



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA

GÉSSICA DE SOUZA SILVEIRA

**AMPLITUDE DAS ONDAS DO PEATE EM CRIANÇAS COM  
TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL**

FLORIANÓPOLIS

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

GÉSSICA DE SOUZA SILVEIRA

**AMPLITUDE DAS ONDAS DO PEATE EM CRIANÇAS COM  
TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL**

Artigo apresentado na disciplina FON 7707 ao curso de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a conclusão do curso. Orientadora: Profa Dra Simone Mariotti Roggia. Coorientadora: Profa Dra Daniela Polo Camargo da Silva.

FLORIANÓPOLIS

2023

## **AMPLITUDE DAS ONDAS DO PEATE EM CRIANÇAS COM TRANSTORNO DO PROCESSAMENTO AUDITIVO CENTRAL**

Géssica de Souza Silveira<sup>1</sup>, Joel de Braga Junior<sup>2</sup>, Simone Mariotti Roggia<sup>3</sup>, Daniela Polo Camargo da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Acadêmica do Curso de Graduação de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

<sup>2</sup> Mestrando do programa de pós graduação em fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC

<sup>3</sup> Departamento de Fonoaudiologia da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC.

**Objetivo:** Estudar a amplitude das ondas do potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) em crianças com transtorno do processamento auditivo central (TPAC). **Método:** Os participantes foram divididos em grupo estudo (GE) e grupo controle (GC) com faixa etária de 7 a 12 anos de ambos os sexos. Todos os participantes que apresentaram média tritonal (500, 1000 e 2000 Hz) dentro dos padrões de normalidade e curva timpanométrica do tipo A foram submetidos à avaliação comportamental do processamento auditivo central (PAC) e avaliação eletrofisiológica com o PEATE. **Resultados:** O GE apresentou latências absolutas da onda V e latências interpicos III-V e I-V aumentadas, amplitude da onda III reduzida à orelha esquerda e um maior número de indivíduos com alteração na relação das ondas V/I nos diferentes critérios utilizados, principalmente à orelha esquerda, além disso, houve predominância das habilidade auditivas de ordenação temporal e figura-fundo alteradas. **Conclusão:** Foram encontradas diferenças significantes estatisticamente entre as respostas obtidas pelo GC e GE apenas para a amplitude da onda III na orelha esquerda. No entanto, constatou-se um maior número de respostas alteradas no GE, comparado ao GC, em todos os critérios de normalidade utilizados, o que sugere que novos estudos, com maiores amostras, sejam realizados. **Descritores:** Percepção auditiva. Transtornos da percepção auditiva. Potenciais evocados auditivos. Potenciais Evocados Auditivos do Tronco Encefálico. Eletrofisiologia.

**Purpose:** To study the amplitude of brainstem auditory evoked potential (ABR) waves in children with central auditory processing disorder (CAPD). **Method:** Participants were divided into a study group (SG) and a control group (CG) with an age range of 7 to 12 years, including both sexes. All participants with tritonal average (500, 1000, and 2000 Hz) within normal standards and a type A tympanogram underwent behavioral evaluation of central auditory processing (CAP) and electrophysiological evaluation with ABR. **Results:** The SG showed increased absolute latencies of wave V and interpeak latencies III-V and I-V, reduced amplitude of wave III in the left ear, and a higher number of individuals with altered V/I wave ratio under different criteria, especially in the left ear. Additionally, there was a predominance of altered temporal ordering and figure-background auditory skills. **Conclusion:** Statistically significant differences were found between the responses obtained by the CG and SG only for the amplitude of wave III in the left ear. However, a higher number of altered responses were observed in the SG compared to the CG, across all normality criteria used, suggesting that further studies with larger samples should be conducted.

**Keywords:** Auditory perception. Auditory perception disorders. Auditory evoked potentials. Brainstem Auditory Evoked Potentials. Electrophysiology.

## Introdução

O processamento da informação auditiva depende de uma série de atividades neurológicas, contudo, quando ocorre alguma desordem ou disfunção nesse processo, pode acarretar um distúrbio do processamento da informação auditiva que altera habilidades auditivas necessárias para o aprendizado <sup>(1)</sup>.

Alterações em uma ou mais habilidades auditivas, pode ser classificada como transtorno do processamento auditivo central (TPAC); as dificuldades referem-se ao processamento perceptivo da informação acústica no sistema nervoso central (SNC), sendo uma limitação persistente no desempenho das atividades auditivas <sup>(2, 3, 4)</sup>. O TPAC pode prejudicar o desenvolvimento receptivo da fala e da linguagem que levam a déficits na audição e aprendizagem. Entretanto, com frequência esses prejuízos só são diagnosticados quando os déficits já estão bem estabelecidos <sup>(5)</sup>.

Indivíduos com TPAC podem apresentar dificuldades de compreensão quando na presença de ruído, dificuldade na diferenciação dos sons da língua, prejuízos na linguagem expressiva e receptiva, dificuldade em seguir ordens verbais, processamento temporal alterado, dificuldade com a leitura, entre outros. Tal condição pode trazer prejuízos à qualidade de vida, desempenho acadêmico e profissional do sujeito acometido. O diagnóstico precoce, assim como uma avaliação ampla, permite qualificar e quantificar as disfunções do sistema nervoso auditivo central (SNAC). Isto traz importantes informações para planejamento da terapia, culminando na minimização das dificuldades, principalmente às crianças em idade escolar, pois a partir do diagnóstico há a oportunidade de treinamento das habilidades auditivas <sup>(1, 3, 6)</sup>.

O uso de técnicas eletrofisiológicas na avaliação do processamento auditivo tem contribuído para um relevante avanço na neuroaudiologia e na compreensão do funcionamento do SNAC <sup>(7, 8)</sup>.

O potencial evocado auditivo de tronco encefálico (PEATE) é o potencial evocado auditivo (PEA) mais utilizado na prática clínica, pois é consistente, apresenta boa reprodutibilidade e sensibilidade para avaliar a integridade e as alterações funcionais na via auditiva. O PEATE consiste em um PEA de curta latência e corresponde a sinais gerados no nervo auditivo e na via auditiva no tronco encefálico. As respostas geradas como resultado do estímulo sonoro ocorrem, geralmente, dentro dos primeiros 10 milissegundos após a exposição ao estímulo <sup>(7, 9)</sup>.

