



Componente de interação binaural do potencial evocado auditivo de longa latência com estímulo de fala: valores descritivos em adultos jovens típicos

Binaural interaction component of the long-latency auditory evoked potential with speech stimulus: descriptive values in typical young adults

Componente de interacción binaural del potencial evocado auditivo de larga latencia con estímulo de habla: valores descriptivos en adultos jóvenes típicos

*Héinton Goulart Moreira*¹

*Larissa Coradini*¹

*Bruna Ribas Maia*¹

*Julia Hiana Zulian*¹

*Vitor Cantele Malavolta*¹

*Michele Vargas Garcia*¹

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Trabalho realizado no Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Santa Maria, RS, Brasil.

Contribuições dos autores:

HGM, LC, BRM, JHZ, VCM: participaram da escrita e correção do manuscrito; da revisão geral e escrita do manuscrito, bem como, atualização da literatura do mesmo.

MVG: participou da orientação e correção do manuscrito.

E-mail para correspondência: helintongoulart@hotmail.com

Recebido: 07/11/2024

Aprovado: 11/03/2025



Resumo

Objetivo: Descrever os valores do Componente de Interação Binaural do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (verbal) em adultos jovens típicos. **Método:** Trata-se de um estudo observacional descritivo. Dez adultos com limiares auditivos normais, sem queixas auditivas e com processamento auditivo central e cognição normais, foram avaliados. Todos os participantes passaram por uma avaliação audiológica básica, avaliação da autopercepção das habilidades auditivas, avaliação do processamento auditivo central, avaliação neuropsicológica e medição do potencial evocado auditivo de longa latência. **Resultados:** Foram descritos valores de latência absoluta, amplitude e duração para o componente de interação binaural. **Conclusão:** O presente estudo forneceu medidas descritivas de latência, amplitude e duração para o componente de interação binaural do potencial evocado auditivo de longa latência.

Palavras-chave: Eletrofisiologia; Audição; Adultos; Audiologia.

Abstract

Objective: To describe the values of the Binaural Interaction Component of the Long-Latency Auditory Evoked Potential (verbal) in typical young adults. **Method:** It is an observational descriptive study. Ten adults with normal hearing thresholds, no auditory complaints, and normal central auditory processing and cognition were evaluated. All participants underwent a basic audiological evaluation, self-perception assessment of auditory abilities, central auditory processing evaluation, neuropsychological assessment, and long-latency auditory evoked potential measurement. **Results:** Absolute latency, amplitude, and duration values for the binaural interaction component were described. **Conclusion:** The present study provided normal latency, amplitude, and duration measures for the binaural interaction component.

Keywords: Electrophysiology; Hearing; Adults; Audiology.

Resumen

Objetivo: Describir los valores del Componente de Interacción Binaural del Potencial Evocado Auditivo de Larga Latencia (verbal) en adultos jóvenes típicos. **Método:** Se trata de un estudio observacional descriptivo. Se evaluaron a diez adultos con umbrales auditivos normales, sin quejas auditivas, y con procesamiento auditivo central y cognición normales. Todos los participantes se sometieron a una evaluación audiológica básica, a una autoevaluación de sus habilidades auditivas, a una evaluación del procesamiento auditivo central, a una evaluación neuropsicológica y a la medición del potencial evocado auditivo de larga latencia. **Resultados:** Se describieron los valores de latencia absoluta, amplitud y duración para el componente de interacción binaural. **Conclusión:** El presente estudio proporcionó medidas normales de latencia, amplitud y duración para el componente de interacción binaural.

Palabras clave: Electrofisiología; Audición; Adultos; Audiología.

Introdução

A integração binaural refere-se à habilidade do ouvinte em processar informações diferentes apresentadas simultaneamente às duas orelhas, enquanto a interação binaural (IB) trata-se de um fenômeno complexo que ocorre no sistema auditivo humano, quando os ouvidos esquerdo e direito processam informações sonoras de forma conjunta. A *British Society of Audiology* (BSA)¹, considera a IB um dos mecanismos principais para o Processamento Auditivo Central (PAC), visto que com ela torna-se possível sintetizar os sinais acústicos dicóticos que estão separados por diferenças espectrais de tempo, frequência ou intensidade. Assim, esta habilidade possibilita uma melhor localização e lateralização da fonte sonora, bem como um adequado reconhecimento de fala no ruído ou com sinais acústicos competitivos e/ou degradados^{2,3}.

Tendo em vista a importância da IB, é recomendada a inclusão de pelo menos um teste na bateria de avaliações comportamentais, podendo ser aplicados, por exemplo, o *Masking Level Difference* (MLD) ou o Teste de Fusão Binaural (TFB), a fim de verificar o desempenho de tal habilidade. No entanto, é sugerido que estes sejam associados aos testes objetivos, para que seja relacionada a capacidade funcional com a neurobiológica da via auditiva^{1,4}.

