

# COMPONENTE DE INTERAÇÃO BINAURAL NO P300 EM ADULTOS JOVENS COM AUDIÇÃO NORMAL

## Binaural interaction component in P300 in young adults with normal hearing

João Pedro Santos de Queiroz

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Recife, PE, Brasil

Lilian Ferreira Muniz

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Fonoaudiologia e Programa de Pós-Graduação em Saúde da Comunicação Humana, Recife, PE, Brasil

### RESUMO

**Objetivo:** Conhecer o componente de interação binaural utilizando o P300 em uma amostra de adultos jovens com audição normal. **Métodos:** A pesquisa incluiu adultos jovens com audição normal, excluindo aqueles com histórico de lesões neurológicas, alteração de orelha interna, neuropatia auditiva, uso de drogas ototóxicas ou exposição a sons intensos 72 horas antes da avaliação. Exames pré-coleta incluíram anamnese, inspeção do meato acústico externo, audiometria e imitanciometria. O P300 foi eliciado com estímulos de fala /ba/ e /da/ em paradigma *oddball*, registrando respostas monoaurais e binaurais. Foram realizadas comparações entre os resultados das duas orelhas e entre os modos de escuta monoaural e binaural, além do cálculo do componente de interação binaural. Análises estatísticas foram conduzidas, utilizando o teste de Wilcoxon para diferenciar entre grupos pareados. **Resultados:** Os participantes eram adultos jovens (20-24 anos), sendo considerado um grupo homogêneo. A maioria preferia a orelha direita (16 participantes), e todos eram destros. Não foi observada diferença estatística significativa na amplitude entre as orelhas direita e esquerda ( $p$ -valor = 0,062), nem mesmo na latência ( $p$ -valor = 0,920). Destacou-se uma diferença significativa na amplitude entre a média da soma das orelhas direita e esquerda e a escuta binaural ( $p$ -valor = 0,004), enquanto a latência não mostrou diferença estatisticamente significativa ( $p$ -valor = 0,171). **Conclusão:** Foi possível calcular algebricamente o componente de interação binaural usando o P300, resultando em uma amplitude média de 14,11  $\mu$ V de diferença entre a estimulação binaural e a soma dos resultados monoaurais. A influência do estado do indivíduo durante o exame do P300 mostrou-se significativa, afetando a morfologia das amplitudes observadas. Recomenda-se que estudos futuros ampliem a amostragem para aprofundar o entendimento desse componente, incorporando um número mais expressivo de participantes.

**Palavras-chave:** Audição; Eletrofisiologia; Potenciais Evocados Auditivos

### RESUME

**Objective:** To understand the binaural interaction component using P300 in a sample of young adults with normal hearing. **Methods:** The study included young adults with normal hearing, excluding those with a history of neurological injuries, inner ear disorders, auditory neuropathy, use of ototoxic drugs, or exposure to loud sounds 72 hours before the evaluation. Pre-collection examinations included anamnesis, inspection of the external acoustic meatus, audiometry, and immittance testing. P300

was elicited with /ba/ and /da/ speech stimuli in an oddball paradigm, recording monaural and binaural responses. Comparisons were made between the results of the two ears and between monaural and binaural listening modes, in addition to calculating the binaural interaction component. Statistical analyses were conducted using the Wilcoxon test to differentiate between paired groups. Results: Participants were young adults (20-24 years old), considered a homogeneous group. Most preferred the right ear (16 participants), and all were right-handed. No statistically significant difference was observed in amplitude between the right and left ears (p-value = 0.062), nor in latency (p-value = 0.920). A significant difference in amplitude was highlighted between the mean sum of the right and left ears and binaural listening (p-value = 0.004), while latency showed no statistically significant difference (p-value = 0.171). Conclusion: It was possible to algebraically calculate the binaural interaction component using P300, resulting in a mean amplitude difference of 14.11  $\mu$ V between binaural stimulation and the sum of monaural results. The individual's state during the P300 examination was significant, affecting the morphology of the observed amplitudes. It is recommended that future studies expand the sample size to deepen the understanding of this component, incorporating a more significant number of participants.