As respostas neurais registradas a partir do PEATE correspondem à ativação das fibras nervosas no nervo auditivo (NCVIII) e no tronco encefálico (TE), sendo potenciais de ação compostos que mostram informações funcionais da via auditiva. A condição do potencial de ação síncrono, por exemplo, determina componentes do registro do PEATE, pois, quanto mais fibras nervosas forem ativadas de forma sincrônica, maior será a amplitude do registro da onda; assim como níveis de estímulos elevados ou diminuídos também produzirão picos respectivos. Ademais, a imaturidade e/ou distúrbios que causam dessincronização da atividade neural podem acarretar diminuição da amplitude ou desaparecimento dos picos; e, atrasos sinápticos podem causar alteração na latência entre as ondas <sup>(10)</sup>.

Há diferentes técnicas disponíveis para a aplicabilidade clínica do PEATE, habitualmente as medidas mais utilizadas são os valores da latência absoluta das ondas I, III e V, os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V e a diferença interaural da latência da onda V. Essas medidas fornecem importantes informações sobre a via auditiva no nervo auditivo e no TE <sup>(7, 8)</sup>. Entretanto, há outras abordagens que podem ser melhor exploradas a fim de aumentar os recursos clínicos na avaliação do processamento das informações auditivas, tais como a análise da relação da amplitude das ondas V/I e o efeito produzido pelo aumento da velocidade do estímulo apresentado. Essas, entretanto, necessitam de mais pesquisas para padronização dos valores normativos <sup>(8, 11)</sup>. O processamento nos estágios iniciais da via auditiva é importante devido ao papel que exercem no desempenho da codificação neural para características acústicas fundamentais, por exemplo, para o processamento de pistas em estímulos binaurais <sup>(8)</sup>.

Ao ser consultada a literatura existente a respeito dos estudos nos quais o PEATE tenha sido estudado em crianças com TPAC pode-se constatar uma carência de estudos a esse respeito, sendo que a maioria deles não analisou a amplitude das ondas do PEATE e nem a relação da amplitude das ondas V/I.

Em um estudo realizado com crianças com TPAC, a amplitude da onda V do PEATE foi significativamente reduzida em comparação ao grupo controle, o que foi interpretado pelos autores como uma irregularidade na onda em decorrência de um segmento neural enfraquecido. Quanto à relação das ondas I/V, o grupo controle apresentou resultado positivo mostrando a onda V maior que a onda I. Os mesmos

autores sugerem que as avaliações objetivas vão além das queixas do paciente e podem fornecer esclarecimentos sobre a origem da dificuldade referida <sup>(12)</sup>.

Em outra pesquisa que estudou o PEATE em crianças com TPAC <sup>(13)</sup>, os autores encontraram intervalo interpicos I-V significativamente maior quando comparado com o grupo normativo. Em um estudo com crianças com TPAC e fissura labiopalatina não sindrômica, os autores obtiveram achados quanto ao PEATE de latências das ondas III e V significativamente prolongadas e intervalo interpicos I-V aumentado, o que pode ser atribuído ao aumento da latência da onda V <sup>(14)</sup>. Em outro estudo que analisou as respostas do PEATE em crianças com TPAC, os autores constataram que os limiares auditivos (250-8000Hz) das crianças com TPAC foram mais elevados em relação aquelas com desenvolvimento típico, assim como foi observado latências prolongadas da onda I, aumentos clinicamente significativos nos interpicos I-III e III-V e pior replicabilidade de respostas para o grupo com TPAC <sup>(15)</sup>. Tais estudos não analisaram o parâmetro da amplitude.

Em um estudo sobre o efeito da otite média a longo prazo, foram encontrados como achados do PEATE, atrasos nas latências e redução da amplitude das ondas III e V, quando comparado ao grupo controle <sup>(16)</sup>. Em uma revisão sistemática sobre a utilização de exames eletrofisiológicos para identificação precoce de risco para TPAC, os autores pontuam que apesar de o PEATE ser uma ferramenta eletrofisiológica útil para o monitoramento da integridade do nervo auditivo, sua efetividade como ferramenta na detecção de alterações quanto ao TPAC não foi claramente demonstrada, ressaltando que mais estudos são necessários para comprovar se o PEATE com estímulo clique pode ser utilizado para identificar alterações referentes ao TPAC <sup>(17)</sup>.

Há muitos estudos com exames eletrofisiológicos e PAC, contudo a grande maioria utilizou exames eletrofisiológicos de média e longa latência. Daqueles que utilizaram PEATE, muitos foram com estímulo de fala e não com clique <sup>(17)</sup>. Dentre os estudos que realizaram o PEATE com estímulo clique, poucos avaliaram o parâmetro da amplitude <sup>(1, 13, 13)</sup>.

Compreender a via auditiva com base anatômica, projeções das fibras neurais, além de ter meios de determinar o grau de atividade e qual grupo de neurônios foi ativado durante determinados estímulos, contribui imperativamente para o entendimento das inúmeras disfunções que podem acometer a via auditiva. A partir

disso, a possibilidade de ter variabilidade de análises do PEATE tem potencial para diagnóstico diferencial. Portanto, o objetivo deste estudo foi analisar a amplitude das ondas do PEATE em crianças com TPAC.

## Método

Trata-se de uma pesquisa quantitativa do tipo transversal observacional realizada em uma Clínica Escola de Fonoaudiologia, com aprovação pelo Comitê de Ética (CAAE 46189021.2.0000.0121).

Participaram da pesquisa 68 crianças entre sete a 12 anos, destas 17 foram excluídas, pois não se enquadraram nos critérios de inclusão. No total foram 51 crianças incluídas no estudo com média de idade de 9,3 anos, sendo 26 meninos e 25 meninas. Os participantes foram divididos em dois grupos, sendo o grupo estudo (GE) composto por 35 crianças (21 meninos e 14 meninas) e o grupo controle (GC) composto por 16 crianças (5 meninos e 11 meninas).

Os participantes do GC foram recrutados pelas pesquisadoras mediante divulgação em mídias sociais, assim como pelo fórum da graduação da universidade em questão e, por meio do projeto de extensão de atendimento à comunidade para normo-ouvintes realizado na Clínica Escola de Fonoaudiologia da instituição. Quanto ao grupo estudo, foram selecionados por meio do projeto de extensão de avaliação do PAC, o qual também é realizado na Clínica Escola de Fonoaudiologia.

