

# Potencial cortical P3: nível de dificuldade para diferentes estímulos

## P3 cortical potential: difficulty level for different stimulus

Dayane Domeneghini Didoné<sup>1</sup>, Sheila Jacques Oppitz<sup>1</sup>, Débora Durigon da Silva<sup>1</sup>, Marjana Gois<sup>1</sup>, Jordana da Silva Folgearini<sup>1</sup>, Geise Corrêa Ferreira<sup>1</sup>, Eliara Pinto Vieira Biaggio<sup>1</sup>, Michele Vargas Garcia<sup>1</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** Avaliar o nível de dificuldade de identificação dos estímulos verbais e não verbais, segundo classificação dos próprios participantes, e comparar com a latência do potencial cortical P3. **Métodos:** Foram avaliados 30 sujeitos, com média de idade de 23 anos, normo-ouvintes. O potencial P3 foi pesquisado com estímulos não verbais (*tone burst*) e verbais (/ba/ x /di/, /ba/ x /ga/, /ba/ x /da/). Cada sujeito classificou os estímulos em “mais fácil” e “mais difícil”. **Resultados:** A maioria dos indivíduos classificou o contraste /ba/ x /di/ como sendo o mais fácil de identificar e o contraste /ba/ x /ga/, como o mais difícil. Os sujeitos referiram que os estímulos de fala foram mais fáceis de identificar quando comparados com *tone burst*. O nível de dificuldade descrito pelos indivíduos influenciou nas latências dos estímulos /Di/ e /Da/, classificados como mais fáceis, e evidenciados na menor latência do P3. **Conclusão:** O contraste /Ba/ x /Di/ foi considerado o de maior facilidade de percepção, sendo evidenciado pela menor latência do P3. Os contrastes de fala foram classificados mais fáceis quando comparados com os estímulos tonais. Essas comparações auxiliam o clínico na escolha do estímulo utilizado e no correto diagnóstico audiológico.

**Descritores:** Potenciais evocados auditivos; Potencial evocado P300; Percepção auditiva; Córtex auditivo; Adulto

### ABSTRACT

**Purpose:** Evaluating the level of difficulty of identifying verbal and non-verbal stimuli, according to the classification of the participants, as well as comparing the latency of the P3 cortical potential. **Methods:** Thirty subjects, with a mean age of 23 years and normal hearing, were evaluated. The P3 potential was performed with non-verbal stimuli (*tone burst*) and verbal (/ba/ x /di/, /ba/ x /ga/, /ba/ x /da/). Each subject had to classify stimulus in “the easiest” and “the most difficult”. **Results:** Most subjects rated the /ba/ x /di/ contrast as the easiest to identify and the contrast /ba/ x /ga/ the most difficult. The subjects reported that the speech stimulus were easier to identify when compared to *tone burst*. The difficulty level described by the subjects influenced the latencies of stimuli /Di/ and /Da/, ranked as the easiest and they were evidenced in the lowest latency of P3. **Conclusion:** The /Ba/ x /Di/ contrast was considered the easiest for perception, being evidenced by the lowest latency of P3. The speech contrasts were classified as the easiest when compared with the tonal stimuli. These comparisons help the clinician in selecting the stimuli and in the correct audiological diagnosis.

**Keywords:** Evoked potentials, Auditory; Event-related potentials, P300; Auditory perception; Auditory cortex; Adult

Trabalho realizado na Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

(1) Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Santa Maria (RS), Brasil.

**Conflito de interesses:** Não

**Contribuição dos autores:** DDD, SJO, MVG levantamento bibliográfico, coleta de dados, interpretação dos resultados, análise dos dados, contribuição intelectual, auxiliaram na estatística e revisão final do manuscrito; DDS, MG, GCF, JSF, EPVB auxiliaram na interpretação dos resultados e revisão final do manuscrito.

**Endereço para correspondência:** Dayane Domeneghini Didoné. R. Fiorelo Bertuol, 624, Progresso, Bento Gonçalves (RS), Brasil, CEP: 95700-000. E-mail: dayanedidone@yahoo.com.br

**Recebido em:** 10/12/2014; **Aceito em:** 24/8/2015

## INTRODUÇÃO

Os Potenciais Evocados Auditivos (PEA) são métodos objetivos de avaliação da audição, sendo que, associados aos métodos comportamentais, contribuem para o aumento da precisão no diagnóstico dos distúrbios auditivos centrais.