**Keywords:** Hearing; Electrophysiology; Evoked Potentials Auditory

## INTRODUÇÃO

A audição binaural, capacidade de processar ondas sonoras que chegam aos dois ouvidos de maneira simultânea, está presente em diversos seres da cadeia evolutiva, incluindo os humanos. Essa habilidade agrega vantagens para os animais que a possuem, como a potencialização da defesa e aprimoramento da função comunicativa (Stecker; Gallun, 2012). Além disso, a interação binaural auxilia na percepção e na organização dos sons ambientais, dependendo de um bom funcionamento do sistema nervoso (Pinheiro; Pereira, 2004). Algumas funções auditivas específicas podem ser apontadas como frutos desse processo: lateralização, localização, redução de mascaramento binaural, detecção de estímulos presentes no ruído e fusão binaural (Prando *et al.*, 2010).

Atualmente, a interação binaural pode ser investigada por meio de avaliação comportamental, tendo, por exemplo, os testes dicóticos (Prando *et al.*, 2010). Por outro lado, essa habilidade também pode ser estudada através dos potenciais evocados auditivos, derivando um *binaural interaction component* (BIC), ou, em

português, componente de interação binaural (CIB), que possui descrições científicas, mas, principalmente, para os potenciais auditivos de tronco encefálico (PEATE) e com determinados estímulos (Van Yper *et al.*, 2015).

Os potenciais evocados auditivos (PEA) são alterações elétricas que ocorrem no sistema nervoso central (SNC) na presença de estimulação acústica. A classificação dos PEA pode ser feita de acordo com as latências, intervalo de tempo entre a estimulação sonora e o aparecimento do pico das ondas. Nesse âmbito, os três grupos existentes são: os potenciais de curta latência, que ocorrem nos primeiros 10 a 12 milissegundos (ms); potenciais de média latência, entre 12 e 50 ms e, em um intervalo maior, os potenciais de longa latência, também denominados de potenciais corticais, os quais ocorrem entre 50 e 600 ms (Durante *et al.*, 2014).

O cálculo para se chegar no BIC é relativamente simples, mas requer uma atenção quanto ao controle de alguns fatores e parâmetros, como a polaridade e a nomeação dos picos. Em tese, na ausência de processamento neural binaural, a soma dos potenciais auditivos evocados monoaurais direito e esquerdo deve ser igual à resposta binaural. No entanto, isso não acontece devido à existência de mecanismos neurais existentes em indivíduos normais (Laumen, 2016). O BIC é obtido a partir da soma dos registros das estimulações monoaurais na orelha direita (OD) e esquerda (OE) seguido da subtração da onda evocada pela estimulação binaural (BIN), resultando na seguinte fórmula:  $BIC = [BIN - (OD + OE)]$  (Wong, 2002; Dobie; Berlin, 1979 apud Rosa, 2019).

O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência (PEALL) são respostas elétricas cerebrais que acontecem temporalmente após o PEATE e o potencial evocado auditivo de média latência (PEAML). Eles refletem a atividade neural em áreas corticais superiores, as quais estão relacionadas com o processamento auditivo,

tendo, como exemplo, o córtex auditivo secundário. As respostas aparecem como uma série de picos de polaridades negativas (N) e positivas (P) resultantes de eventos acústicos, formando o complexo N1, P2, N2 e o componente P300. As características mais importantes na análise dos PEALL são as latências e as amplitudes, medidas em milissegundos e microvolts respectivamente (Regaçone *et al.*, 2016).

O P300 é um PEALL que se relaciona com atividade cognitiva e pode ser induzido por tarefas que exigem atenção, discriminação e memória auditiva. Esse método é conhecido como paradigma *oddball*, envolvendo estímulos frequentes e raros. Os estímulos raros podem variar em intensidade, duração ou fonema, desafiando o sujeito a detectá-los, o que requer foco e, assim, é essencial para registrar o P300 (Frizzo; Reis, 2018). Trata-se de um pico positivo com latência aproximada de 300 ms, no entanto, pode ser registrado entre 250 e 400 ms em indivíduos normais (Reis; Frizzo, 2015). Pacientes com comprometimento cognitivo geralmente apresentam P300 menor e com maior latência. O P300 pode ter múltiplas fontes no cérebro, incluindo o hipocampo e áreas do córtex, gerando discussões na área (Picton, 1992). Pesquisadores têm interesse no P300 porque reflete a atividade das áreas corticais auditivas envolvidas em habilidades auditivas fundamentais (Frizzo; Advíncula, 2018).