Devido à necessidade da correlação de medidas neurofisiológicas com as comportamentais, existe a possibilidade da realização do Componente de Interação Binaural (BIC) como avaliação complementar na mensuração do PAC, visto que esse refere-se a uma resposta objetiva dos neurônios sintonizados na sintetização das informações binaurais⁵. Tal uso justifica-se devido à aplicabilidade clínica do BIC na análise do processamento cortical e cognitivo de maneira objetiva, já que os autores evidenciaram que essa análise pode ser considerada como um correlato neural atraente do desempenho do comportamento binaural^{6,7}.

O BIC, portanto, pode trazer evidências em relação à binauralidade, pois a resposta elétrica evocada por um estímulo bilateral, apesar de ter menor morfologia e amplitude em seu registro, gera respostas mais específicas em relação às estruturas binaurais, do que a soma das respostas evocadas por um estímulo monoaural. Desse modo, o uso de tal análise torna a mensuração da IB mais confiável.

Um estudo de McPherson e Starr (1993) concluíram que o BIC se estende por vários milissegundos no tronco encefálico até a região mais cortical e é representado por uma redução da amplitude do Potencial Evocado Auditivo (PEA) binaural em relação à soma das respostas monoaurais⁵. Além disso, observaram que o processamento binaural na via auditiva por meio dos PEAs refletiu uma atividade maior no tálamo e porções corticais das vias auditivas, demonstrando a importância dessas estruturas no desempenho binaural e da sua mensuração.

Autores demonstram a correlação do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) com o PAC, devido às estruturas responsáveis pelo eliciamento do potencial, mais especificamente, as regiões tálamo-corticais, que são de suma importância para o processamento binaural, justificadas pela sua relação com a decodificação, reconhecimento, discriminação, atenção e memória auditiva⁸.

Portanto, encontra-se a justificativa da presente pesquisa, pela necessidade de se verificar a IB cortical e cognitiva, por meio do PEALL-verbal, em adultos jovens. Ao compreender seu comportamento típico, será possível utilizá-lo como uma ferramenta complementar à avaliação comportamental^{7,8}. Assim, a presente pesquisa apresenta como objetivo a descrição dos valores do BIC do PEALL-verbal em adultos jovens típicos.

Materiais e métodos

Desenho do estudo

Trata-se de um estudo de caráter observacional descritivo, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob o número 56038322.1.0000.5346. Os dados foram coletados no ambulatório de pesquisa da instituição de origem, no período de março de 2023 a março de 2024. Todos os participantes foram orientados e assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). Ainda, os indivíduos que apresentaram queixas ou alterações nas avaliações realizadas receberam orientações acerca dos achados, e direcionados, caso houvesse interesse, para reabilitação na instituição de origem.

Composição amostral

A casuística do estudo foi composta por adultos jovens típicos, de ambos os sexos, que não apresentaram queixas, e apresentaram normalidade



nas avaliações realizadas, referentes a audição, processamento auditivo e aspectos cognitivos. Desse modo, os critérios de elegibilidade foram:

- Adultos jovens com idades entre 18 e 35 anos;
- Ambos os sexos;
- Falantes do português brasileiro;
- Limiares Auditivos dentro dos padrões de normalidade nas frequências convencionalmente avaliadas, ou seja, de até 19 dBNA nas frequências de 250 a 8000 Hz;
- Normalidade do sistema tímpano-ossicular;
- Reflexos acústicos estapedianos presentes em níveis normais;
- Autopercepção de normalidade nas habilidades do PAC;
- Normalidade nos testes de processamento auditivo central;
- Normalidade na avaliação neuropsicológica, ou seja, nas habilidades cognitivas de atenção e memória;
- Integridade da via auditiva a nível de tronco encefálico, mensurada através do Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico-neurodiagnóstico;
- Presença de todos os componentes do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência.

Foram excluídos os sujeitos que apresentaram:

- Alterações cognitivas, psiquiátricas e/ou neurológicas aparentes ou diagnosticadas;
- Histórico de trauma craniano ou cerebral;
- Percepção de zumbido crônico;
- Tontura;
- Exposição contínua ao ruído;
- Musicistas;
- Bilíngues.

Os indivíduos expostos à prática musical e bilíngues foram excluídos, devido a apresentarem um melhor processamento da informação sonora^{9,10}.

Participantes

Foram atendidos 41 indivíduos no período de coletas. Para o estudo, foram considerados 10 indivíduos (oito mulheres e dois homens), com idades entre 18 e 23 anos (média-idade= 20.20 anos, desvio-padrão=1.87) e todos com alta escolaridade (média-escolaridade=15.10 anos, desvio-padrão=1.59), que atenderam aos critérios de elegibilidade.

Para melhor compreensão metodológica, os procedimentos foram divididos em procedimentos para composição amostral (avaliação audiológica, do processamento auditivo central, cognitiva e eletrofisiológica da audição) e procedimentos de pesquisa (componente de interação binaural). Destaca-se que as avaliações foram realizadas em dois dias, dos quais o primeiro foi direcionado aos procedimentos comportamentais (avaliação inicial, avaliação audiológica, do processamento auditivo central e neuropsicológica) e o segundo às avaliações eletrofisiológicas (Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico e Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência).

