



Potencial evocado auditivo cortical em indivíduos com gagueira: uma revisão de escopo

Cortical auditory evoked potentials in individuals who stutter: a scoping review

Maria Cecília dos Santos Marques¹ , Kelly Cristina Lira de Andrade¹ , Edna Pereira Gomes de Moraes¹ , Pedro de Lemos Menezes¹ 

RESUMO

Objetivo: mapear e descrever os achados a respeito do desempenho de indivíduos com gagueira, por meio dos potenciais evocados auditivos corticais, no contexto clínico fonoaudiológico. **Estratégia de pesquisa:** trata-se de uma revisão de escopo conduzida segundo as diretrizes do *Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews* (PRISMA-ScR) e registrada no *Open Science Framework* (OSF) (<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KGHXV>). A busca foi realizada nas bases PubMed, LILACS, Embase, Cochrane Library, Web of Science, Science Direct, SpeechBITE, OpenGrey.eu e DissOnline, sem restrição de idioma ou período. **Crítérios de seleção:** foram incluídos estudos primários que compararam o potencial evocado auditivo cortical entre indivíduos com e sem gagueira, com audição periférica normal e sem comorbidades. **Resultados:** foram identificados 1.516 estudos. Após exclusões e triagens, sete artigos foram incluídos. A amostra total foi composta por 151 adultos (18 anos a 46 anos) e 202 crianças e adolescentes (4 anos a 18 anos). Os achados sugerem que indivíduos com gagueira, especialmente com quadros mais severos, tendem a apresentar maiores latências e menores amplitudes do complexo P1-N1-P2-N2, sobretudo na orelha direita. Alterações mais marcantes foram observadas em crianças, indicando maior sensibilidade do potencial evocado auditivo cortical nessa faixa etária. **Conclusão:** Os dados sugerem que os potenciais evocados auditivos corticais podem refletir alterações no processamento auditivo central em indivíduos com gagueira, especialmente nos casos mais severos.

Palavras-chave: Eletrofisiologia; Potencial evocado auditivo; Gagueira; Transtorno da fluência com início na infância; Adultos

ABSTRACT

Purpose: To map and describe the findings regarding the performance of individuals who stutter on cortical auditory evoked potentials in the speech-language pathology clinical setting. **Research strategy:** This scoping review was conducted according to the PRISMA-ScR guidelines and registered with the OSF (<https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KGHXV>). The search was conducted in PubMed, LILACS, Embase, Cochrane Library, Web of Science, Science Direct, SpeechBITE, OpenGrey.eu, and DissOnline, with no language or period restrictions. **Selection criteria:** Primary studies comparing cortical auditory evoked potentials between individuals with and without stuttering, with normal peripheral hearing, and without comorbidities were included. **Results:** A total of 1,516 studies were identified. After exclusions and screening, seven articles were included. The total sample consisted of 151 adults (18 to 46 years) and 202 children and adolescents (4 to 18 years). The findings suggest that individuals who stutter, especially those with more severe symptoms, tend to have higher latencies and lower amplitudes in the P1-N1-P2-N2 components, especially in the right ear. More marked changes were observed in children, indicating greater sensitivity of cortical auditory evoked potentials in this age group. **Conclusion:** The data suggest that cortical auditory evoked potentials may reflect alterations in central auditory processing in individuals who stutter, especially in the most severe cases.

Keywords: Electrophysiology; Auditory evoked potentials; Stuttering; Childhood-onset fluency disorder; Adults

Trabalho realizado na Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL), Brasil.

¹Curso de Fonoaudiologia, Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas – UNCISAL – Maceió (AL), Brasil.

Conflito de interesses: Não.

Contribuição dos autores: MCSM: concepção, metodologia, curadoria dos dados, análise formal, e redação do artigo; KCLA: análise formal e redação do artigo; EPGM: metodologia, curadoria dos dados, análise formal; PLM: concepção, curadoria dos dados, revisão e edição do artigo.

Declaração de Disponibilidade de Dados:

Os dados de pesquisa estão disponíveis no corpo do artigo.

Financiamento: Nada a declarar.

Autor correspondente: Maria Cecília dos Santos Marques. E-mail: ceci_marques@yahoo.com.br

Recebido: Julho 25, 2025; **Aceito:** Fevereiro 06, 2026

Editor-Chefe: Renata Mota Mamede Carvalho.

Editor Associado: Renata Mota Mamede Carvalho.

INTRODUÇÃO

A gagueira é um dos transtornos da fluência caracterizado por apresentar repetições de sons, sílabas ou palavras inteiras, bem como pausas prolongadas e bloqueios na produção da fala. Geralmente, surge na primeira infância, durante um período crítico de desenvolvimento da linguagem, e persiste até a idade adulta. Também pode se manifestar por meio de sintomas físicos e possui uma base genética e neurofuncional⁽¹⁾.

A causa exata da gagueira não é totalmente compreendida, mas acredita-se que está associada à ativação cerebral atípica em uma rede ampla de regiões pré-motoras, motoras e sensoriais e que resulte de uma combinação desses fatores neurológicos com fatores genéticos e ambientais^(2,3).

Algumas das principais teorias sobre a gagueira propõem que o distúrbio pode ser causado por déficits em processos específicos de integração sensorio-motora, essenciais tanto para o aprendizado motor da fala inicial, quanto para o controle motor maduro da fala⁽⁴⁻⁷⁾. É importante observar que a gagueira não é causada por ansiedade ou nervosismo, embora esses fatores possam exacerbar os sintomas⁽⁸⁾.

Estudos têm mostrado que indivíduos que gaguejam podem apresentar diferenças nas habilidades de processamento auditivo em comparação com falantes fluentes. Por exemplo, eles podem ter dificuldade em discriminar diferenças sonoras sutis ou processar estímulos auditivos rápidos. Esses achados levaram à hipótese de que déficits no processamento auditivo poderiam contribuir para o desenvolvimento ou persistência da gagueira^(8,9).

Além disso, um estudo que investigou a modulação auditiva pré-fala em adultos que gaguejam e com fala fluente, por meio do potencial evocado auditivo cortical (PEAC), observou que a preparação motora mais lenta em indivíduos com gagueira pode fazer com que os sinais neurais moduladores atinjam o córtex sensorial em um ponto posterior no tempo, mais próximo do início da fala⁽⁴⁾.