Desta forma, este estudo teve como objetivo conhecer o componente de interação binaural utilizando o P300 em uma amostra de adultos jovens com audição normal.

## **MÉTODOS**

Trata-se de um estudo observacional e transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa, sob parecer nº 6.203.668.

Os critérios de inclusão da pesquisa foram: participantes adultos jovens do sexo masculino ou feminino, com audição normal, sendo excluídos indivíduos com história de lesões neurológicas, com alteração de orelha interna, que apresentem espectro da neuropatia auditiva, que fazem uso de drogas ototóxicas ou que tenham passado por exposição a sons de forte intensidade regularmente ou nas 72 horas antes da avaliação.

Após concordarem em participar do estudo, todos os indivíduos receberam informações sobre os objetivos e procedimentos da coleta e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após agendamento prévio, foram realizados os exames pré-coleta para atender aos critérios de elegibilidade da pesquisa, a saber: anamnese, inspeção do meato acústico externo, audiometria tonal e imitanciometria.

A aquisição do P300 foi realizada através do equipamento *Smart EP USB Jr* da *Intelligent Hearing Systems®* de dois canais. Foi utilizado o paradigma *oddball* com estímulos de fala (/ba/ e /da/), randomizados, em que os estímulos foram por estimulação monoaural e binaural, sendo o /ba/ a 70 dBNA e o /da/ a 80 dBNA. A proporção usada foi de 80% para estímulos frequentes (/ba/) e 20% de estímulos raros (/da/), com, no mínimo, 125 estímulos raros. A janela de registro foi de 500 ms com filtragem passa banda de 1-30Hz, amplificação de 50.000x, polaridade alternada e taxa de estimulação de 1.1 estímulos/segundo. Ao todo, foram realizadas, ao menos, duas reproduções de cada forma de estimulação (direita, esquerda e binaural). Foi realizado o posicionamento de cinco eletrodos de superfície para encefalograma (EEG) posicionados em Fpz o eletrodo terra, Fz e Cz, sendo estes os eletrodos ativos, em referência aos eletrodos A1 e A2, que foram posicionados nas mastoides das orelhas esquerda e direita (Fz e Cz/A1 e A2), utilizando-se os dois canais de registro

do equipamento para as estimulações da OD, OE e bilateral. A montagem dos eletrodos seguiu os padrões estabelecidos pelo *International Electrode System* (IES) 10-20, mantendo a impedância até 3 kOhms e a diferença entre os eletrodos até 2 kOhms. A impedância foi mantida em um nível inferior a 5 KOhms. O mesmo campo elétrico foi utilizado em todos os registros pela necessidade de padronização. Os registros sempre foram iniciados pela escuta monoaural na OD, seguida pela OE, e, por último, foi realizado o registro a partir da estimulação binaural.

O processo de cálculo do componente de interação binaural foi realizado por meio da fórmula  $BIC = [BIN - (OD + OE)]$ . Nesse caso, foi realizado o cálculo invertido, no qual, o valor da amplitude da resposta binaural foi subtraída da soma das respostas monoaurais. Após a realização da pesquisa, foram utilizados os *softwares* SPSS 25.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*) para *Windows*® e o *Excel 365*® como ferramentas fundamentais na análise estatística. Todos os testes realizados foram conduzidos com um nível de confiança de 95%, assegurando a robustez dos resultados obtidos. Os resultados foram apresentados de maneira clara e concisa por meio de tabelas, que incluem as frequências absolutas e relativas. As variáveis numéricas foram exploradas através das medidas de tendência central e medidas de dispersão, proporcionando uma compreensão abrangente da distribuição dos dados. Para avaliação de diferenças entre grupos pareados referentes a variáveis dependentes, optou-se pelo emprego do teste de Wilcoxon, uma escolha apropriada em situações em que a distribuição dos dados não segue um padrão normal.

