



# Análise da diferença entre os limiares auditivos comportamentais e os resultados obtidos através do exame potencial evocado auditivo de estado estável (PEAEE) em adultos jovens

Analysis of difference between the behavioral hearing thresholds and the results obtained through the auditory steady state response (ASSR) in young adults

Análisis de la diferencia entre los umbrales auditivos comportamentales y los resultados obtenidos a través del examen potencial evocado auditivo de estado estable (PEAEE) en adultos jóvenes

*Alessandra Rabello de Oliveira Lamenza\**

*Jair de Carvalho e Castro\*\**

*Daniela Cecílio Capra Marques de Oliveira\*\*\**

## Resumo

**Introdução:** A audição, sentido que nos permite receber a informação sonora, se apresenta como um dos facilitadores para uma interação social eficaz. Um déficit nessa função acarreta prejuízo no processo comunicativo, devendo ser diagnosticado e tratado precocemente. Atualmente dispomos de meios subjetivos

\* Instituto Nacional de Educação de Surdos, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

\*\* Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

\*\*\* Santa Casa da Misericórdia do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil

### Contribuição dos autores:

AROL: Coleta de dados, Esboço do Artigo, Elaboração do Artigo

JCC: Concepção do estudo

DCCMO: Orientação, Metodologia, Esboço do Artigo, Revisão Crítica

**E-mail para correspondência:** Alessandra Rabello de Oliveira Lamenza [alelamenza@gmail.com](mailto:alelamenza@gmail.com)

**Recebido:** 25/12/2017

**Aprovado:** 01/06/2018



e objetivos para avaliar o sistema auditivo. A audiometria tonal é a forma subjetiva mais aplicada para medir esse sentido. Entretanto, em populações impossibilitadas de responder subjetivamente, aplicam-se técnicas objetivas, como o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável. Ambos pesquisam respostas auditivas do sujeito sob teste, utilizando técnicas distintas. **Objetivo:** Avaliar adultos jovens, sem queixas auditivas, pesquisando a sensibilidade auditiva e, a partir de indicadores estatísticos, calcular as médias das diferenças das respostas obtidas nesses procedimentos, verificando se há correlação entre eles. **Método:** Pesquisa de respostas auditivas via Audiometria Tonal e Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, em 30 sujeitos normo-ouvintes. **Resultados:** Ao calcularmos a média das diferenças entre as frequências testadas nos dois procedimentos, elas variaram de 10,47 a 18,22, não havendo forte correlação em nenhuma delas, deixando dúvidas na frequência de 1000 Hz. **Conclusão:** Podemos dizer que as médias das diferenças entre os valores obtidos nos dois procedimentos foram razoavelmente elevadas, principalmente em 500 Hz e, em menor proporção, para 4 kHz. Os valores obtidos nos dois exames, embora não tenham apresentado forte correlação, apresentaram-se discretamente melhores para 500 Hz. Resultados de 1000 Hz não nos permitem afirmar, inclusive, se existe alguma correlação entre os testes.

**Palavras-chave:** Audição; Limiar Auditivo; Audiometria de Tons Puros; Audiometria de Resposta Evocada.

### Abstract

**Introduction:** Hearing is the sense which allows us to receive auditory information; therefore it facilitates efficient social interaction. Any loss in this function damages the communicative process, so it must be diagnosed and treated as soon as possible. Nowadays, both objective and subjective hearing tests are available. Pure Tone Audiometry is the most widely used subjective way to evaluate this sense. However, for those who are unable to respond subjectively, we can try objective techniques like the Auditory Steady State Response. Both will search for patients' minimum hearing responses, applying different approaches.

**Objective:** To evaluate normal-hearing young adults with no hearing complaints by analyzing their hearing sensibility and, based on statistical indicators, calculate the average of the differences between the results obtained in both procedures in order to verify the existence of correlation between them. **Method:** We studied the hearing responses from 30 normal-hearing subjects through Pure Tone Audiometry and Auditory Steady State Response at 500, 1000, 2000 and 4000 Hz. **Results:** When we calculated the average of the differences between the tested frequencies, they ranged from 10,47 to 18,22 with no strong correlation, except at 1000 Hz whose results were uncertain. **Conclusion:** We concluded that the average of the differences of hearing values obtained in Pure Tone Audiometry and Auditory Steady State Response were reasonably elevated mainly at 500 Hz, and at a lower level at 4000 Hz. Although the scores obtained in both tests had not shown strong correlation, they were slightly better at 500 Hz. The results for 1000 Hz are inconclusive regarding any existing correlation between these two tests.