A forma como a informação auditiva é processada está ligada ao modo como se percebem o tempo, o ritmo e a melodia dos sons, aspectos que podem apresentar dificuldades para indivíduos que gaguejam. Essas dificuldades no processamento da informação auditiva têm sido sugeridas como fatores imediatos que contribuem para a gagueira, particularmente em casos mais severos. Isso ocorre porque a percepção exata do tempo dos sons da fala depende da capacidade de processar informações auditivas de maneira eficaz. Além disso, o processamento auditivo está intimamente ligado ao processamento da linguagem oral, tornando-se um componente importante no processo de comunicação global^(10,11).

Uma das formas de avaliar objetivamente o processamento auditivo são por meio dos PEAC. Esses potenciais, fornecem informações valiosas sobre como o sistema auditivo processa o som e podem ser usados em vários ambientes clínicos e de pesquisa, de forma complementar às avaliações comportamentais de processamento auditivo^(12,13).

Devido à sua excelente capacidade de medir intervalos de tempo com precisão, o PEAC serve como método objetivo para estudar de que maneira a percepção da fala se desenvolve ao longo do tempo. Sua resolução temporal precisa o torna particularmente adequado para estudar as pistas fonéticas acústicas da fala, fornecendo uma medida confiável para explorar os aspectos neurais do processamento da fala⁽¹⁴⁾.

O PEAC é composto por picos que formam o complexo P1-N1-P2-N2, que representam atividades corticais relacionadas às habilidades de discriminação auditiva^(15,16). O componente P1 tem origem nas projeções talâmicas e no córtex auditivo primário, estando relacionado à codificação auditiva⁽¹⁷⁾. O componente N1, por sua vez, é gerado a partir da ativação do córtex auditivo primário, especificamente na região lateral do giro temporal, sendo também influenciado pelo lobo temporal lateral, bem como pelo córtex motor e pré-motor frontal, sensível às mudanças sonoras iniciais, modulações de frequência e intensidade de um sinal complexo ou tom sustentado. Esse componente está associado aos processos de atenção e decodificação auditiva⁽¹⁸⁾. Já o componente P2, relacionado à discriminação auditiva, resulta da ativação conjunta do córtex auditivo primário e de áreas corticais superiores, como as regiões supratemporal, frontal e parietal. Essa ativação integrada possibilita a análise das características acústicas e temporais dos estímulos sonoros⁽¹⁷⁾.

OBJETIVOS

Esta pesquisa teve como objetivo mapear e descrever os achados a respeito do desempenho de indivíduos com gagueira, por meio dos potenciais evocados auditivos corticais, no contexto clínico fonoaudiológico, além de analisar as latências e amplitudes do complexo P1-N1-P2-N2.

ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Trata-se de uma revisão de escopo da literatura e seguiu as recomendações do *checklist Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA-ScR)*⁽¹⁹⁾. O protocolo foi registrado no *Open Science Framework (OSF)* sob o domínio <https://doi.org/10.17605/OSF.IO/KGHXV>.

As pesquisas bibliográficas que nortearam a produção desta revisão buscaram compor o mapeamento difuso da literatura, a fim de estabelecer as relações existentes entre as temáticas gagueira e potenciais evocados auditivos corticais, partindo do questionamento: “Existem diferenças nas latências do PEAC no complexo P1-N1-P2-N2 em indivíduos com e sem gagueira?”.

Conforme as recomendações contidas no *Joanna Briggs Institute Reviewer's Manual*⁽²⁰⁾, a estratégia de busca foi desenvolvida seguindo três etapas. A primeira etapa consistiu em uma busca inicial, apresentada no Quadro 1, realizada nas bases de dados BVS e PubMed, com o objetivo de identificar palavras-chave e termos de indexação relevantes à temática investigada.

Após esse levantamento, delineou-se uma estratégia seguindo as combinações a partir dos descritores/palavras-chaves encontradas na primeira etapa e a utilização de operadores booleanos.

Posteriormente, na segunda etapa, com a utilização das combinações descritas na estratégia de busca, foram realizadas buscas refinadas nas bases de dados MEDLINE, via PubMed, LILACS, Embase, via Elsevier, Cochrane Library, SpeechBITE, Web of Science, Science Direct e literatura cinzenta OpenGrey.eu e DissOnline. Não houve restrição quanto ao período de publicação ou idioma. A última busca foi realizada em 02/06/2025.

Na terceira etapa, foram realizadas buscas adicionais nas referências das publicações incluídas na revisão, bem como nos *sites* de cada periódico.