## **RESULTADOS**

O grupo de estudo foi considerado homogêneo, pois o foco era conhecer os resultados de adultos jovens. Todos os participantes tinham idades compreendidas entre 20 e 24 anos. Desses, oito participantes (40%) eram do sexo masculino e 12

participantes (60%) do sexo feminino. Todos eram destros, e em relação à orelha de preferência, a maioria (16 participantes) relataram preferir a OD, enquanto dois não souberam responder e dois expressaram preferência pela OE. Ao término do exame, alguns participantes referiram dificuldade em manter a atenção em momentos específicos.

Na tabela 1, encontram-se os resultados descritivos das latências e amplitudes na condição de escuta monaural direita, monaural esquerda e escuta binaural.

Tabela 1 – Descrição dos resultados de latências e amplitudes do P300 na escuta monaural à OD e OE e escuta binaural.

	<b>Média ± DP</b>	<b>Mediana (P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>)</b>	<b>Mínimo – Máximo</b>
<b>Latência (ms)</b>			
Monaural OD	273,75 ± 20,22	269,50 (263,25; 277,75)	241,00 – 332,00
Monaural OE	272,40 ± 19,02	269,50 (259,75; 280,25)	247,00 – 328,00
Binaural	268,05 ± 23,72	262,50 (252,25; 276,50)	238,00 – 338,00
<b>Amplitude (µV)</b>			
Monoaural OD	11,50 ± 5,08	11,41 (8,16; 14,71)	3,32 – 24,59
Monoaural OE	10,46 ± 4,19	9,74 (7,51; 11,20)	5,13 – 23,60
Binaural	7,85 ± 3,83	7,46 (5,10; 9,42)	2,86 – 17,32

Legenda: OD – orelha direita; OE – orelha esquerda; DP – desvio padrão.

Na Tabela 2, os resultados descritivos da amplitude são obtidos ao subtrair a amplitude da escuta binaural da soma das amplitudes nas escutas monoaurais direita e esquerda, ou seja, o cálculo do BIC.

Tabela 2 – Descrição dos resultados do BIC e a interação máxima no P300.

	<b>Média ± DP</b>	<b>Mediana (P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>)</b>	<b>Mínimo – Máximo</b>
BIC (µV)	14,11 ± 7,06	14,00 (8,35; 18,83)	3,48 – 33,01

Legenda: DP – desvio padrão; BIC – componente de interação binaural.

A Tabela 3 compara as medidas de latência e amplitude no modo de escuta monoaural para as orelhas direita e esquerda. Observa-se que, em relação à amplitude, a diferença entre as orelhas apenas se aproxima de um nível de significância estatística (p-valor = 0,062). Além disso, a latência não exibe diferença significativa entre as orelhas (p-valor = 0,920).

Tabela 3 – Comparação dos valores do P300 entre orelhas direita e esquerda.

Variáveis	Orelha		p-valor *
	Direita Média ± DP	Esquerda Média ± DP	
Latência (ms)	273,75 ± 20,22	272,40 ± 19,02	0,920
Amplitude (µV)	11,50 ± 5,08	10,46 ± 4,19	0,062

(\*) Wilcoxon

A Tabela 4 compara as medidas de latência e amplitude, diferenciando a média da soma monoaural (calculada como a média entre as médias das orelhas direita e esquerda) com os valores médios da escuta binaural. Destaca-se uma diferença estatisticamente significativa na amplitude entre a média da soma das estimulações monoaurais direita e esquerda e a amplitude binaural (p-valor = 0,004). Por outro lado, não se observa uma diferença estatisticamente significativa na latência entre a soma das estimulações monoaurais direita e esquerda e a escuta binaural (p-valor = 0,171).

Tabela 4 – Comparação dos valores do P300 entre a média da soma das estimulações monoaurais direita e esquerda e a escuta binaural.

Variáveis	Grupo		p-valor *
	Soma monoaural Média ± DP	Escuta binaural Média ± DP	
Latência (ms)	273,08 ± 16,97	268,05 ± 23,72	0,171
Amplitude (µV)	10,98 ± 4,46	7,85 ± 3,83	<b>0,004</b>

(\*) Wilcoxon

## DISCUSSÃO

A interação binaural ocorre em diversas regiões ao longo do tronco encefálico, abrangendo o complexo olivar superior, os núcleos do lemnisco lateral e o colículo

inferior, além de áreas superiores, como o corpo geniculado medial, o tálamo e o córtex auditivo (Moore, 1991; McPherson; Tures; Starr, 1989; McPherson; Starr, 1993). Estudos anteriores destacam um aumento perceptível da interação binaural nos potenciais evocados auditivos corticais em comparação com o PEATE, evidenciando que os processos binaurais desempenham um papel mais significativo na atividade cortical (McPherson; Starr, 1993; DeBruyne, 1984).