Procedimentos para composição amostral

Avaliação audiológica

- **Anamnese semi-estruturada:** realizada com o objetivo de coletar informações quanto aos dados de identificação dos participantes, doenças pregressas, além de questões relacionadas à audição e aos critérios de elegibilidade. Foi composta por questões relacionadas às queixas auditivas, de processamento auditivo, cognitivas, hábitos de vida e histórico de saúde pregresso e atual.
- **Inspeção visual do meato acústico externo:** utilizado o otoscópio modelo TK, marca Mikatos, com o objetivo de verificar a presença de alguma alteração que impedisse a realização dos procedimentos. Caso alterado, o indivíduo foi encaminhado para atendimento médico.
- **Audiometria tonal liminar (ATL):** realizada em cabina acústica, utilizando o audiômetro AD229, da marca *Interacoustics* e fones de ouvido TDH 39. Foram pesquisados os limiares auditivos de via aérea nas frequências convencionalmente avaliadas (250 a 8.000 Hz), sendo considerados limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade quando estivessem presentes até 19 dBNA¹¹. Destaca-se que foram analisados por frequência isolada, tendo em vista que qualquer alteração, mesmo que mínima, pode ocasionar prejuízos na decodificação.
- **Logaudiometria:** realizada no mesmo equipamento da ATL, composta por duas etapas: a primeira foi a pesquisa do Limiar de Reconhecimento de Fala, acrescidos 30 dBNA acima da média tritonal, utilizando a técnica descendente-ascendente, considerando o limiar do indivíduo quando esse repetisse corretamente



50% das quatro apresentações. A segunda etapa foi a realização do teste Índice Percentual de Reconhecimento de Fala (IPRF), ao qual foram acrescidos 40 dBNA acima da média tritonal, em uma intensidade fixa, ou que fosse mais confortável ao sujeito. Para esse, foram apresentadas 25 palavras ao indivíduo, que deveria repeti-las, sendo que cada acerto correspondeu a 4%. Foram considerados como reconhecimento de fala dentro da normalidade, quando estes apresentassem porcentagem de acertos superiores a 90%¹¹.

- **Medidas de imitação Acústica:** realizada com o equipamento AT235, da marca *Interacoustics* e fones tipo TDH-39, com sonda de 226 Hz¹³. Foram classificados como curvas normais, ou seja, mobilidade normal do sistema timpano-ossicular (do tipo A), quando apresentaram valores para volume entre 0,30 e 1,65 ml e para pressão de 0 daPa a -100 daPa. Nos reflexos acústicos, foram pesquisados os contralaterais, nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz, considerando presentes e normais, quando desencadeados em diferenciais entre 70 e 100 dB acima do limiar da via aérea aferente¹¹.

Avaliação do processamento auditivo central

Para avaliação do PAC, ela foi composta por: escala de autopercepção e testes que avaliam as habilidades auditivas. Abaixo, estes encontram-se mais bem detalhados:

Escala de Autopercepção de Habilidades do Processamento Auditivo Central (EAPAC): teste que tem por objetivo realizar um rastreio das habilidades auditivas, mensurando o desempenho auditivo no cotidiano. Foi aplicado anteriormente à realização do PAC, no qual foram lidas as 21 questões ao indivíduo, solicitando as respostas: “sim” - vale um ponto ou “não” - vale 0 pontos, e questionado se o indivíduo estudou em escola pública (acrescido um ponto no score total). Por fim, as questões foram somadas para análise da pontuação total. Para análise do teste, foi considerada normalidade com pontuações menores que 4 pontos, maiores ou iguais a 5, são sugestivas de alteração na habilidade de fechamento auditivo, e pontuações maiores ou iguais a 6 sugestivas de alteração na habilidade de resolução temporal¹².

Para avaliação das habilidades auditivas, todos os testes comportamentais foram conduzidos em uma cabine com tratamento acústico, utilizando fones supra-aurais modelo TDH39 da marca Te-

lephonics, conectados a um audiômetro de dois canais, modelo AD629B, da marca *Interacoustics* que, por sua vez, estava conectado a um notebook para o direcionamento das avaliações.

Os testes foram realizados com intensidade de 40 dBNS acima da média tritonal, aplicada de forma alternada para não ocorrer influência do cansaço dos participantes. Ressalta-se que a aplicação de todos os testes na intensidade mencionada é viável, considerando as orientações de órgãos regulamentadores que sugerem o uso de 40 dBNS acima da média tritonal, técnica também adotada no IPRF¹³. Contudo, essa abordagem deve ser reavaliada em casos de indivíduos com redução da acuidade auditiva periférica. Os testes foram realizados em uma única sessão, com intervalos para descanso quando necessário. O desempenho inferior em pelo menos um dos testes foi considerado como Transtorno do Processamento Auditivo Central (TPAC)¹⁴.