Os PEA refletem mudanças neuroelétricas da via auditiva, desde a cóclea e nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo acústico, permitindo investigar a integridade das vias auditivas centrais, sua maturação durante o processo de desenvolvimento e disfunções causadas por diversas doenças<sup>(1)</sup>. Os Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência (PEALL), especificamente o P3, se destacam na investigação de algumas habilidades cognitivas envolvidas no processamento da informação, como a atenção, discriminação e memória auditiva<sup>(2)</sup>.

O P3, potencial cognitivo ou potencial endógeno, é um componente positivo com pico em torno de 300 ms (milissegundos), influenciado pelo uso funcional que o cérebro faz do estímulo sonoro, bem como pelo nível de atenção do indivíduo, durante a realização do exame<sup>(3-5)</sup>. Por meio desse potencial, podemos avaliar habilidades como atenção e memória recente, ambas dependentes da discriminação entre os estímulos, sejam eles verbais ou não verbais<sup>(6,7)</sup>.

Na pesquisa dos potenciais corticais, tem-se a possibilidade de utilizar estímulos verbais e não verbais<sup>(8)</sup>. A diferença de resposta entre os estímulos já foi descrita na literatura e autores ressaltam que a latência do P3 aumenta quando os “alvos” para discriminação são mais difíceis do que o padrão, ou seja, a latência é sensível à demanda do processamento da tarefa<sup>(9)</sup>. Em contrapartida, a amplitude do P3 é maior para tarefas mais fáceis e vai diminuindo conforme a tarefa torna-se mais difícil. Além disso, existe uma diferença no processamento cortical para os sinais verbais e não verbais<sup>(10)</sup>.

Os diferentes estímulos utilizados na pesquisa dos PEALL, além de contribuírem para avaliação de diferentes áreas cerebrais, podem influenciar o diagnóstico audiológico, nos casos de alterações de processamento auditivo. Muitas vezes o clínico se depara com uma grande variabilidade de estímulos presentes nos equipamentos, não sabendo a diferença entre eles e o que, de maneira comportamental, pode interferir na resposta do indivíduo.

O que se observa na literatura especializada em potenciais corticais é uma ampla utilização de estímulos, sejam eles tonais, vogais ou consoantes-vogais. Em muitos estudos, os pesquisadores objetivam observar o comportamento do P3 em relação às estimulações acústicas, sem dar importância à subjetividade do processamento do sinal pelo indivíduo avaliado. A percepção do indivíduo nem sempre condiz com determinadas latências e amplitudes dos potenciais corticais<sup>(11)</sup>. Em muitos casos, o paciente tem respostas comportamentais adequadas (discriminação e contagem dos estímulos) e respostas eletrofisiológicas alteradas, o que pode ocorrer em função dos parâmetros do estímulo acústico.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o nível de dificuldade de identificação dos estímulos verbais e não verbais, segundo a classificação dos próprios participantes, e comparar com a latência do potencial cortical P3, a fim de identificar se o sistema nervoso central processa essa informação de acordo com a percepção dos mesmos, ou seja, se há correlação das respostas subjetivas relatadas pelos sujeitos com as respostas eletrofisiológicas.

## MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal, observacional e contemporâneo.

Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), sob protocolo 25933514.1.0000.5346.

Os indivíduos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com os objetivos do estudo e participação no mesmo.

Foram avaliados 30 indivíduos na faixa etária de 18 a 32 anos, sendo 15 do gênero feminino e 15 do gênero masculino, com audição normal e sem histórico de risco para alterações auditivas, neurológicas e de linguagem.

Inicialmente, foi realizada a inspeção visual do meato acústico externo, utilizando o otoscópio clínico da marca Klinik Welch-Allyn®, para descartar qualquer alteração que pudesse influenciar nos limiares audiométricos.