Os critérios de inclusão para o GC foram não apresentar queixas sugestivas de TPAC e passar na triagem feita através do questionário *Questionário Scale of Auditory Behaviors* (SAB) <sup>(18)</sup>, no qual, pontuação superior a 46 pontos passa na triagem e pontuação inferior a 46 pontos apresenta risco para Transtorno de Processamento Auditivo Central; apresentar média tritonal para 500Hz, 1000Hz e 2000Hz  $\leq$  25dB no momento da avaliação e padrão de funcionamento da orelha média normal com curva timpanométrica Tipo A <sup>(19)</sup>; assim como, apresentar normalidade para a bateria de testes do PAC <sup>(20)</sup>.

Os critérios de inclusão para o GE foram apresentar média tritonal para 500Hz, 1000Hz e 2000Hz  $\leq$  25dB, apresentar padrão de funcionamento da orelha média com curva timpanométrica Tipo A <sup>(19)</sup> e ter diagnóstico de TPAC.

Para avaliação do PAC foram utilizados os audiômetros AC-40 da *Interacoustics* e MADSEN Astera<sup>2</sup> integrado ao Software OTOsuite, da *Otometrics*, com fones de ouvido TDH39 ou Sennheiser HDA 200. A avaliação do PAC aconteceu em dois dias e a bateria de teste contou com a avaliação simplificada contendo os testes de localização sonora, teste de memória sequencial para sons verbais e teste de memória sequencial para sons não-verbais, seguido pelos testes de padrão de

frequência, teste de fala com ruído branco, teste dicótico não-verbal, teste dicótico de dígitos, teste PSI/SSI (reconhecimento de frases com mensagem competitiva) e teste RGDT (detecção de intervalos aleatórios) <sup>(20)</sup>. A avaliação comportamental do processamento auditivo central foi realizada seguindo a bateria de testes já utilizada pelo projeto da universidade, recebendo classificação para TPAC na presença de alteração de um ou mais testes.

Quanto ao PEATE, o equipamento utilizado foi o Smart EP da marca *Intelligent Hearing Systems* (IHS). Foram feitas duas varreduras para medição das ondas e os estímulos auditivos foram apresentados de forma monoaural, via fones de inserção 3A. Para a realização desse exame os sujeitos foram orientados a permanecer deitados em uma cadeira reclinável, com os olhos fechados, evitando movimentos palpebrais, mandibulares e cervicais, ficando o mais relaxado possível. Após a limpeza da pele com pasta *Nuprep* os eletrodos descartáveis foram posicionados conforme o sistema internacional de posicionamento de eletrodos 10/20, sendo na posição Fpz fixado o eletrodo terra, na Fz o eletrodo ativo e nas posições M1 e M2 os eletrodos de referência. A impedância dos eletrodos se manteve inferior a 5 Kohms. O PEATE foi realizado com fins de neurodiagnóstico, utilizando-se os seguintes parâmetros de registro: estímulo clique, com 80 dBNA de intensidade, registro de 2048 cliques, taxa de apresentação de 21.1, polaridade rarefeita, ganho de 100 K e filtros de 100 a 3000 Hz <sup>(21)</sup>.

Para a análise do PEATE, inicialmente, foi verificado se as ondas I, III e V estavam presentes e se apresentaram boa reprodutibilidade nas duas varreduras realizadas. Posteriormente, foram analisadas as latências absolutas das ondas I, III e V, os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V, a diferença interaural da latência da onda V, as amplitudes das ondas I, III e V, bem como a relação da amplitude das ondas V/I. A amplitude foi medida do pico positivo da onda até seu pico negativo, nas duas varreduras. O critério de normalidade utilizado para a análise das latências absolutas e dos intervalos interpicos foi o proposto por Lima <sup>(21)</sup>; o critério de normalidade para a diferença interaural da latência da onda V foi de no máximo 0,3 ms <sup>(22)</sup>. E para a análise da relação da amplitude das ondas V/I foram utilizados três critérios diferentes, dos quais onda  $V > I$  <sup>(23)</sup>, relação  $V/I \geq 0,75$  <sup>(24, 25)</sup> e relação  $V/I \geq 1,0$  <sup>(26, 27)</sup>.

Quanto à análise da coleta, o tabelamento, fichamento e tratamento dos dados foi feito utilizando o software Excel™. Nas análises de comparação de dados

quantitativos foi aplicado o teste paramétrico de t de Student. Para verificar se houve relação entre habilidades auditivas e processos gnósticos alterados e parâmetros do PEATE foi aplicado o teste paramétrico de correlação de Pearson.

Foram considerados os parâmetros de Cohen na interpretação dos valores de correlação: entre 0,10 e 0,29 indicam correlação inexistente ou fraca, valores entre 0,30 e 0,49 indicam que existe correlação moderada e valores entre 0,50 e 1 podem ser interpretados como sinais de forte correlação <sup>(28)</sup>.

Os dados foram analisados no software Jamovi (versão 2.2.5), o nível de significância estabelecido foi em  $p < 0,05$ .

## Resultados

Na tabela 1 pode-se observar a descrição dos resultados obtidos quanto às latências absolutas, latências interpicos e amplitudes das ondas I, III e V do PEATE e a relação das amplitudes das ondas V/I. Destacam-se resultados estatisticamente significantes para a latência da onda V aumentada na orelha direita, latências interpicos III-V e I-V aumentadas na orelha direita e amplitude da onda III diminuída para orelha esquerda no GE quando comparadas ao GC.

<inserir **tabela 1**>

A tabela 2 demonstra a quantidade de orelhas que apresentaram respostas alteradas conforme diferentes padrões de normalidade existentes na literatura, ou seja, amplitude da onda V menor do que a onda I <sup>(23)</sup>, relação ondas V/I  $\leq 0,75$  <sup>(24, 25)</sup>, e relação das ondas V/I  $\leq 1$  <sup>(26, 27)</sup>.

<inserir **tabela 2**>

A figura 1 apresenta as habilidades do processamento auditivo central alteradas encontradas no grupo GE. Percebe-se a predominância de alteração na habilidade de ordenação temporal. As crianças do GC apresentaram normalidade em todas as habilidades testadas.

<inserir **figura 1**>

A figura 2 demonstra a dispersão dos grupos (estudo e controle) quanto às médias das latências absolutas e a média das amplitudes das ondas I, III e V de cada orelha.

<inserir **figura 2**>

A tabela 3 demonstra a correlação entre as médias das latências absolutas, latências interpicos e das amplitudes do PEATE para cada orelha do GE em relação à quantidade de habilidades do processamento auditivo central e processos gnósticos alterados, com resultado estatisticamente significativo para habilidades alteradas e latência da onda V em ambas as orelhas e interpicos III-V e I-V para orelha direita, assim como processos gnósticos alterados e latência da onda V em ambas as orelhas, latência interpico III-V e I-V na orelha direita e amplitude da onda III para orelha esquerda.