**Keywords:** Hearing; Auditory Threshold; Pure Tone Audiometry; Evoked Response Audiometry.

### Resumen

**Introducción:** La audición, sentido que nos permite recibir la información sonora, se presenta como uno de los facilitadores para una interacción social eficaz. Un déficit en esta función acarrea perjuicio en el proceso comunicativo, lo que debe ser diagnosticado y tratado lo antes posible. Actualmente disponemos de medios subjetivos y objetivos para evaluar el sistema auditivo. La audiometría tonal es la forma subjetiva más aplicada para medir ese sentido. Sin embargo, en poblaciones impossibilitadas de responder subjetivamente, se aplican técnicas subjetivas como el Potencial Evocado Auditivo de Estado Estable. Ambas investigan las respuestas auditivas del sujeto bajo test, utilizando técnicas distintas.

**Objetivo:** Evaluar a adultos jóvenes, sin quejas auditivas, investigando la sensibilidad auditiva y, a partir de los indicadores estadísticos, calcular los promedios de la diferencias de las respuestas obtenidas en esos procedimientos, y comprobar si existe correlación entre ellos. **Método:** Pesquisa de respostas auditivas via Audiometria Tonal y Potencial Evocado Auditivo de Estado Estable en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz, en 30 sujetos oyentes normales. **Resultados:** Tras el cálculo del promedio de

las diferencias entre las frecuencias testadas en los dos procedimientos, se pudo verificar una variación de 10,47 a 18,22, donde no se ha registrado fuerte correlación en ninguna de ellas, dejando duda en la frecuencia de 1000 Hz. **Conclusión:** Podemos decir que los promedios de las diferencias entre los valores obtenidos en los dos procedimientos fueron razonablemente elevados, sobre todo en 500 Hz y, en menor proporción, para 4kHz. Los valores que se obtuvieron en los dos exámenes, aunque no hayan presentado fuerte correlación, se presentaron discretamente mejores para 500 Hz. Resultados de 1000 Hz no nos permiten afirmar, incluso, si hay alguna correlación entre los testes.

**Palabras clave:** Audición; Umbral Auditivo; Audiometría de Tonos Puros; Audiometría de Respuesta Evocada.

## Introdução

A audição é uma função sensorial que nos permite receber e reagir diante dos sons.<sup>[1]</sup> É um sentido de extrema importância na integração do homem em uma sociedade onde predomina a comunicação oral.

A audiometria é o exame mais comumente indicado e amplamente aplicado para avaliar a audição periférica, através da obtenção dos limiares aéreos e ósseos, cujos valores em indivíduos otologicamente normais encontram-se, no máximo, em 20 dB NA (nível de audição). O exame é realizado em cabine acústica e os estímulos sonoros são produzidos por um audiômetro. As respostas obtidas são descritas em um gráfico (audiograma) onde pesquisamos o limiar mínimo de audibilidade por frequência.<sup>1,2,3</sup>

Outra técnica, mais recente, utilizada na pesquisa das respostas auditivas é o Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável (PEAEE), que corresponde a atividades elétricas periódicas do cérebro em resposta a um estímulo auditivo apresentado a uma taxa de frequência suficientemente rápida para causar sobreposição de respostas sucessivas. Esta resposta neural segue a mesma forma de onda do estímulo contínuo apresentando ao indivíduo, um tom puro que contém uma frequência teste (frequência portadora), podendo ser modulado em amplitude e/ou frequência, onde se avalia a sensibilidade auditiva, através da aplicação de indicadores estatísticos.<sup>4,5</sup> As respostas são registradas por eletrodos posicionados na superfície do crânio e é possível pesquisá-las bilateral e simultaneamente para diversas frequências, usualmente 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, onde a resposta é detectada de forma automática e a análise da resposta se dá objetivamente.<sup>4</sup>

Sendo assim, nosso objetivo, neste estudo, foi comparar os valores da Audiometria Tonal Liminar e do Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz em adultos jovens, calculando as médias das diferenças das respostas e verificando se há correlação entre elas.

## Método

Este estudo foi aprovado por Comitê de Ética, sob o número 17536313.0.0000.5257. Selecionamos para pesquisa 30 indivíduos com faixa etária entre 18 e 40 anos, sendo 15 do sexo masculino e 15 do sexo feminino. Nenhum deles apresentou queixas auditivas e/ou patologias otológicas prévias. Foram avaliadas as orelhas direita e esquerda de cada indivíduo, totalizando 60 orelhas testadas.

Os sujeitos selecionados passaram por um médico otorrinolaringologista que realizou otoscopia e, quando necessário, removeu cerúmen.

Para os exames foram utilizados o Audiômetro MA 42 - Maico e o Equipamento Eclipse EP 25 – Interacoustics. A pesquisa dos limiares psicoacústicos foi realizada em cabine audiométrica Scher Acústica. O Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável foi realizado em ambiente silencioso, com isolamento elétrico, pouca luminosidade e os exames tiveram duração aproximada de 40 minutos.

