Practical statistics for medical research*. New York: Chapman & Hall; 1992.
18. Stapells DR. Auditory brainstem response assessment of infants and children. *Seminars in Hearing*. 1989;10:229-51.
19. Jerger J, Mauldin L. Prediction of sensorineural level from the brainstem evoked response. *Arch Otolaryngol*. 1978;104:456-61.
20. Gorga MP, Worthington DW, Reiland JK, Beauchaine KA., Goldgar DE. Some comparisons between auditory brainstem response thresholds, latencies, and the pure-tone audiogram. *Ear Hear*. 1985;6:105-12.
21. Stapells DR. The 80-Hz auditory steady-state response compared with other auditory evoked potentials. Em: Rance G. *The auditory steady-state response: generation, recording, and clinical application*. San Diego: Plural Publishing; 2008. p. 149-60.
22. 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.
23. 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 clique-evoked auditory brain stem response. *Ear Hear*. 1998;19(1):48-61.
24. 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;23:106-17.
25. Small SA, Stapells DR. Artifactual responses when recording auditory steady-state responses. *Ear Hear*. 2004;25:611-23.
26. Duarte JL, Alvarenga KF, Garcia TM, Costa Filho OA, Lins OG. Auditory steady-state response in the auditory evaluation: clinical application (original title: A resposta auditiva de estado estável na avaliação auditiva: aplicação clínica). *Pró-Fono*. 2008;20(2):105-10.