<inserir **tabela 3**>

## Discussão

Avaliar distúrbios de origem auditiva e de processamento auditivo se faz necessário, pois tais distúrbios influenciam negativamente aspectos da comunicação e podem afetar funções cognitivas como atenção, memória e cognição. A avaliação eletrofisiológica fornece importantes dados sobre o estado maturacional da via auditiva e do desenvolvimento das habilidades no processamento das informações acústicas (1, 29, 30). Além disso, indivíduos com alteração no processamento auditivo podem apresentar variação da morfologia das ondas (13).

A latência da onda V foi significativamente aumentada quando comparada ao GC, esse achado pode sugerir alteração na condução neural do estímulo auditivo na via auditiva no TE. Estudos que obtiveram resultados que corroboram com os achados acima, apontam que o prolongamento da latência V indica aumento do tempo de transmissão neural no lemnisco lateral/colículo inferior (14, 16). Esses resultados podem sugerir que uma parcela das crianças com dificuldades auditivas como o TPAC apresenta funcionamento reduzido ou atípico do TE (10, 14, 16). As crianças com TPAC frequentemente apresentam anormalidades no PEATE, sugerindo uma origem neurofisiológica das dificuldades relatadas (15).

Outras pesquisas encontraram resultados os quais não são compatíveis com os achados do atual estudo, como latência da onda III aumentada (14, 16), latência atrasada da onda I e atrasos clinicamente significativos nos interpicos I-III (15). Contudo, apesar de todos os estudos serem realizados com estímulo clique, há diferenças nos protocolos utilizados, como a taxa de apresentação, número de estímulos apresentados, nível de impedância aceito e faixa de filtro, o que talvez possa explicar a diferença nos achados. Além disso, as características das crianças com TPAC podem ter sido diferentes entre os diferentes estudos citados, tendo em vista que os tipos e as quantidades de habilidades auditivas alteradas, os tipos e as quantidades de processos gnósticos alterados, bem como a gravidade do TPAC nem sempre são parâmetros citados nos diferentes estudos realizados.

Os achados de aumento nos intervalos interpicos III-V e I-V no GE sugerem possíveis alterações na sincronização neural, esse aumento nos interpicos pode ser atribuído ao aumento da latência da onda V. Um estudo que examinou latências absolutas e intervalos interpicos em indivíduos com TPAC, observou atrasos clinicamente significativos nos interpicos I-III e III-V e pior replicabilidade de respostas

para o grupo com TPAC <sup>(15)</sup>. O mesmo estudo examinou as contribuições da função sináptica e da função axonal para o PEATE e constatou que os intervalos de função sináptica II-III (sinapse no núcleo coclear) e IV-V (sinapse no lemnisco lateral) foram mais propensos à atrasos e aumento das latências, já os intervalos de função axonal I-II e III-IV não mostraram diferenças entre os grupos <sup>(15)</sup>.

Outro estudo no qual os autores encontraram interpicos I-V aumentados no grupo com TPAC corrobora que o resultado do PEATE pode ser influenciado por dificuldades do sistema auditivo e pode estar ligado ao desenvolvimento das habilidades auditivas. Esse aumento na latência pode ser uma redução na eficiência da transmissão do sinal elétrico na via auditiva no TE, acarretando prejuízos para audição <sup>(13)</sup>.

Em relação à amplitude, diferentes critérios são utilizados para a identificação de anormalidades <sup>(23, 24, 25, 26, 27)</sup> como exposto acima (tabela 2), o que ressalta a complexidade da avaliação e a necessidade de mais pesquisas para normatização de critérios na pesquisa clínica, assim como, para disseminação da utilização dos valores da amplitude nos laudos clínicos, o que no atual contexto é incomum de ser observado.

Os achados deste estudo mostraram que somente a amplitude da onda III foi significativamente diminuída na orelha esquerda no GE em comparação com o GC. Contudo, ao serem analisadas as diferenças entre a amplitude das ondas I e V, considerando-se diferentes critérios de normalidade (tabela 2), constatou-se que apesar de os dados não apresentarem achados estatisticamente significantes quanto à relação das amplitudes das ondas V/I do PEATE entre os grupos (tabela 1), pode-se observar que o GE teve um maior número de indivíduos considerados alterados segundo todos os critérios de normalidade analisados <sup>(23, 24, 25, 26, 27)</sup>, principalmente à orelha esquerda. O critério que mostrou maior alteração foi o que considera a onda V menor do que a onda I <sup>(23)</sup>, seguido do critério  $V/I \leq 1$  <sup>(26, 27)</sup> ambos com predominância à esquerda. O critério  $V/I \leq 0,75$  <sup>(24, 25)</sup> não apresentou diferença entre as orelhas.

Em análise das amplitudes das ondas I e V, pesquisadores <sup>(26)</sup> chegaram a resultados onde o valor da onda V foi 50% maior do que o da onda I em indivíduos normais, os autores apontam que quando o valor resultante da divisão do valor da amplitude da onda V pelo valor da amplitude da onda I obtiver resultado maior do que 1, pode-se considerar o resultado do exame como normal, descartando dessa forma

a necessidade de um valor de referência. Outro autor aponta a importância de se avaliar a amplitude dentro de um contexto comparando as ondas entre si e não de forma isolada <sup>(24)</sup>.

Em uma pesquisa em crianças com TPAC, os autores obtiveram achados que mostraram a amplitude da onda V significativamente diferente entre os grupos, sendo as do grupo com TPAC com amplitude menor em comparação com crianças com desenvolvimento típico. Os autores concluíram que mesmo na ausência de diferenças funcionais cocleares, as crianças com TPAC podem apresentar respostas das ondas com morfologias das amplitudes pobres (mostrando atividade neural mais fraca) e latências atrasadas nas ondas do PEATE quando comparadas a crianças com desenvolvimento típico. Os autores concluíram que as anormalidades do PEATE encontradas decorrem de um processamento neural deficiente, possivelmente após a primeira sinapse auditiva, sugerindo função sináptica reduzida no TE <sup>(12)</sup>.

Em outro estudo com crianças que tiveram otite média, os autores observaram diminuição da amplitude das ondas III e V e considerável aumento na latência, o que levou as autoras a concluírem que crianças com otite média podem apresentar déficits nas habilidades auditivas mesmo após os limiares tonais normalizarem <sup>(16)</sup>.