Para a pesquisa dos limiares psicoacústicos, a intensidade inicial apresentada foi de 30 dB NA, reduzida de 10 em 10 dB, até que houvesse ausência de resposta; só então a intensidade era aumentada de 5 em 5 dB até que se confirmasse o limiar mínimo de audição. Inicialmente pesquisou-se a frequência de 1000 Hz, seguida de 2000 Hz, 4000 Hz e 500 Hz.

Para a pesquisa do PEAEE foi feita a limpeza da pele do paciente e em seguida foram colocados

eletrodos de superfície, sendo os eletrodos ativo (Fz – localização na linha média da testa, próximo ao couro cabeludo) e o terra (Fpz – localização na lateral da testa a pelo menos 3 cm do eletrodo ativo) na frente, e os eletrodos de referência nas mastóides direita (M2) e esquerda (M1), compondo dois canais: Fz/M1 e Fz/M2 conforme a norma IES (International Electrode System).<sup>[6]</sup> A impedância entre eletrodos manteve-se menor que 3 KOhms. Foram utilizados fones de inserção, com estimulação binaural simultânea por via aérea.

Como testamos adultos acordados, os parâmetros do estímulo acústico utilizado no registro do PEAAE foram: frequências portadoras de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz moduladas em amplitude e frequência de 39 Hz (500 Hz), 42 Hz (1000 Hz), 43 Hz (2000 Hz), 45 Hz (4000 Hz) na OD e 46 Hz (500 Hz), 47 Hz (1000 Hz), 48 Hz (2000 Hz) e 50 Hz (4000 Hz) na OE, avaliados num tempo de 6 minutos. Foram utilizados filtros passa-alta e suavização, 1 kHz e 5 kHz não modificável. Os dados foram submetidos à análise do Fast Fourier Transform – FFT (1024 pontos) e a um método estatístico próprio do equipamento. O nível de significância padrão utilizado é o de velocidade (95%).

Iniciamos o teste com a intensidade de 30 dB nHL, reduzindo-a gradativamente (de 10 em 10 dB) conforme se observava presença de resposta. Quando não havia mais resposta a intensidade era aumentada de 5 em 5 dB até que se confirmasse a sensibilidade mínima de audição. A menor intensidade onde se notou a presença de resposta foi considerada, e serviu de base para a comparação com o limiar psicoacústico obtido na mesma frequência.

Quanto à metodologia estatística, este foi um estudo quantitativo, transversal por amostragem. A população foi considerada de tamanho infinito para os cálculos. A principal variável de interesse deste trabalho foi a diferença entre as respostas obtidas nos dois exames (resposta do PEAAE menos resposta da AT). Diante do desconhecimento da variância na população ou uma estimativa que possibilitasse o cálculo da amostra para um erro amostral previamente determinado, a amostra foi dimensionada com base na viabilidade operacional para posterior verificação do erro amostral e possível ajuste, se necessário. O método utilizado foi de amostragem acidental. O erro amostral da média das diferenças ficou suficientemente pequeno (menor que 0,3 dB NA nas quatro frequências)

para garantir uma inferência bastante precisa, dispensando qualquer ajuste.

**Tabela 1.** Erro amostral da média das diferenças na AT e PEAAE por frequência testada

Frequência	Erro amostral (dB NA)
500Hz	+,-0,29
1kHz	+,-0,26
2kHz	+,-0,23
4kHz	+,-0,21

95% de confiança

Será apresentada uma breve análise exploratória dos resultados. Em seguida, usaremos o coeficiente de correlação de Pearson para analisar a correlação entre os resultados dos dois exames. A significância deste coeficiente foi testada com a aplicação do teste t de hipótese.