Para contemplar a bateria mínima sugerida, de acordo com as recomendações da American Speech Language-Hearing Association - ASHA, foram selecionados os seguintes testes¹⁴:

- **Teste dicótico de dígitos (TDD):** foi utilizado para avaliar a habilidade auditiva de figura-fundo para sons verbais na etapa de integração binaural. O participante recebeu a instrução de repetir os quatro números apresentados simultaneamente, sendo dois em cada orelha, ao final de cada sequência, independentemente da ordem. Para calcular o percentual final de acertos por orelha, somam-se os erros cometidos, multiplica-se o total por 2,5% e, em seguida, subtrai-se esse valor de 100, obtendo o índice de acertos. Valores iguais ou superiores a 95% foram considerados dentro da normalidade¹⁵.
- **Teste Padrão de Frequência (TPF)-auditec:** foi conduzido para avaliar a habilidade auditiva de ordenação temporal de sons não verbais. O participante recebeu a instrução de ouvir três estímulos apresentados e, em seguida, reproduzir a sequência de frequências percebidas, indicando se o som era “fino” ou “grosso” (exemplo: fino-fino-grosso). A análise da porcentagem final de acertos considerou como valores normais os resultados iguais ou superiores a 86,6%¹⁶.
- **Masking Level Difference (MLD):** aplicado para avaliar a habilidade auditiva de interação binaural e atenção seletiva. O participante foi instruído a responder “não” ao ouvir apenas o ruído ou chiado e “sim” ao perceber o som do

apito. A análise da porcentagem final de acertos utilizou como referência valores de normalidade iguais ou superiores a 8 dB¹⁶.

- **Teste de fala no ruído (FR):** realizado para avaliar a habilidade auditiva de fechamento auditivo para sons verbais. Foram apresentadas 25 palavras monossílabas em cada orelha, acompanhadas de ruído branco ipsilateral, com uma relação sinal-ruído (S/R) de 5 dB. O participante foi instruído a ignorar o ruído e repetir as palavras ouvidas. O critério de normalidade adotado foi um desempenho igual ou superior a 70% de acertos em ambas as orelhas¹⁵.
- **Gap in noise (GIN):** sua aplicação teve como objetivo avaliar a habilidade auditiva de resolução temporal. O participante foi instruído a levantar a mão sempre que identificasse o silêncio entre os estímulos. Para calcular a porcentagem de acertos, foi considerado como limiar de detecção do gap o menor intervalo percebido pelo indivíduo em pelo menos 4/6 das apresentações. O valor de normalidade adotado foi de ≤ 5 ms. Apenas a faixa 1 foi utilizada em ambas as orelhas, com o intuito de otimizar o tempo de aplicação¹⁷.

Avaliação cognitiva

- **Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve (NEUPSILIN):** aplicada com o objetivo de fornecer um perfil neuropsicológico breve, quantitativo e qualitativo, por meio da identificação de preservação ou prejuízo das habilidades neuropsicológicas. Tal procedimento é constituído por 32 subtestes, que visam avaliar nove funções cognitivas, sendo elas: Orientação Têmporo-espacial, Atenção, Percepção, Memória, Habilidades Aritméticas, Linguagem Oral e Escrita, Praxias e Funções Executivas. Para o presente estudo, tendo em consideração a influência dos aspectos atencionais e de memória no eliciamento do PEALL¹⁸, foram realizadas e analisadas apenas as subtarefas de atenção e memória. Como critérios de normalidade utilizaram-se os de FONSECA, SALLES e PARENTE (2009)¹⁹, levando em consideração os parâmetros normativos para a média da idade e escolaridade da população estudada.

Avaliação eletrofisiológica da audição

Antes do início dos procedimentos eletrofisiológicos, a pele dos participantes foi higienizada nas áreas de inserção dos eletrodos, utilizando uma

pasta abrasiva. Em seguida, os eletrodos descartáveis foram fixados nos pontos específicos. Foi utilizado o equipamento Smart EP, da marca *Intel-ligent Hearing Systems* (IHS). A impedância dos eletrodos foi mantida abaixo de 3 Kiloohm (k Ω), enquanto a impedância entre os eletrodos inferior a 2 k Ω . O transdutor utilizado foi o modelo ER-3A para ambos os tipos de potenciais. Esta avaliação foi composta pelos seguintes potenciais:

- **Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico-clique (PEATE-clique):** realizado com o objetivo de constatar a integridade da via auditiva a nível de tronco encefálico. Para o exame, os eletrodos foram posicionados em Fpz, Fz, A1 e A2. O estímulo empregado foi o clique de 100 ms, em polaridade rarefeita e intensidade de 80 dBNA. No total foram apresentados 2.048 estímulos, com velocidade de 27.7/segundo, ganho de 100.0K e filtro passa banda de 100-3.000 Hz, com uma janela de registro de 12 ms. Foi considerada como normalidade na sincronia da via auditiva quando os valores de latência das ondas I, III e V, seus intervalos interpicos I-III, III-V e I-V, diferença interaural da onda V e relação das ondas V/I apresentaram valores dentro dos padrões de referência. Os parâmetros e o padrão de normalidade utilizados serão os sugeridos por Webster (2017)²⁰ utilizando dois desvios-padrão. Durante a realização deste procedimento, o indivíduo permaneceu de olhos fechados e relaxado.
- **Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência- verbal (PEALL-verbal):** aplicado com a finalidade de obter informações sobre o funcionamento neural do SNC, bem como para realização da análise do BIC. Os eletrodos foram posicionados nos pontos Fpz, A1, A2 e Cz. Foi aplicado 150 estímulos verbais (*sweeps*), em uma intensidade de 70 n dBHL, compostos pela sílaba /ba/, que representou o estímulo frequente (80% das vezes- 120 estímulos), e pela sílaba /di/, que representou o estímulo raro (20% das vezes- 30 estímulos), no paradigma *oddball* tradicional. A velocidade do estímulo será de 1.1/sec., com filtro de 1-30 Hz, ganho de 100 K e janela de tempo de 510 ms.

As orelhas serão pesquisadas de modo monoaural e binaural. A partir da estimulação, serão geradas duas ondas: uma onda frequente e outra onda rara. A marcação dos componentes N1, P1, N2, P2 e P300 foi realizada apenas no traçado raro, da estimulação monaural à direita, monaural

à esquerda, bem como nas ondas de elicitação binaural. A medida da amplitude foi realizada através do pico positivo até o vale negativo seguinte. Os sujeitos foram orientados a se manter em estado de alerta e prestar atenção nos estímulos “raros” e realizar a contagem desses estímulos percebidos mentalmente, devido a esta forma de contagem apresentar respostas mais robustas do funcionamento neural.

Os valores de referência utilizados para latência e amplitude foram os propostos por BRUNO et al., (2016)²¹, utilizando 2 desvios-padrão.

Procedimentos de pesquisa

Componente de Interação Binaural (BIC)

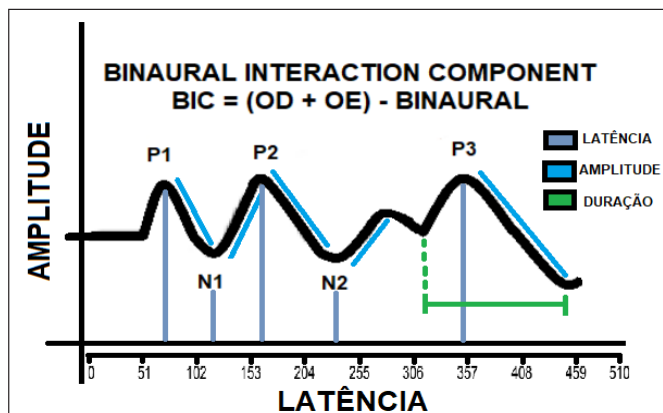
Após a captação das ondas do PEALL-verbal, com modo de apresentação mono e binaural, foi gerado o BIC. Para a sua realização, foi necessário a captação das ondas com diferentes modos de apresentação (mono e binaural), para posterior-

mente aplicá-las na forma aritmética. Essa soma e subtração das ondas foram realizadas no próprio IHS. O programa permite que sejam geradas tais ondas, selecionando a aba “Process”, para a soma mono e binaural em “Add selected (+ Key)” e para subtração em “Subtract selected (- Key)”.

Na presente pesquisa foram utilizados apenas os traçados raros para realização do BIC. Assim, as ondas são submetidas à seguinte fórmula: BIC= onda resultante dos traçados da estimulação monaural (OD + OE) - onda resultante dos traçados da estimulação binaural (DOBIE e BERLIN (1979)²².

Foi realizada a marcação da latência, amplitude dos componentes P1, N1, P2, N2 e P3 do BIC e incluída a análise de duração do P3 (momento em que o potencial se dá início até o seu estabelecimento em milissegundos).

Na Figura 1 encontra-se o exemplo de marcação do BIC.



Legenda: BIC= binaural interaction component; OD= orelha direita; OE=orelha esquerda.

Figura 1. Representação gráfica da marcação do BIC.

Após aquisição, os traçados foram enviados sem marcação a dois juízes especialistas doutores e com expertise em PEALL-verbal, para realização das suas marcações, sendo considerados os traçados somente quando houvesse 100% de concordância. Caso não houvesse, este foi enviado a um terceiro juiz especialista, a fim de selecionar o local de marcação do componente.

Análise dos dados

Os dados foram alocados em uma planilha do Excel para posterior realização das análises descritivas.