Nesta perspectiva, o presente estudo proporcionou a avaliação da audição binaural, focando, mais especificamente, no BIC em um contexto cognitivo, utilizando o P300. Essa abordagem contribui para uma compreensão mais abrangente da interação binaural, especialmente em relação aos processos mais corticais, além representar uma valiosa adição à pesquisa nessa área.

É importante ressaltar que, ao realizar esse cálculo em planilhas, não foram considerados os desvios da linha de base das ondas, como poderiam ser medidos através do *software* do equipamento. Contudo, a abordagem permitiu observar a diferença existente oriunda da subtração.

De acordo com os dados da entrevista inicial, constatou-se que todos os participantes eram destros e que a maioria relatou ter preferência pela OD. Essa informação pode estar associada à vantagem da orelha direita (VOD), atribuída a bases neurofisiológicas. A VOD se deve à maior robustez das vias contralaterais, possibilitando que os estímulos verbais cheguem à OD e sejam processados no hemisfério esquerdo, o qual apresenta maior especificidade no processamento de informações verbais (Kimura, 1961; Sparks; Geschwind, 1968; Pollmann *et al.*, 2022; Brancucci *et al.*, 2005; Quatrini, 1985). Os resultados eletrofisiológicos do presente estudo corroboram com essa teoria da VOD, uma vez que a média das amplitudes na estimulação monoaural à orelha direita foram maiores que à orelha esquerda.

É importante considerar o impacto do tempo de exame, uma vez que a aquisição de traçados replicados de forma monoaural em cada orelha e, posteriormente, de forma binaural pode resultar em fadiga e sonolência, influenciando nas respostas eletrofisiológicas, especialmente na morfologia das ondas.

O aumento da latência e a diminuição da amplitude do P300 também pode estar associado ao estado de sonolência ou privação do sono (Morris *et al.*, 1992). A escolha de registrar o P300 com os olhos fechados é fundamental para reduzir artefatos provenientes de piscadas. No entanto, o fechamento dos olhos tende a induzir sonolência (Koshino *et al.*, 1993). Além disso, a literatura descreve que os resultados do P300 podem variar de acordo com o tipo de tarefa solicitada, idade, gênero, horário de realização do exame, temperatura corporal, estação do ano e ingestão de alimentos antes do exame (Polich, 1991; McPherson; Starr, 1993). Essas considerações ressaltam a complexidade de equilibrar as condições ideais para o registro do P300, levando em conta fatores como atenção, sonolência e a possível influência do estado de privação do sono, como foi observado no presente estudo.

Os dados demonstram a redução de latências e amplitudes na condição de escuta binaural em comparação com as monoaurais. Pesquisas prévias alcançaram resultados semelhantes para amplitudes, porém, apresentaram latências aumentadas (Uppunda, 2015; Neves *et al.*, 2007). Essa divergência pode estar associada ao fato de que a latência é um parâmetro mais suscetível a variações, enquanto a amplitude tende a ser mais consistente (Reis *et al.*, 2014; Crippa *et al.*, 2011).

Ao analisar os valores do BIC, foi obtido um novo parâmetro numérico que representa a diferença entre a amplitude da escuta binaural e a soma das amplitudes das escutas monoaurais no P300. Dado que a maioria dos estudos emprega *softwares* para gerar uma onda resultante ao calcular o BIC, a abordagem matemática adotada

neste estudo pode fornecer uma segunda alternativa para análises futuras em pesquisas adicionais.

