

# Correlação da audiometria de tronco encefálico e audiometria tonal na avaliação dos limiares auditivos em perdas auditivas neurossensoriais descendentes

Artigo Original

Recebido em 00/00/0000

Aprovado em 00/00/0000

*Correlation of auditory brainstem responses and pure-tone audiometry in hearing threshold evaluation in decrease sensorineural hearing loss.*

Valdete Alves Valentins dos Santos Filha<sup>1</sup>, Carla Gentile Matas<sup>2</sup>

1) Doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Faculdade de Medicina da Universidade São Paulo FMUSP. (Fonoaudióloga)

2) Doutora em Distúrbio da Comunicação Humana pela Universidade Federal de São Paulo - Escola Paulista de medicina. (Docente do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP)

Instituição: Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.

Endereço de Correspondência: Rua Alves Guimarães 866 Aptº 61 Pinheiros CEP: 05410-001 Telefone: (11) 3088-9205 ou (11) 8456 4643 e-mail: valdetev@hotmail.com

## RESUMO

**Objetivo:** correlacionar o potencial evocado auditivo de tronco encefálico e audiometria tonal na avaliação dos limiares auditivos em perdas auditivas neurossensoriais, estabelecendo desta forma a relação entre estes limiares, tanto do ponto de vista de intensidade quanto de frequência. **Método:** trabalho desenvolvido no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia da FMUSP. Foram selecionados vinte e cinco sujeitos (38 orelhas), com idade entre 32 a 80 anos, apresentando como critérios de inclusão perda auditiva neurossensorial descendente com diferença entre as médias dos limiares de audibilidade das frequências de 2 a 4 kHz e 3 a 6 kHz igual ou superior a 10dB. Os indivíduos foram submetidos à Audiometria Tonal, Audiometria Vocal, medidas de imitância acústica e Potencial Evocado de Tronco Encefálico. **Resultados:** A análise descritiva evidenciou que ocorreu diferença estatisticamente significativa entre os limiares eletrofisiológicos para “clicks” e a média dos limiares de audibilidade de 3 a 6 kHz (50,66% dos casos), sendo que esta diferença em torno de 10dB. **Conclusão:** O limiar eletrofisiológico para “clicks” pode ser utilizado como parâmetro de medida para auxiliar no diagnóstico de deficiência auditiva na faixa de frequências agudas.

**Descritores:** Limiar Auditivo, Perda Auditiva Neurossensorial, Potenciais Evocados Auditivos.

## ABSTRACT

**Purpose:** to correlate the brainstem auditory evoked potential and pure-tone audiometry in the evaluation of the hearing thresholds in sensorineural hearing losses, establishing in such a way the relation between these thresholds, both from a frequency point of view as well as intensity. **Methods:** This research was carried out at the Audiological Investigation Laboratory in Auditory Evoked Potentials at Universidade de São Paulo. Twenty five citizens have been selected (38 ears), with age varying between 32 and 80 years, presenting as inclusion criteria sensorineural hearing loss descendant with difference between the averages of the audibility thresholds of the frequencies of 2000-4000Hz and 3000-6000Hz equal or superior to 10dB. The patients have undergone Pure Tone and Speech Audiometry, Acoustic Immittance Measures and brainstem auditory evoked potential - Research of the electrophysiologic threshold for “clicks”. **Results:** The descriptive analysis proved that the electrophysiologic thresholds for “clicks” compare significantly to the average of the thresholds of audibility of 3 the 6kHz (50.66% of the cases), being the difference between them around 10dB. **Conclusions:** The electrophysiologic threshold for “clicks” can be used as a parameter of measurement to assist in the diagnosis of auditory disorders in the band of acute frequencies.

**Keywords:** Auditory Threshold, Sensorineural Hearing Loss; Auditory Evoked Potential

## INTRODUÇÃO

O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) é um procedimento eletrofisiológico da audição, relativamente rápido e de grande especificidade, e que avalia a via auditiva no tronco encefálico. Este procedimento é bastante eficiente para os diagnósticos de disfunções neurológicas e de déficits auditivos periféricos<sup>(1)</sup>.

Além de investigar a integridade da via auditiva, o PEATE pode ser utilizado na pesquisa do limiar eletrofisiológico, ou seja, a menor intensidade na qual pode ser visualizada a presença da onda V, complementando a bateria de exames audiológicos e auxiliando desta forma na mensuração objetiva da audição de indivíduos que não podem ser avaliados pelo método convencional<sup>(2)</sup>.