Resultados

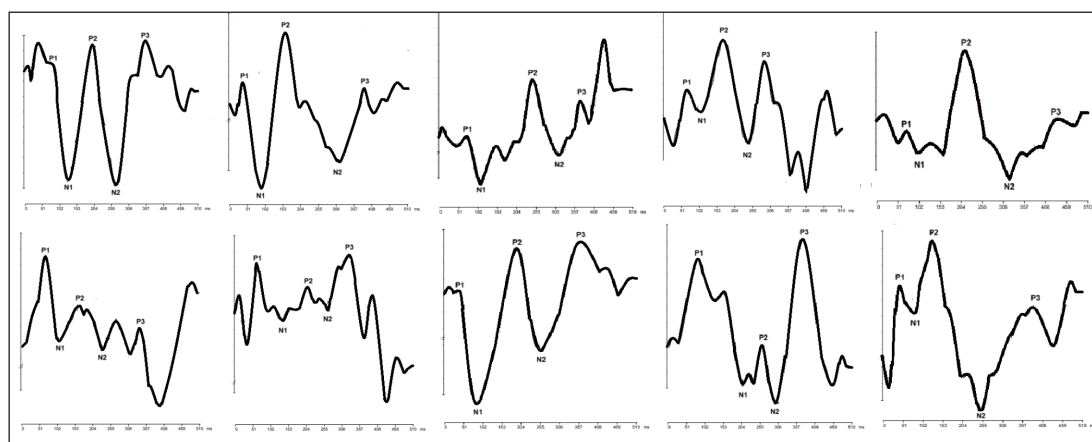
Na Tabela 1, torna-se possível visualizar os valores descritivos adquiridos no BIC-verbal para os componentes cortical-misto-cognitivo.

Tabela 1. Descrição dos valores do BIC-verbal.

Componentes BIC	Média $\pm$ Desvio-padrão	Mínimo - Máximo
Latência P1 (ms)	60.60 $\pm$ 16.26	37 - 82
Amplitude P1 (μ V)	1.68 $\pm$ 1.26	0.39 - 3.77
Latência N1 (ms)	115.00 $\pm$ 39.50	57 - 208
Amplitude N1 (μ V)	2.08 $\pm$ 1.93	0.16 - 5.34
Latência P2 (ms)	194.00 $\pm$ 38.86	133 - 256
Amplitude P2 (μ V)	2.37 $\pm$ 1.47	0.26 - 5.41
Latência N2 (ms)	273 $\pm$ 32.12	230 - 320
Amplitude N2 (μ V)	1.92 $\pm$ 1.34	0.16 - 3.78
Latência P3 (ms)	361.10 $\pm$ 36.71	288 - 424
Amplitude P3 (μ V)	2.25 $\pm$ 1.15	0.48 - 3.78
Duração P3 (ms)	114.20 $\pm$ 41.97	70 - 180

Legenda: BIC= binaural Interaction Component; ms = milissegundos; μ V = microvolts.

Na Figura 2 observa-se a morfologia dos traçados do BIC dos 10 indivíduos participantes do estudo.

**Figura 2.** Representação gráfica dos traçados obtidos no BIC do PEALL-verbal por sujeitos (n=10).

Discussão

Um estudo que buscou a padronização dos valores de latência e amplitude dos potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência em adultos, utilizou uma pequena amostra, mas foi capaz de gerar os valores de referência desejados²³. Nesse sentido, ao descrever os valores do BIC no presente estudo, o número amostral reduzido pode ser justificado e representativo, como um direcionamento para pesquisas futuras. Outro aspecto, refere-se à rigidez metodológica, visto que ao utilizar

diversos instrumentos de avaliação para o controle de um grupo típico e com baixo desvio-padrão, uma amostra pequena tende a ser suficientemente representativa, mesmo que reduzida.

Não há na literatura especializada pesquisas recentes que tenham realizado a mensuração da IB por meio de PEALL com estímulo verbal em adultos jovens típicos. No entanto, ao comparar os valores de referência propostos por autores, do PEALL-verbal, adquirido de modo binaural e sem mensuração da IB, com o mesmo protocolo empregado na presente pesquisa, evidencia-se que o BIC cortical-cognitivo, apresentou maiores



latências e menores amplitudes²¹. Tal fato, pode ser justificado, devido ao emprego da fórmula do BIC gerar respostas mais específicas, refletindo a atividade elétrica de neurônios especificamente binaurais, necessitando de análises.

McPherson (1993)⁵ investigou o BIC em indivíduos com audição normal utilizando estímulos *click* rarefeitos. Os resultados indicaram que o BIC, nos potenciais de longa latência, apresenta dois picos negativos (83 ms e 38 uV; 234 ms e 25 uV) e um pico positivo (152 ms e 50 uV). Na presente pesquisa encontraram-se valores aproximados de latência, com ocorrência de 100% para todos os potenciais. Isso pode ser justificado pelo emprego do estímulo utilizado, já que o estímulo de fala proporciona respostas mais robustas, facilitando a análise²⁴. Ainda, com tais achados, pode-se observar que a IB se estende por vários milissegundos, principalmente, à atividade nas porções tálamo-corticais das vias auditivas.