A audiometria tonal liminar foi realizada em cabina acusticamente tratada, com o audiômetro Itera II da marca Madsen®. Foram pesquisados os limiares de via aérea nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz. A técnica utilizada foi descendente-ascendente. Foram considerados indivíduos normo-ouvintes aqueles que apresentaram média tritonal (500, 1000 e 2000 Hz) menor ou igual a 25 dBNA (decibel Nível de Audição)<sup>(12)</sup>.

As medidas de imitância acústica foram realizadas pelo analisador de orelha média AT235 da Interacoustics®, para pesquisa da curva timpanométrica e dos reflexos acústicos. Os reflexos foram pesquisados nas frequências de 500 a 4000 Hz, bilateralmente, no modo contralateral. Foram incluídos na amostra somente indivíduos com timpanograma tipo “A” e reflexos acústicos presentes<sup>(13)</sup>.

Para a pesquisa do potencial cortical P3, foi utilizado o equipamento Intelligent Hearing Systems®, módulo SmartEP, de dois canais. Foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva e fixação dos eletrodos com pasta eletrolítica e fita micropore adesiva, nas posições M1 (mastóide esquerda) e M2 (mastóide direita), Cz (vértex), estando o eletrodo terra (Fpz) na testa. O valor da impedância dos eletrodos deveria ser menor ou igual a 3 kohms.

Os pacientes foram orientados a prestar atenção aos estímulos diferentes (estímulo raro) que apareciam aleatoriamente, dentro de uma série de estímulos iguais (estímulo frequente).

A tarefa cognitiva solicitada foi de contar os estímulos raros para os diferentes pares de estímulos. Após, deveriam informar ao examinador o número de estímulos raros entre a série de estímulos frequentes. Após ouvirem as sequências de estímulos verbais, foi solicitado aos pacientes que informassem qual estímulo verbal era o mais fácil e qual o mais difícil de ser identificado e, após ouvir a sequência de *tone burst*, comparar a facilidade/dificuldade entre o *tone burst* com os estímulos verbais. A porcentagem de apresentação dos estímulos raros foi de 20%, enquanto que, para estímulos frequentes, foi de 80%.

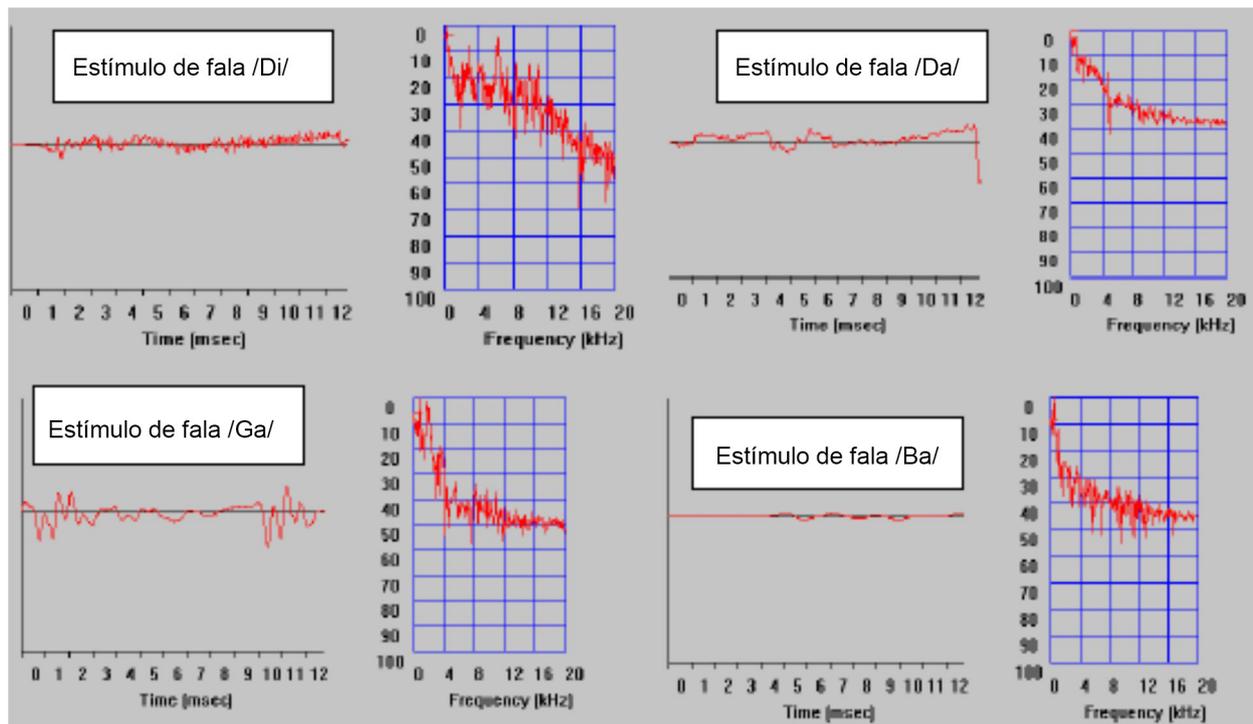
Foram utilizados estímulos não verbais (*tone burst*), nas frequências de 1000 Hz (estímulo frequente) e 4000 Hz (estímulo raro), e verbais (sílabas /Ba/ como estímulo frequente e /Ga/, /Da/ e /Di/ como estímulos raros). Os estímulos de fala são sintéticos, não naturais, gerados no equipamento utilizado. A Figura 1 demonstra a diferença apresentada pelo equipamento utilizado de cada contraste de fala. Todos os estímulos foram apresentados por meio de fones de inserção, de forma binaural, a uma intensidade de 75 dB Pe (decibel pico equivalente). Para cada tipo de contraste, foram utilizados 300 estímulos (aproximadamente 240 frequentes e 60 raros), para a obtenção do P3. Os traçados não foram replicados devido ao tempo total do exame com os diferentes estímulos, já que a replicação poderia deixar os participantes cansados e influenciar nas respostas. A pesquisa com os diferentes pares de estímulos teve duração de, aproximadamente, uma hora, com intervalos de descanso de aproximadamente dez minutos entre a série de estímulos. Os parâmetros utilizados nesta pesquisa estão descritos no Quadro 1.