O tipo de estímulo acústico mais freqüentemente utilizado para a obtenção das ondas no PEATE é o "click" por apresentar um espectro amplo de freqüências, permitindo estimular uma quantidade maior de fibras neuronais, embora enfatize somente a faixa de freqüências mais aguda<sup>(3)</sup>.

Segundo a literatura, o PEATE apresenta sucesso na utilização clínica, porém existem alguns fatores que podem influenciar na estimativa dos limiares auditivos com este procedimento: o grande número de equipamentos que tem sido utilizado, a diversidade de conhecimento e treinamento do pessoal que emprega a técnica e a falta de métodos padronizados.<sup>(4)</sup>

Diferentemente do PEATE, a pesquisa do limiar de audibilidade é realizada pela emissão de tons puros de 250 a 8000 Hz separadamente, avaliando dessa maneira uma maior gama de freqüências. Existem na literatura controvérsias envolvendo a faixa de freqüências abrangida pelo "click" 2000 a 4000 Hz<sup>(5, 6)</sup> ou 3000 a 6000 Hz<sup>(3)</sup>.

Diante disso, surge à necessidade do conhecimento da exata relação existente entre limiar eletrofisiológico e limiar de audibilidade, verificando inicialmente a faixa de freqüência que está sendo estimulada ao utilizar o estímulo tipo "click" e, posteriormente, a confiabilidade na utilização do limiar eletrofisiológico como parâmetro de medida para auxiliar no diagnóstico de deficiência auditiva, mais especificamente do grau da perda de audição.

Portanto, o objetivo desse trabalho é correlacionar o potencial evocado auditivo de tronco encefálico e audiometria tonal na avaliação dos limiares auditivos em perdas auditivas neurossensoriais, estabelecendo desta forma a relação entre estes limiares, tanto do ponto de vista de intensidade quanto de freqüência.

## MÉTODO

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Potenciais Evocados Auditivos do Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, após a aprovação pelo Comitê de Ética sob o protocolo nº 039/05.

Foram selecionados vinte e cinco sujeitos (38 orelhas), com idade variando entre 32 a 80 anos, apresentando como critérios de inclusão perda auditiva neurossensorial descendente com diferença entre as médias dos limiares de audibilidade das freqüências de 2 a 4 kHz e 3 a 6 kHz igual ou superior a 10dB.

Os participantes assinaram um termo de consentimento, no qual estavam descritos todos os procedimentos a serem realizados. Em seguida, foram submetidos à:

- *Anamnese* - para a obtenção do histórico clínico do paciente.

- *Audiometria Tonal Liminar* - A audiometria tonal liminar foi realizada com tom puro, com fone supra aural TDH 39 e vibrador ósseo em cabina acústica, após a inspeção do meato acústico externo, com otoscópio da marca *Heine*. Foram avaliadas as freqüências de: 0,25 a 8 kHz por via aérea e de, 0,5 a 4 Hz por via óssea (nas freqüências com limiares maiores do que 20dB NA na via aérea), utilizando-se o audiômetro marca Interacoustics, modelo AC 33, calibrado segundo o padrão ANSI S3.39 - 1987. Esta avaliação foi realizada para a seleção dos participantes, bem como para a comparação dos limiares tonais com os limiares eletrofisiológicos.

- *Medidas de Imitância Acústica* - Estas medidas abrangem a timpanometria com um tom de sonda de 226Hz, e a pesquisa do reflexo acústico do músculo estapédio (na via aferente contralateral, para as freqüências de 0,5; 1; 2 e 4 kHz), com o objetivo de eliminar qualquer suspeita de comprometimento de orelha média. Esta última medida é contra indicada para os pacientes que apresentam hipersensibilidade a sons, principalmente quando realizada em níveis superiores ao desconforto do sujeito, portanto, não foi realizada nos indivíduos com baixa tolerância a sons.

Para a realização das medidas de imitância acústica foi utilizado o analisador de orelha média da marca Grason - Stadler, modelo GSI 33 calibrado segundo padrão ANSI (S3.39-1987).