A análise estatística revelou uma tendência de diferença significativa nos valores das amplitudes ao comparar as orelhas direita e esquerda, sendo que a orelha direita demonstrou amplitudes superiores. Este achado é consistente com os dados obtidos na entrevista inicial sobre a preferência pela orelha direita e com o modelo estrutural que define a VOD (Kimura, 1961). Além disso, é relevante considerar que a metodologia do estudo seguiu uma ordem de aquisição começando de forma monoaural na OD, quando os participantes podiam ainda não apresentar fadiga e sonolência, fatores que devem ser levados em conta na análise da morfologia das amplitudes.

Ao comparar as latências nas escutas monoaurais direita e esquerda, não foi identificada diferença significativa. Este resultado está em concordância com outro estudo que também não encontrou significância na comparação entre as latências (Crippa; Aita; Ferreira, 2011).

A análise estatística também revelou diferenças significativas nas amplitudes entre as médias da soma das respostas monoaurais e o resultado da estimulação binaural, sendo a primeira condição associada a amplitudes mais elevadas. Esse achado já foi previamente documentado em um estudo anterior que investigou o BIC a partir do *Frequency Following Response (FFR)*, reforçando a ideia de que, mais uma vez, a escuta binaural pode ser relevante para certas habilidades auditivas, mas não necessariamente resulta em amplitudes maiores em testes eletrofisiológicos (Uppunda, 2015; Neves, 2007). Dessa forma, é importante considerar que a resposta auditiva binaural envolve diversas estruturas tanto na via auditiva central quanto na periférica, incluindo a orelha do lado oposto (Goffi-Gomez, 2014 apud Oliveira, 2018).

## CONCLUSÃO

Neste estudo, foi possível conhecer o BIC utilizando o P300, calculando-o algebricamente, revelando um valor médio de 14,11  $\mu\text{V}$  para os participantes ouvintes. Destaca-se que a influência do estado do indivíduo durante o exame do P300 emergiu como um fator significativo capaz de impactar na morfologia das amplitudes observadas. Diante desses achados, propõe-se que estudos futuros ampliem sua amostragem incorporando um número mais expressivo de participantes, a fim aprofundar o conhecimento sobre esse componente.

## REFERÊNCIAS

- BRANCUCCI, A. et al. Decrease of functional coupling between left and right auditory cortices during dichotic listening: An electroencephalography study. **Neuroscience**, v. 136, n. 1, p. 323–332, jan. 2005.
- CRIPPA, B. L.; AITA, A. D. C.; FERREIRA, M. I. D. C. Padronização das respostas eletrofisiológicas para o P300 em adultos normouvintes. **Distúrb. comun**, p. 325–333, 2011.
- DEBRUYNE, F. Binaural Interaction in Early, Middle and Late Auditory Evoked Responses. **Scandinavian Audiology**, v. 13, n. 4, p. 293–296, jan. 1984.
- DURANTE, A. S. et al. Cortical Auditory Evoked Potential: evaluation of speech detection in adult hearing aid users. **CoDAS**, v. 26, n. 5, p. 367–373, out. 2014.
- FRIZZO, Ana Cláudia Figueiredo; ADVÍNCULA, Karina Paes. Potenciais evocados auditivos de longa latência: conceitos e aplicações clínicas. In: MENEZES, Pedro de Lemos et al. **Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia**. Ribeirão Preto: Booktoy, 2018. p. 139-150.
- FRIZZO, Ana Cláudia Figueiredo; REIS, Ana Cláudia Mirândola Barbosa. Potencial evocado auditivo de longa latência: parâmetros técnicos. In: MENEZES, Pedro de Lemos et al. **Tratado de Eletrofisiologia para a Audiologia**. Ribeirão Preto: Booktoy, 2018. p. 129-137.
- KIMURA, Doreen. Cerebral dominance and the perception of verbal stimuli. **Canadian Journal Of Psychology / Revue Canadienne de Psychologie**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 166-171, 1961. American Psychological Association (APA).

KOSHINO, Y. et al. The influence of light drowsiness on the latency and amplitude of P300. **Clinical EEG (electroencephalography)**, v. 24, n. 3, p. 110–113, 1 jul. 1993.

LAUMEN, G. et al. The Physiological Basis and Clinical Use of the Binaural Interaction Component of the Auditory Brainstem Response. **Ear and hearing**, v. 37, n. 5, p. e276–e290, 2016.