**Quadro 1.** Parâmetros utilizados para obtenção do potencial P3

Equipamento	Intelligent Hearing System®
Módulo	SmartEP
Eletrodos	M1, M2, Fpz e Cz
Impedância dos eletrodos	Menor ou igual a 3Kohms
Intensidade	75 dB Pe
Tipo de estimulação	Binaural
Número de estímulos	300 (80% frequente e 20% raro)
Canais	AB
Velocidade	0.8 pps
Duração	2.0 ms
Fase	Alternada
Estímulos utilizados	Ba (frequente) Ga (raro) Ba (frequente) Di (raro) Ba (frequente) Da (raro) 1Khz (frequente) 4Khz (raro)
Paradigma	<i>Oddball paradigm</i>
Tipo de transdutor	Fones de inserção
Duração do estímulo	50.000 µs
Rise/Decay	20%
Envelope	Trapezoidal
Estado do indivíduo	Alerta

**Legenda:** Kohms = kilohms; dBNA = decibel nível de audição; pps = pulsos por segundo; ms = milissegundos; Khz = quilohertz; µs = microssegundos

A pesquisa iniciou com os pares /Ba/ e /Ga/, seguido de /Ba/ e /Di/, /Ba/ e /Da/ e *tone burst*, sendo que, anteriormente à obtenção dos traçados, foram apresentados todos os estímulos



Fonte: Equipamento *Intelligent Hearing System*®

**Figura 1.** Diferenças dos contrastes utilizados

verbais e não verbais, para que os indivíduos pudessem se familiarizar com as diferenças. Após a pesquisa dos dois primeiros estímulos de fala, os indivíduos foram orientados a repousar, para que o cansaço não interferisse nas respostas das duas últimas sequências de estímulos. Posteriormente, cada sujeito precisou classificar o grau de dificuldade de cada estímulo raro. Os participantes deveriam responder às seguintes perguntas: “dentre todas as sequências de estímulos verbais, qual você considera mais fácil de identificar?”, “dentre todas as sequências de estímulos verbais, qual você considera mais difícil de identificar?” e, por fim, “dentre os estímulos verbais e não verbais, que tipo de estímulo você considera mais fácil de identificar?”. A proposta era de que os indivíduos identificassem o estímulo verbal mais fácil e comparassem os verbais com os não verbais.