Para outro autor, a amplitude da onda V diminuída, quando comparada com a onda I, pode indicar comprometimento retrococlear em adultos e crianças maiores de dois anos <sup>(23)</sup>. Outrossim, é incomum que a amplitude das ondas do PEATE esteja diminuída sem que a latência entre as ondas esteja aumentada, podendo ocorrer alterações nos intervalos interpicos isoladamente com mudanças nas amplitudes. Além disso, a variação da amplitude pode ser determinada pelo número de fibras ativadas simultaneamente e/ou volume do estímulo <sup>(10)</sup>, ainda, a medida da amplitude das ondas assim como a razão da amplitude das ondas V/I pode sofrer alterações em decorrência da maturação da via e pode haver redução na amplitude com o aumento da idade e diferenças entre os sexos <sup>(31)</sup>.

Pode-se observar no gráfico de dispersão (figura 2), que ambos os grupos (GE e GC) apresentaram padrão de resposta do PEATE com maior heterogeneidade à orelha direita, quando comparado às respostas da orelha esquerda. O padrão de respostas heterogêneas no GE pode ser explicado devido à gama de diferentes características individuais que as crianças com TPAC apresentam.

Quanto às habilidades auditivas alteradas observou-se predominância de ordenação temporal, figura-fundo e resolução temporal. Em pesquisa em crianças com TPAC <sup>(16)</sup>, os resultados descritos pelos autores corroboram com os achados do atual estudo, no qual o grupo com TPAC demonstrou desempenho inferior nos testes comportamentais com alteração nas habilidades auditivas de figura-fundo ordenação e resolução temporal.

Ao analisar a correlação entre a quantidade de habilidades auditivas do PAC e processos gnósicos alterados no GE com as respostas obtidas no PEATE, pode-se observar achados estatisticamente significantes para latência absoluta da onda V em ambas as orelhas, assim como latências interpicos III-V e I-V para orelha direita, com correlação positiva, pois, quanto maior o número de habilidades e processo gnósicos alterados maior foi a latência absoluta das ondas e interpicos encontradas. Em relação às amplitudes, houve resultado estatisticamente significativo somente para a onda III da orelha esquerda em relação aos processos gnósicos, com correlação negativa, visto que quanto maior o número de alterações nesse item, menor foi a amplitude da onda III. Contudo, apesar de os achados apresentarem associação entre os itens, destaca-se que esta correlação foi fraca.

Não foram encontrados estudos que realizaram a mesma análise. Contudo, em estudo no qual os autores encontraram habilidades de processamento temporal e escuta dicótica com maior prevalência de alteração no GE, apontou que os testes eletrofisiológicos apresentaram correlação fraca com os testes comportamentais <sup>(1)</sup>.

Como relatado, uma parcela significativa de crianças com dificuldades auditivas pode apresentar funcionamento do tronco encefálico reduzido ou atípico. Desta forma, examinar as respostas do PEATE nesse público pode fornecer evidências objetivas de fatores que normalmente contribuem para dificuldades auditivas que são frequentes em crianças identificadas com TPAC <sup>(15)</sup>. Esses achados reforçam a importância da utilização do PEATE como ferramenta diagnóstica na avaliação do sistema auditivo. Ressalta-se que o PEATE pode ser realizado mesmo nas faixas etárias nas quais a avaliação comportamental do PAC ainda não pode ser realizada, o que pode fornecer informações importantes a respeito do funcionamento da via auditiva no tronco encefálico em crianças que apresentam risco para TPAC. Além disso, o PEATE também pode ser utilizado para acompanhar a melhora durante e após o tratamento <sup>(32)</sup>.

Em uma revisão sistemática <sup>(17)</sup> os autores analisaram a literatura a fim de fornecer evidências para identificação precoce de crianças que têm risco para TPAC com a utilização de exames eletrofisiológicos. Foi descrito que embora o PEATE seja uma ferramenta eletrofisiológica útil para monitoramento da integridade do nervo auditivo, sua efetividade como ferramenta na detecção de alterações quanto ao TPAC não foi claramente demonstrada, ressaltando que mais estudos são necessários para comprovar se o PEATE com estímulo clique pode ser utilizado para identificar alterações referentes ao TPAC.

Outro estudo sugere que o PEATE pode ser utilizado para explorar o processamento auditivo de baixo nível <sup>(11)</sup>. Nesse sentido, pesquisas têm mostrado que alterações nas ondas do PEATE podem ser indicativas de um conjunto neural enfraquecido nos estágios iniciais do processamento auditivo <sup>(8, 11, 12)</sup>.

É fundamental reconhecer as limitações inerentes a este estudo, que podem afetar a generalização dos achados. A amostra utilizada foi relativamente pequena, principalmente no GC, o que pode limitar a representatividade dos achados. Além disso, houve uma diferença numérica considerável entre os sexos, para os dois grupos.

Sugere-se que novas pesquisas sejam realizadas em relação às amplitudes das ondas do PEATE, visto que o PEATE é o exame eletrofisiológico de maior usabilidade na prática clínica fonoaudiológica. Desse modo considera-se importante que mais estudos sejam realizados para que se possa incluir esse parâmetro de análise na prática clínica, auxiliando no diagnóstico diferencial. O estabelecimento de padrão de normalidade para esse parâmetro pode auxiliar na análise com melhor acurácia.

**Conclusão**

Foram encontradas diferenças significantes estatisticamente entre as respostas obtidas pelo GC e GE apenas para a amplitude da onda III na orelha esquerda. No entanto, constatou-se um maior número de respostas alteradas no GE, comparado ao GC, em todos os critérios de normalidade utilizados, o que sugere que novos estudos, com maiores amostras, sejam realizados.

Os resultados obtidos sugerem também que o PEATE pode ser uma ferramenta útil na avaliação e acompanhamento de indivíduos com TPAC, como exame objetivo complementar aos testes comportamentais.