MCPHERSON, D. L.; STARR, A. Binaural interaction in auditory evoked potentials: Brainstem, middle- and long-latency components. **Hearing Research**, v. 66, n. 1, p. 91–98, mar. 1993.

MCPHERSON, D. L.; TURES, C.; STARR, A. Binaural interaction of the auditory brain-stem potentials and middle latency auditory evoked potentials in infants and adults. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Evoked Potentials Section**, v. 74, n. 2, p. 124–130, mar. 1989.

MOORE, D. R. Anatomy and physiology of binaural hearing. **Audiology: Official Organ of the International Society of Audiology**, v. 30, n. 3, p. 125–134, 1991.

MORRIS, A. M. et al. The P300 event-related potential. The effects of sleep deprivation. **Journal of Occupational Medicine.: Official Publication of the Industrial Medical Association**, v. 34, n. 12, p. 1143–1152, 1 dez. 1992.

NEVES, I. F. et al. Estudo das latências e amplitudes dos potenciais evocados auditivos de média latência em indivíduos audiológicamente normais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 73, n. 1, p. 75–80, fev. 2007.

OLIVEIRA, Leticia Sampaio de. **Componente de interação binaural do potencial evocado auditivo cortical em crianças com histórico de otite de repetição**. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista, Marília, 2018.

PINHEIRO, M. M. C.; PEREIRA, L. D. Processamento auditivo em idosos: estudo da interação por meio de testes com estímulos verbais e não-verbais. **Revista Brasileira de Otorrinolaringologia**, v. 70, n. 2, p. 209–214, abr. 2004.

PICTON, T. W. The P300 Wave of the Human Event-Related Potential. **Journal of Clinical Neurophysiology**, v. 9, n. 4, p. 456–479, out. 1992.

POLICH, J. P300 in Clinical Applications: Meaning, Method, and Measurement. **American Journal of EEG Technology**, v. 31, n. 3, p. 201–231, set. 1991.

POLLMANN, S. et al. Dichotic listening in patients with splenial and nonsplenial callosal lesions. **Neuropsychology**, v. 16, n. 1, p. 56–64, 1 jan. 2002.

PRANDO et al. Relação entre habilidades de processamento auditivo e funções neuropsicológicas em adolescentes. **Revista CEFAC**, v. 12, n. 4, p. 646–661, 23 abr. 2010.

QUATRINI, É. A. P. **Desempenho da atenção auditiva direcionada de indivíduos destros, no teste dicótico verbal, em relação à habilidade de leitura.** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2019.

REGAÇONE, S. F. et al. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. **Audiology - Communication Research**, v. 19, n. 1, p. 13–18, 1 mar. 2014.

REIS, Ana Cláudia Mirândola Barbosa et al. Variabilidade do registro de latência e amplitude do potencial evocado auditivo de Longa Latência (P3) na condição teste e reteste. **Audiology - Communication Research**, [S.L.], v. 19, n. 3, p. 293-298, set. 2014. FapUNIFESP (SciELO).

REIS, Ana Cláudia Mirândola Barbosa; FRIZZO, Ana Cláudia Figueiredo. Potencial Evocado Auditivo Cognitivo. In: BOÉCHAT, Edilene Marchini et al. **Tratado de Audiologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2015. p. 244-259.

ROSA, Bárbara Camilo. **Componente de Interação Binaural nos potenciais evocados auditivos em indivíduos pós AVC isquêmico.** 2019. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Bauru, Universidade de São Paulo, Bauru, 2019.

SPARKS, R.; GESCHWIND, N. Dichotic Listening in Man After Section of Neocortical Commissures. **Cortex**, v. 4, n. 1, p. 3–16, mar. 1968.

STECKER, G. Christopher; GALLUN, Frederick. **Binaural Hearing, Sound Localization, and Spatial Hearing.** 2012.

UPPUNDA, A. K. et al. Binaural Interaction Component in Speech Evoked Auditory Brainstem Responses. **The Journal of International Advanced Otology**, v. 11, n. 2, p. 114–117, 17 set. 2015.

VAN YPER, L. N. et al. Binaural interaction in the auditory brainstem response: A normative study. **Clinical Neurophysiology**, v. 126, n. r4, p. 772–779, abr. 2015.