## Resultados

### 1) Descrição da idade e do sexo

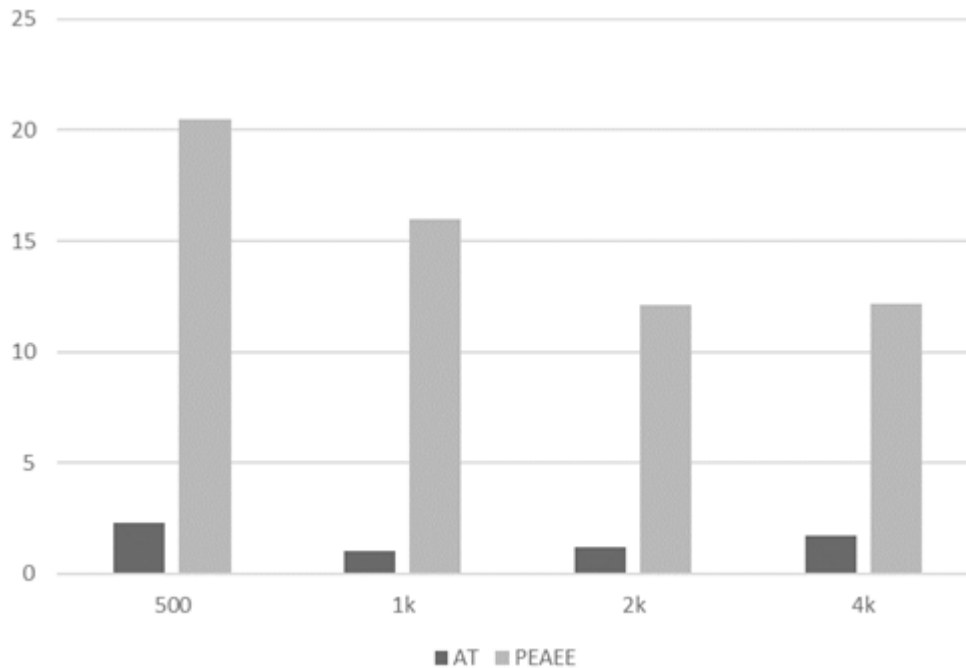
A amostra foi composta por 15 indivíduos do sexo feminino, cujas idades variaram de 21 a 38 anos com mediana de 28 anos, e por 15 indivíduos do sexo masculino, cujas idades variaram entre 20 e 39 anos com mediana de 28 anos.

A média das idades foi de 28,7 anos e a idade mediana 28.

### 2) Média da diferença por frequência e correlação entre os dois métodos

A principal variável de interesse deste trabalho é a diferença entre as respostas obtidas pelos exames PEAAE e AT (resposta do PEAAE menos resposta da AT) que chamaremos apenas de Diferença. A principal análise estatística é a média da Diferença.

Entretanto, devemos observar que os exames em questão têm limiares inferiores distintos. Enquanto a AT testa a audição à intensidade mínima de -10 dB, o PEAAE inicia sua escala em 0 dB. Entendendo que o paciente que responde a um estímulo de intensidade menor que 0 dB certamente responde a um estímulo de intensidade 0 dB, resolvemos o problema dos limiares inferiores distintos, atribuindo resposta igual a 0 dB a todas as respostas a intensidades iguais ou inferiores a 0 dB observadas na AT, assim como nos valores corrigidos do PEAAE que ficaram negativos.



**Figura 1.** Média dos limiares auditivos (em dB NA) na audiometria tonal e dos limiares eletrofisiológicos no potencial evocado auditivo de estado estável (dB nHL), por frequência (Hz) de teste.

Pode-se observar que para cada frequência estudada (0,5, 1, 2 e 4 kHz) existe uma resposta auditiva no PEAAE bastante distinta da resposta

obtida na AT, ou seja, os limiares eletrofisiológicos são mais elevados que os psicoacústicos.

**Tabela 2.** Média (dB NA), desvio padrão e mediana das diferenças verificadas por frequência entre AT e PEAAE

Frequência (Hz)	Média	Desvio Padrão	Mediana
500	18,22	8,74	20,00
1k	15,18	8,07	15,00
2k	11,08	6,94	10,00
4k	10,47	6,43	10,00

Observamos na tabela os dados encontrados como média (dB NA), desvio padrão e mediana

das diferenças entre AT e PEAAE por frequência de teste

**Tabela 3.** Coeficiente de correlação de Pearson<sup>1</sup> para as respostas da AT e PEAAE por frequência; teste de hipótese sob H<sub>0</sub> (verificando se a correlação entre as respostas da AT e PEAAE é igual a zero)

Frequência (Hz)	Coeficiente de correlação (r)	t <sub>(58;0,05)</sub>	p-valor	Decisão sobre H <sub>0</sub> *	Classificação
500	0,44	3,689	0,000	Rejeita	Média correlação
1k	0,20	1,524	0,133	Não Rejeita	Fraquíssima correlação
2k	0,29	2,301	0,025	Rejeita	Fraca correlação
4k	0,35	2,856	0,006	Rejeita	Fraca correlação

1 O Coeficiente Linear de Pearson (r) é adimensional e varia entre -1 e 1. Onde r = -1 indica uma correlação linear negativa perfeita, r = 1 indica uma correlação linear positiva perfeita e r = 0 indica a ausência de correlação linear.<sup>17</sup>

Não se verifica forte correlação em nenhuma das frequências testadas, como confirmam os coeficientes de correlação de Pearson apresentados na Tabela 3.