## Referências

- 1 - Santos TS, Mancini PC, Sancio LP, Castro AR, Labanca L, Resende LC. Achados da avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo. *Audiol Commun Res.* 2015;20(3):225-232.
- 2 - American Academy of Audiology. Clinical Practice Guidelines. Diagnosis, Treatment and Management of Children and Adults with Central Auditory Processing Disorder; 2010.
- 3 - Canadian Interorganizational Steering Group for Speech Language Pathology and Audiology. Clinical Practice Guideline: Auditory Processing Disorder in Children and Adults: Assessment & Intervention. College of Speech and Hearing Health Professionals of British Columbia; 2012.
- 4 - Conselho Federal de Fonoaudiologia (Brasil). Guia de Orientação: Avaliação e Intervenção no Processamento Auditivo Central. 2020.
- 5 - Morlet T, Nagao K, Greenwood LA, Cardinale RM, Gaffney RG, Riegner T. Auditory event-related potentials and function of the medial olivocochlear efferent system in children with auditory processing disorders. *Int J Audiol.* 2019 Jan 25;58(4):213-223.
- 6 - American Speech-Language-Hearing Association - ASHA. (Central) Auditory Processing Disorders. [technical report]. 2005.
- 7 - Skarzynski PH, Kotodziejak A, Sanfins MD. Eletrofisiologia da Audição. In: Menezes PL, Sanfins MD, Capra D, Andrade KCL, Frizzo ACF, editores. Manual de Eletrofisiologia e Eletroacústica: Um Guia para Clínicos. Ribeirão Preto, SP: Book Toy; 2022. Capítulo 1, p. 27-36.
- 8 - Krishnan A. Auditory Brainstem Evoked Potentials: Clinical and Research Applications. [S.l.]: Plural Publishing, Incorporated; 2020. E-Book. Disponível em: <https://ebookcentral-proquest-com.simsrad.net.ocs.mq.edu.au/lib/MQU/detail.action?docID=6785207>.
- 9 - Castro Junior NP, Figueiredo MS, Souza Neto OM, Périco RAN. Avaliação eletrofisiológica da audição. In: Lopes Filho O, Campiotto AR, Levy CCA, Redondo MC, Anelli W, editores. Novo Tratado de Fonoaudiologia. 3. ed. Barueri, SP: Manole; 2013. Capítulo 9, p. 129-143.
- 10 - Eggermont JJ. Auditory brainstem response. In: Levin KH, Chauvel P, editores. Handbook of Clinical Neurology. 3. ed. Calgary, AB, Canada: Elsevier; 2019. Capítulo 30, p. 451-464.
- 11 - Burkard R, Don M. The Auditory Brainstem Response (ABR). In: Tremblay K, Burkard R, editores. Translational Perspectives in Auditory Neuroscience: Hearing Across the Life Span - Assessments and Disorders. San Diego: Plural Publishing; 2012. p. 161-200.

- 12 - Veeranna SA, Allan C, Allen P. Assessment of cochlear electrophysiology in typically developing children and children with auditory processing disorder. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2021 Dec;151:110962. doi: 10.1016/j.ijporl.2021.110962.
- 13 - Pfeiffer M, Frota S. Processamento auditivo e potenciais evocados auditivos de tronco cerebral (BERA). *Cefac*. 2009;11:31-37.
- 14 - Ma X, McPherson B, Ma L. Electrophysiological assessment of auditory processing disorder in children with non-syndromic cleft lip and/or palate. *PeerJ*. 2016 Aug 25;4:1-19. doi: 10.7717/peerj.2383.
- 15 - Ankmanal-Veeranna S, Allan C, Allen P. Auditory Brainstem Responses in Children with Auditory Processing Disorder. *J Am Acad Audiol*. 2019 Nov;30(10):904-917. doi: 10.3766/jaaa.18046.
- 16 - Colella-Santos MF, Donadon C, Sanfins MD, Borges LR. Otitis Media: Long-Term Effect on Central Auditory Nervous System. *Biomed Res Int*. 2019 Mar 28;2019:8930904. doi: 10.1155/2019/8930904.
- 17 - Liu P, Zhu H, Chen M, Hong Q, Chi X. Electrophysiological Screening for Children With Suspected Auditory Processing Disorder: a systematic review. *Front Neurol*. 2021 Aug 23;12:1-15. doi: 10.3389/fneur.2021.692840.
- 18 - Nunes CL, Pereira LD, Carvalho GS. Scale of Auditory Behaviors e testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo em crianças falantes do português europeu. *Codas*. 2013;25(3):209-215. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s2317-17822013000300004>.
- 19 - Jerger J. Clinical Experience With Impedance Audiometry. *Arch Otolaryngol Head Neck Surg*. 1970;92(4):311-324. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1970.04310040005002>.
- 20 - Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. São Paulo: Pro Fono; 2011.
- 21 - Lima JP, et al. Os efeitos da polaridade do estímulo nos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2008;74(5):725-730.
- 22 - Andrade KCLD, Pinheiro NDS, Carnaúba ATL, Menezes PL. Potencial evocado auditivo de tronco encefálico: conceitos e aplicações clínicas. In: Menezes PM, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnaúba ATL, Lins OG, organizadores. *Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia*. Ribeirão Preto, SP: Book Toy; 2018. Capítulo 6, p. 73-83.
- 23 - Piza MRT. In: Grasel S, Beck R, organizadores. *Eletrofisiologia: vias auditivas e vestibulares: monitoramento intraoperatório*. Capítulo 1. Rio de Janeiro: Thieme Revinter Publicações; 2020. p. 1-10.
- 24 - Atcherson SR, Stody TM. *Auditory electrophysiology : a clinical guide*. New York: Thieme ; Birmingham; 2012.

- 25 - Musiek FE, McCormick CA, Hurley RM. Hit and False-Alarm Rates of Selected ABR Indices in Differentiating Cochlear Disorders From Acoustic Tumors. *American Journal of Audiology*. 1996 Mar;5(1):90–6.
- 26 - Soares IA, Menezes PL, Pereira LD. Testes de desempenho: a importância do padrão de normalidade para equipamentos de avaliação eletrofisiológica de recepção de sons. In: Menezes PL, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnáuba ATL, Lins OG, organizadores. *Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia*. Ribeirão Preto, SP: Book Toy; 2018. Capítulo 2, p. 31-37.
- 27 - Durrant JD, Fowler CG, Ferraro JA, Purdy SC. *Basic Concepts of Clinical Electrophysiology in Audiology*. Plural Publishing; 2023.
- 28 - Cohen J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)* [S.L]. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers. 1988. doi.org/10.4324/9780203771587.
- 29 - Gonçalves IC, Wertzner HF, Samelli AG, Matas CG. Speech and non-speech processing in children with phonological disorders: An electrophysiological study. *Clinics*. 2011;66(2):293-298.
- 30 - Angrisani RG, Matas CG, Diniz EMA, Guinsburg R, Azevedo MF. Monitoramento eletrofisiológico do sistema auditivo central em crianças nascidas pequenas para a idade gestacional. *Audiology - Communication Research*. 2020;25:1-12.
- 31 - Eggermont JJ, Salamy A. Maturation time course for the ABR in preterm and full term infants. *Hearing Research*. 1988;33(1):35-47.
- 32 - Abadi S PhD, Khanbabaee G Md, Sheibani K Md. Auditory Brainstem Response Wave Amplitude Characteristics as a Diagnostic Tool in Children with Speech Delay with Unknown Causes. *Iran J Med Sci*. 2016 Sep;41(5):415-21. PMID: 27582591; PMCID: PMC4967486.

**Tabela 1.** Descrição das latências e amplitudes das ondas I, III e V e intervalos interpicos I-III, III-V e I-V e a relação das amplitudes V/I do PEATE em crianças com TPAC e um grupo controle.

PEATE	Orelha Direita			Orelha Esquerda			
	GE n = 35 Média	GC n = 16 Média	Valor p	PEATE	GE n = 35 Média	GC n = 16 Média	Valor p
Onda I Latência (ms) (Dp)	1,68 (0,117)	1,68 (0,137)	0,945	Onda I Latência (ms) (Dp)	1,61 (0,143)	1,57 (0,117)	0,261
Onda III Latência (ms) (Dp)	3,85 (0,160)	3,83 (0,210)	0,655	Onda III Latência (ms) (Dp)	3,79 (0,247)	3,77 (0,165)	0,748
Onda V Latência (ms) (Dp)	5,89 (0,304)	5,71 (0,304)	0,045*	Onda V Latência (ms) (Dp)	5,79 (0,262)	5,64 (0,201)	0,050
Interpico I-III Latência (ms) (Dp)	2,18 (0,179)	2,15 (0,179)	0,625	Interpico I-III Latência (ms) (Dp)	2,21 (0,195)	2,22 (0,149)	0,827
Interpico III-V Latência (ms) (Dp)	2,04 (0,215)	1,89 (0,199)	0,019*	Interpico III-V Latência (ms) (Dp)	1,97 (0,193)	1,89 (0,148)	0,147
Interpico I-V Latência (ms) (Dp)	4,22 (0,285)	4,04 (0,277)	0,040*	Interpico I-V Latência (ms) (Dp)	4,16 (0,311)	4,13 (0,291)	0,752
Onda I Amplitude ( $\mu$ V) (Dp)	0,321 (0,137)	0,318 (0,0762)	0,925	Onda I Amplitude ( $\mu$ V) (Dp)	0,368 (0,164)	0,409 (0,105)	0,359
Onda III Amplitude ( $\mu$ V) (Dp)	0,309 (0,138)	0,365 (0,175)	0,222	Onda III Amplitude ( $\mu$ V) (Dp)	0,291 (0,142)	0,39 (0,168)	0,034*
Onda V Amplitude ( $\mu$ V) (Dp)	0,522 (0,191)	0,579 (0,223)	0,355	Onda V Amplitude ( $\mu$ V) (Dp)	0,53 (0,271)	0,652 (0,183)	0,109

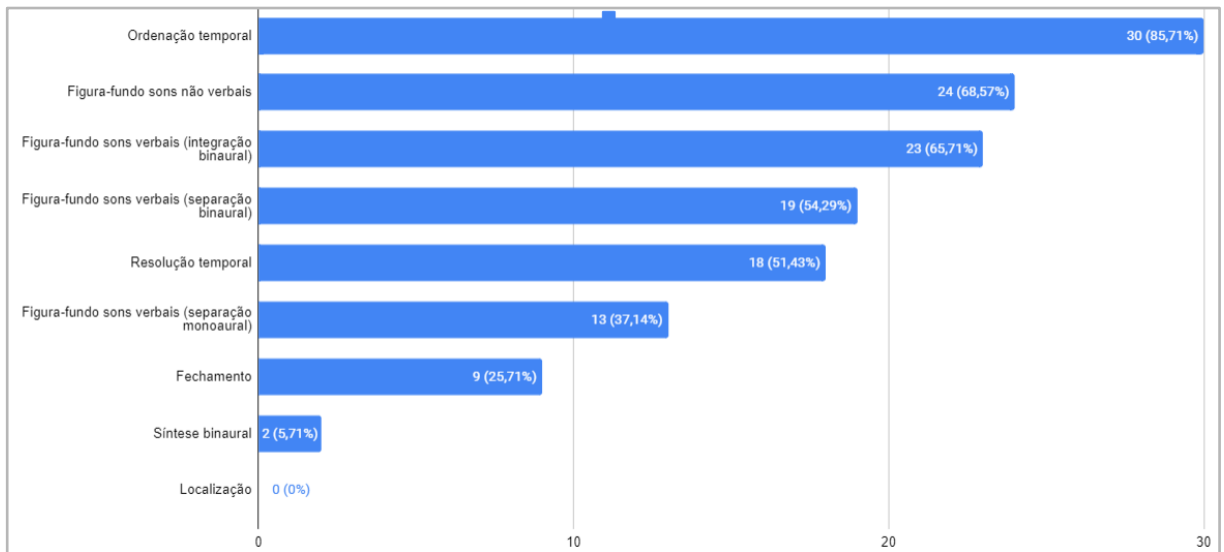
Relação amplitude ondas V/I (Dp)	1,91 (1,08)	1,90 (0,74)	0,695	Relação amplitude ondas V/I (Dp)	1,82 (1,76)	1,65 (0,442)	0,207
---	----------------	----------------	-------	---	----------------	-----------------	-------

GE = Grupo estudo; GC = Grupo controle; Dp = Desvio padrão; ms = milissegundos;  $\mu V$  = microvolts; \* = Resultado estatisticamente significativo (Valor  $p < 0,05$ ).