- *Potencias Evocados Auditivos de Tronco Encefálico* - os sujeitos que atenderam aos critérios de inclusão foram submetidos ao PEATE, no qual foram pesquisados o limiar eletrofisiológico (menor intensidade na qual é possível identificar a onda V) e o limiar psicoacústico para "clicks" (menor intensidade na qual o indivíduo indica está escutando o estímulo), utilizando o equipamento portátil Traveler Express - marca Bio - Logic.

Inicialmente foi realizada a limpeza de pele com pasta abrasiva, os eletrodos foram fixados à pele nas posições do vértex (Cz) e mastóides direita e esquerda (M2 e M1), utilizando-se de pasta eletrolítica e fita adesiva.

Foram verificados os valores de impedância dos eletrodos, encontrando-se inferiores a 5 KOhms. O estímulo acústico foi apresentado por meio de um par de fones TDH 39, eliciando as respostas no tronco encefálico.

O exame foi realizado em ambiente eletricamente protegido e acusticamente isolado, utilizando o estímulo "click", com velocidade de apresentação de 19,0 estímulos por segundo

e duração de 0,1 milissegundos, sendo empregado um total de 2000 estímulos. A intensidade do estímulo acústico foi inicialmente de 80dB NA, na qual foram identificadas as ondas I, III e V com seus respectivos tempos de latência.

Para a pesquisa do limiar eletrofisiológico, a intensidade foi diminuída gradativamente, de 10 em 10 dB NA, até a obtenção da menor intensidade na qual ocorreu o aparecimento da onda V em menor amplitude, sendo este ponto considerado o limiar. Nos casos que em uma intensidade menor não pôde ser visualizada a onda V, a intensidade do estímulo acústico foi aumentada de 5 em 5dB até o aparecimento da referida onda.

Para a análise estatística foi utilizado o teste estatístico ANOVA, sendo os valores considerados significantes quando  $p$ -valor  $< 0,05$  (5%). Foram obtidos, também, intervalos de confiança construídos com 95% de confiança estatística.

## RESULTADOS

Serão apresentados nesse tópico, os resultados comparando os limiares eletrofisiológicos para “clicks” com a média dos limiares auditivos obtidos nas faixas de frequências de 2 a 4 kHz e 3 a 6 kHz, bem como, as diferenças obtidas entre os limiares eletrofisiológicos e a média das mesmas bandas de frequências.

Foram considerados estatisticamente significantes quando ( $p < 0,05$ ) nos quais os valores foram assinalados com (\*).

Na tabela 1 e gráfico 1, pode-se constatar dos valores médios mais elevados dos limiares eletrofisiológicos para clicks quando comparados com os valores médios dos limiares auditivos obtidos nas faixas de frequências de 2 a 4 kHz e 3 a 6 kHz, sendo que a análise estatística evidenciou que a média dos limiares eletrofisiológicos para “clicks” foi estatisticamente diferente tanto da média dos limiares de audibilidade na faixa de frequência de 2 a 4 kHz quanto da média dos limiares de audibilidade de 3 a 6 kHz (Tabela 1 e Gráfico 1).

**Tabela 1** - Comparação do limiar eletrofisiológico para “clicks” com a média dos limiares auditivos obtidos nas faixas de frequências 2 a 4kHz e 3 a 6kHz .

	Click	2 a 4 kHz	3 a 6 kHz
Média	60,53	39,34	50,66
Mediana	60	37,5	52,5
Desvio Padrão	16,14	14,62	14,48
Mínimo	30	15	25
Máximo	90	65	75
Tamanho	38	38	38
Limite Inferior	55,39	34,69	46,05
Limite Superior	65,66	43,99	55,26
p-valor		$<0,001^*$	$0,006^*$



**Gráfico 1** - Comparação dos valores médios dos limiares auditivos com o click eletrofisiológicos nas faixas de frequências 2 a 4kHz e 3 a 6kHz.

Na tabela 2 e gráfico 2 pode-se observar que a diferença média entre limiar eletrofisiológico para clicks e limiares de audibilidade na faixa de frequência de 2 a 4 kHz foi de 21,32 dB, enquanto que a diferença média entre limiar para clicks e limiares na faixa de frequência de 3 a 6 kHz foi de 9,74 dB, estando mais elevado o limiar eletrofisiológico. Na comparação entre estas diferenças médias, observou-se diferença estatística significativa, sendo que o limiar eletrofisiológico esteve mais próxima da frequência de 3 a 6 kHz.