Entretanto, o teste de hipótese permite concluir que existem evidências de que a correlação é diferente de zero em quase todas as frequências. A exceção está em 1 kHz, onde o coeficiente de correlação, r=0,20, está muito próximo de 0 e o teste indica que não podemos descartar a hipótese de que, na verdade, não exista correlação.

Portanto, há alguma correlação linear positiva entre os valores observados nos dois exames nas frequências de 500, 2 k e 4 kHz. Ou seja, nestas 3 frequências testadas, quanto maior a resposta captada pelo PEAAE, maior é a captada pela AT. O mesmo não se pode afirmar para a frequência de 1 kHz.

## Discussão

Os procedimentos que aqui utilizamos avaliam respostas diferentes: a audiometria tonal avalia a função auditiva e o PEAAE depende da estrutura do sistema auditivo que está gerando a resposta.<sup>8</sup>

O PEAAE permite avaliar objetivamente a sensibilidade auditiva por frequência. Embora a audiometria tonal seja o exame padrão-ouro, há circunstâncias onde ela pode não ser conclusiva, principalmente em crianças pequenas ou adultos com algum comprometimento que dificulte a realização do teste.<sup>9</sup>

No PEAAE os resultados são apresentados na forma de um audiograma eletrofisiológico.<sup>9</sup> Eles podem variar dependendo do número / tipo de estímulo e modulação apresentados, da idade e tipo de população recrutada, nível de relaxamento, estado de consciência, artefatos elétricos, alterações

eletroencefalográficas, ruído ambiental, montagem de eletrodos, etc.<sup>10</sup>

Aspectos importantes do PEAAE são a facilidade do registro e a objetividade na obtenção das respostas, onde são utilizadas análises estatísticas.<sup>11</sup>

Rabelo e Schochat (2011) afirmam que o PEAAE tem sido comumente utilizado para estimar limiares psicoacústicos, para confirmar limiares auditivos e para compará-lo aos limiares comportamentais.<sup>12</sup>

O PEAAE tem sido reconhecido como o único teste capaz de medir a audição residual em baixas frequências em crianças ou pacientes que apresentam resultados imprecisos ou não confiáveis através da audiometria tonal.<sup>13</sup>

O que se tem buscado, atualmente, é estabelecer fatores de correção para as diferenças encontradas entre os valores comportamentais e os do PEAAE, a fim de estimar valores psicoacústicos através dos eletrofisiológicos.<sup>14</sup>

Encontramos limiares médios de PEAAE em 20,5/16/11,8/12 dB para 500/1000/2000/4000 Hz. Casey (2014), comparando adultos e crianças normo-ouvintes encontrou uma média de limiares para adultos de 40/30/20/20 dB e 40/30/30/30 dB para crianças, com valores ligeiramente maiores para graves como também achamos em nossa pesquisa<sup>14</sup>. Luiz (2016) verificou valores entre 6 e 16 dB, admitindo serem esses valores menores do que os comumente obtidos na maioria dos estudos.<sup>15</sup> Calil (2006) encontrou valores entre 6 e 17,2 dB.<sup>16</sup> Já Garcia (2014) encontrou 17,2/26,2/22,7/19,8 dB<sup>17</sup>, embora outros autores tenham obtido valores entre 24,3 e 32,5 dB para crianças normo-ouvintes.<sup>18</sup> Em outra pesquisa, D'Haenes e col. (2009) chegam a encontrar valores entre 0 e 50 dB, com maior prevalência (42%) em torno de 20dB.<sup>19</sup>

Importante dizer que esse achado para a frequência de 500 Hz tem sido uma constante. Lins

e Picton (1996) recomendam interpretar os resultados de 500 Hz com cautela.<sup>20</sup> Diversos autores relatam que pode ocorrer uma maior diferença entre o limiar tonal e por PEAE nas frequências graves.<sup>9,15,16,19,21,22</sup> A justificativa levantada seria o maior tempo que o estímulo sonoro leva para percorrer toda a cóclea (tonotopia coclear), além do efeito de mascaramento que o ruído ambiental pode causar.<sup>11,18,19</sup> Acrescenta-se a tudo isso o fato da amplitude de resposta ser menor nessa região e a localização dos artefatos elétricos estar justamente dentro do intervalo dessa frequência e das adjacentes de modulação.<sup>22</sup> Hosseinabadi e Jafarzadeh (2015) referem que nesta frequência pode haver menor sincronização neural.<sup>23</sup> Em nossa pesquisa foi verificada a maior diferença nos dois métodos de avaliação exatamente em 500 Hz. Em contrapartida, Rodrigues e Lewis (2010)<sup>24</sup> e Beck e col. (2014)<sup>9</sup>, encontraram em 4 kHz a maior diferença entre os dois procedimentos de teste, sem, entretanto, haver significância estatística.