Na Imagem 2 observa-se a variabilidade na morfologia dos traçados, mesmo em sujeitos com condições e características auditivas semelhantes. Isto pode ser refletido devido ao PEALL demonstrar o comportamento individual do sujeito, podendo apresentar diferentes apresentações na aquisição intra e inter sujeitos. A variabilidade nos valores de latência e morfologia das ondas já são relatados por autores⁶, demonstrando que a binauralidade cortical-cognitiva é variável, tendo em vista as regiões que fazem o eliciamento do PEA e a necessidade de aspectos voltados aos componentes misto e cognitivo (N2-P3), ou seja, para uma detecção, discriminação, reconhecimento, atenção e memória, pode haver variabilidades de respostas, mesmo que em sujeitos típicos.

Em relação à aplicabilidade clínica do BIC do PEALL, um estudo recente demonstrou os efeitos da privação auditiva em crianças com otite média recorrente, evidenciando diferenças no BIC-cortical, ao comparar com os sujeitos do grupo controle, concluindo que essa pode ser uma ferramenta útil na mensuração da maturação binaural⁷. Outra pesquisa realizou o BIC do PEALL em sujeitos com Acidente Vascular Cerebral em hemisfério cerebral esquerdo, demonstrando as mudanças que ocorrem na responsividade binaural, mais especificamente em N1, sendo isto justificado devido ao componente ser um biomarcador do processamento linguístico²⁵. Esses, portanto, mesmo não sendo o objetivo da pesquisa e não realizadas tais

comparações, parecem ser diferentes dos valores encontrados no presente estudo, demonstrando que o BIC apresenta valores específicos para sujeitos típicos que apresentam alterações ou prejuízos na maturação do SNAC, necessitando de valores descritivos.

Heinkin *et al.* (2015) demonstrou que pode ser uma medida objetiva do processamento binaural cortical, com potencial de se tornar um correlato neural atraente do desempenho comportamental binaural, com a necessidade de estudos normativos, principalmente em indivíduos adultos jovens, a fim de auxiliar na mensuração dos processos neurais binaurais em diferentes populações⁶. Desse modo, salienta-se a necessidade da descrição dos valores encontrados.

Portanto, a presente pesquisa demonstra uma novidade para a clínica fonoaudiológica e otorrinolaringológica, tendo em vista a necessidade da utilização de métodos comportamentais, associados aos objetivos. Essa associação, torna-se de grande relevância, já que há a necessidade de correlacionar a capacidade, ou seja, o substrato neural, com a funcionalidade do indivíduo¹. Desse modo, o estudo se destaca e traz um diferencial devido às características selecionadas na amostra, mensurando o real funcionamento da via auditiva central, por meio da exclusão de quaisquer variáveis auditivas, otológicas, cognitivas e/ou doenças pré-existentes que poderiam influenciar nos achados do exame.

A mensuração do BIC justifica-se devido à possibilidade de análise no diagnóstico dos déficits auditivos ou como biomarcador terapêutico, já que por estar relacionado a regiões específicas da via auditiva-cognitiva pode demonstrar que o sistema encontra-se mais afetado (auditivo e/ou cognitivo) e as estratégias escolhidas com maior assertividade terapêutica (treinamento auditivo ou treinamento auditivo-cognitivo).

Destaca-se que não foram encontrados na literatura especializada estudos que realizassem a avaliação comportamental do PAC em adultos jovens e descrevesse o BIC do PEALL-verbal. Nesse sentido, salienta-se a potencialidade do presente estudo, visto que ao compreender o funcionamento binaural em indivíduos adultos jovens típicos, torna possível a compreensão do mecanismo neurofisiológico da via auditiva binaural cortical e cognitiva, bem como viabiliza a extensão de pesquisas, podendo essa métrica ser expandida para as diferentes populações.



Uma limitação do estudo refere-se ao número amostral reduzido, porém, esse é justificado pela metodologia empregada e o objetivo inicial de descrever valores. Desse modo, o presente estudo, pelo ineditismo, pode ser considerado um norte para pesquisas futuras. A descrição dos valores do BIC em sujeitos típicos preenche uma lacuna significativa na literatura, oferecendo a normatização desses dados e permitindo a expansão para populações com alterações auditivas ou neurofisiológicas.

Conclusão

Foi possível descrever os valores do Componente de Interação Binaural, do Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência-verbal, no equipamento SmartEP – IHS.