Quadro 1. Estratégia de busca elaborada para a primeira etapa

BASES DE DADOS	ESTRATÉGIAS	RESULTADO
LILACS (BVS)	#1 mh:gagueira OR (Stuttering) OR (Tartamudeo) OR (Bégaiement) OR (Paralalia Literal) OR (Pselismo) OR (Tartamudez) OR mh:C10.597.606.150.500.800.750\$ OR mh:C23.888.592.604.150.500.800.750\$	244
	#2 mh:"potenciais evocados" OR (potenciais evocados) OR (Evoked Potentials) OR (Potenciales Evocados) OR (Potentiels évoqués) OR (Onda N1) OR (Onda N2) OR (Onda N3) OR (Onda N4) OR (Onda P2) OR (Onda P50) OR (Potenciais Evento-Relacionados) OR (Potenciais Evocados N100) OR (Potenciais Evocados N200) OR (Potenciais Evocados N300) OR (Potenciais Evocados N400) OR (Potenciais Evocados P200) OR (Potenciais Evocados P50) OR (Potenciais Evocados P600) OR (Potencial Evento-Relacionado) OR (Potencial Evocado) OR (Potencial Evocado N100) OR (Potencial Evocado P50) OR (Potencial Relacionado ao Evento) OR (Event Related Potential) OR (Event Related Potentials) OR (Event-Related Potential) OR (Event-Related Potentials) OR (Evoked Potential) OR (Evoked Potential, N100) OR (Evoked Potential, N200) OR (Evoked Potential, N300) OR (Evoked Potential, N400) OR (Evoked Potential, P200) OR (Evoked Potential, P50) OR (Evoked Potential, P600) OR (Evoked Potentials, N100) OR (Evoked Potentials, N200) OR (Evoked Potentials, N300) OR (Evoked Potentials, N400) OR (Evoked Potentials, P200) OR (Evoked Potentials, P50) OR (Evoked Potentials, P600) OR (N1 Wave) OR (N1 Waves) OR (N100 Evoked Potential) OR (N100 Evoked Potentials) OR (N2 Wave) OR (N2 Waves) OR (N200 Evoked Potential) OR (N200 Evoked Potentials) OR (N3 Wave) OR (N3 Waves) OR (N300 Evoked) OR (Potential) OR (N300 Evoked Potentials) OR (N4 Wave) OR (N4 Waves) OR (N400 Evoked Potential) OR (N400 Evoked Potentials) OR (P2 Wave) OR (P2 Waves) OR (P200 Evoked Potential) OR (P200 Evoked Potentials) OR (P50 Evoked Potential) OR (P50 Evoked Potentials) OR (P50 Wave) OR (P50 Waves) OR (P600 Evoked Potential) OR (P600 Evoked Potentials) OR (Potential, Event Related) OR (Potential, Event-Related) OR (Potential, Evoked) OR (Potentials, Event Related) OR (Potentials, Event-Related) OR (Potentials, Evoked) OR (Potentials, N400 Evoked) OR (Related Potential, Event) OR (Related Potentials, Event) OR (Wave, N1) OR (Wave, N2) OR (Wave, N3) OR (Wave, N4) OR (Wave, P2) OR (Wave, P50) OR (Waves, N1) OR (Waves, N2) OR (Waves, N3) OR (Waves, N4) OR (Waves, P2) OR (Waves, P50) OR mh:G07.265.216.500\$ OR mh:G11.561.200.500\$	38.977
	#3 mh:eletrofisiologia OR (Electrophysiology) OR (Electrofisiología) OR (Électrophysiologie) OR mh:H01.158.344.528\$ OR mh:H01.158.782.236\$	1.135
	#4 #1 AND (#2 OR #3)	237
MEDLINE (via PubMed)	#1 "Stuttering"[Mesh] OR (Stuttering, Acquired) OR (Acquired Stuttering) OR (Stammering) OR (Stuttering, Childhood) OR (Childhood Stuttering) OR (Stuttering, Developmental) OR (Developmental Stuttering) OR (Stuttering, Familial Persistent 1) OR (Stuttering, Adult) OR (Adult Stuttering)	7.113
	#2 "Evoked Potentials"[Mesh] OR (Evoked Potential) OR (Potential, Evoked) OR (Potentials, Evoked) OR (Potentials, Event-Related) OR (Event-Related Potential) OR (Potential, Event-Related) OR (Event-Related Potentials) OR (Event Related Potential) OR (Event Related Potentials) OR (Potential, Event Related) OR (Potentials, Event Related) OR (Related Potential, Event) OR (Related Potentials, Event) OR (P50 Evoked Potentials) OR (P50 Evoked Potential) OR (Evoked Potential, P50) OR (Evoked Potentials, P50) OR (P50 Wave) OR (P50 Waves) OR (Wave, P50) OR (Waves, P50) OR (N100 Evoked Potentials) OR (N100 Evoked Potential) OR (Evoked Potential, N100) OR (Evoked Potentials, N100) OR (N1 Wave) OR (N1 Waves) OR (Wave, N1) OR (Waves, N1) OR (P200 Evoked Potentials) OR (Evoked Potential, P200) OR (Evoked Potentials, P200) OR (P200 Evoked Potential) OR (P2 Wave) OR (P2 Waves) OR (Wave, P2) OR (Waves, P2) OR (N200 Evoked Potentials) OR (Evoked Potential, N200) OR (Evoked Potentials, N200) OR (N200 Evoked Potential) OR (N2 Wave) OR (N2 Waves) OR (Wave, N2) OR (Waves, N2) OR (N300 Evoked Potentials) OR (Evoked Potential, N300) OR (Evoked Potentials, N300) OR (N300 Evoked Potential) OR (N3 Wave) OR (N3 Waves) OR (Wave, N3) OR (Waves, N3) OR (N400 Evoked Potentials) OR (Evoked Potential, N400) OR (Evoked Potentials, N400) OR (N400 Evoked Potential) OR (Potentials, N400 Evoked) OR (N4 Wave) OR (N4 Waves) OR (Wave, N4) OR (Waves, N4) OR (P600 Evoked Potentials) OR (Evoked Potential, P600) OR (Evoked Potentials, P600) OR (P600 Evoked Potential)	206.034
	#3 "Electrophysiology"[Mesh]	81.614
	#1 AND (#2 OR #3)	119

Legenda: BVS = biblioteca virtual em saúde.

CRITÉRIOS DE SELEÇÃO

Para o levantamento das informações acerca da temática, no que se refere à busca e seleção das publicações, foi utilizada a estratégia com o acrônimo PCC (P – população, C – conceito, C - contexto).

- População: indivíduos com gagueira

- Conceito: conhecer os achados do PEAC
- Contexto: literatura científica (periódicos nacionais e internacionais na área de saúde).

Os tipos de estudo foram: mapeamento de publicações nacionais e internacionais, contemplando estudos ou relatos de casos, casos-controle, transversais, ecológicos, coortes, estudos experimentais ou quase experimentais, observacionais

(descritivos e analíticos), publicados em bases de dados e/ou bibliotecas virtuais. Quanto ao tipo de publicação, foram incluídos artigos de estudos primários e resumos expandidos.

Foram incluídos artigos publicados na íntegra em periódicos científicos, oriundos de estudos originais, que tivessem realizado a avaliação do PEAC em indivíduos com gagueira, com audição periférica bilateral dentro dos padrões de normalidade e sem outras comorbidades, em comparação com indivíduos com desenvolvimento típico de fala.

Outras revisões, teses e dissertações, estudos que possuíam conteúdo impertinente à correlação entre a temática e textos completos indisponíveis cujos resumos apresentavam ausência de dados relevantes para a construção da análise foram excluídos.

Subsequente ao levantamento das publicações, os artigos identificados foram exportados das bases de dados para o *software* Rayyan, desenvolvido pelo Qatar Computing Research Institute (QCRI), que é uma plataforma de exploração e filtragem de pesquisas de estudos elegíveis para revisões⁽²¹⁾.

Nesta etapa, a seleção dos estudos seguiu de acordo com os critérios de elegibilidade, sendo realizada por dois revisores de forma independente, tanto para a etapa de triagem, quanto para a de leitura na íntegra. No caso de discordâncias quanto à seleção do estudo, uma reunião de consenso foi realizada e, persistindo a indecisão, uma revisora foi solicitada para arbitrar.

A seleção foi realizada em três etapas: leitura de todos os títulos; leitura dos resumos e, por fim, leitura dos artigos na íntegra.

As informações dos estudos selecionados foram extraídas com o uso de um formulário elaborado para a presente revisão, de acordo com o *Appendix 11.1 JBI template source of evidence details, characteristics and results extraction instrument*⁽²⁰⁾, e balizado a partir da leitura de uma amostra de artigos, como teste piloto.

A ficha de extração continha os seguintes dados: autor principal, ano de publicação e país; número de participantes e idade; dados do protocolo do exame (tipo de estímulo, apresentação e quantidade, intensidade, paradigma, posição dos eletrodos); valores de média e desvio padrão da latência e amplitude do PEAC do complexo P1-N1-P2-N2.

Tendo em consideração que o processo de mapeamento da literatura acontece de forma dinâmica e interativa, o formulário foi ajustado de modo consensual pelos autores, no momento do teste-piloto realizado com alguns dos estudos selecionados, a fim de não omitir informações relevantes para a construção dos resultados e discussão.

É válido ressaltar que, em alguns estudos, não foi possível a extração de todas as informações anteriormente mencionadas.

Análise dos dados

Os dados extraídos foram submetidos à análise descritiva, por meio de quadro e figura, sintetizando as etapas seguidas, informações centrais dos estudos, interpretando e comparando as produções e descrevendo as evidências disponíveis relativas à correlação entre as temáticas propostas e que correspondiam à questão norteadora e aos objetivos desta revisão.

RESULTADOS

O processo completo de seleção dos estudos está descrito na Figura 1.

A busca de dados resultou em 1.516 estudos inicialmente incluídos para análise; 83 duplicatas foram identificadas e excluídas. Em seguida, 1.433 estudos seguiram para a leitura do título e resumo, sendo 1.421 excluídos. Assim, seguiram para leitura na íntegra 12 estudos, sendo que 5 foram eliminados em virtude dos métodos. Finalmente, 7 estudos foram usados para a revisão.

O Quadro 2 apresenta as características gerais dos estudos, incluindo país de origem, ano de publicação, autor principal e dados referentes ao protocolo utilizado.

Três estudos foram realizados no Egito⁽²²⁻²⁴⁾, 2 no Brasil^(25,26) e 2 nos Estados Unidos^(27,28). A idade dos participantes variou de 4 a 46 anos, distribuídos em grupo estudo (GE), formado por indivíduos com gagueira, e grupo controle (GC), indivíduos sem alterações. Três estudos realizaram os testes com participantes adultos^(22,25,28), 3 estudos com participantes crianças e adolescentes^(23,24,27) e 1 com adultos e crianças⁽²⁶⁾, totalizando 151 indivíduos adultos e 202 crianças e adolescentes.

Em relação ao protocolo utilizado, apenas 1 estudo⁽²⁴⁾ utilizou estímulo de fala. A maioria (85,71%) utilizou estímulos não verbais, sendo que 2 utilizaram tom puro^(27,28) e os outros 4 o estímulo *tone burst*^(22,23,25,26). Quatro estudos que compuseram esta revisão utilizaram o paradigma *oddball* (80/20)⁽²⁵⁻²⁸⁾ com estímulo frequente de 1 kHz e o raro de 2 kHz^(25,27,28) e estímulo frequente de 750 Hz e o raro de 1 kHz⁽²⁶⁾. Outros 3 estudos não informaram esses parâmetros⁽²²⁻²⁴⁾.

Para definir o grau de severidade da gagueira, a maioria dos estudos (57%) utilizou o *Stuttering Severity Instrument* (SSI-3)^(24-26,28), 1 estudo utilizou a Escala de *Bloodstein*⁽²²⁾, 1 não informou⁽²³⁾ e 1 utilizou uma escala de gravidade de 8 pontos marcada pelos pais ou por um fonoaudiólogo⁽²⁷⁾. O grau de severidade dos participantes do grupo com gagueira variou de muito leve a severo.

Os estudos investigaram as latências e amplitudes dos componentes dos PEAC em indivíduos com gagueira, com achados parcialmente convergentes. Quanto às latências, 2 estudos identificaram atraso significativo nas latências de N1 e P2 no grupo com gagueira^(22,23), embora essas latências não tenham apresentado correlação significativa com a gravidade da gagueira.

Por outro lado, 1 estudo⁽²⁴⁾ relatou tendência a maiores latências e menores amplitudes do complexo P1-N1-P2-N2 em crianças com gagueira, especialmente na orelha direita, com diferença estatisticamente significativa apenas no grupo classificado com gravidade *Bloodstein* IV. Nesse mesmo estudo, comportamentos como bloqueios e repetições também se associaram ao aumento de latência e redução de amplitude.

Um estudo⁽²⁶⁾, que avaliou crianças e adultos, observou que, nas crianças, houve aumento da latência de P2 e N2 na orelha direita e de N2 na orelha esquerda, em comparação ao grupo controle. Também houve redução na amplitude de N2 no grupo experimental. Nos adultos, não houve diferença significativa nas latências de N1-P2-N2, mas foi observado aumento nas latências de N2 na orelha direita, sugerindo que as alterações são mais evidentes em crianças do que em adultos.

Alguns estudos^(25,27,28) não identificaram diferenças significativas de latência entre os grupos para N1 e P2. No entanto, 1 estudo⁽²⁵⁾ encontrou diferença entre orelhas, em que a orelha direita apresentou menor latência para N1 em comparação com a esquerda, em ambos os grupos. Outro estudo⁽²⁸⁾ destacou que, embora não significativas, as amplitudes de N1 e P2 foram menores e mais variáveis no grupo com gagueira, o que pode

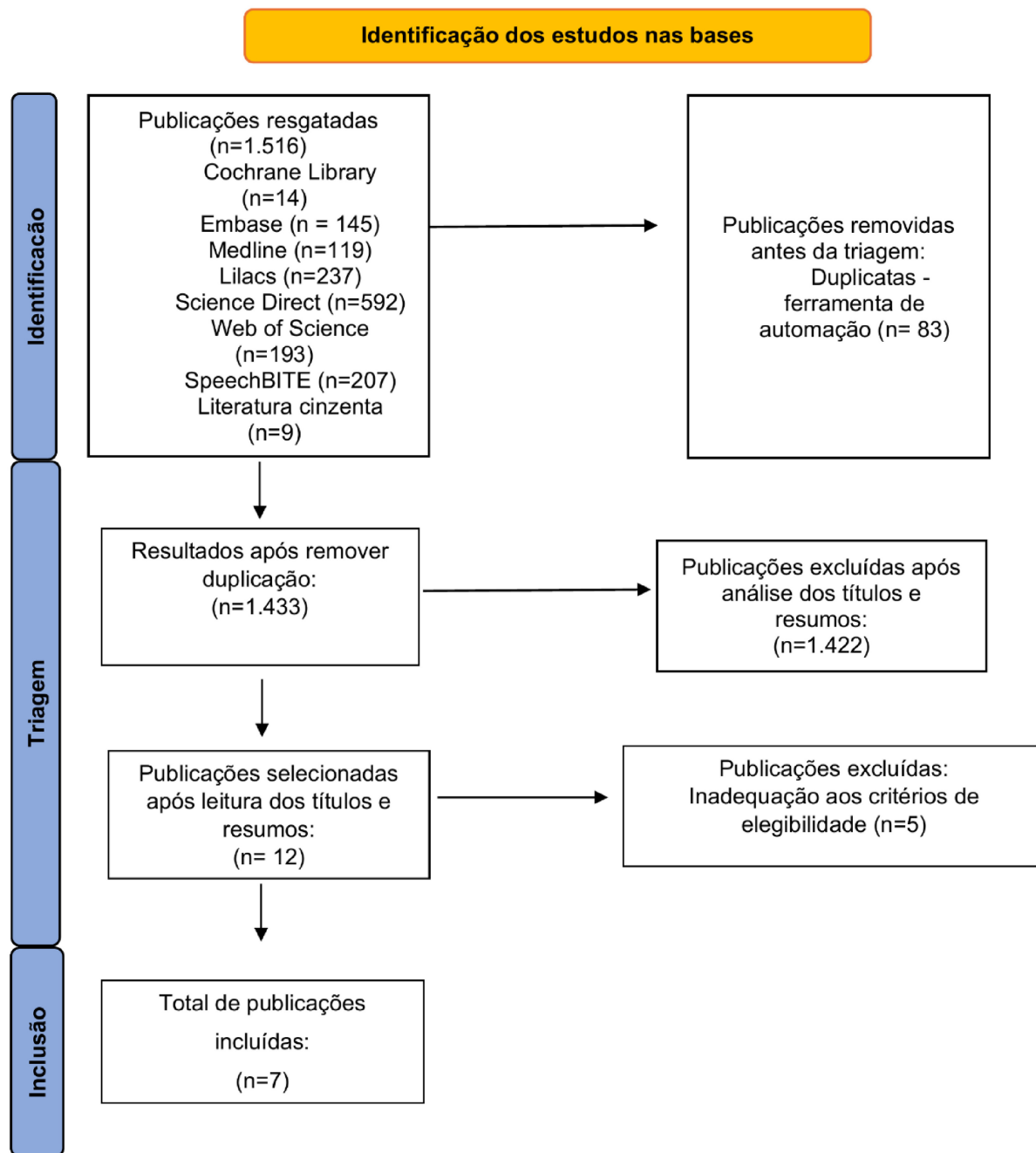


Figura 1. Diagrama Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses extension for Scoping Reviews (PRISMA) com a seleção dos estudos

indicar uma tendência à instabilidade na resposta cortical auditiva desses indivíduos. Os demais estudos que analisaram amplitude^(22,23) não encontraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos.

DISCUSSÃO

A análise dos PEAC em indivíduos com gagueira tem ganhado destaque como uma ferramenta promissora na investigação dos mecanismos neurais subjacentes a esse transtorno da fluência. No entanto, os resultados encontrados na literatura ainda

são heterogêneos, refletindo a complexidade multifatorial da gagueira e a diversidade de métodos empregados nas pesquisas. Para compreender as possíveis alterações neurofisiológicas associadas à fluência da fala, é fundamental considerar aspectos técnicos e clínicos que influenciam diretamente os achados, como o tipo de estímulo auditivo utilizado, a intensidade da apresentação, a idade dos participantes e a gravidade da gagueira.

Quanto aos critérios de realização do PEAC, os protocolos empregados nos estudos desta revisão demonstraram parâmetros variados. Embora estímulos verbais e não verbais possam ser aplicados, os mais comumente empregados incluem cliques, *tone burst*, vogais e sílabas⁽¹³⁾.

Quadro 2. Características gerais dos estudos incluídos

Autor, ano, país	Amostra	Idade, sexo	Gravidade da gagueira	Posição dos eletrodos	Estímulo	Paradigma	Componentes
Khaled et al. (2023) Egito	80 (40 GC; 40 GE)	GE: 18–45 anos; média de 27 anos e 7 meses, 28 participantes do sexo masculino e 12 do sexo feminino. GC): 18-55 anos, média de 29 anos e 8 meses, 22 participantes do sexo masculino e 18 do sexo feminino.	SSI-3: muito leve (n=10), leve (n=19), moderado (n=11)	NI	Tone Burst; 20 dB acima do limiar; 500 varreduras; V=1,1 s	NI	N1, P2
Elhakeem et al. (2023) Egito	80 (40 CG; 40 GE)	GE: 6–12 anos, média de 8 anos e 17 meses; 29 participantes do sexo masculino e 11 do sexo feminino. GC de 6 a 12 anos: média de 8 anos e 7 meses; 28 participantes do sexo masculino e 12 do sexo feminino.	NI	Fpz; Cz; referência na ponta do nariz	Tone Burst; 60 dB; janela 630 ms	NI	P1, N1, P2, N2
Prestes et al. (2017) Brasil	41 (21 CG; 20 GE)	18–46 anos ± 30 anos	SSI-3: leve a moderado	Fpz; Cz; A1 e A2	Tone Burst; 70 dB; 1 kHz (frequente), 2 kHz (raro); 3000 varreduras; janela 600 ms	Oddball 80/20	N1, P2, N2
Ismail et al. (2017) Egito	60 (30 CG; 30 GE)	8–18 anos; média 12 anos e 8 meses, 23 participantes do sexo masculino, 7 participantes do sexo feminino (em ambos os grupos)	Escala Bloodstein: <i>Bloodstein I</i> (n = 3) <i>Bloodstein II</i> (n = 4) <i>Bloodstein III</i> (n = 16) <i>Bloodstein IV</i> (n = 7)	NI	Fala; 70 dB	NI	P1, N1, P2, N2
Regaçone et al. (2015) Brasil	34 – 13 crianças GC e 13 crianças GE; 4 adultos GC e 4 adultos GE	7–31 anos	SSI-3: mínimo a leve	Fpz; Cz; A1 e A2	Tone Burst; 750 Hz (frequente) e 1 kHz (raro); janela 500 ms	Oddball 80/20	N1, P2, N2
Kaganovich; Hampton; Weber-Fox (2010) EUA	36 (18 CG; 18 GE)	4–5 anos: média de 4 anos e 10 meses; GE: 13 participantes do sexo masculino e 5 do sexo feminino; GC: 12 participantes do sexo masculino e 6 do sexo feminino.	A gravidade da gagueira foi classificada como 2 ou superior em uma escala de gravidade de oito pontos pelos pais ou por um fonoaudiólogo.	32 eletrodos: FZ, FCZ, CZ, CPZ, PZ, OZ; locais medial-laterais FP1/FP2, F3/F4, FC3/FC4, C3/C4, CP3/CP4, P3/P4, O1/O2; e locais laterais F7/F8, FT7/FT8, T7/T8, TP7/TP8, P7/P8	Tom puro; 1 kHz (frequente), 2 kHz (raro); 608 varreduras; janela 1100 ms	Oddball 80/20	P1, N1
Hampton; Weber-Fox (2008) EUA	22 (11 CG; 11 GE)	Participantes com idades entre 25 e 45 anos, sendo 16 do sexo masculino e 6 do sexo feminino.	NI	Múltiplos eletrodos (Fz, Cz, etc.)	Tom puro; 1 kHz (frequente), 2 kHz (raro); 900 varreduras	Oddball 80/20	N1, P2

Legenda: GC = grupo controle; GE = grupo estudo; SSI-3 = *Stuttering Severity Instrument*; A1 = lóbulo esquerdo; A2 = lóbulo direito; V = velocidade; kHz = quilohertz; dB = decibéis; s = segundos; ms = milissegundos; NI = Não informado

A escolha do tipo de estímulo influencia diretamente a forma como as ondas são geradas, uma vez que a discriminação de estímulos verbais tende a ser mais desafiadora do que a de estímulos não verbais. Essa diferença se reflete na latência prolongada e nas amplitudes, geralmente maiores com estímulos de fala, quando comparadas ao clique, por exemplo, atribuídas à maior complexidade dos sons processados no sistema nervoso auditivo central⁽¹³⁾.

Alguns autores defendem o uso de estímulos verbais em razão de proporcionarem informações mais relevantes sobre a detecção e a discriminação da fala, permitindo investigações mais refinadas sobre os mecanismos neurológicos relacionados à percepção auditiva⁽¹³⁻¹⁵⁾.

Os estímulos não verbais tendem a ser mais facilmente percebidos quando comparados com estímulos verbais. Por isso, é importante realizar experimentos com PEAC utilizando estímulos de fala para explorar os mecanismos neurológicos envolvidos na percepção da fala⁽¹⁵⁾.

Apesar de a maioria dos estímulos utilizados nos estudos analisados nesta revisão serem não verbais, houve diferenças nas frequências escolhidas para os estímulos frequentes e raros. O estudo que utilizou frequências mais distantes⁽²²⁾ demonstrou os menores valores de latência para os componentes N1 e P2 no grupo de indivíduos com gagueira, o que confirma a noção esperada de que registros do PEAC com estímulos mais distantes teriam latências mais curtas, pois são mais fáceis de serem percebidos como diferentes⁽¹⁷⁾.

Quanto à intensidade do estímulo, os estudos apresentaram muita variação. Apenas um estudo omitiu essa informação⁽²⁴⁾, enquanto outros revelaram intensidades variando desde 20 dB acima do limiar auditivo dos participantes⁽²²⁾ até 90 dB. Os componentes do PEAC, juntamente com os potenciais auditivos em geral, são frequentemente influenciados pela intensidade do estímulo⁽¹⁸⁾.

À medida que a intensidade aumenta, a latência diminui. Essa relação entre intensidade e latência é atribuída ao fato de que estímulos mais intensos ativam mais rapidamente as vias auditivas, resultando em uma transmissão mais ágil do sinal até o córtex auditivo. No entanto, a intensidade excessiva também pode levar a uma saturação da resposta, onde o efeito de diminuição da latência se estabiliza ou até aumenta^(12,18).

A idade dos participantes nos estudos incluídos nesta revisão foi heterogênea e, apesar da diferença, os valores das latências entre os estudos apresentaram-se muito semelhantes. Estudos apontam que o aumento da idade promove traçados mais definidos, em que os valores de latência dos componentes P1-N1-P2 tendem a diminuir e apresentar menor variabilidade⁽¹³⁾.

A maturação do sistema nervoso auditivo central é diferente para cada indivíduo, levando a variações nos valores de latência e amplitude do complexo P1-N1-P2-N2, que podem ser influenciados pelo tipo de estimulação e pelo estágio de desenvolvimento. Durante a infância, os valores de amplitude e latência desses componentes apresentam variabilidade. Entre a população infantil, os componentes P1 e N2 são os mais comumente observados e descritos, enquanto N1 e P2 começam a se tornar visíveis e registráveis à medida que o processo de maturação avança^(13,17,29).

Estudos relatam que o N2 é um potencial composto com atributos vinculados a respostas exógenas e endógenas, importante no processamento e compreensão das informações auditivas físicas e acústicas do estímulo e que pode ser alterado por fatores intrínsecos como atenção e sono. Esse componente

sofre influência da tarefa de discriminação, representando a atividade do córtex auditivo supratemporal^(12,13,18).

Foi observada uma diferença entre as orelhas para os componentes do PEAC⁽²⁴⁻²⁶⁾, em que a orelha direita apresentou latências menores e amplitudes maiores, quando comparada com a orelha esquerda. O processamento auditivo ocorre, predominantemente, no córtex auditivo contralateral à orelha estimulada, ou seja, a orelha direita tem sua principal via de processamento auditivo no hemisfério esquerdo e a orelha esquerda no hemisfério direito⁽³⁰⁾. No entanto, o hemisfério esquerdo, que é responsável por funções linguísticas e auditivas complexas, pode processar os sinais de maneira mais eficiente, o que explicaria a observada diferença nas latências e amplitudes entre as orelhas⁽¹²⁾.

Os achados dos estudos sugerem que, especialmente em indivíduos com gagueira de maior severidade, ocorrem latências prolongadas e redução de amplitude do complexo P1-N1-P2-N2 dos PEAC. Esses achados podem indicar que há um comprometimento já nas fases iniciais do processamento auditivo, apontando para menor sincronização neuronal e menor ativação cortical auditiva⁽²²⁾.

Essa disfunção pode dificultar o *feedback* auditivo preciso, essencial para ajustes finos na produção da fala, concorrendo, assim, para a instabilidade motora e para os sintomas típicos da gagueira severa⁽²⁴⁾. De forma semelhante, estudos conduzidos em adultos que gaguejam mostram que eles apresentam latências mais longas nos componentes N2, reforçando a ideia de déficit no processamento temporal e na atualização da informação sensorial⁽²⁵⁾.

Essas evidências apoiam a ideia de que, na gagueira mais grave, o sistema auditivo central, especialmente as regiões corticais envolvidas nas respostas exógenas rápidas aos estímulos, há indícios de um funcionamento atípico⁽²⁸⁾.

Essas alterações não se manifestam de forma uniforme em todos os indivíduos com gagueira, mas parecem correlacionar-se com perfis neurofisiológicos específicos e com graus mais elevados de severidade, sugerindo que esses marcadores eletrofisiológicos podem ser indicativos de subgrupos com maior comprometimento sensorio-motor dentro do espectro da gagueira. De modo geral, os achados reforçam a heterogeneidade da gagueira e que, quanto mais grave o quadro, mais pronunciadas tendem a ser essas alterações nos componentes de onda⁽²³⁾. Estudar esse complexo de ondas fornece informações importantes sobre os processos neurais responsáveis pela percepção da fala.

A ausência de diferenças estatísticas em alguns estudos pode estar relacionada à variabilidade metodológica, como o tipo de estímulo auditivo utilizado, a faixa etária dos participantes e a forma de classificação da gagueira. Ainda assim, tendências como maior variabilidade nas amplitudes e assimetrias entre orelhas sugerem uma possível instabilidade no processamento auditivo de indivíduos com gagueira, mesmo quando os resultados não alcançam significância estatística. Assim, os dados reunidos reforçam a importância de considerar fatores individuais e clínicos, como a gravidade da gagueira, no exame dos PEAC, e apontam para a necessidade de novas investigações com protocolos mais padronizados e amostras estratificadas por idade e severidade, a fim de aprofundar a compreensão sobre os correlatos neurofisiológicos da gagueira.

Além disso, o conhecimento mais amplo das incapacidades auditivas dessa população contribui para o melhor planejamento terapêutico, que pode incluir o treinamento auditivo acusticamente

controlado ou o informal, a fim de que a melhoria nas habilidades auditivas possa refletir em uma evolução na fluência da fala.

Portanto, esse exame representa uma importante ferramenta para registrar objetivamente a função auditiva central, podendo servir como um marcador de neuroplasticidade em resposta à intervenção. Realizar pesquisas com estímulos de fala pode trazer informações importantes sobre essa população.

Como limitação desta revisão, ressalta-se a falta de uniformidade quanto aos protocolos de pesquisa e estudos realizados com uma amostra heterogênea, em relação à gravidade da gagueira e idade, o que pode ter dificultado a análise combinada.

CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu o mapeamento, caracterização e descrição dos potenciais evocados auditivos corticais em indivíduos com gagueira. Com base nas publicações e informações aqui dispostas, relatadas e discutidas, observa-se que os indivíduos com gagueira, especialmente aqueles com maior severidade clínica, tendem a apresentar alterações nos componentes dos PEAC, ainda que de forma heterogênea. A maior parte dos achados aponta para atrasos nas latências e redução nas amplitudes do complexo P1-N1-P2-N2, especialmente quando considerados fatores como idade, lateralidade e grau de severidade da gagueira.

REFERÊNCIAS

- Laiho A, Elovaara H, Kaisamatti K, Luhtalampi K, Talaskivi L, Pohja S, et al. Stuttering interventions for children, adolescents, and adults: a systematic review as a part of clinical guidelines. *J Commun Disord*. 2022 Sep-Oct;99:106242. <https://doi.org/10.1016/j.jcomdis.2022.106242>. PMID:35751980.
- Deepa G, Shrikrishna BH, Ujwal G, Brij RS, Anupama S, Trupti B. The role of basal ganglia and its neuronal connections in the development of stuttering: a review article. *Cureus*. 2022 Aug;14(8):e28653. <https://doi.org/10.7759/cureus.28653>. PMID:36196326.
- Merçon SMA, Nembr K. Gagueira e disfluência comum na infância: análise das manifestações clínicas nos seus aspectos qualitativos e quantitativos. *Rev CEFAC*. 2007;9(2):174-9. <https://doi.org/10.1590/S1516-18462007000200005>.
- Daliri A, Max L. Modulation of auditory processing during speech movement planning is limited in adults who stutter. *Brain Lang*. 2015 Apr;143:59-68. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2015.03.002>. PMID:25796060.
- Daliri A, Prokopenko RA, Max L. Afferent and efferent aspects of mandibular sensorimotor control in adults who stutter. *J Speech Lang Hear Res*. 2013 Dec;56(6):1774-88. [https://doi.org/10.1044/1092-4388\(2013\)12-0134](https://doi.org/10.1044/1092-4388(2013)12-0134). PMID:23816664.
- Cai S, Beal DS, Ghosh SS, Tiede MK, Guenther FH, Perkell JS. Weak responses to auditory feedback perturbation during articulation in persons who stutter: evidence for abnormal motor-auditory transformation. *PLoS One*. 2012;7(7):e41830. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0041830>. PMID:22911857.
- Ferreira TNM, Rodrigues LRP, Correia DV, Andrade SMMS, Alves GAS, Rosa MRD. Temporal processing skills in people who stutter. *Rev CEFAC*. 2021;23(3):e13620. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/202123313620>.
- Gonçalves IC. Aspectos audiológicos da gagueira: evidências comportamentais e eletrofisiológicas [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2013.
- Silva CEE, Britto DBO, Lemos SMA. Self-perception of stuttering: association with self-perception of hearing, fluency profile, and contextual aspects. *CoDAS*. 2025;37(1):e20240103. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/e20240103en>. PMID:39841741.
- Jerônimo GM, Scherer APR, Sleifer P. Long-latency auditory evoked potential in children with stuttering. *Einstein*. 2020;18:eAO5225. https://doi.org/10.31744/einstein_journal/2020AO5225. PMID:32578676.
- Lotfi Y, Dastgerdi ZH, Farazi M, Moossavi A, Bakhshi E. Auditory temporal processing assessment in children with developmental stuttering. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2020;132:109935. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2020.109935>. PMID:32058157.
- Oppitz SJ, Folgearini J, Biaggio EPV, Garcia MV, Didoné DD. Auditory evoked potentials with different speech stimuli: a comparison and standardization of values. *Int Arch Otorhinolaryngol*. 2016;20(2):99-104. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1566133>. PMID:27096012.
- Kim C, Lee S, Jin I, Kim J. Acoustic features and cortical auditory evoked potentials according to emotional statuses of /u/, /a/, /i/ Vowels. *J Audiol Otol*. 2018;22(2):80-8. <https://doi.org/10.7874/jao.2017.00255>. PMID:29301390.
- Elangovan S, Stuart A. A cross-linguistic examination of cortical auditory evoked potentials for a categorical voicing contrast. *Neurosci Lett*. 2011;490(2):140-4. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2010.12.044>. PMID:21193015.
- Tremblay K, Clinard C. Cortical auditory-evoked potentials. In: Katiz J, Chasin M, English K, Hood LJ, Tillery KL, editores. *Handbook of clinical audiology*. 7th ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health; 2015. p. 337-55.
- Oppitz SJ, Didoné DD, Silva DD, Gois M, Folgearini J, Ferreira GC, et al. Long-latency auditory evoked potentials with verbal and nonverbal stimuli. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2015;81(6):647-52. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2014.10.005>. PMID:26480901.
- Hall J. *Handbook of auditory evoked responses*. Boston: Allyn & Bacon; 2006.
- Hämäläinen JA, Leppänen PH, Guttorm TK, Lyytinen H. N1 and P2 components of auditory event-related potentials in children with and without reading disabilities. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(10):2263-75. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.07.007>. PMID:17714985.
- Tricco AC, Lillie E, Zarin W, O'Brien KK, Colquhoun H, Levac D, et al. PRISMA Extension for Scoping Reviews (PRISMA ScR): checklist and Explanation. *Ann Intern Med*. 2018;169(7):467-73. <https://doi.org/10.7326/M18-0850>. PMID:30178033.
- Aromataris E, Lockwood C, Porritt K, Pilla B, Jordan Z, editores. *JBI evidence synthesis manual* [Internet]. Adelaide: JBI; 2002 [citado em 2025 Jul 25]. Disponível em: <https://synthesismanual.jbi.global>
- Ouzzani M, Hammady H, Fedorowicz Z, Elmagarmid A. Rayyan: a web and mobile app for systematic reviews. *Syst Rev*. 2016;5(1):210. <https://doi.org/10.1186/s13643-016-0384-4>. PMID:27919275.
- Khaled AM, Dabbous AO, Hady AFA, Sabour DMA, Koura RA. Evaluation of N1-P2 cortical auditory evoked potential results in adult stutterers. *Egypt J Otolaryngol*. 2023;39(1):136. <https://doi.org/10.1186/s43163-023-00496-y>.
- Elhakeem ES, Mustafa RMAM, Talaat MAM, Radwan AMA, Eldeeb M. The relation between long latency cortical auditory evoked potentials and stuttering severity in stuttering school-age children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2023 Dec;175:111766. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2023.111766>. PMID:37875046.

24. Ismail N, Sallam Y, Behery R, Al Boghdady A. Cortical auditory evoked potentials in children who stutter. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol.* 2017 Jun;97:93-101. <https://doi.org/10.1016/j.ijporl.2017.03.030>. PMID:28483259.
25. Prestes R, de Andrade NA, Santos RB, Marangoni AT, Schiefer AM, Gil D. Temporal processing and long-latency auditory evoked potential in stutterers. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2017 Mar-Apr;83(2):142-6. <https://doi.org/10.1016/j.bjorl.2016.02.015>. PMID:27233690.
26. Regaçone SF, Stenico MB, Gução ACB, Rocha ACM, Romero ACL, Oliveira CMC, et al. Avaliação eletrofisiológica do sistema auditivo em indivíduos com gagueira desenvolvimental persistente. *Rev CEFAC.* 2015 Nov;17(6):1838-47. <https://doi.org/10.1590/1982-0216201517610114>.
27. Kaganovich N, Wray AH, Weber-Fox C. Non-linguistic auditory processing and working memory update in pre-school children who stutter: an electrophysiological study. *Dev Neuropsychol.* 2010;35(6):712-36. <https://doi.org/10.1080/87565641.2010.508549>. PMID:21038162.
28. Hampton A, Weber-Fox C. Non-linguistic auditory processing in stuttering: evidence from behavior and event-related brain potentials. *J Fluency Disord.* 2008 Dec;33(4):253-73. <https://doi.org/10.1016/j.jfludis.2008.08.001>. PMID:19328979.
29. Regaçone SF, Gução ACB, Giacheti CM, Romero ACL, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de longa latência em escolares com transtornos específicos de aprendizagem. *Audiol Commun Res.* 2014;19(1):13-8. <https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000100004>.
30. Scott SK, McGettigan C. Do temporal processes underlie left hemisphere dominance in speech perception? *Brain Lang.* 2013 Oct;127(1):36-45. <https://doi.org/10.1016/j.bandl.2013.07.006>. PMID:24125574.