Nesse estudo, foram considerados apenas os valores de latência obtidos pela identificação da onda P3 no pico de maior amplitude, considerado apenas no traçado dos estímulos raros. Os potenciais exógenos não foram avaliados, já que a proposta do estudo foi de avaliar a forma como os sujeitos processavam os estímulos, correspondendo às habilidades cognitivas que originam o P3 e não os potenciais exógenos.

Os dados foram tabelados e analisados estatisticamente, sendo comparados o nível de dificuldade relatado pelos indivíduos e as latências do P3 entre os estímulos verbais e não verbais. Foram utilizados os seguintes testes estatísticos: teste de Mann Whitney, teste de Kruskal Wallis, teste t-Student e teste de Wilcoxon, considerando nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Do total de sujeitos investigados, 80% classificaram o estímulo /Di/ como sendo o mais fácil entre os estímulos verbais. Em relação à classificação contrária, 90% referiram maior dificuldade de identificação do estímulo /Ga/ (Tabela 1). Na comparação entre estímulos de fala e *tone burst*, a maioria dos sujeitos relatou maior grau de facilidade para estímulos de fala, em relação aos tonais (Tabela 2).

A comparação entre o nível de facilidade ou dificuldade e

**Tabela 1.** Medidas descritivas para a classificação “mais fácil” entre os estímulos de fala

Estímulos	Classificação			
	“Mais fácil”		“Mais difícil”	
	n	%	n	%
/Ba/ x /Di/	24	80	0	0
/Ba/ x /Ga/	1	3,3	27	90
/Ba/ x /Da/	1	3,3	3	10
Indiferente entre /Ba/ x /Di/ e /Ba/ x /Da/	4	13,3	0	0
Total	30	100	30	100

as latências dos estímulos foi realizada entre os contrastes, a fim de verificar se o estímulo classificado pelo indivíduo como mais fácil ou mais difícil foi o de menor ou de maior latência, respectivamente.

Para comparação das latências, em relação ao estímulo classificado como “mais fácil”, os contrastes que receberam essa classificação foram comparados com os demais, sendo detectada diferença significativa para a indiferença de facilidade entre /Di/ e Da/, ou seja, os estímulos de fala foram relatados como mais fáceis e tiveram a menor latência (Tabela 3).

Considerando os resultados para a classificação mais difícil, não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre a média do P3, para os diferentes estímulos (Tabela 4).

Na comparação entre todos os estímulos de fala (médias de /Ba/ x /Ga/, /Ba/ x /Di/ e /Ba/ x /Da/) com o *tone burst*, não houve diferença estatisticamente significativa, ou seja, de maneira geral, o grau de facilidade ou dificuldade relatado pelos sujeitos não interferiu nas latências do P3 (Tabela 5).

## DISCUSSÃO

Embora seja considerado um método objetivo de avaliação, o P3 pode sofrer interferência de alguns fatores que contribuem para a variabilidade de suas medidas, inclusive o tipo de estímulo utilizado<sup>(14,15)</sup>. A velocidade de detecção e a percepção do

**Tabela 2.** Medidas descritivas para a comparação “mais fácil” entre estímulos verbais e não verbais

	Estímulos verbais		Estímulos não verbais		Indiferente	
	n	%	n	%	n	%
Contraste mais fácil de identificar	21	70	4	13,3	5	16,6

**Tabela 3.** Comparação das latências entre os estímulos classificados como mais fáceis de identificar

	/Ba/ x /Di/	/Ba/ x /Da/	Indiferença entre /Di/Da/	p£
	Média (ms)	Média (ms)	Média (ms)	
/Ba/ x /Ga/	344,7	336,0	334,0	0,541
/Ba/ x /Da/	276,8	343,0	302,5	0,247
/Ba/ x /Di/	318,4	312,0	366,8	0,105
<i>Tone burst</i>	303,9	312,0	264,7	0,047

£: Teste de Mann Whitney (p<0,05)