De uma maneira geral observa-se que os valores são maiores no PEAE do que na audiometria tonal<sup>9,14,15,24</sup>, segundo alguns autores, em média 10 dB, por isso os equipamentos dispõem de um fator de correção para a estimativa dos limiares comportamentais.<sup>9,13</sup> Luiz (2014) cita como justificativa a distância entre os sítios geradores e os eletrodos de superfície para a captação da resposta, pois a amplitude de resposta que precisa ser extraída do ruído de fundo é pequena.<sup>11,15</sup>

Pelo fato de os valores se apresentarem maiores no PEAE não podemos descartar a possibilidade de uma superestimativa dos limiares comportamentais, principalmente em níveis normais de audição ou perdas auditivas menos acentuadas.<sup>8</sup> Ozdek (2010) verificou em seu estudo que 83,7% dos exames de PEAE em indivíduos adultos normais tiveram seus resultados superestimados.<sup>10</sup> No entanto, Rabelo e Schochat (2011) encontraram casos onde o PEAE subestimou os limiares comportamentais de indivíduos adultos normais.<sup>12</sup>

Em nossa pesquisa, a média da diferença por frequência de teste (500, 1000, 2000, 4000 Hz) entre o PEAE e a AT (audiometria tonal) foi de 18,2/15,1/11/10,4 dB, ou seja, a diferença mais elevada se mostrou em estímulos graves (500 Hz) e a menor em estímulos mais agudos (4kHz). No estudo de Beck e col. (2014) essa diferença foi de 7,1/7,6/8,2/9,7 dB.<sup>9</sup> Já Casey (2014) encontrou em crianças diferenças que variaram de 15 a 22 dB<sup>14</sup>,

no estudo de Stapells (2010) houve uma variação de 14 a 27 dB<sup>25</sup> e no de Tlumak, Rubinstein e Durrant (2007) encontrou-se variação de 11 a 17 dB.<sup>26</sup> Ozdek (2010) verificou diferenças de 15/10/14/15 dB entre os dois tipos de teste<sup>10</sup> enquanto Luts (2006) encontrou 8/6/7/9 dB de diferença<sup>27</sup>, já D'haenens e col. (2009), com os mesmos testes, obtiveram diferenças de 20/15/10/13 dB.<sup>19</sup> Luiz (2016) encontrou valores entre -0,3 e 12 dB para o grupo com audição normal, e entre -9 e 2 dB para o grupo com perda auditiva de grau moderado a moderadamente severo.<sup>15</sup> Rodrigues e Lewis (2010), comparando PEAE e VRA (audiometria de reforço visual) em crianças com perdas auditivas cocleares, encontraram diferenças de -1,7/1,5/-0,1/-4,5 dB, indicando com os valores negativos que, em algum momento, o PEAE apresentou melhores resultados auditivos.<sup>24</sup>

No que tange à correlação entre os dois métodos, não obtivemos forte correlação em nenhuma das frequências, deixando, inclusive, a dúvida se na frequência de 1000 Hz haveria alguma correlação, pois aí foi encontrado o menor valor. Embora tenhamos buscado uma amostra homogênea, de indivíduos jovens, com audição normal e sem queixas e/ou alterações auditivas, nossos valores foram 0,44/0,20/0,29/0,35 para 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, respectivamente. Ao contrário de muitos estudos, nós verificamos uma correlação discretamente melhor em 500 Hz. Luiz (2016) não verificou em sua pesquisa correlação entre os limiares eletrofisiológicos e comportamentais no grupo com audição normal.<sup>15</sup> Attias e col. (2014) também encontraram fatores de correlação baixos (menor que 0,63) quando compararam o PEAE com os limiares psicoacústicos em adultos.<sup>28</sup> Linares (2010) encontrou significativa correlação para a população pediátrica, 0,8/0,9/0,7/0,8.<sup>21</sup> Boas correlações também foram obtidas por Luts (2006), 0,82/0,84/0,89/0,91<sup>27</sup>, D'haenens e col. (2009) com 0,82/0,91/0,94/0,94<sup>19</sup> e Ozdek (2010) para adultos, 0,92/0,93/0,95/0,77.<sup>10</sup>

Um grande número de autores refere que existe uma melhor correlação para perdas auditivas, melhor quanto maior o grau, em comparação com a audição normal.<sup>8,9,10,11,13,23,24</sup> Rodrigues e Lewis (2010), comparando as respostas de PEAE com a VRA (audiometria de reforço visual), em crianças com perdas auditivas cocleares, obtiveram coeficientes de correlação de 0,90/0,93/0,93/0,89 para as mesmas frequências que aqui testamos.<sup>24</sup> Parece

que em perdas auditivas sensorineurais, a presença do recrutamento pode significar um aumento da amplitude de resposta.<sup>9,10</sup>