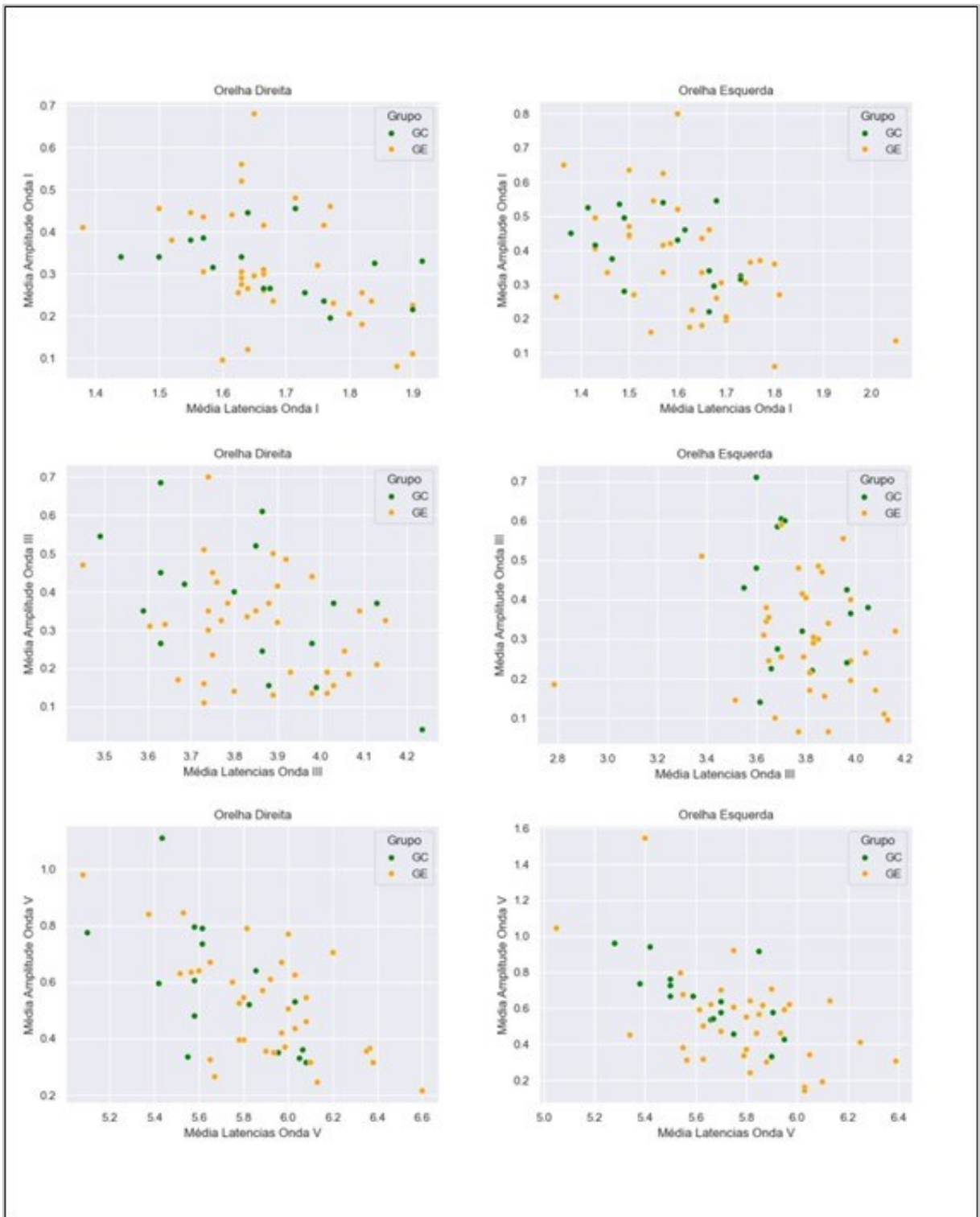
**Tabela 2.** Número de orelhas alteradas considerando-se diferentes padrões de normalidade para a relação das amplitudes V/I.

Grupo Estudo n = 35				Grupo Controle n = 16			
	Onda V < I <sup>*</sup>	Onda V/I ≤ 0,75 <sup>**</sup>	Onda V/I ≤ 1,0 <sup>***</sup>	Onda V < I <sup>*</sup>	Onda V/I ≤ 0,75 <sup>**</sup>	Onda V/I ≤ 1,0 <sup>***</sup>	
<b>OD</b>	6 (17,14%)	3 (8,57%)	6 (17,14%)	2 (12,5%)	0 (0%)	2 (12,5%)	
<b>OE</b>	11 (31,42%)	3 (8,57%)	9 (25,71%)	1 (6,25%)	1 (6,25%)	1 (6,25%)	

Legenda: OD = Orelha direita; OE = Orelha esquerda; <sup>\*</sup> critério Piza, 2020 <sup>(22)</sup>; <sup>\*\*</sup> Critério Atcherson e Stody, 2012 <sup>(23)</sup>; Musiek, McCormick e Hurley, 1996 <sup>(24)</sup>; <sup>\*\*\*</sup> Critério Durrant, Fowler, Ferraro e Purdy, 2023 <sup>(26)</sup>; Soares, Menezes e Pereira, 2018 <sup>(25)</sup>.



**Figura 1.** Quantidade de habilidades alteradas do PAC no grupo estudo.



**Figura 2.** Latências e amplitudes das ondas I, III e V do PEATE dos grupos estudo e controle por orelha.

**Tabela 3.** Correlação entre quantidade de processos gnósicos e habilidades do PAC alteradas e as latências absolutas I, III e V, latências interpícos I-III, III-V e I-V e amplitudes I, III e V do PEATE.

PEATE	Orelha Direita		Orelha Esquerda	
	Habilidades PAC	Processos Gnósicos	Habilidades PAC	Processos Gnósicos
Latência Onda I	0,006 (0,967)	0,101 (0,480)	0,218 (0,125)	0,259 (0,067)
Latência Onda III	0,081 (0,574)	0,185 (0,195)	0,119 (0,405)	0,152 (0,288)
Latência Onda V	0,291 (0,038)*	0,359 (0,010)*	0,277 (0,049)*	0,328 (0,019)*
Latência Interpícos I-III	0,073 (0,612)	0,112 (0,433)	-0,039 (0,784)	-0,056 (0,698)
Latência Interpícos III-V	0,331 (0,018)*	0,342 (0,014)*	0,188 (0,188)	0,236 (0,095)
Latência Interpícos I-V	0,293 (0,037)*	0,324 (0,020)*	0,087 (0,545)	0,118 (0,409)
Amplitude Onda I	0,105 (0,464)	-0,040 (0,782)	-0,095 (0,506)	-0,236 (0,095)
Amplitude Onda III	-0,167 (0,242)	-0,222 (0,117)	-0,269 (0,056)	-0,284 (0,044)*
Amplitude Onda V	-0,033 (0,819)	-0,124 (0,385)	-0,136 (0,343)	-0,232 (0,102)

Correlação de Person's; \* = Resultado estatisticamente significativa (Valor  $p < 0,05$ ).

