

## O envelhecimento e as respostas do P300 com estímulo de fala no ruído em campo sonoro

Aging and P300 responses to speech-in-noise stimuli in sound Fields

Envejecimiento y respuestas del P300 a estímulos de habla en ruido en campos sonoros

Recebido: 12/08/2025 | Revisado: 20/08/2025 | Aceitado: 20/08/2025 | Publicado: 22/08/2025

**Ysa Karen dos Santos Macambira<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7061-7880>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: [ysakaren@gmail.com](mailto:ysakaren@gmail.com)

**Karina Paes Advíncula**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1314-6100>

Universidade Federal de Pernambuco, Brasil

E-mail: [kpadvincula@hotmail.com](mailto:kpadvincula@hotmail.com)

**Ana Cláudia Figueredo Frizzo**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7934-4353>

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Brasil

E-mail: [ana.frizzo@unesp.br](mailto:ana.frizzo@unesp.br)

**Pedro de Lemos Menezes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1999-5055>

Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas, Brasil

E-mail: [pedrodelemosmenezes@gmail.com](mailto:pedrodelemosmenezes@gmail.com)

**Ana Cláudia Mirândola Barbosa Reis<sup>1</sup>**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5152-5881>

Universidade de São Paulo, Brasil

E-mail: [anaclaudia@fmrp.usp.br](mailto:anaclaudia@fmrp.usp.br)

### Resumo

**Introdução:** os idosos frequentemente se queixam de dificuldade em compreender a fala em ambientes com ruído. Fato não atribuído completamente às perdas de audição comuns no envelhecimento. O potencial auditivo P300 tem demonstrado ser uma medida interessante para investigar o processamento cognitivo no envelhecimento. **Objetivo:** Analisar as diferenças na latência e amplitude do P300 por meio do estímulo de fala, entre idosos e adultos jovens, no silêncio e na presença do ruído, na SNR 0 e +10, em campo sonoro. **Método:** Estudo observacional, descritivo, transversal, comparativo, com amostra composta por 44 sujeitos normo-ouvintes, na faixa etária entre 19 e 65 anos de idade, que realizaram o potencial auditiva P300 com estímulo de fala em diferentes relações sinal-ruído competitivo (0 e +10) em campo sonoro. **Resultado:** Os valores de latência média do P300 no silêncio foram maiores no grupo de idosos. O mesmo aconteceu com os dados de latência nas condições de SNR 0 e +10 ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, a amplitude não foi diferente entre os dois grupos no silêncio e nas condições de SNR 0 e +10 ( $p > 0,05$ ). **Conclusão:** Por meio da análise dos resultados deste estudo podemos concluir que o grupo de idosos apresentou valores de latências médias maiores que nos jovens, na condição do silêncio e na presença do ruído nas SNR 0 e +10. A amplitude não mudou nas três condições de escuta, em nenhum dos grupos etários.

**Palavras-chave:** Envelhecimento; Potenciais Relacionados a Eventos, P300; Ruído.

### Abstract

**Introduction:** Elderly people often complain of difficulty understanding speech in noisy environments. This finding is not entirely attributed to common hearing loss associated with aging. The P300 auditory potential has proven to be an interesting measure for investigating cognitive processing in aging. **Objective:** To analyze the differences in P300 latency and amplitude to speech stimuli between elderly and young adults, in quiet and in the presence of noise, at SNR 0 and +10, in a sound field. **Method:** This observational, descriptive, cross-sectional, comparative study included a sample of 44 normal-hearing individuals, aged 19 to 65, who performed the P300 auditory potential with speech stimuli at different competitive signal-to-noise ratios (0 and +10) in a sound field. **Results:** The mean P300 latency values in quiet were higher in the elderly group. The same was true for the latency data at SNR 0 and +10 ( $p < 0.05$ ). On the other hand, the amplitude was not different between the two groups in silence and in the SNR conditions 0 and +10 ( $p > 0.05$ ). **Conclusion:** Through the analysis of the results of this study, we can conclude that the elderly group presented higher

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Reabilitação e Desempenho Funcional, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo – USP, Brasil.

mean latency values than the young group, in the silence condition and in the presence of noise at SNR 0 and +10. The amplitude did not change in the three listening conditions, in any of the age groups.

**Keywords:** Aging; Event-Related Potentials, P300; Noise.

### Resumen

**Introducción:** Las personas mayores suelen quejarse de dificultad para comprender el habla en entornos ruidosos. Este hallazgo no se atribuye completamente a la pérdida auditiva común en la vejez. El potencial auditivo P300 ha demostrado ser una medida interesante para investigar el procesamiento cognitivo en el envejecimiento. **Objetivo:** Analizar las diferencias en la latencia y la amplitud del P300 con estímulos del habla entre personas mayores y jóvenes, en silencio y en presencia de ruido, con una relación señal-ruido (SNR) de 0 y +10, en un campo sonoro. **Método:** Estudio observacional, descriptivo, transversal y comparativo con una muestra de 44 personas normoyentes, de entre 19 y 65 años, que realizaron el potencial auditivo P300 con estímulos del habla a diferentes relaciones señal-ruido competitivas (0 y +10) en un campo sonoro. **Resultado:** Los valores medios de latencia del P300 en silencio fueron mayores en el grupo de personas mayores. Lo mismo ocurrió con los datos de latencia con una relación señal-ruido de 0 y +10 ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, la amplitud no difirió entre los dos grupos en silencio ni en las condiciones de relación señal-ruido (SNR) de 0 y +10 ( $p > 0,05$ ). **Conclusión:** Tras el análisis de los resultados de este estudio, podemos concluir que el grupo de personas mayores presentó valores de latencia media más altos que el grupo de personas jóvenes, tanto en silencio como en presencia de ruido, con relaciones señal-ruido de 0 y +10. La amplitud no varió en las tres condiciones de escucha, en ninguno de los grupos de edad.

**Palabras clave:** Envejecimiento; Potenciales Relacionados con Eventos, P300; Ruido.

## 1. Introdução

A compreensão da fala nas mais variáveis condições de escuta, depende de quão bem o sistema auditivo codifica e extrai os sinais de interesse de outras informações acústicas concorrentes, para uma comunicação bem-sucedida (Billings & Madsen, 2018).

Nos idosos, frequentemente se observa como queixa a dificuldade em compreender a fala em ambientes com ruído de fundo (Pichora-Fuller, 2003; McCullagh & Shinn, 2018; Silva et al., 2021; Cardoso et al., 2024). Por um lado, sabe-se que é comum no processo de envelhecimento o surgimento de perdas auditivas, com início nas frequências agudas, que poderiam justificar essa queixa quando presentes (Jerger & Lew, 2004; Schneider & Pichora-Fuller, 2001). Contudo, esse fato não é atribuído completamente às perdas de audição, pois essa dificuldade de compreensão também é vista em alguns idosos com resultado de audiometria tonal normal (Coser et al., 2010; Silva et al., 2021).

Estudos com grupos de adultos jovens e idosos com audição correspondentes, investigaram e descobriram que as diferenças de audibilidade não explicam as diferenças no desempenho da fala no ruído (Pichora-Fuller et al., 1995; Frisina & Frisina, 1997; Humes, 2021).

A presença do ruído de fundo concorrente aumenta a demanda da escuta e recruta mais recursos cognitivos para entender a fala (Rönnberg et al., 2013). Embora ocorram declínios relacionados ao envelhecimento na audição e cognição, o processamento dos estímulos auditivos com ruído de fundo ainda não é totalmente compreendido (McCullagh & Shinn, 2018).

O potencial auditivo P300 tem demonstrado ser uma medida promissora investigar o processamento cognitivo no envelhecimento (Pinal et al., 2015; Guerrero et al., 2022), para melhor compreender os mecanismos envolvidos na dificuldade da fala com ruído. Acredita-se que as respostas do P300 reflitam os recursos atencionais envolvidos na detecção e avaliação de estímulos inesperados (Polich, 2003, 2007), já que é um potencial gerado por atividades elétricas vindas principalmente de regiões do tálamo e do córtex auditivo responsáveis por funções como atenção, discriminação e integração auditiva (Schochat, 2004), importantes para percepção da fala.

Para o registro do P300 normalmente é utilizado um paradigma de escuta ativa, chamado oddball, em que os sujeitos são instruídos a responder quando detectam um estímulo desviante pouco frequente, dentro de uma sequência de estímulos padrões (Koerner et al., 2017). Outro ponto é a escolha do transdutor, geralmente para a pesquisa dos potenciais evocados auditivos se usa fone de inserção. O uso do campo sonoro, que é a saída do estímulo por meio de caixas de som, tem sido utilizado

nos casos que não é possível a colocação dos fones, como na avaliação de usuários de aparelhos auditivos e implantes cocleares, pois é necessário o auxílio do dispositivo eletrônico na escuta dos sinais acústicos, observado em diversas pesquisas (Dillon, 2005; Kosaner et al., 2014; Silva et al., 2014; Figueiredo, 2015; Punch et al., 2016, Silva et al., 2017; Amaral, 2019; Calderaro, 2020).

O uso do campo sonoro, se torna interessante também na avaliação da percepção de fala, pois possibilitar a criação de um ambiente real e dinâmico similar ao do cotidiano para verificar diferentes condições de escuta (Getzmann & Wascher, 2016), com estimulação binaural.

Assim, o objetivo do presente estudo foi analisar as diferenças na latência e amplitude do P300 por meio do estímulo de fala, entre idosos e adultos jovens, no silêncio e na presença do ruído, na SNR 0 e +10, em campo sonoro.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa experimental, num estudo observacional, descritivo, transversal, comparativo e de natureza quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de estatística descritiva simples com classes de dados (Ex: masculino e feminino) e, com valores de frequência absoluta e, frequência relativa porcentual (Shitsuka et al., 2014) e, análise estatística (Vieira, 2021), com protocolo de pesquisa baseado na Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde para estudos com seres humanos, que fez parte de um pesquisa maior sobre normatização das respostas do P300 com ruído em campo sonoro, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (HCFMRP-USP), sob o processo de número 4.629.818 e número CAAE 41710820.4.0000.5440.

Todos os procedimentos foram realizados no Centro Especializado de Otorrinolaringologia e Fonoaudiologia (CEOF) do Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (HCRP-FMRP-USP), no qual os voluntários compareceram por demanda espontânea após divulgação da pesquisa por meio das mídias sociais da própria instituição.

Antes de iniciar os testes auditivos os voluntários foram informados a respeito dos objetivos e procedimentos da pesquisa, bem como de seus direitos quanto sua participação e da importância de fazerem parte do estudo, de forma a esclarecer a liberdade de participação, ou de interrupção durante o andamento da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

Portanto, antes do início dos procedimentos, os voluntários leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido autorizando sua participação.

A amostra foi composta por 44 participantes, de ambos os sexos, com idade entre 19 e 65 anos, com limiares auditivos tonais dentro do padrão de normalidade para as frequências de 250 a 8.000 Hz, com timpanometria com curva do tipo “A” e presença de reflexos acústicos ipsi e contralaterais, dividido em dois grupos, grupo 1 (G1) composto por adultos jovens com idade entre 19 e 25 anos e grupo 2 (G2) composto por adultos idosos com idade entre 46 e 65 anos.

Como critérios de exclusão, foram considerados os indivíduos com distúrbios de audição (perda auditiva ou de processamento auditivo) e de alterações psiquiátricas e/ou neurológicas confirmadas por meio de diagnóstico prévio.

Para auxílio no controle do critério de exclusão, nos indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos, foi aplicado o teste Apontador Cognitivo de 10 pontos (10-CS) (Apolinario et al., 2015), para triar possíveis comprometimentos cognitivos nos idosos.

Inicialmente foi realizada uma entrevista individual com o participante, a fim de verificar sua elegibilidade. Em seguida, após inspeção do condutivo auditivo externo por meio do otoscópio HEINE mini 2000, foi realizada a avaliação auditiva básica, composta pelos testes de Audiometria Tonal Limiar (ATL), Logoaudiometria e Imitância Acústica, a fim de obter-se os limiares tonais e vocais, assim como verificar-se condições de orelha média e das vias auditivas centrais, parcialmente. Os equipamentos utilizados foram o audiômetro Madsen Astera 2 – Otoflex e o imitanciômetro 425h - Interacoust.

Para realização da ATL foram avaliadas as frequências de 250 a 8000 Hz por via aérea. A Audiometria Vocal foi realizada por meio do Limiar de Reconhecimento de Fala (LRF), sendo os exames realizados em cabina acústica. A Timpanometria foi realizada com um tom de sonda de 226 Hz, e pesquisa do reflexo acústico do músculo estapédio (ipsilateral e contralateral) nas frequências de 500, 1000, 2000 e 4000 Hz.

Após a triagem auditiva, os voluntários realizaram o potencial evocado auditivo P300. Para obtenção dos registros o equipamento utilizado foi o Navigator® Pro da Bio-logic® Systems Corp. Auditory Evoked Potential – AEPSsystem, versão 7.1.3.0, com dois canais, em um ambiente acusticamente tratado.

Os eletrodos de superfície foram dispostos segundo padronização do Sistema Internacional 10-20 (Jasper, 1958). Portanto, o eletrodo ativo foi posicionado na região Cz e conectado na entrada 1 dos canais 1 e 2 do pré-amplificador (Jumper), os eletrodos de referência foram colocados nos lóbulos das orelhas esquerda (A1) e direita (A2) e conectados na entrada 2 do canal 1 e canal 2 do pré-amplificador, e o terra foi posicionado na região Fpz.

Previamente à colocação dos eletrodos, as regiões foram limpas com gel abrasivo Nuprep e para contato dos eletrodos com a pele utilizou-se a aplicação de pasta condutora Ten20. O nível de impedância foi verificado e mantido em cada eletrodo no valor menor que 5 quilo-ohms ( $K\Omega$ ) e entre eles menor que 2  $K\Omega$ . O exame foi realizado com o voluntário em posição semi-sentada, com os olhos abertos e fixos a fim de evitar interferência do movimento ocular.

O teste eletrofisiológico em campo sonoro foi calibrado em dB nível de audição (dB NA), com a caixa acústica posicionada a um ângulo de 0° azimuth e a 1 metro de distância das orelhas, conforme os parâmetros estabelecidos na literatura no Quadro 1, na intensidade de 75 dB NA, com estímulo de “fala”, e com ruído competitivo narrow band nas relações SNR +10 e SNR 0.

A intensidade de chegada do som a 75dB NA a 1 metro de distância da caixa de som foi confirmada pela verificação do decibelímetro Minipa MSL – 1301 (registro identificado no máximo de intensidade, na opção rápida fast).

A seguir, o Quadro 1 apresenta os parâmetros gerais para a aquisição do teste eletrofisiológico.

**Quadro 1** – Parâmetros gerais para a aquisição do teste eletrofisiológico.

Parâmetros – P300	
Canais	2 canais
Posição eletrodos	Fz (+) Cz (+), A1 e A2 (-) + <i>jumper</i>
Estímulo	Fala (/ba/ – frequente e /da/ – infrequente)
Ganho	50.000 $\mu V$
Intensidade	75 dB NA
Filtro	30.0 1.0
Tempo de análise (“janela”)	512
Polaridade	Rarefação
Amostra	80% - frequentes – 200 20% - raros – 40
Tarefa	Levantar o dedo
Ruído	SR +10 e 0

Legenda: dB NA = decibel nível de audição; dB NS = decibel nível de sensação; Hz = Hertz;  $\mu V$  = microvolt; ms = milissegundo.  
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Na estatística aplicada ao estudo, as variáveis sexo, lateralidade e escolaridade são apresentadas como frequência absoluta (n) e frequência relativa (%). As demais variáveis são quantitativas e como tais passaram pelo teste de normalidade de

Shapiro Wilk. Como a normalidade não foi confirmada, todos os resultados são apresentados em forma de mediana e quartis. A associação das variáveis qualitativas com o grupo etário foi feita através do teste Qui Quadrado. No caso específico da lateralidade foi aplicado o ajuste de Fisher pois a tabela é quadrada (2 linhas e 2 colunas) e pelo menos uma das caselas tem valor inferior a 5. A comparação das variáveis quantitativas entre os dois grupos etários foi feita através do teste de Mann Whitney. O mesmo teste foi utilizado quando se comparou sexo feminino com masculino em relação aos dados de P300.

A comparação dos três momentos de avaliação feita pelo teste de Friedman que avalia 3 avaliações de um mesmo grupo de dados. O pós teste de Bonferroni foi aplicado para entender quais avaliações são diferentes entre si. Seus resultados são representados por letras iguais quando as avaliações são iguais e letras diferentes quando eles são diferentes. Para comparar as respostas de latência e amplitude P300 por orelha direita e esquerda foi utilizado o teste de Wilcoxon.

Todas as análises foram realizadas no software SPSS versão 25 com nível de significância de 5%.

### 3. Resultados

A amostra foi composta por 44 participantes, que atenderam aos critérios de elegibilidade, sendo 22 participantes do grupo de jovens (G1) e 22 participantes do grupo de idosos (G2).

A Tabela 1 mostra que não existe diferença na composição de sexo por grupo ( $p = 0,763$ ), ou seja, a proporção de homens e mulheres não apresenta diferença estatística entre os dois grupos. Em relação à lateralidade, também não há diferença entre os dois grupos ( $p = 0,200$ ). Em ambos os grupos, a predominância é de destros. Em relação à escolaridade também não há diferença entre os grupos ( $p = 0,089$ ) sendo que o maior volume tem ensino médio. A média tritonal tanto da orelha direita quanto esquerda foi estatisticamente igual nos dois grupos ( $p = 0,223$  e  $p = 0,282$ , respectivamente).

**Tabela 1** - Comparação entre grupos (n = 44).

	Grupo		
<i>Sexo</i>	19 a 25 anos (n = 22)	46 a 65 anos (n = 22)	valor p*
Masculino	11 (50%)	10 (45,5%)	0,763
Feminino	11 (50%)	12 (54,5%)	
<i>Lateralidade</i>			
Ambidestro	0 (0%)	2 (9,1%)	0,200
Canhoto	0 (0%)	1 (4,5%)	
Destro	22 (100%)	19 (86,4%)	
<i>Escolaridade</i>			
Ensino fundamental	0 (0%)	1 (4,5%)	0,089
Ensino médio	17 (77,3%)	10 (45,5%)	
Ensino superior	5 (22,7%)	8 (36,4%)	
Pós graduação	0 (0%)	3 (13,6%)	
<i>Mediana (Q1 - Q3)</i>			
Média Tritonal OD dB	10 (5 - 10)	10 (8,8 - 15)	0,223
Média Tritonal OE dB	10 (5 - 11,3)	10 (10 - 11,3)	0,282
Latência OE silêncio	329,4 (299,2 - 362,7)	364,3 (341,9 - 413,5)	<b>0,011</b>
Latência OD silêncio	328,9 (300,3 - 364)	365,3 (327,3 - 411,9)	<b>0,019</b>
Latência média silêncio	330,4 (299,7 - 363)	361,2 (338,5 - 413)	<b>0,016</b>
Amplitude OE silêncio	6,6 (3,9 - 9,4)	6,7 (4 - 8,5)	0,690
Amplitude OD silêncio	6 (4,4 - 9)	8 (3,7 - 9,3)	0,842
Amplitude média silêncio	6 (4,4 - 9,7)	7,7 (3,7 - 9)	0,851

Latência OE SNR 0	404,4 (344,2 - 443,1)	441,8 (392,6 - 496,2)	<b>0,030</b>
Latência OD SNR 0	405,9 (347,6 - 439)	451,2 (408,8 - 494,9)	<b>0,007</b>
Latência média SNR 0	405,9 (345,9 - 441,7)	446,8 (408,1 - 496,2)	<b>0,013</b>
Amplitude OE SNR 0	5,3 (4,1 - 5,9)	5,4 (2,5 - 7,3)	0,925
Amplitude OD SNR 0	5,2 (3,8 - 6,5)	5,8 (2,7 - 7,9)	0,751
Amplitude média SNR 0	5,3 (4,1 - 6,1)	5,5 (2,5 - 7,8)	0,805
Latência OE SNR +10	357 (315,1 - 403,1)	405,4 (350,5 - 447,3)	<b>0,019</b>
Latência OD SNR +10	356 (312,2 - 409,3)	407,5 (352,3 - 456,2)	<b>0,019</b>
Latência média SNR +10	356,5 (313 - 407,2)	412,4 (351,3 - 448,2)	<b>0,014</b>
Amplitude OE SNR +10	6,4 (4,5 - 7,2)	5,5 (2,8 - 8,3)	0,385
Amplitude OD SNR +10	5,9 (4,1 - 7,7)	6 (3,5 - 8)	0,760
Amplitude média SNR +10	6,3 (4,5 - 7,2)	5,7 (3,2 - 8,2)	0,589

\*Sexo, lateralidade e escolaridade comparados pelo teste Qui Quadrado. Demais variáveis comparadas pelo teste de Mann Whitney.  
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Os dados do P300 estão na sequência da tabela indicando os resultados de OD, OE e a média dos dois resultados. Os dados da latência no silêncio foram maiores no grupo de 46 a 65 anos. O mesmo aconteceu com os dados de latência nas condições SNR 0 e +10 ( $p < 0,05$ ). Por outro lado, a amplitude não foi diferente entre os dois grupos no silêncio e nas condições SNR 0 e +10 ( $p > 0,05$ ).

A comparação dos valores numéricos de latência e amplitude do P300 nas condições de avaliação no silêncio e com ruído nas condições de SNR +10 e SNR 0 estão apresentadas na Tabela 2.

Pode-se observar que a amplitude não apresentou diferenças significativas nas três avaliações ( $p > 0,05$ ), em nenhum dos grupos etários. O resultado da latência na condição SNR 0 é estatisticamente maior que o resultado obtido no silêncio e na condição SNR +10. Silêncio e SNR 10 tiveram estatisticamente o mesmo resultado, para os dois grupos etários.

**Tabela 2** - Comparação dos três momentos de avaliação.

<b>Grupo 19 a 25 anos</b>				
	Silêncio	SNR 0	SNR +10	valor p*
Latência OE	329,4 (299,2 - 362,7)a	<b>404,4 (344,2 - 443,1)b</b>	357 (315,1 - 403,1)a	<b>&lt; 0,0001</b>
Latência OD	328,9 (300,3 - 364)a	<b>405,9 (347,6 - 439)b</b>	356 (312,2 - 409,3)a	<b>&lt; 0,0001</b>
Latência média	330,4 (299,7 - 363)a	<b>405,9 (345,9 - 441,7)b</b>	356,5 (313 - 407,2)a	<b>&lt; 0,0001</b>
Amplitude OE	6,6 (3,9 - 9,4)	5,3 (4,1 - 5,9)	6,4 (4,5 - 7,2)	0,075
Amplitude OD	6 (4,4 - 9)	5,2 (3,8 - 6,5)	5,9 (4,1 - 7,7)	0,321
Amplitude média	6 (4,4 - 9,7)	5,3 (4,1 - 6,1)	6,3 (4,5 - 7,2)	0,186
<b>Grupo 46 a 65 anos</b>				
Latência OE	364,3 (341,9 - 413,5)a	<b>441,8 (392,6 - 496,2)b</b>	405,4 (350,5 - 447,3)a	<b>&lt; 0,0001</b>
Latência OD	365,3 (327,3 - 411,9)a	<b>451,2 (408,8 - 494,9)b</b>	407,5 (352,3 - 456,2)a	<b>&lt; 0,0001</b>
Latência média	361,2 (338,5 - 413)a	<b>446,8 (408,1 - 496,2)b</b>	412,4 (351,3 - 448,2)a	<b>&lt; 0,0001</b>
Amplitude OE	6,7 (4 - 8,5)	5,4 (2,5 - 7,3)	5,5 (2,8 - 8,3)	0,154
Amplitude OD	8 (3,7 - 9,3)	5,8 (2,7 - 7,9)	6 (3,5 - 8)	0,055
Amplitude média	7,7 (3,7 - 9)	5,5 (2,5 - 7,8)	5,7 (3,2 - 8,2)	0,244

\*Teste de Friedman com pós teste de Bonferroni. Letras diferentes implicam em resultados diferentes ao se comparar os tempos. Valores expressos como mediana (Q1 - Q3)  
Fonte: Dados da pesquisa (2025).

A comparação de P300 por sexo está demonstrada na Tabela 3. Apenas uma diferença foi encontrada: a amplitude OE na condição SNR +10 foi maior entre mulheres ( $p = 0,040$ ). Nos demais resultados, não foi observada diferença ( $p > 0,05$ ).

**Tabela 3** - Comparação dos dados de latência por sexo ( $n = 44$ ).

	Sexo		valor $p^*$
	Masculino ( $n = 21$ )	Feminino ( $n = 23$ )	
Latencia OE silencio	361,2 (323,7 - 382)	348,7 (297,7 - 379,9)	0,177
Latencia OD silencio	361,2 (323,7 - 377,8)	346,6 (298,7 - 376,8)	0,177
Latência silêncio	360,6 (323,7 - 381,5)	351,8 (298,2 - 376,8)	0,148
Amplitude OE silencio	6,3 (3,9 - 7,3)	8,2 (4,5 - 10)	0,107
Amplitude OD silencio	6 (4,1 - 8,4)	8,8 94,1 - 9,7)	0,192
Amplitude silêncio	6 (4,1 - 8,2)	8,7 (4,4 - 9,8)	0,105
Latencia OE SNR 0	435,1 (359,1 - 452,8)	432 (346,1 - 459,5)	0,906
Latencia OD SNR 0	429,9 (367,4 - 460,1)	420,5 (347,6 - 462,7)	0,787
Latencia SNR 0	427,3 (367,4 - 452,8)	432 (346,8 - 456,4)	0,833
Amplitude OE SNR 0	5,1 (2,5 - 6,4)	5,6 (4 - 7,2)	0,418
Amplitude OD SNR 0	6 (2,5 - 6,7)	5,2 (3,9 - 7)	0,526
Amplitude SNR 0	5,5 (2,5 - 7,1)	5,4 (4 - 7,2)	0,438
Latencia OE SNR +10	383 (342,4 - 419,5)	380,9 (312,2 - 409,6)	0,226
Latencia OD SNR +10	380,9 (343,5 - 423,6)	394,5 (311,7 - 411,7)	0,452
Latência SNR +10	380,9 (343,5 - 420)	392,9 (311,7 - 412,4)	0,359
Amplitude OE SNR +10	5,3 (3,5 - 6,9)	7,1 (4,5 - 9)	<b>0,040</b>
Amplitude OD SNR +10	4,7 (3,6 - 7,4)	6,4 (4,4 - 8,2)	0,148
Amplitude SNR +10	4,7 (3,2 - 6,6)	6,8 (4,6 - 8,6)	0,084

\*Teste de Mann Whitney. Dados apresentados como mediana (Q1 - Q3)

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

Na Tabela 4 está demonstra a comparação das respostas de latência e amplitude P300 por orelha. Nenhuma diferença foi observada entre OE e OD ( $p > 0,05$ ), nas condições de testes nos dois grupos estudados.

**Tabela 4** - Comparação de P300 entre orelha esquerda e direita ( $n = 44$ )

<i>Grupo de 19 a 25 anos</i>	OE	OD	valor $p^*$
Latência silêncio	329,4 (299,2 - 362,7)	328,9 (300,3 - 364)	0,481
Latência SNR 0	404,4 (344,2 - 443,1)	405,9 (347,6 - 439)	0,84
Latência SNR +10	357 (315,1 - 403,1)	356 (312,2 - 409,3)	0,825
Amplitude silêncio	6,6 (3,9 - 9,4)	6 (4,4 - 9)	0,355
Amplitude SNR 0	5,3 (4,1 - 5,9)	5,2 (3,8 - 6,5)	0,649
Amplitude SNR +10	6,4 (4,5 - 7,2)	5,9 (4,1 - 7,7)	0,077
<i>Grupo de 46 a 65 anos</i>			
Latência silêncio	364,3 (341,9 - 413,5)	365,3 (327,3 - 411,9)	0,456
Latência SNR 0	441,8 (392,6 - 496,2)	451,2 (408,8 - 494,9)	0,215
Latência SNR +10	405,4 (350,5 - 447,3)	407,5 (352,3 - 456,2)	0,845
Amplitude silêncio	6,7 (4 - 8,5)	8 (3,7 - 9,3)	0,173
Amplitude SNR 0	5,4 (2,5 - 7,3)	5,8 (2,7 - 7,9)	0,211
Amplitude SNR +10	5,5 (2,8 - 8,3)	6 (3,5 - 8)	0,322

\*Teste de Wilcoxon. Dados descritos como mediana (Q1 - Q3)

Fonte: Dados da pesquisa (2025).

#### 4. Discussão

Este estudo investigou os efeitos do ruído competitivo nas respostas da latência e amplitude do potencial cognitivo P300 no envelhecimento, analisando as diferenças nas respostas do P300 entre adultos jovens e idosos.

O grupo de idosos apresentou valores de latências médias maiores que nos jovens, na condição do silêncio e na presença do ruído, que pode ser correlacionado com uma diminuição na velocidade do processamento no envelhecimento (Polich et al., 1983; Johnson et al., 1985; Emmerson et al., 1989). Pearson et al. (2025) estudaram o P300 em jovens e idosos, sugerem que esse aumento na latência pode demonstrar que os idosos precisam de mais tempo para avaliar o estímulo desviante e podem ter uma menor precisão na antecipação do início de eventos na tarefa de oddball isócrona.

Caporali e Silva (2004) relatam que a habilidade de ignorar sons não relevantes, como o ruído, parece reduzir com o avanço da idade, provavelmente pelo efeito difuso do envelhecimento que inicialmente afetaria o sistema nervoso central, diminuindo a relação sinal ruído funcional. Assim, o idoso necessitaria de uma maior quantidade de sinal (fala) para decodificar a mensagem diante um ambiente com presença de ruído de fundo competitivo.

Estudos apontam que o efeito do mascaramento temporal, caracterizado por modifica o limiar de um som na presença de outro estímulo consecutivo, como o ruído de fundo, é maior em idosos com audição normal, quando comparados com jovens também com audição normal, fato que pode estar relacionado a maior dificuldade dos idosos em reconhecer a fala em ambientes com ruído (George et al., 2007; Wilson et al., 2010; Silva et al., 2021).

Outro fato observado, é que o ruído na SNR 0 atrasa a latência do P300 nos adultos jovens e nos idosos, evidenciando um maior esforço cortical para processar os sons de fala na presença do ruído, em ambos os grupos. Esse achado é semelhante a estudos anteriores que observaram latências prolongadas do P300 em ruído de fundo (Polich et al., 1985; Salisbury et al., 2002; Mccullagh et al., 2012; Kestens et al., 2023). O prolongamento da latência média do P300 na presença do ruído em idosos e jovens, também foi visto em uma revisão sistemática publicada recentemente Macambira et al. (2025), que teve como objetivo analisar as diferenças do P300 entre idosos e jovens na presença do ruído de fundo.

Outros estudos também indicam que a latência do P300 aumenta com a complexidade da tarefa, sugerindo um atraso no processamento cognitivo em condições mais desafiadores (Polich, 1987; Gaal et al., 2007).

De acordo com Rönnerberg et al. (2013) o esforço cognitivo para compreender a fala é determinado pela representação mental de um sinal auditivo e seu armazenamento na memória semântica de longo prazo. Se o sinal auditivo corresponder prontamente a representação correspondente na memória, o acesso lexical é bem sucedido e ocorrerá implicitamente em uma taxa rápida. Contudo, na presença do ruído de fundo interferente, pode ocorrer a degradação do sinal de fala recebido, que pode levar a uma incompatibilidade do sinal recebido e a representação armazenada na memória semântica. Assim, para se compreender a fala no ruído, demanda-se processos cognitivos de alto nível mais explícitos e mais lentos (Pichora-Fuller et al., 2016; Rönnerberg et al., 2013).

Mccullagh e Shinn (2018) sugerem que o processamento cognitivo dos estímulos auditivos permanece relativamente estável em SNR mais fáceis (SNR +10), mas se torna significativamente atrasada na condição de escuta mais difícil (SNR 0), concordando com os achados do atual estudo, que não encontrou mudança na latência do P300 no silêncio para o ruído +10, mas um atraso significativo na SNR 0. Fato esse que pode ser atribuído pelo efeito mascaramento do ruído ser mais forte na SNR 0, que reduzir a sensibilidade auditiva para o tom raro.

O resultado mostra também que a amplitude não mudou nas três condições de escuta, em nenhum dos grupos etários, sugerindo que a quantidade de substrato neural que responde de forma síncrona manteve-se estável, mesmo com a presença do ruído, e não modificou com o decorrer da idade. Salisbury et al. (2002) relatam que essa ausência de mudança na amplitude do P300 na presença do ruído pode revelar uma constrição de duas ações, que é a redução na transferência de informações em

decorrência do ruído, com o aumento do recrutamento de recursos necessários para o aumento da complexidade da tarefa.

Na análise da variância para latência e amplitude relacionando a variável sexo, observou-se que não houve mudança no valor médio de latência, concordando com outros estudos (Nunes, 2002; Colafêmina et al., 2000) que não encontraram diferenças nos valores médios de latência entre os sexos. Contudo, com relação a amplitude, foi observado que o valor médio na orelha esquerda na SNR +10 foi maior nas mulheres. Machado et al. (2009), verificaram no seu estudo de padrão normativo com jovens brasileiros, que a fase do ciclo menstrual influencia nos valores de amplitude, com respostas maiores para mulheres. Apesar de não termos encontrado no nosso estudo diferenças nos valores de latência entre os sexos, Reis et al. (2014) relatam uma possível influência do ciclo hormonal não controlável no gênero feminino na latência do P300.

Diferenças anatomofisiológicas entre homens e mulheres, como diferença no tamanho do corpo caloso, aumento do líquido cefalorraquidiano com o avançar da idade (Gur et al., 1991), reduções de volume nas regiões frontal e temporal (Cowell et al., 1994), visto mais acentuadamente em homens, podem influenciar nas respostas do P300.

É importante destacar a necessidade de mais pesquisas sobre o P300 em idosos, a fim de ampliar o conhecimento do processamento cortical no envelhecimento, principalmente na interação com o ruído, diante as dificuldades auditivas enfrentadas em ambientes ruidosos, que interferem na sociabilização dos adultos mais velhos.

## 5. Conclusão

Por meio da análise dos resultados deste estudo podemos concluir que o grupo de idosos apresentou valores de latências médias maiores que nos jovens, na condição do silêncio e na presença do ruído nas SNR 0 e +10. A condição de teste com SNR 0 mostrou-se mais desafiadora que as demais nos dois grupos estudados. A amplitude não mudou nas três condições de escuta, em nenhum dos grupos etários.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES.

## Referências

- Amaral, M. S. A. (2019). *Comportamento do P300 em pacientes usuários de implante coclear com eletroestimulação unilateral* (Tese de doutorado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.
- Apolinario, D., Lichtenthaler, D. G., Magaldi, R. M., Soares, A. T., Busse, A. L., Das Gracas Amaral, J. R., Jacob-Filho, W., & Brucki, S. M. D. (2016). Using temporal orientation, category fluency, and word recall for detecting cognitive impairment: The 10-point cognitive screener (10-CS). *Int. J. Geriatr. Psychiatry*, 31(1), 4–12. <https://doi.org/10.1002/gps.4262>.
- Billings, C. J., & Madsen, B. M. (2018). A perspective on brain-behavior relationships and effects of age and hearing using speech-in-noise stimuli. *Hear. Res.*, 369, 90–102. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2018.05.001>
- Calderaro, V. G. (2020). *Avaliação eletrofisiológica (P300) e de percepção de fala em indivíduos com perda auditiva antes e após adaptação de AASI* (Dissertação de mestrado). Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo.
- Caporali, S. A., & Silva, J. A. da (2004). Reconhecimento de fala no ruído em jovens e idosos com perda auditiva. *Revista Brasileira De Otorrinolaringologia*, 70(4), 525–532. <https://doi.org/10.1590/S0034-72992004000400014>
- Cardoso, M. J. F., Alvarenga, K. de F., Tabaquim, M. de L. M., Lopes, T. de A., Costa Filho, O. A., & Jacob, L. C. B. (2024). Idosos com perda auditiva e declínio cognitivo: desempenho da percepção de fala no ruído. *Codas*, 36(3), e20230094. <https://doi.org/10.1590/2317-1782/20242023094pt>
- Colafêmina, J. F., Fellipe, A. C. N., Junqueira, C. A. O., & Frizzo, A. C. (2000). Potenciais evocados auditivos de longa latência (P300) em adultos jovens saudáveis: Um estudo normativo. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.*, 66(2), 144–148.
- Cóser, M. J. S., Cóser, P. L., Pedroso, F. S., Rigon, F., & Cioqueta, E. (2010). P300 auditory evoked potential latency in elderly. *Braz. J. Otorhinolaryngol.*, 76(3), 287–293. <https://doi.org/10.1590/S1808-86942010000300009>
- Cowell, P. E., Turetsky, B. I., Gur, R. C., Grossman, R. I., Shtasel, D. L., & Gur, R. E. (1994). Sex differences in aging of the human frontal and temporal lobes. *J. Neurosci.*, 14(8), 4748–4755. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.14-08-04748.1994>

- Dillon, H. (2005). So, baby, how does it sound? Cortical assessment of infants with hearing aids. *Hear. J.*, 58(10), 10–17.
- Emmerson, R. Y., Dustman, R. E., Shearer, D. E., & Turner, C. W. (1989). P3 latency and symbol digit performance correlations in aging. *Exp. Aging Res.*, 15(3), 151–159. <https://doi.org/10.1080/03610738908259732>
- Figueiredo, S. S. R. (2015). *Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência em crianças usuárias de implante coclear* (Dissertação de mestrado). Pontifícia Universidade Católica de São Paulo.
- Frisina, D. R., & Frisina, R. D. (1997). Speech recognition in noise and presbycusis: Relations to possible neural mechanisms. *Hear. Res.*, 106(1-2), 95–104. [https://doi.org/10.1016/S0378-5955\(97\)00011-4](https://doi.org/10.1016/S0378-5955(97)00011-4)
- Gaal, Z. A., Csuha, J., & Molnar, M. (2007). Age-dependent changes of auditory evoked potentials—effect of task difficulty. *Biol. Psychol.*, 76(3), 196–208. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2007.06.004>
- George, E. L., Zekveld, A. A., Kramer, S. E., Goverts, S. T., Festen, J. M., & Houtgast, T. (2007). Auditory and nonauditory factors affecting speech reception in noise by older listeners. *J. Acoust. Soc. Am.*, 121(4), 2362–2375. <https://doi.org/10.1121/1.2645556>
- Getzmann, S., & Wascher, E. (2016). Postdeviance distraction in younger and older adults: Neuro-behavioral evidence from speech perception. *Psychol. Aging*, 31(8), 943–957. <https://doi.org/10.1037/pag0000128>
- Guerrero, L., Bouazzaoui, B., Isingrini, M., & Angel, L. (2022). Involvement of executive control in neural capacity related to working memory in aging: An ERP P300 study. *Cogn. Affect. Behav. Neurosci.*, 22, 1311–1333. <https://doi.org/10.3758/s13415-022-01021-4>
- Gur, R. C., Mozley, P. D., Resnick, S. M., Gottlieb, G. L., Kohn, M., Zimmerman, R., Herman, G., Atlas, S., Grossman, R., & Berretta, D. (1991). Gender differences in age effect on brain atrophy measured by magnetic resonance imaging. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 88(7), 2845–2849. <https://doi.org/10.1073/pnas.88.7.2845>
- Humes, L. E. (2021). Factors underlying individual differences in speech-recognition threshold (SRT) in noise among older adults. *Front. Aging Neurosci.*, 13, 702739. <https://doi.org/10.3389/fnagi.2021.702739>
- Jasper, H. H. (1958). The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr. Clin. Neurophysiol.*, 10(2), 371–375. [https://doi.org/10.1016/0013-4694\(58\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0013-4694(58)90053-1)
- Jerger, J., & Lew, H. L. (2004). Principles and clinical applications of auditory evoked potentials in the geriatric population. *Phys. Med. Rehabil. Clin. N. Am.*, 15(1), 235–250. [https://doi.org/10.1016/S1047-9651\(03\)00112-3](https://doi.org/10.1016/S1047-9651(03)00112-3)
- Johnson, R., Jr., Pfefferbaum, A., & Kopell, B. S. (1985). P300 and long-term memory: Latency predicts recognition performance. *Psychophysiology*, 22(5), 497–507. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1985.tb01545.x>
- Kestens, K., Van Yper, L., Degeest, S., & Keppler, H. (2023). The P300 auditory evoked potential: A physiological measure of the engagement of cognitive systems contributing to listening effort? *Ear Hear.*, 44(6), 1389–1403. <https://doi.org/10.1097/AUD.0000000000001339>
- Koerner, T. K., Zhang, Y., Nelson, P. B., Wang, B., & Zou, H. (2017). Neural indices of phonemic discrimination and sentence-level speech intelligibility in quiet and noise: A P3 study. *Hear. Res.*, 350, 58–67. <https://doi.org/10.1016/j.heares.2017.07.001>
- Kosaner, J., Bayguzina, S., & Gültekin, M. (2014). Monitoring adequacy of audio processor programs and auditory maturity using aided cortical assessment (ACA). Paper presented at the World Congress of Audiology, Brisbane, Australia.
- Macambira, Y. K. S., Ferreira, M. C., & Reis, A. C. M. B. (2025). Envelhecimento e respostas do potencial P300 no ruído: Uma revisão sistemática. *Research, Society and Development*, 14(8), e3114849369. <https://doi.org/10.33448/rsd-v14i8.49369>
- Machado, C. S. S., Carvalho, A. C. O., & Silva, P. L. G. E. (2009). Caracterização da normalidade do P300 em adultos jovens. *Rev. Soc. Bras. Fonoaudiol.*, 14(1), 83–90. <https://doi.org/10.1590/S1516-80342009000100013>
- McCullagh, J., Musiek, F. E., & Shinn, J. B. (2012). Auditory cortical processing in noise in normal-hearing young adults. *Audiol. Med.*, 10(3), 114–121. <https://doi.org/10.3109/1651386X.2012.704772>
- McCullagh, J., & Shinn, J. B. (2018). Auditory P300 in noise in younger and older adults. *J. Am. Acad. Audiol.*, 29(10), 909–916. <https://doi.org/10.3766/jaaa.17144>
- Nunes, F. B. (2002). *Da avaliação do P300 e do processamento auditivo em pacientes idosos com e sem queixa auditiva* (Tese de doutorado). Universidade Federal de São Paulo.
- Pearson, D. V., Shen, Y., Hetrick, W. P., O'Donnell, B. F., Lundin, N. B., McAuley, J. D., & Kidd, G. R. (2025). P300 as an index of speech-in-noise understanding in complex acoustic environments in young and older adults. *Front. Neurosci.*, 19, 1497781. <https://doi.org/10.3389/fnins.2025.1497781>
- Pereira A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free e-book]. Santa Maria/RS. Ed. UAB/NTE/UFSM.
- Pichora-Fuller, M. K. (2003). Cognitive aging and auditory information processing. *Int. J. Audiol.*, 42(S1), 2S26–2S32. <https://doi.org/10.3109/14992020309074638>
- Pichora-Fuller, M. K., Schneider, B. A., & Daneman, M. (1995). How young and old adults listen to and remember speech in noise. *J. Acoust. Soc. Am.*, 97(1), 593–608. <https://doi.org/10.1121/1.412282>
- Pinal, D., Zurrón, M., & Díaz, F. (2015). An event related potentials study of the effects of age, load and maintenance duration on working memory recognition. *PLoS One*, 10(8), e0143117. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0143117>

- Polich, J. (2003). Theoretical overview of P3a and P3b. In J. Polich (Ed.), *Detection of change* (pp. 83–98). Kluwer Academic Press.
- Polich, J. (2007). Updating P300: An integrative theory of P3a and P3b. *Clin. Neurophysiol.*, 118(10), 2128–2148. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2007.04.019>
- Polich, J., Howard, L., & Starr, A. (1983). P300 latency correlates with digit span. *Psychophysiology*, 20(6), 665–669. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.1983.tb01547.x>
- Polich, J., Howard, L., & Starr, A. (1985). Stimulus frequency and masking as determinants of P300 latency in event-related potentials from auditory stimuli. *Biol. Psychol.*, 21(4), 309–318. [https://doi.org/10.1016/0301-0511\(85\)90045-6](https://doi.org/10.1016/0301-0511(85)90045-6)
- Punch, S., Van Dun, B., King, A., Carter, L., & Pearce, W. (2016). Clinical experience of using cortical auditory evoked potentials in the treatment of infant hearing loss in Australia. *Semin. Hear.*, 37(1), 36–52. <https://doi.org/10.1055/s-0036-1586762>
- Reis, A. C. M. B., Frizzo, A. C. F., Lozano, A. C., Santos, F. R. dos, Anastasio, A. R. T., & Hyppolito, M. A. (2014). Variabilidade do registro de latência e amplitude do potencial evocado auditivo de longa latência (P3) na condição teste e reteste. *Audiol. Commun. Res.*, 19(3), 293–298. <https://doi.org/10.1590/S2317-64312014000300013>
- Rönnerberg, J., Lunner, T., Zekveld, A., Sorqvist, P., Danielsson, H., Lyxell, B., Dahlstrom, O., Signoret, C., Stenfelt, S., Pichora-Fuller, M. K., & Rudner, M. (2013). The Ease of Language Understanding (ELU) model: Theoretical, empirical, and clinical advances. *Front. Syst. Neurosci.*, 7, 31. <https://doi.org/10.3389/fnsys.2013.00031>
- Salisbury, D. F., Desantis, M. A., Shenton, M. E., & McCarley, R. W. (2002). The effect of background noise on P300 to suprathreshold stimuli. *Psychophysiology*, 39(1), 111–115. <https://doi.org/10.1017/S0048577201391131>
- Schneider, B. A., & Pichora-Fuller, M. K. (2001). Age related changes in temporal processing: Implications for speech perception. *Semin. Hear.*, 22(3), 227–239. <https://doi.org/10.1055/s-2001-13804>
- Schochat, E. (2004). Avaliação eletrofisiológica da audição. In L. P. Ferreira, D. M. Befi-Lopes, & S. O. Limongi (Orgs.), *Tratado de Fonoaudiologia* (pp. 656–669). Roca.
- Shitsuka, R. et al. (2014). Matemática fundamental para tecnologia. (2ed). Editora Érica.
- Silva, L. A. F., Couto, M. I. V., Magliaro, F. C. L., Tsuji, R. K., Bento, R. F., Carvalho, A. C. M., & Matas, C. G. (2017). Cortical maturation in children with cochlear implants: Correlation between electrophysiological and behavioral measurement. *PLoS One*, 12(2), e0171177. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0171177>
- Silva, L. A. F., Couto, M. I. V., Tsuji, R. K., Bento, R. F., Matas, C. G., & Carvalho, A. C. M. (2014). Estudo da maturação das vias auditivas pós-implante coclear por meio dos potenciais evocados auditivos de longa latência. *Braz. J. Otorhinolaryngol.*, 80(2), 131–137. <https://doi.org/10.5935/1808-8694.20140025>
- Silva, R. F., Advíncula, K. P., Gonçalves, P. A., Leite, G. A., Pereira, L. D., Griz, S. M. S., & Menezes, D. C. (2021). Efeito da idade e da taxa de modulação no reconhecimento da fala intermitente. *Rev. CEFAC*, 23(2), e4120. <https://doi.org/10.1590/1982-02162021002324120>
- Wilson, R. H., McArdle, R., Betancourt, M. B., Herring, K., Lipton, T., & Chisolm, T. H. (2010). Word-recognition performance in interrupted noise by young listeners with normal hearing and older listeners with hearing loss. *J. Am. Acad. Audiol.*, 21(2), 90–109. <https://doi.org/10.3766/jaaa.21.2.4>