## DISCUSSÃO

O Potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) é um eficiente e importante exame diagnóstico na detecção de disfunções neurológicas e déficits auditivos periféricos<sup>(7)</sup>.

Alguns autores relatam a utilidade deste procedimento no diagnóstico diferencial das perdas auditivas neurossensoriais, fornecendo dados, que podem identificar objetivamente o local da lesão, coclear ou retrococlear<sup>(8)</sup>.

A pesquisa do limiar eletrofisiológico revela dados objetivos imprescindíveis para diagnosticar precocemente uma alteração auditiva. Torna-se, portanto, de suma importância o conhecimento da exata relação existente entre limiar eletrofisiológico, limiar psicoacústico para clicks e limiar de audibilidade, verificando desta forma se existe confiabilidade na utilização do limiar eletrofisiológico como parâmetro de medida para investigar a audibilidade na faixa de frequências agudas.

Os resultados obtidos na Tabela 1 e no Gráfico 1 encontram-se compatíveis com estudo de Matas (9), que afirmam que a pesquisa do limiar eletrofisiológico permite o diagnóstico do grau da perda auditiva, principalmente, na região de frequências agudas (3 a 6 kHz), devido o tipo do estímulo utilizado (clique).

Por outro lado, estudos mostram que, infelizmente, os limiares para clicks não abrangem as frequências baixas, ressaltando que esta correlação ocorre melhor nos limiares comportamentais na faixa de frequência de 2 a 4kHz<sup>(5,6)</sup>. Dados esses semelhantes aos da literatura consultada, cujos autores concluíram que, os limiares do PEATE para “clicks”

apresentaram melhores sensibilidade nas altas frequências abrangendo a região entre 1 a 4kHz<sup>(10)</sup>, bem como aos de Martinez ao confirmar essa relação existente nas frequências de 2, 4 e 8kHz<sup>(11)</sup>.

Em pesquisa realizada com crianças com perda auditiva neurossensorial, constatou-se que as médias de tons puros foram 20 dB piores do que os resultados na ABR, o oposto do que ocorre em indivíduos normais<sup>(12)</sup>. Um outro estudo, comparando o limiar eletrofisiológico e o de audibilidade em indivíduos normais, pôde-se observar uma diferença de 20 dB NA<sup>(13)</sup>. Por outro lado, os dados alcançados com o estudo em questão, apontaram essas médias em torno de 10 dB melhores do que o limiar eletrofisiológico (Tabela 2 e Gráfico 2).

**Tabela 2 - Diferenças obtidas entre os limiares eletrofisiológicos e as médias das bandas de frequências 2 a 4kHz e 3 a 6kHz.**

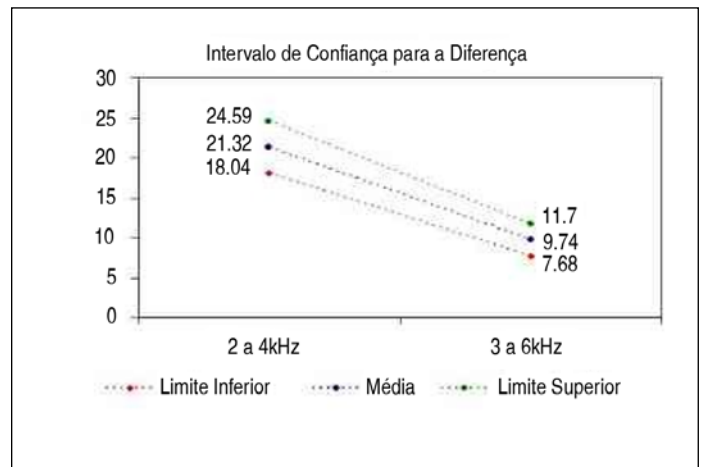
Diferença	2 a 4 kHz	3 a 6 kHz
Média	21,32	9,74
Mediana	20	10
Desvio Padrão	10,31	6,47
Mínimo	10	0
Máximo	60	25
Tamanho	38	38
Limite Inferior	18,04	7,68
Limite Superior	24,59	11,79
p-valor	<0,001*	

\* valores considerados estatisticamente significativos perante o nível de significância adotado.