**Tabela 4.** Comparação das latências entre os estímulos classificados como mais difíceis de identificar

	/Ba/ x /Ga/	/Ba/ x /Da/	p£
	Média (ms)	Média (ms)	
/Ba/ x /Ga/	340,1	368,7	0,192
/Ba/ x /Da/	281,9	300,7	>0,999
/Ba/ x /Di/	326,0	323,7	0,844
<i>Tone burst</i>	298,0	311,0	0,457

£: Teste de Mann Whitney (p&lt;0,05)

**Tabela 5.** Comparação entre a classificação “mais fácil” entre estímulos de fala e *tone burst*

	Fala mais fácil	<i>Tone burst</i> mais fácil	Indiferente	p£
	Média	Média	Média	
Todos os estímulos de fala	317,1	327,9	365,1	0,076
<i>Tone burst</i>	297,6	299,5	311,3	0,804
Valor de p	0,141t	0,322¥	0,158¥	
Diferença [(1) – (2)]	19,5	28,4	53,8	

£: Teste de Kruskal Wallis (p&lt;0,05); t: Teste t-Student para dados pareados (p&lt;0,05); ¥: Teste de Wilcoxon (p&lt;0,05)

estímulo raro pelo indivíduo são diretamente ligadas à latência do P3 e dependem do tipo de estimulação acústica<sup>(16)</sup>.

Em nosso estudo, houve preferência dos participantes pelo estímulo de fala /Di/, o que pressupõe que o contraste com o estímulo frequente é maior (Figura 1), facilitando o processamento dos estímulos. O estímulo considerado mais difícil foi o /Ga/, que não apresenta diferenças significativas com o estímulo /Ba/ (Figura 1). Esses resultados concordam com outro estudo<sup>(17)</sup>, em que os indivíduos julgaram que os estímulos mais fáceis de identificar são os que apresentam maior contraste e pouca distorção. Esses autores relatam que a degradação do sinal de fala percebida pelo indivíduo está diretamente ligada às características do P3, sendo que estímulos sem distorção e de fácil identificação provocam maiores amplitudes e menores latências do potencial cognitivo.

Em nosso estudo, os estímulos de fala foram considerados mais fáceis de identificar do que os estímulos tonais. Embora os estímulos verbais sejam mais complexos<sup>(18)</sup>, os mesmos são mais familiares para os sujeitos pois estão presentes na língua materna, enquanto que os estímulos tonais podem não ter significado, exceto para indivíduos com habilidades musicais<sup>(19)</sup>.

Considerando os resultados da análise estatística da presente pesquisa, o P3 dos estímulos classificados como mais fáceis (estímulo /Di/ e /Da/ apresentou menor latência, sendo estatisticamente significante. Esse resultado concorda com outros estudos, que relatam que a percepção do indivíduo e complexidade acústica são proporcionais aos valores de latência do P3<sup>(17,20)</sup>. Contudo, tal correlação não foi significativa para o estímulo /Ga/, que foi relatado como sendo o mais difícil de identificar, entre os estímulos de fala. Acredita-se que esse resultado poderia ser significativo com uma amostra maior.

Neste estudo, não foi observada diferença significativa na comparação entre nível de facilidade com as latências

dos estímulos tonais ou de fala, quando considerada a média total dos estímulos complexos. Os estímulos de fala têm sido utilizados para fornecer informações sobre o processamento desse sinal no córtex auditivo, principalmente nos casos em que a avaliação comportamental não é possível, auxiliando na reabilitação terapêutica dos pacientes<sup>(21)</sup>. Essa comparação auxilia o clínico nos casos em que as escolhas dos estímulos verbais são realizadas aleatoriamente.

A percepção do indivíduo sobre os estímulos sonoros torna-se importante para que as habilidades de atenção e discriminação dos estímulos permaneçam constantes ao longo da avaliação e para que esta seja fidedigna. Em nosso estudo, houve preferência dos participantes pelo contraste de fala /Ba/ x /Di/ e /Ba/ x /Da/, os quais evocaram respostas confiáveis e classificadas como sendo de fácil percepção. Quando comparados com os demais contrastes, evidenciou-se menor latência, demonstrando correlação entre o exame eletrofisiológico e a percepção do indivíduo.

## CONCLUSÃO

O contraste /Ba/ x /Di/ foi considerado o de maior facilidade de percepção, sendo evidenciado pela menor latência do P3. Os contrastes de fala foram classificados mais fáceis, quando comparados com os estímulos tonais. Essas comparações auxiliam o clínico na escolha do estímulo utilizado e no correto diagnóstico audiológico.

## REFERÊNCIAS

1. Leppänen PH, Lyytinen H. Auditory event-related potential in the study of developmental language-related disorders. *Audiol Neurootol* 1997;2(5):308-40. doi:10.1159/000259254

2. Mcpherson DL. Late potentials of the auditory sistem. San Diego: Singular; 1996.
3. Hall J. Handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn & Bacon; 2006.
4. Schochat E. Respostas de longa latência. In: Carvallo, RMM, org. Fonoaudiologia: Informação para formação-procedimentos em audiologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2003. p. 71-7.
5. Linden DE. The P300: where in the brain is it produced and what does it tell us? *Neuroscientist*. 2005;11(6):563-76. doi:10.1177/1073858405280524
6. Cone-Wesson B, Wunderlich J. Auditory evoked potentials from the cortex: audiology applications. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg*. 2003;11(5):372-7. doi:10.1097/00020840-200310000-00011
7. Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(10):2128-48. doi:10.1016/j.clinph.2007.04.019
8. Alvarenga K, Amorin A, Agostinho-Pesse RS, Costa OA, Nascimento LT, Bevilacqua MC et al. Speech perception and cortical auditory evoked potentials in cochlear implant users with auditory neuropathy spectrum disorders. *Int J Pediatr Otorhi*. 2012;76(9):1332-8. doi:10.1016/j.ijporl.2012.06.001
9. Swink S, Stuart A. Auditory long latency responses to tonal and speech stimuli. *J Speech Lang Hear Res*. 2012;55(2):447-59. doi:10.1044/1092-4388(2011/10-0364)
10. Massa CG, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 com estímulo verbal e não verbal em adultos normo-ouvintes. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77(6):686-90. doi: 10.1590/S1808-86942011000600002
11. Carter L, Golding M, Dillon H, Seymour J. The detection of infant cortical auditory evoked potentials (CAEPs) using statistical and visual detection techniques. *J Am Acad Audiol*. 2010;21(5):347-56. doi:10.3766/jaaa.21.5.6
12. Lloyd II, Kaplan, 1978 apud Momensohn-Santos TM, Russo ICP, Brunetto-Borgianni LM. Interpretação dos resultados da avaliação audiológica. In: Momensohn-Santos TM, Russo ICP. Prática da audiologia clínica. 6a ed. São Paulo: Cortez; 2007.
13. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryngol*. 1970;92(4):311-24. doi:10.1001/archotol.1970.04310040005002
14. Junqueira CA, Colafêmina JF. Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2002;68(4):468-78. doi:10.1590/S0034-72992002000400004
15. Fukuda Y. P300 e ciclo menstrual em mulheres jovens normais [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo, Escola Paulista de Medicina; 1993.
16. Polich J. Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(10):2128-48. doi:10.1016/j.clinph.2007.04.019.
17. Antons JN, Laghari KR, Arndt S. Cognitive, affective and experience correlates of speech quality perception in complex listening conditions. In: IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), Vancouver, Canadá, 2013. p. 3672-76.
18. Reis ACMB, Frizzo ACF. 2011. Potencial evocado auditivo de longa latência. In: Bevilacqua et al. Tratado de audiologia. São Paulo: Santos; 2012. p. 231-60.
19. Rabelo CM, Neves-Lobo IF, Rocha-Muniz CN, Ubiali T, Schochat E. Cortical inhibition effect in musicians and non-musicians using P300 with and without contralateral stimulation. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2015;81(1):63-70. doi:10.1016/j.bjorl.2014.11.003
20. Alvarenga KF, Vicente LC, Lopes RC, Silva RA, Banhara MR, Lopes AC et al. Influência dos contrastes de fala nos potenciais evocados auditivos corticais. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79(3):336-41. doi:10.5935/1808-8694.20130059
21. Martin BA, Tremblay KL, Korc Zack P. Speech evoked potentials: from the laboratory to the clinic. *Ear Hear*. 2008;29(3):285-313.