Referências

1. British Society of Audiology (BSA). Definition of 'optimally aided' for experienced adult hearing aid users with severe-to profound-deafness. 2019. Disponível em: https://www.baaudiology.org/app/uploads/2020/04/Definition_optimally_aided_FINAL_logo.pdf. Acesso em: 27 novembro 2022.
2. 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: 692840
3. Gallun FJ. Impaired Binaural Hearing in Adults: A Selected Review of the Literature. *Front Neurosci*. 2021 Mar 19; 15: 610957.
4. Conselho Federal de Fonoaudiologia (CFFA). Guia de orientação: Avaliação e Intervenção no Processamento Auditivo Central. São Paulo. 2020. Disponível em: <https://www.fonoaudiologia.org.br/wp>. Acesso em: 10 junho 2023.
5. Mcpherson DL, Starr A. Binaural interaction in auditory evoked potentials: brainstem, middle- and long-latency components. *Hear Res*. 1993 Mar; 66(1): 91-8.
6. Henkin Y, Yaar-Soffer Y, Givon L, Hildesheimer M. Hearing with Two Ears: Evidence for Cortical Binaural Interaction during Auditory Processing. *J Am Acad Audiol*. 2015 Apr; 26(4): 384-92.
7. Oliveira LS, Oliveira ACS, Alcântara YB, Vieira CA, Ferreira DMO, Chagas EFB, et al. Study of Binaural Auditory Cortical Response in Children with History of Recurrent Otitis. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2020 Nov 30; 25(4): e490-e495.
8. Hyppolito MA. Avaliação dos potenciais evocados auditivos de longa latência. In: Menezes PL; Andrade KCL; Frizzo ACF; Carnaúba ATL; Lins OG. *Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia*. 1 nd ed. São Paulo: Booktoy. 2018. pág. 127-13
9. Maia BR, Moreira HG, Kerkhoff LR, Schumacher CG, Garcia MV. Influência da Prática Musical em Diferentes Habilidades Auditivas. *Distúrbios Da Comunicação*, 2024, 36(2), e65567.
10. Oppitz SJ, Bruno RS, Didoné DD, Garcia MV. Resolução temporal e potenciais corticais em diferentes níveis de proficiência da língua inglesa. *Rev CEFAC*. 2017Jan; 19(1): 27-40.
11. OMS: Organização Mundial da Saúde. Guia de orientação na avaliação audiológica [Internet]. Brasília: Sistema de Conselhos de Fonoaudiologia; 2020 [citado em 2022 Mar 8]. Disponível em: https://www.fonoaudiologia.org.br/wp-content/uploads/2020/09/CFFa_Manual_Audiologia-1.pdf
12. Abreu NCB, Jesus LC de, Alves LM, Mancini PC, Labanca L, Resende LM de. Validação da Escala de Autopercepção de Habilidades do Processamento Auditivo Central (EAPAC) para adultos. *Audiol, Commun Res*. 2022; 27: e2577.
13. CFFA: Conselho Federal de Fonoaudiologia. Guia de orientação: avaliação e intervenção no processamento auditivo central [Internet]. São Paulo: CFFA; 2020 [citado em 2023 jun 10]. Disponível em: <https://www.fonoaudiologia.org.br/wp>
14. American Academy of Audiology (AAA). American Academy of Audiology Clinical Practice Guidelines. Diagnosis, treatment and management of children and adults with central auditory processing disorder. 2010 Disponível em: https://audiologyweb.s3.amazonaws.com/migrated/CAPD%20Guidelines%2082010.pdf_539952af956c79.73897613.pdf. Acesso em: 27 novembro 2024.
15. Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. São Paulo: Editora Pró Fono; 2011. p. 82.
16. Saguebuche TR, Peixe BP, Garcia MV. Behavioral tests in adults: reference values and comparison between groups presenting or not central auditory processing disorder. *Rev CEFAC*. 2020; 22(1): e13718.
17. Samelli AG, Schochat E. The gaps-in-noise test: gap detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol*. 2008 May; 47(5): 238-45.
18. Oliveira MFF, Menezes PL, Carnaúba ATL, Pereira LD, Andrade KCL, Frizzo ACF, et al. Cognitive performance and long-latency auditory evoked potentials: a study on aging. *Clinics (Sao Paulo)*. 2021 Jan 22; 76: e1567.
19. Fonseca RP; Salles JF, Parente Maria AMP. *Instrumento de Avaliação Neuropsicológica Breve NEUPSILIN*. São Paulo: Vetor Editora. 2009.
20. Webster R. The auditory brainstem response (ABR): a normative study using the intelligent hearing system's smart evoked potential system. 2017. Tese de mestrado- Towson University, Towson, Maryland (USA), 2017.
21. Bruno RS, Oppitz SJ, Garcia MV, Biaggio EPV. Potencial evocado auditivo de longa latência: diferenças na forma de contagem do estímulo raro. *Rev CEFAC*. 2016 Jan; 18(1): 14-26.
22. Dobie RA, Berlin CI. Binaural interaction in brainstem-evoked responses. *Arch Otolaryngol*. 1979 Jul; 105(7): 391-8.
23. Pelaquim A, Sanfins MD, Fornazieri MA. Standardization of Latency and Amplitude Values of Short, Middle and Long Latency Auditory Evoked Potentials in Adults. *International Archives of Otorhinolaryngology*. 2023 Apr; 27(02): e278-85





24. Lunardelo PP, Simões H de O, Zanchetta S. Differences and similarities in the long-latency auditory evoked potential recording of P1-N1 for different sound stimuli. Rev CEFAC. 2019; 21(2): e18618.
25. Rosa BC. Componente de interação binaural nos potenciais evocados auditivos em indivíduos pós AVC isquêmico. 2019. Tese de mestrado. Bauru- Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru; São Paulo. 2019.



Esta obra está licenciada com uma Licença Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional, que permite o uso irrestrito, distribuição e reprodução em qualquer meio, desde que a obra original seja devidamente citada.