No estudo de Gomes e Matas<sup>(14)</sup>, foi verificado uma diferença média de 15,5 dBNA e 15,1 dBNA entre limiares de audibilidade e eletrofisiológico, de 4,9 dB NA entre limiares de audibilidade e psicoacústico e, de 10,6 dB NA e 10,2 dBNA entre limiares eletrofisiológico e psicoacústico para os sexos feminino e masculino, respectivamente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Jacobson JT, Novotny GM, Elliot S. Clinical Considerations in the Interpretation of Auditory Brainstem Response Audiometric. *Journal Otolaryngol* 1980; 9(6): 493-504.
- Henriques MM, Marvão JH, Pimentel JM. Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Cerebral. *Acta AWHO* 1997; 16(4), 150-160.
- Matas CG. Medidas Eletrofisiológicas da Audição - Audiometria de Tronco Cerebral. Carvalho RMM. *Fonoaudiologia - Informação para a Formação: Procedimentos em Audiologia*. Guanabara Koogan. Cap. 2, Rio de Janeiro, 2003, p. 43-57
- Fria TJ, Doyle WJ. Maturation of the auditory brain stem response (ABR): additional perspectives. *Ear Hear*. 1984; Nov-Dec;5(6):361-5
- Laureano AN, McGrady MD, Campbell KCM. *The American Journal of Otology*. 1995;16(2):209-215.
- Hyde ML, Riko K, Malizia K. Audiometric accuracy of the click ABR in infants at risk for hearing loss. *J Am Acad Audiologic*, 1990 Apr;1(2):59-66.
- Musiek FE, Johnson GD, Gollegly KM, Josey AF, Glasscock ME. The auditory brain stem interaural latency difference(ILD) in patients with brain stem lesions. *Ear Hear* 1989;10(2):131-34.



**Gráfico 2 - Valores médios dos intervalos de confiança para a diferença entre bandas de frequências 2 a 4kHz e 3 a 6kHz.**

De acordo com a literatura, O PEATE possui alta sensibilidade e especificidade e, portanto, é indicado para a prática audiológica clínica. Porém, são necessários critérios rigorosos para o estabelecimento de padrões de normalidade e, para isso, é importante que os dados obtidos possam ser confrontados com outros dados disponíveis<sup>(15)</sup>.

## CONCLUSÃO

Frente aos resultados obtidos na presente pesquisa, observou-se indícios que o limiar eletrofisiológico para “clicks” pode ser utilizado como parâmetro de medida para auxiliar no diagnóstico de deficiência auditiva na faixa de frequências agudas (3 a 6kHz), apontando como diferença média entre o “click” e a referida faixa de frequência, em torno de 10dB NA, estando mais elevado o limiar eletrofisiológico. O futuro das estimativas do limiar auditivo com os potenciais evocados auditivos de tronco encefálico depende da contínua investigação da influência da perda auditiva nos parâmetros de respostas.

- Prosser S, Arslan E. Prediction of Auditory Brainstem wave V Latency as a Diagnostic Tool of Sensorineural Hearing Loss. *Audiology* 1987;26:179-87.
- Matas CG. Medidas eletrofisiológicas da audição - Audiometria de tronco encefálico. In: *Fonoaudiologia Informação para formação - Procedimentos em audiologia*. São Paulo: Ed. Guanabara Koogan; 2003.
- Jerger J, Martin L. Prediction of sensorineural hearing level from the brain stem evoked response. *Arch Otolaryngol*.1978;104:456-61.
- Martínez Ibarquén A. Correlación umbral potenciales evocados auditivos tronco-encefálicos (ABR), umbrales audiometria tonal liminar. *Acta Otorrinolaringol Esp*; 1993;44(3):169-73 May-Jun.
- Schoonhoven R, Lamore PJ, de Laat JA, Grote JJ. Long-term audiometric follow-up of click-evoked auditory brainstem response in hearing-impaired infants. *Audiology* 2000;39(3): 135-145.
- Wada T, Kubo T, Aiba T, Yamane H. Further examination of infants referred from newborn hearing screening. *Acta Otolaryngol Suppl*. 2004 Oct;(554):17-25.
- Gomes I, Neves IF, Leite RA, Matas CG. Anais do 21º EIA - Encontro Internacional de Audiologia, Bauru(2006)
- Munhoz ASL, Silva MLG, Caovilla HH, Ganança MG, Frazza MM. Potenciais evocados auditivos - Aspectos históricos e técnicos. In: *Audiologia Clínica*. São Paulo: