

Revista ACR

Diferenças morfológicas entre as polaridades rarefeita e condensada no traçado do potencial evocado auditivo de tronco encefálico clique

Morphological differences between rarefaction and condensation polarities in click stimulus brainstem evoked auditory potential

Anna Maria de Lira Cabral¹, Silvana Maria Sobral Griz¹

(1) Curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE- Recife (PE), Brasil.

Trabalho realizado no Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – Recife (PE), Brasil, com bolsa concedida no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFPE/CNPq).

RESUMO

Objetivo: analisar o traçado do exame do PEATE com estímulo clique com diferentes polaridades em jovens com audição normal. **Métodos:** estudo observacional, descritivo e transversal. Participaram 19 jovens de ambos os sexos com idades entre 18 e 25 anos (média 21,8), com limiares auditivos menores que 25 dB NA nas frequências de 250 a 8000Hz. Foram realizadas entrevistas, avaliação audiológica básica e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com estímulo clique. Foram coletados três traçados de 1024 cliques, sendo analisado o traçado resultante para a orelha direita e esquerda, nas polaridades rarefeita e condensada. Para análise do *slope* e área, foram marcadas as ondas I, III e V e seus vales subsequentes, bem como a marcação do ponto zero (valor de latência entre o pico e o vale quando a amplitude atinge o valor zero ou valor correspondente a latência da metade do *slope*). Os resultados foram analisados por meio do software SPSS. **Resultados:** Os valores latência absoluta e intervalos interpicos não apresentaram diferenças significativas entre as polaridades rarefeita e condensada. Foi observada uma diferença significativa na amplitude, *slope* e área da onda I entre as polaridades rarefeita e condensada, coincidindo com a impressão da morfologia pelos julgadores dos traçados. Não foi encontrada diferença significativa para os valores das ondas III e V. **Conclusão:** Não houve diferenças estatisticamente significativas em termos de latências absolutas e intervalos interpicos entre as polaridades rarefeita e condensada. No entanto, foram observadas diferenças estatisticamente significativas na amplitude, *slope* e área da onda I quando comparadas entre as polaridades rarefeita e condensada.

Descritores: Potenciais Evocados; Audição; Testes Auditivos

INTRODUÇÃO

O Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) foi descrito por Jewett e Williston (1971) após uma estimulação auditiva. Por meio de eletrodos dispostos na cabeça do sujeito, registraram respostas elétricas originadas da via auditiva, cujo traçado foi composto por sete picos sequencialmente numerados em algarismo romano de I até VII, como ondas positivas (1).

O PEATE é um exame objetivo e não invasivo, que pode ser realizado com o sujeito dormindo, ideal para casos em que não há a colaboração do sujeito e não é possível obter a resposta na audiometria convencional, podendo ser realizado com diversos tipos de estímulo (2), sendo clique é o mais utilizado (3).

Moller e Jannetta (1985) (4) identificaram os sítios geradores de cada uma das ondas e apontaram de qual estrutura anatômica poderia vir as respostas das VII ondas encontradas, sendo elas: I - porção distal do nervo auditivo, II - porção proximal do nervo auditivo, III - núcleo coclear, IV - complexo olivar superior, V - colículo inferior/lemnisco lateral VI e VII - estruturas localizadas na região talâmica. Estes sítios geradores das ondas do PEATE são considerados na prática clínica (5).

O clique se caracteriza pelo seu início rápido e sua curta duração, com largo espectro de frequência, cujo traçado corresponde a resposta na faixa de frequência de 1000 a 4000 Hz (3, 6), composto pelas cinco primeiras ondas.

Diferentes parâmetros de aquisição e condição do sujeito podem modificar a estrutura do traçado (7), modificando sua morfologia. A morfologia consiste na forma da onda do PEATE e sua análise é baseada em critérios subjetivos, como clareza e formato da onda. Porém, quando a morfologia não corresponde à expectativa do examinador, com aparência considerada normal, é dito que o traçado apresenta morfologia pobre (8).

Dentre os parâmetros de aquisição, existe a polaridade do estímulo. Ela se refere-se ao sentido no qual o diafragma do transdutor se movimenta, podendo ser classificada como condensada, rarefeita e alternada (7).

Na polaridade condensada, quando o fone auditivo é posicionado na orelha do sujeito, o diafragma do transdutor se move para fora, em direção ao conduto auditivo externo (CAE), comprimindo as partículas de ar em direção a membrana timpânica (MT). Com isso, o estribo se movimenta para dentro do labirinto membranoso, e esse movimento faz com que haja movimento da membrana basilar (MB) em direção a escala timpânica (movimento para baixo), causando pouca ativação das células ciliadas, produzindo hiperpolarização (7).

Na polaridade rarefeita, quando o fone auditivo é posicionado na orelha do sujeito, o diafragma do transdutor se move para dentro, em direção oposta ao CAE, fazendo com que as partículas de ar se movam em direção oposta à MT. Com isso, o estribo se movimenta em direção a caixa timpânica e esse movimento faz com que haja movimento da MB em direção a escala vestibular (movimento para cima), causando ativação efetiva das células ciliadas, produzindo despolarização (7).

Por fim, a polaridade alternada, que é feita com a alternância dos movimentos do transdutor para fora e para dentro, durante as apresentações do estímulo (7).

Fisiologicamente, a polaridade rarefeita é a mais recomendada para a realização do PEATE com o estímulo clique (7). A diminuição da latência das ondas ocorre primordialmente pela diferença fisiológica produzida por cada polaridade.

Análise das ondas do traçado do PEATE mais comumente utilizada é a marcação de suas latências e amplitudes (9). Apesar de existir diferenças nos valores de latência e amplitude em cada centro de atendimento, de acordo com o modelo do equipamento utilizado e de acordo com os parâmetros de aquisição em que o traçado

foi obtido (10). Para fins didáticos, considera-se os seguintes valores de latência absolutas das ondas do PEATE: I- 1,5 ms, III- 3,5 ms, V- 5,5 ms para adultos com audição normal (3). Os valores de amplitude analisados referem-se às amplitudes das ondas I e V, sendo 0,25 μV e 0,5 μV , respectivamente. Ou seja, a razão entre a onda I e V (V/I) deve ser superior ao valor 1 μV (7).

Entretanto, pode haver diferença na latência das ondas do PEATE obtidas com rarefação e condensação. Por exemplo, Lima e colaboradores (2008) encontraram para a polaridade condensada as seguintes latências: I - 1,71 ms, III - 3,79 ms, V - 5,66 ms e para polaridade rarefeita as seguintes latências: I - 1,68 ms, III - 3,75 ms, V - 5,56 ms (11).

A despeito da análise baseada na latência e amplitude, a análise morfológica do traçado é uma análise subjetiva e consiste na observação visual do formato do traçado, observando a ausência e/ou presença de ondas e observando sua reprodutibilidade (8). Entretanto, não foi encontrada padronização relativa à análise da morfologia dos traçados do PEATE. Por exemplo, um estudo realizou a análise morfológica dos traçados do PEATE em 50 indivíduos e encontrou 6 padrões de apresentação do complexo VI-V (12).

Gopal e Kowalski (1998) propuseram uma análise quantitativa da morfologia do traçado, baseado no cálculo do *slope*. Sanfins e colaboradores (2017) propuseram análise da morfologia baseada no cálculo da área. O *slope* consiste na inclinação da onda, entre o seu pico e o seu vale, levando em consideração os valores de amplitude e latência em seu cálculo (8) e está relacionada à sincronização temporal dos geradores de resposta dado em $\mu\text{V}/\text{ms}$ (13).

A área consiste no cálculo do espaço de determinada onda, levando em consideração os valores de amplitude do pico e do vale, latência entre eles e o ponto

onde a amplitude atinge 0, e está relacionada a quantidade de atividade que contribui para gerar a onda dado em $\mu\text{V} \times \text{ms}$ (13).

Apenas a análise de latência e amplitude do traçado do PEATE pode não demonstrar informações importantes de uma alteração auditiva, observada pela diferença na subjetividade da análise morfológica do traçado, como, por exemplo, as obtidas com polaridade rarefeita e condensada. Então, a análise quantitativa da morfologia pode ser um parâmetro a mais na interpretação do traçado de PEATE, mesmo diante de latências e amplitudes dentro do padrão da normalidade.

Dessa forma, estudar a análise morfológica dos traçados do PEATE através do estudo do *slope* e da área com diferentes polaridades poderá fornecer informações importantes sobre o funcionamento eletrofisiológico do sistema auditivo. O objetivo deste trabalho foi analisar o traçado do exame do PEATE com estímulo clique com diferentes polaridades em jovens com audição normal.

METODOLOGIA

Estudo transversal, observacional, descritivo-analítico. A pesquisa respeitou a Resolução No 466/12, sendo aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa sob o parecer 5.791.777. Todos os indivíduos avaliados na pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TLCE).

Foram avaliados 19 adultos, sendo 7 homens e 12 mulheres com audição normal (38 orelhas), com faixa etária entre 18 e 25 anos ($\pm 21,8$ anos) e limiares auditivos menores ou iguais a 25 dB NA nas frequências entre 250 e 8000 Hz, com Timpanogramas do tipo A e reflexos acústicos contralaterais presentes. Todos os participantes responderam a uma entrevista contendo identificação, histórico auditivo,

para descartar queixas audiológicas, otológicas e neurológicas. Foi realizada a inspeção visual CAE, imitanciometria e audiometria tonal por via aérea.

O exame do PEATE foi realizado com o equipamento *Intelligent Hearing System* – IHS, com o participante acomodado em uma poltrona reclinável, em repouso. A preparação da pele foi realizada com álcool 70° e algodão, gel abrasivo Nuprep® e eletrodos permanentes, fixados com pasta condutora CarboFix® e posicionados segundo o Sistema Internacional 10-20: eletrodos de referência nas mastóides direita (M1) e esquerda (M2); eletrodo ativo em região Fz e terra em Fpz. Foram aceitas impedâncias apenas de 1Ω. Os parâmetros utilizados para a aquisição estão presente no Quadro 1.

INSERIR QUADRO 1

As marcações foram realizadas no traçado resultante da soma dos três melhores traçados, obtidos em cada polaridade em cada orelha. Para os traçados de cada polaridade de cada orelha, foram identificadas as latências e amplitudes das ondas I, III, V, I', III' e V' e o ponto zero (PZ) de cada *slope* (Figura 1 e 2).

O traçado resultante de cada orelha para cada polaridade de cada participante foi salvo em PDF e enviado a dois examinadores independentes, especialistas e experientes na área de eletrofisiologia da audição, que julgaram a marcação dos traçados de acordo com sua experiência clínica. Em caso de discordância nas marcações das ondas, os examinadores realizaram nova marcação no PDF enviado. Ao final, preencheram um formulário no qual informaram se discordaram ou concordaram com as marcações iniciais realizadas, e caracterizaram a morfologia de

cada onda de cada orelha em cada polaridade, como “morfologia adequada” ou “morfologia pobre”.

O cálculo do *slope* das ondas I-I', III-III' e V-V', foi realizado a partir da seguinte equação (8):

Equação 1: Cálculo de *Slope*

$$\text{Slope} : \frac{\text{Amplitude do Pico} + \text{Amplitude do Vale}}{\text{Latência do Vale} - \text{Latência do Pico}}$$

Para calcular a área das ondas I-I', III-III' e V-V', levou-se em consideração a existência de dois triângulos (Figura 1). Cada área foi calculada individualmente, sendo somadas resultaram no valor de área da onda.

A equação para calcular a área do triângulo 1 considerou como base do triângulo a diferença entre a latência do pico e a latência do ponto zero, e como altura do triângulo a diferença da amplitude do ponto zero ao pico.

Equação 2 – Área do Triângulo 1

$$\text{Área do T1: } \frac{(\text{Latência do PZ} - \text{Latência do Pico}) \times \text{Amplitude do PZ ao pico}}{2}$$

A equação para calcular a área do triângulo considerou como base do triângulo a diferença a latência do ponto zero ao vale, e como altura do triângulo a diferença da amplitude do ponto zero ao vale.

Equação 3 – Área do Triângulo 2

$$\text{Área do T2: } \frac{(\text{Latência do Vale} - \text{Latência do PZ}) \times \text{Amplitude do PZ ao vale}}{2}$$

Nos casos em que tanto a amplitude do pico quanto a amplitude do vale estava acima da linha de referência da amplitude, não foi possível encontrar o PZ, e foi calculado um ponto intermediário (PI) do *slope* entre o pico e o vale, obtendo-se a latência para realização do cálculo da área. Ou seja, o valor da latência de PZ foi substituído pelo valor da latência do PI (Figura 2).

Equação 4 – Ponto Intermediário

$$\text{PI: } [(Amplitude \text{ do Pico} - Amplitude \text{ do Vale})/2] + Amplitude \text{ do Vale}$$

Para análise dos dados dos valores da amplitude, da latência, do *slope* e da área do PEATE, foi criada uma planilha no Excel®. Antes da realização da análise comparativa entre as polaridades, foram realizadas comparações entre todos os valores encontrados nas orelhas direita e esquerda. Não foram registradas diferenças significativas ao nível de 5% ($p > 0,05$).

Os resultados de latência absoluta, intervalos interpicos, amplitude, *slope* e área foram expressos como média e desvio padrão (média \pm DP) e, para a comparação entre os resultados das orelhas direita e esquerda, para as duas polaridades, foi utilizado o teste t-Student pareado ou Wilcoxon pareado, após a verificação da normalidade, realizada pelo teste de Shapiro-Wilk. A escolha do teste t-Student pareado ocorreu para os valores nos quais a diferença apresentou distribuição normal, e o teste de Wilcoxon pareado foi realizado nos casos em que a distribuição foi rejeitada. Os cálculos estatísticos foram realizados no IMB® SPSS® na versão 25.

RESULTADOS

Para ambas as polaridades, os valores de amplitude e latência absoluta da orelha esquerda foram comparados com os valores obtidos na orelha direita, não sendo observada diferença significativa entre os lados ($p>0,05$). Portanto, para fins de análise, foram contabilizados 38 traçados rarefeitos e 38 traçados condensados.

Para cada participante, foram obtidos 4 traçados resultantes (OD rarefeito, OD condensado, OE rarefeito e OE condensado). Destes, foram analisadas as latências, as amplitudes, o *slope* e a área, totalizando 228 dados de cada.

Entretanto, 21% ($n=48$) dos *slopes* não foram identificados a partir do PZ, sendo necessário realizar o cálculo do PI. Destas 48 ondas analisadas, 79% ($n=38$) foram realizadas no *slope* da onda III, 19% ($n=9$) no *slope* da onda I e 2% ($n=1$) no *slope* da onda V. Esta análise foi realizada em 60,4% ($n=29$) para os traçados obtidos com a polaridade condensada e 39,6% ($n=19$) para traçados com polaridade rarefeita.

Todos os valores médios e desvio padrão das latências, amplitudes, *slope* e área nas ondas I, III, V, em função da polaridade do estímulo estão dispostos na Tabela 1.

INSERIR TABELA 1

Na Tabela 1, observa-se que as latências absolutas das ondas I, III e V na polaridade rarefeita e condensada não apresentam diferença estatística. Para os valores de amplitude, *slope* e área, foram encontradas diferenças significativas para a onda I, sem, entretanto, observar diferenças significativas para as ondas III e V.

Os gráficos de 1 a 3 apresentam as variações de amplitude, *slope* e área da onda I.

INSERIR GRÁFICO 1 A 3

Observa-se que a amplitude da onda I para a polaridade rarefeita apresentou valores maiores comparados aos valores da amplitude da onda I para a polaridade condensada, com variabilidade semelhante relativa a mediana para ambas as polaridades.

Observa-se que o *slope* da onda I para a polaridade rarefeita apresentou valores maiores comparados aos valores do *slope* da onda I para a polaridade condensada. Além disso, os valores do *slope* para a polaridade condensada apresentaram maior variabilidade em relação à mediana.

Assim como os valores do *slope*, observa-se que os valores da área da onda I para a polaridade rarefeita foram maiores comparados aos valores da área da onda I para a polaridade condensada. Além disso, os valores da área para a polaridade condensada apresentaram maior variabilidade em relação à mediana.

Na Tabela 2, encontram-se os valores dos intervalos interpicos para as polaridades rarefeita e condensada.

INSERIR TABELA 2

Pode-se observar, que não houve diferença significativa entre os valores de média e desvio padrão dos intervalos interpicos I-III, III-V e I-V, entre as polaridades rarefeita e condensada.

Na Tabela 3, observa-se a análise qualitativa da morfologia das ondas I, III e V, realizada pelas avaliadoras de forma independente.

INSERIR TABELA 3

Na Tabela 3, é possível observar que, para a polaridade rarefeita, a onda III foi a única avaliada com a morfologia “pobre” pelo avaliador 1 e com maior percentual (13,1%) pelo avaliador 2. Para a polaridade condensada, a onda I foi avaliada pelos dois avaliadores como tendo morfologia “pobre”. Porém, o avaliador 2 considerou tanto a onda I quanto a onda III como de “pobre”.

Os avaliadores também foram questionados sobre qual polaridade consideraram o traçado com melhor morfologia. Para cada participante, o avaliador 1 considerou a polaridade rarefeita como melhor 97,4% dos traçados (n=37). O avaliador 2 também considerou a polaridade rarefeita como possuindo melhor morfologia (79%; n= 30).

DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi analisar o traçado do exame do PEATE com estímulo clique com diferentes polaridades em jovens com audição normal, com vistas a observar a latência, intervalo interpico, amplitude, *slope* e área das ondas I, III e V. Para tal, foi realizada padronização dos valores de latência, amplitude e intervalos interpicos, necessários de serem utilizados por cada instituição, antes da utilização clínica do PEATE, com vistas a adotar o seu próprio padrão de normalidade (10).

Os valores de latência absoluta encontrados nesta pesquisa foram semelhantes aos encontrados em outros estudos, tanto para polaridade rarefeita, quanto para polaridade condensada (10,11), com diferença de latência entre as polaridades não ultrapassando 0,2ms (11,18). Os valores dos intervalos interpicos I-III, III-V e I-V apresentaram resultados que corroboram com os descritos anteriormente (10-11), uma vez que se trata de um valor dependente da latência absoluta de cada onda, tanto para polaridade rarefeita, quanto para polaridade condensada.

A amplitude da onda é pode variar devido a diversos fatores relativos à aquisição, artefatos musculares, tais como frequência de aparecimento do clique, posição e impedância dos eletrodos (14,15). Além dos parâmetros de aquisição já descritos, todos os traçados de um mesmo indivíduo foram adquiridos na mesma sessão, diminuindo sobremaneira a possibilidade de alteração de amplitude por questões metodológicas. Este fato permitiu não apenas uma aquisição precisa da amplitude, mas a comparação mais fidedigna entre as polaridades rarefeita e condensada.

Os resultados de amplitude encontrados neste estudo apresentaram valores esperados para a relação entre a onda I e a onda V, sendo a onda I menor que a onda V. A medida de amplitude de cálculo mais comum é a relação V para I da onda. normalmente, o valor é pelo menos 1,0 ou maior (7). Apesar de não ter sido observada na onda V a relação de dobro da onda I, o valores da relação entre a onda I e V se encontram de acordo com o esperado (maior que 1), porém não foi observada a relação de dobro seguem o que considera-se esperada para a relação entre a amplitude da onda I e V . Entretanto, nota-se que a maior amplitude dos parâmetros aqui apresentados foi observada para onda III.

Esses resultados podem ter sido obtidos pelo fato do protocolo utilizado para aquisição dos traçados, para as duas polaridades, ter sido escolhido de maneira a obter uma morfologia adequada, permitindo a marcação das ondas de maneira mais precisa (ver Quadro 1) (16).

No que se refere a comparação entre as polaridades rarefeita e condensada, para os valores de latência, amplitude, *slope* e área, observou-se que não houve diferença significativa de latência absoluta das ondas I, III e V e dos intervalos interpicos I-III, III-V e I-V , tanto para polaridade rarefeita quanto para a polaridade condensada. Por exemplo, em um estudo com jovens adultos com idade entre 22 e 30 anos, não foram encontradas diferenças entre as polaridades (17). Por outro lado, estudo com populações semelhantes (16) descreveram diferenças significativas das latências absolutas, entre as polaridades rarefeitas e condensadas. Como a latência refere-se ao tempo de transmissão neural dos neurônios da via auditiva, considerando uma população auditivamente saudável, não se justifica haver diferença de latências entre as polaridades. No entanto, é válido pontuar que o estudo

do tempo de aparecimento de uma onda pode determinar a localização de uma patologia, como sendo coclear ou retrococlear (16).

Dessa forma, a polaridade rarefeita tem sido a mais recomendada para a análise do exame do PEATE, visto que ela é capaz de produzir uma resposta mais rápida, traduzindo-se em latências mais curtas, quando comparadas as latências obtidas com a polaridade condensada (17). Para a análise das latências das ondas do exame do PEATE, com base na semelhança estatística entre as polaridades rarefeita e condensada, pode-se sugerir que o examinador deve sempre utilizar a mesma polaridade para todos os seus exames, uma vez que a polaridade não altera o resultado de latência das ondas I, III e V (17).

No que se refere a comparação da amplitude das ondas I, III e V, foram observadas amplitudes significativamente maiores para a onda I na polaridade rarefeita. Entretanto, para as ondas III e V não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as amplitudes obtidas nas polaridades rarefeita e condensada. Esses resultados concordam com os já descritos (18). Isso porque a ativação do nervo auditivo (sítio gerador da onda I), ocorre por meio do movimento ascendente da MB, consequência da estimulação da polaridade rarefeita. Diferentemente, a polaridade condensada causa movimento descendente da membrana basilar, ocasionando variabilidade da amplitude da onda I (7). Além disso, é possível observar que ondas de maiores amplitudes são obtidas em menores intensidades através da polaridade de rarefação (19).

Na tentativa de quantificar a diferença morfológica entre os traçados (8) obtidos com as polaridades condensada e rarefeita, observada subjetivamente, foram calculados os valores de *slope* e área das ondas I, III e V. Foram encontradas

diferenças significativas para *slope* e área da onda I dos traçados obtidos com as polaridades rarefeita e condensada. Ao contrário, amplitude, *slope* e área da onda III e V não apresentaram diferença estatística. Isso porque o cálculo do *slope* e da área é determinado pelo valor da amplitude de cada onda (ver equações 1 a 3), como base para encontrar o seu valor. Então, se houve diferença estatística na amplitude da onda I entre as polaridades rarefeita e condensada, espera-se que haja essa diferença nos valores de *slope* e área, hipótese confirmada através do teste T de Student.

Sabe-se que diminuição amplitude pode ser acarretada pela diminuição no número de neurônios que contribuem para a resposta; pela menor quantidade de fibras conduzindo o potencial; pela diminuição da sincronia dos neurônios participantes da resposta; e, por uma diminuição no potencial gerado na via auditiva (8). Esses fatores alteram a amplitude da onda e podem alterar sua morfologia. Por exemplo, os maiores valores de amplitude da onda I foram obtidos através das polaridades rarefeita quando comparada a condensada, além da polaridade rarefeita apresentar melhor morfologia com a polaridade rarefeita (16)

Na avaliação qualitativa da morfologia das ondas I, III e V, por dois avaliadores diferentes, foi solicitado a análise de cada onda (I, III e V) de cada traçado (rarefeito e condensado), como objetivo obter a impressão subjetiva da morfologia das ondas, caracterizada a morfologia como "pobre" ou "adequada". O resultado identificou que a onda I na polaridade condensada apresentou maior número de morfologia "pobre", resultado que foi observado na quantificação da onda I, através do cálculo do *slope* e da área, que identificou a onda I como sendo estatisticamente diferente entre as polaridades condensada e rarefeita. Este resultado corrobora com os encontrados na

análise quantitativa da morfologia, onde as características morfológicas diferiram estatisticamente entre as polaridades (16,18). Além disto, as avaliadoras concordaram que a melhor morfologia, era advinda da polaridade rarefeita, na maioria dos casos.

Estudos que tratam da quantificação da morfologia do traçado, através do cálculo do *slope*, têm sido descritos (20). Um dos primeiros estudos que realizou a análise morfológica do *slope* do PEATE com clique, descreveu resultados de 18 crianças, 9 delas apresentando risco para o transtorno do processamento auditivo central. Foi identificado que as crianças que não tinham risco para o transtorno do processamento auditivo central apresentavam *slope* descendentes mais elevados do que as crianças do grupo de risco (8). Neste mesmo estudo, observou-se que *slope* reduzido pode ocorrer por diversos fatores, entre eles: número reduzido de células nervosas auditivas disparando de forma síncrona decorrente da estimulação, número reduzido de fibras que conduzem as respostas elétricas através do tronco cerebral e/ou anormalidade no volume do mecanismo de condução (8).

CONCLUSÃO

A resposta do exame do PEATE a diferentes polaridades de estímulos de clique em indivíduos jovens com audição normal não demonstrou diferenças estatisticamente significativas em termos de latências absolutas e intervalos interpicos entre as polaridades rarefeita e condensada. No entanto, foram observadas diferenças estatisticamente significativas na amplitude, *slope* e área da onda I quando comparadas entre as polaridades rarefeita e condensada, corroborando com as

observações qualitativas da morfologia pobre da onda I. Tais diferenças não foram detectadas nas ondas III e V.

A avaliação quantitativa dos traçados por meio do cálculo do *slope* e da área pode fornecer informações relevantes sobre os padrões de aparecimento das ondas na população com limiares auditivos dentro da faixa de normalidade, permitindo a realização de comparações com outras populações.

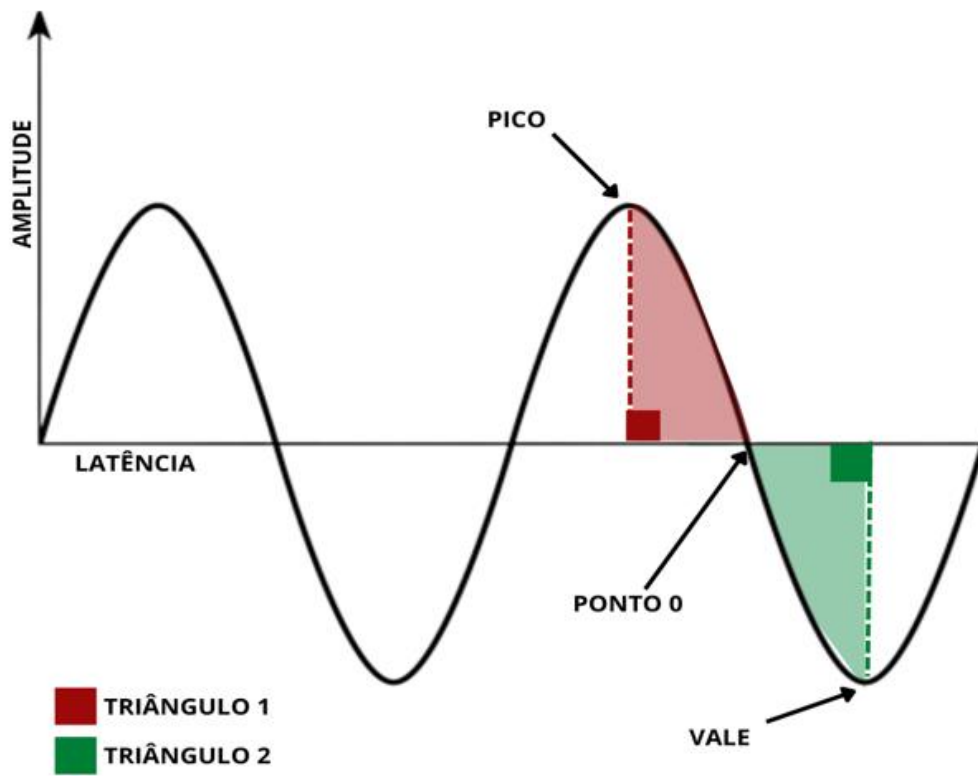
REFERÊNCIAS

1. Jewett DL, Williston JS. Auditory-evoked far fields averaged from the scalp of humans. *Brain*. 1971;94(4):681-696.
2. Rezende ALF, Resende LM, Valadares ACA, Carvalho SAS. Auditory Brainstem Response with chirp stimuli in newborns: an integrative review. *Rev CEFAC* [Internet]. 2022;24(4):e2522. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20222442522> [acesso em 21 de abril de 2023].
3. Griz SMS, Menezes DC, Andrade KCL, Advíncula KP. Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico com Estímulo Clique. In: Menezes PL, et al., editores. *Manual de eletrofisiologia e eletroacústica: um guia para clínicos*. Ribeirão Preto: Book Toy; 2022. p. 116-134.
4. Møller AR, Jannetta PJ. Neural generators of the auditory brainstem response. In: Jacobson JT, editor. *The auditory brainstem response*. San Diego: College Hill; 1985. p. 13-31.
5. Young A, Cornejo J, Spinner A. Auditory Brainstem Response [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 [acesso em 21 de abril de 2023]. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK564321>

6. British Society of Audiology. Recommended procedure Auditory Brainstem Response (ABR) testing in babies [Internet]. 2019. Disponível em: <https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2019/04/Recommended-Procedure-for-ABR-Testing-in-Babies-FINAL-Feb-2019.pdf> [acesso em 21 de abril de 2023].
7. Hall JW. eHandBook of auditory evoked response: principles, procedures and protocols. 1ª ed. [s.l.]: Plural Publishing; 2015.
8. Gopal KV, Kowalski J. Slope analysis of Auditory Brainstem Responses in children at risk of central auditory processing disorders. *Scand Audiol*. 1999 Jan;28(2):85-90.
9. Kameron AM, Neely ST, Rasetshwane DM. A model of auditory brainstem response wave I morphology. *J Acoust Soc Am*. 2020 Jan 1;147(1):25-31. DOI: 10.1121/10.0000493.
10. Sanfins MD, Colella-Santos MF, Ferrazoli N, Rezende A, Donadon C, Gos E, Skarżyński PH. Latency and Interpeak Interval Values of Auditory Brainstem Response in 73 Individuals with Normal Hearing. *Med Sci Monit*. 2022 Oct 20;28:e937847. DOI: 10.12659/MSM.937847. PMID: 36262029; PMCID: PMC9595029.
11. Lima JP de, Alvarenga K de F, Foelkel TP, Monteiro CZ, Agostinho RS. Os efeitos da polaridade do estímulo nos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008 Oct;74(5):725-30.
12. Chiappa KH, Gladstone KJ, Young RR. Brain Stem Auditory Evoked Responses: Studies of Waveform Variations in 50 Normal Human Subjects. *Arch Neurol*. 1979;36(2):81-7. doi: 10.1001/archneur.1979.00500380051005.

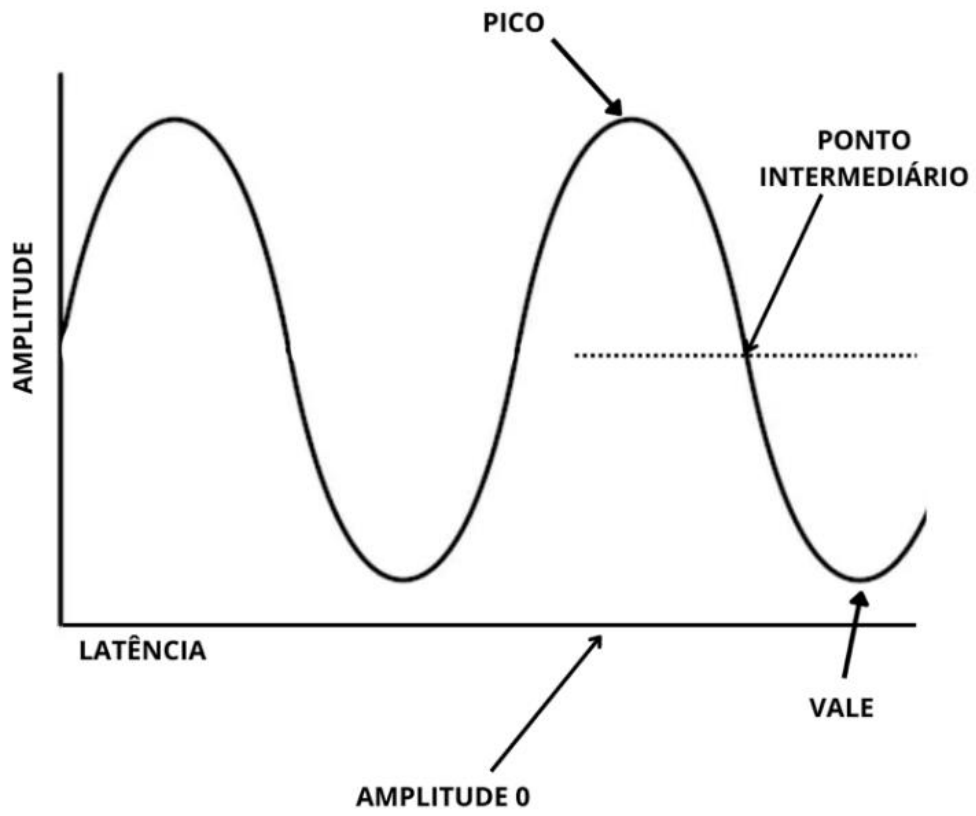
13. Sanfins MD, Colella-Santos MF. Frequency Following Response. In: Menezes PL, et al., editores. Manual de eletrofisiologia e eletroacústica: um guia para clínicos. Ribeirão Preto: Book Toy; 2022. p. 279-295.
14. Hall JW. Handbook of Auditory Evoked Responses. Ally and Bacon; 1992.
15. Borg E, Lofqvist L. Auditory brainstem response (ABR) to rarefaction and condensation clicks in normal and abnormal ears. Scand Audiol 1982;11:227-35.
16. Cengiz DU, Ünsal S, Gündüz M. Avaliação da Latência e Amplitude Baseada na Mudança de Polaridade em Respostas de Tronco Encefálico Evocadas Auditivamente de Indivíduos com Audição Normal. Otolaryngol (Sunnyvale). 2019;9(375):2.
17. Jiang Y, Samuel OW, Asogbon MG, Chen S, Li G. Rumo à seleção ideal do método de polaridade de estímulos para a evocação eficaz de respostas auditivas do tronco encefálico. J Integr Neurosci. 2021;20(2):297-305. doi: 10.31083/j.jin2002029.
18. Dzulkarnain AAA, Salamat S, Shahrudin FA, Jamal FN, Zakaria MN. Influence of Stimulus Polarity on the Auditory Brainstem Response From Level-Specific Chirp. J Audiol Otol. 2021 Oct;25(4):199-208. doi: 10.7874/jao.2021.00248.
19. Widjaya LM, Budi PR. Rarefaction and Condensation Polarity in Adult Patients with Normal Hearing Limits V-Bera Wave Latence. Int Health J. 2023;1(1):22-25.
20. James LS, Taylor RC, Hunter KL, Ryan MJ. Evolutionary and Allometric Insights into Anuran Auditory Sensitivity and Morphology. Brain Behav Evol. 2022;97(3-4):140-150.

Figura 1 - Área da Onda



Fonte: Próprio autor

Figura 2 - Identificação do Ponto Intermediário



Fonte: Próprio autor

Gráfico 1 – Variações de amplitude da onda I. Recife, 2023

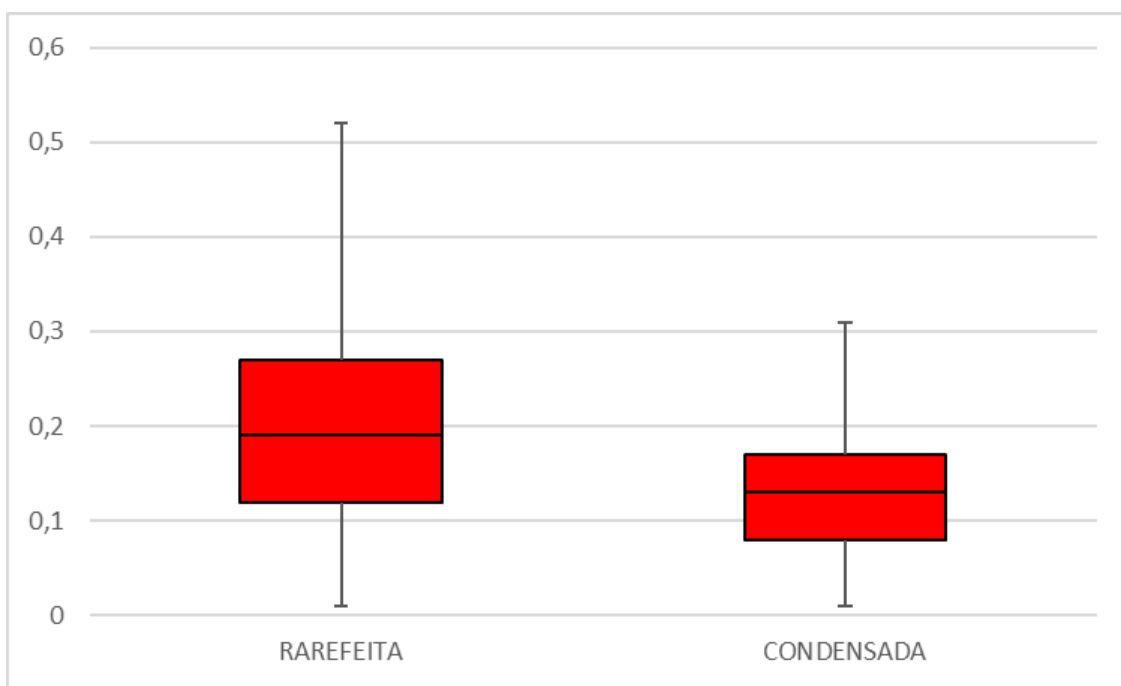


Gráfico 2 – Variações de *slope* da onda I. Recife, 2023

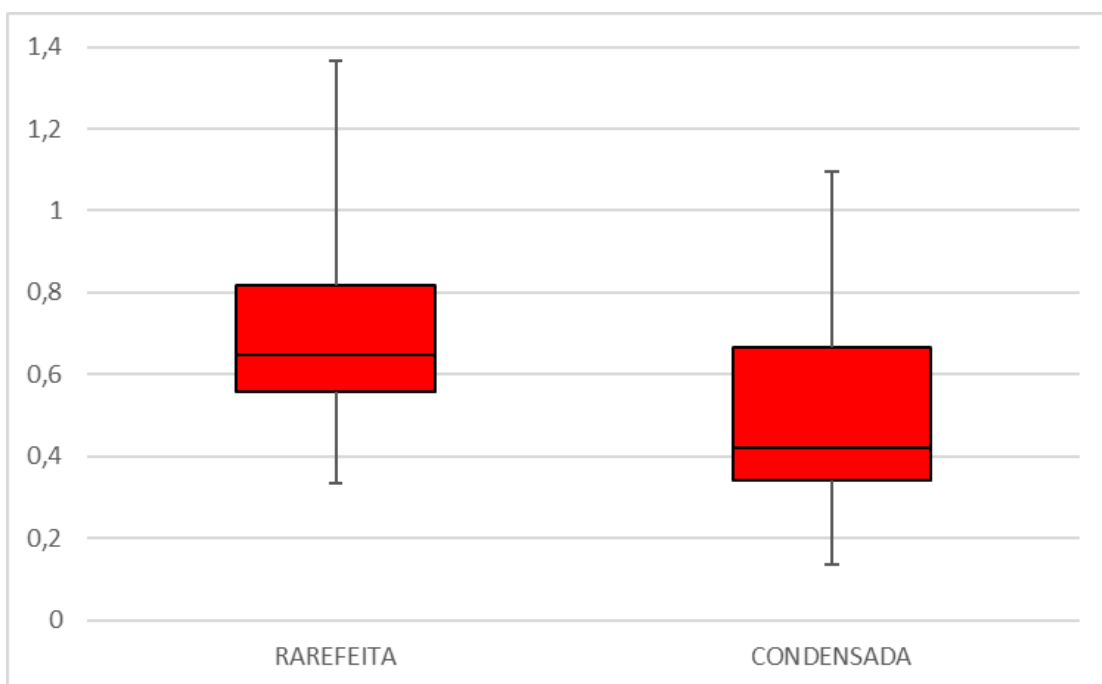


Gráfico 3 – Variações de área da onda I

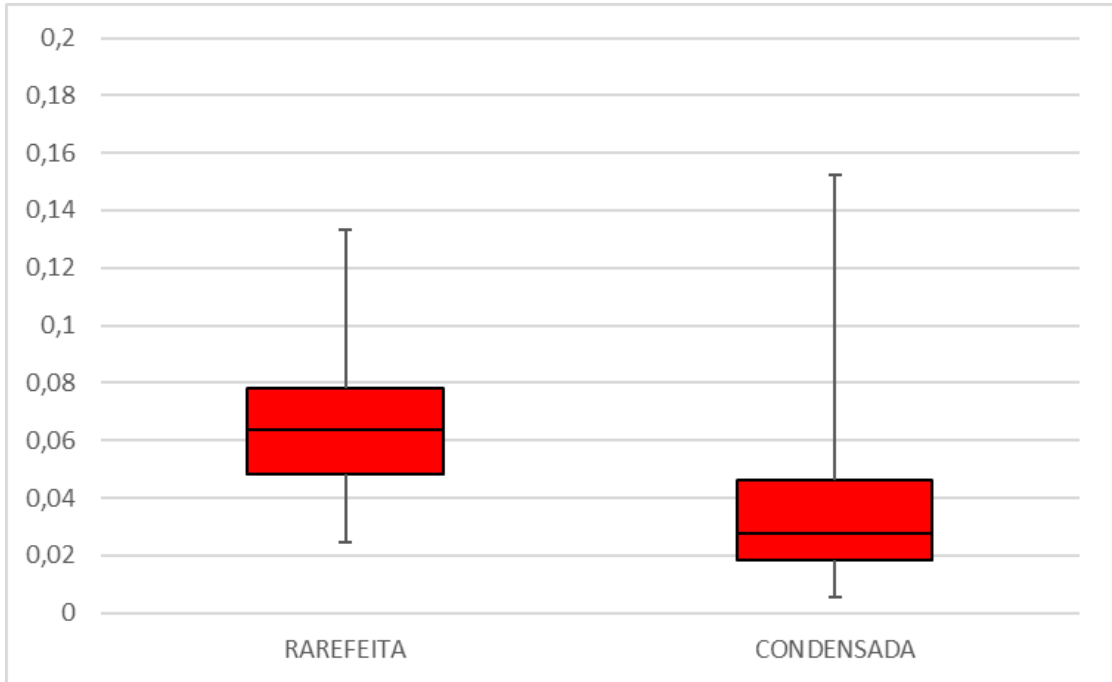


Tabela 1 – Valores médios e desvio padrão das latências, amplitudes, *slope* e áreas nas ondas I, III, e V, em função da polaridade do estímulo. Recife, 2023

Variável	Polaridade		Valor de p
	Rarefeita	Condensada	
Latência I	1,68 ± 0,13	1,71 ± 0,19	p ⁽¹⁾ = 0,16
Latência III	3,82 ± 0,18	3,82 ± 0,16	p ⁽¹⁾ = 0,988
Latência V	5,76 ± 0,25	5,77 ± 0,23	p ⁽¹⁾ = 0,606
Amplitude I	0,21 ± 0,12	0,13 ± 0,07	p ⁽¹⁾ = 0,001*
Amplitude III	0,27 ± 0,13	0,28 ± 0,12	p ⁽¹⁾ = 0,084
Amplitude V	0,24 ± 0,12	0,24 ± 0,11	p ⁽¹⁾ = 0,720
<i>Slope</i> I	0,72 ± 0,23	0,52 ± 0,26	p ⁽¹⁾ < 0,001*
<i>Slope</i> III	0,68 ± 0,25	0,70 ± 0,29	p ⁽¹⁾ = 0,595
<i>Slope</i> V	0,71 ± 0,26	0,66 ± 0,23	p ⁽¹⁾ = 0,211
Área I	0,07 ± 0,03	0,04 ± 0,03	p ⁽²⁾ < 0,001*
Área III	0,06 ± 0,03	0,06 ± 0,04	p ⁽²⁾ = 0,744
Área V	0,09 ± 0,05	0,08 ± 0,04	p ⁽¹⁾ = 0,820

(1) Diferença significativa a 5%

(1) Teste t-Student pareado

(2) Teste Wilcoxon pareado.

Tabela 2 - Valores médios e desvio padrão dos intervalos interpicos I-III, III-V, e I-V, em função da polaridade do estímulo. Recife, 2023

Intervalo	Polaridade		Valor de p
	Rarefeita	Condensada	
I-III	2,15 ± 0,12	2,12 ± 0,13	p ⁽¹⁾ = 0,127
III-V	1,93 ± 0,19	1,94 ± 0,17	p ⁽¹⁾ = 0,398
I-V	4,08 ± 0,22	4,06 ± 0,24	p ⁽¹⁾ = 0,338

(1) Diferença significativa a 5%

(1) Teste t-Student pareado

Tabela 3 – Avaliação qualitativa da morfologia

Avaliador	Resposta	Rarefeita					
		I		III		V	
		n	%	n	%	n	%
1	Adequada	38	100	37	97,4	38	100
	Pobre	0	0	1	2,6	0	0
	Total	38	100	38	100	38	100
2	Adequada	35	92,1	33	86,8	32	94,8
	Pobre	3	7,9	5	13,1	2	5,2
	Total	38	100	38	100	38	100
Condensada							
1	Adequada	37	97,6	38	100	38	100
	Pobre	1	2,6	0	0	0	0
	Total	38	100	38	100	38	100
2	Adequada	32	84,3	32	84,3	34	89,5
	Pobre	6	15,7	6	15,7	4	10,5
	Total	38	100	38	100	38	100

Quadro 01 - Parâmetros do PEATE

Parâmetros	Dados
Intensidade	80 dB NAn
Estímulo	Clique
Filtro	100 a 3000 Hz
Clique por segundo	13,1/seg
Polaridade	Rarefaita/Condensada
Promediação	1024
Fones Auditivos	Etymotic Research ER-2®
Eletrodos	O eletrodo positivo foi colocado na testa (Fz), o eletrodo terra (terra) entre as duas sobrancelhas (Fpz) e os eletrodos negativos foram colocados na mastóide esquerda (M1) e na mastóide direita (M2).