Ahn (2007) sugere que o PEAAE talvez não seja o teste ideal para avaliar sujeitos com audição normal<sup>13</sup>, pois existe uma significativa variação nas respostas para essa população.<sup>14</sup> Há autores que encontraram diferença média de valores entre a AT e o PEAAE, para normo-ouvintes, de 20 dB<sup>29</sup> a 32 dB.<sup>30</sup> Casey (2014) alega que essa variação talvez possa ser explicada pela influência do ruído ambiental dificultando a captação das respostas em um baixo limiar auditivo, diferente do que ocorre em perdas auditivas, onde o limiar está elevado e não sofreria interferência deste fator ambiental.<sup>14</sup> No entanto, Rabelo e Schochat (2011) encontraram resultados distintos em sua amostra, ou seja, não verificaram diferenças estatisticamente significantes entre os limiares eletrofisiológicos e AT no grupo de adultos normo-ouvintes, o que as fez sugerir o PEAAE como ferramenta útil para estimar limiares auditivos.<sup>12</sup> Embora nossas populações tenham faixa etária e quantitativo similares, as autoras realizaram a pesquisa somente em 500 e 2000 Hz, com a mesma frequência de modulação para ambas (46 Hz). Não podemos avaliar até que ponto esses parâmetros possam ter influenciado os resultados obtidos por elas.

Embora o PEAAE venha sendo aplicado para prever os limiares tonais, deve-se ter em mente que os resultados serão mais precisos para as perdas auditivas. Não deixa de ser um método útil na rotina clínica, principalmente em pacientes que não respondam às avaliações subjetivas. Ele pode auxiliar no diagnóstico audiológico, porém não deve ser usado de forma isolada, pois complementa, mas não substitui os outros meios de avaliação (imitanciométrica, emissões otoacústicas, PEATE, etc.)<sup>15</sup> Imprescindível dizer que a possibilidade de se estimar limiares auditivos através de meios eletrofisiológicos não diminui a importância da aplicação da avaliação comportamental, que deve permanecer sempre como padrão-ouro.<sup>24</sup>

## Conclusão

Concluímos que as médias das diferenças entre as respostas obtidas na Audiometria Tonal e no Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável foram razoavelmente elevadas, principalmente em 500 Hz e em menor proporção para 4kHz.

Os valores obtidos nos dois exames não apresentaram forte correlação na amostra estudada, apresentando-se discretamente melhor para 500 Hz, ao contrário do que revelam diversos estudos da atualidade. Resultados da frequência de 1000 Hz não nos permitem afirmar, inclusive, se existe alguma correlação entre os testes.

Serão sempre oportunos estudos adicionais, com maior número de participantes ou multicêntricos, para confirmar ou acrescentar novos dados da população brasileira, nos permitindo avaliar a eficácia de novos testes que contribuam para um diagnóstico audiológico cada vez mais preciso.

## Referências bibliográficas

1. Pereira LD, Cavadas M. Processamento Auditivo Central. In: Frota S. Fundamentos em Fonoaudiologia - Audiologia. 2ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003.135-46
2. Menezes PL, Griz S, Motta MA. Psicoacústica. In: Menezes PL, Caldas Neto S, Motta MA. Biofísica da Audição. São Paulo: Lovise; 2005. 63-71
3. Yantis PA. Avaliação dos Limiares por Via Aérea. In: Katz J. Tratado de Audiologia Clínica. 4ª. ed. São Paulo: Manole; 1999.97-108
4. Pedrón AM. Potenciales Evocados Auditivos de Estado Estable a Múltiples Frecuencias: Valoración de los Estudios sobre Localización de sus Generadores Cerebrales. Medisan. 2011; 15: 1268-79.
5. Souza LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Coser PL. Resposta Auditiva de Estado Estável. In: Souza LCA, Piza MRT, Alvarenga KF, Coser PL. Eletrofisiologia da Audição e Emissões Otoacústicas. 2ª. ed. Ribeirão Preto: Novo Conceito Saúde; 2010. 89-94.
6. Jasper HH. The ten twenty electrode system of the international federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1958; 371-5.
7. Costa Neto PLO. Estatística. São Paulo: Edgar Blücher; 1977.
8. Duarte JL, Alvarenga KF, Garcia TM, Costa Filho OA, Lins OG. A Resposta Auditiva de Estado Estável na Avaliação Auditiva: Aplicação Clínica. *Pró-Fono R Atual Cient.* 2008; 20: 105-10.
9. Beck RMO, Ramos BF, Grasel SS, Ramos HF, Moraes MFBB, Almeida ER e col. Estudo Comparativo entre Audiometria Tonal Limiar e Resposta Auditiva de Estado Estável em Normouvintes. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2014; 80: 35-40.
10. Ozdek A, Karacay M, Saylam G, Tatar E, Aygener N, Korkmaz M. Comparison of Pure Tone Audiometry and Auditory Steady-State Responses in Subjects with Normal Hearing and Hearing Loss. *Eur Arch Otorhinolaryngol.* 2010; 267: 43-9.
11. Luiz CBL, Azevedo MF. Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável em Crianças e Adolescentes com Perda Auditiva Neurosensorial de Grau Severo e Profundo Descendente. *Audiol Commun Res.* 2014; 19: 286-92.



12. Rabelo CM, Schochat E. Sensitivity and Specificity of Auditory Steady-State Response Testing. *Clinics*. 2011; 66: 87-93.
13. Ahn JH, Lee H, Kim Y, Yoon TH, Chung JW. Comparing Pure-Tone Audiometry and Auditory Steady-State Response for the Measurement of Hearing Loss. *Otolaryngol Head Neck Surg*. 2007; 136: 966-71.
14. Casey KA, Small SA. Comparisons of Auditory Steady-State Response and Behavioral Air Conduction and Bone Conduction Thresholds for Infants and Adults with Normal Hearing. *Ear Hear*. 2014; 35: 423-39.
15. Luiz CBL, Garcia MV, Azevedo MF. Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável em Crianças e Adolescentes. *CoDAS*. 2016; 3:1-9.
16. Calil DB, Lewis DR, Fiorini AC. Achados dos Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável em Crianças Ouvintes. *Distúrbios Comun*. 2006; 18: 391-401.
17. Garcia MV, Azevedo MF, Biaggio EPV, Didoné DD, Testa JRG. Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável por Via Aérea e Via Óssea em Crianças de Zero a Seis Meses sem e com Comprometimento Condutivo. *Rev CEFAC*. 2014; 3:1-10.
18. Rance G, Roper R, Symons L, Moody LJ, Poulis C, Dourlay M. Hearing Threshold Estimation in Infants using Auditory Steady-State Responses. *J Am Acad Audiol*. 2005; 16(5): 291-300.
19. D'haenes W, Dhooge I, Maes L, Bockstael A, Keppler H, Philips B e col. The Clinical Value of the Multiple-Frequency 80-Hz Auditory Steady-State Response in Adults with Normal Hearing and Hearing Loss. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 2009; 5: 496-506.
20. Lins OG, Picton TW, Boucher BL, e col. Frequency-Specific Audiometry using Steady-State Responses. *Ear Hear*. 1996; 17: 81-96.
21. Linares AM, Costa-Filho OA, Martinez MANS. Potencial Evocado Auditivo de Estado Estável em Audiologia Pediátrica. *Braz J Otorrinolaryngol*. 2010; 76: 723-8.
22. Stürzebecher E, Cebulla M, Elberling C, Berger T. New Efficient Stimuli for Evoking Frequency-Specific Auditory Steady-State Response. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2010; 15: 153-4.
23. Hosseinabadi R, Jafarzadeh S. Auditory Steady-State Response Thresholds in Adults with Conductive and Mild to Moderate Sensorineural Hearing Loss. *Iran Red Crescent Med J*. 2015; 17(1)e18029. doi: 105812/ircmj,18029 (<http://dx-doi.org/105812/ircmj.18029>)
24. Rodrigues GRI, Lewis DR. Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável em Crianças com Perdas Auditivas Cocleares. *Pró-Fono R Atual Cient*. 2010; 1: 1-6.
25. 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 Audiology*. 2ª. ed. Nashville (Estados Unidos):Plural Publishing; 2010.p.409-48.
26. Tlumak AI, Rubinstein E, Durrant JD. Meta-Analysis of Variables that affect Accuracy of Threshold Estimation via Measurement of the Auditory Steady-State Response (ASSR). *Int J Audiol*. 2007; 46: 692-710.
27. Lutz 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: 24-37.
28. Attias J, Karawani H, Shemesh R, e col. Predicting Hearing Thresholds in Occupational Noise-Induced Hearing Loss by Auditory Steady-State Responses. *Ear Hear*. 2014; 35: 330-8.
29. Canale A, Lacilla M, Cavalot AL, Albera R. Auditory Steady-State Responses and Clinical Applications. *Euro Arch Otorhinolaryngol*. 2006; 263: 499-503.
30. Ferraz OB, Freitas SV, Marchiori LLM. Análise das Respostas obtidas por Potenciais Evocados Auditivos de Estado Estável em Indivíduos Normais. *Rev Bras Otorrinolaryngol*. 2002; 68: 480-6.