



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 12, Issue, 09, pp. 58843-58846, September, 2022

<https://doi.org/10.37118/ijdr.25240.09.2022>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

A UTILIZAÇÃO DO RUÍDO NOS POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS CORTICAIS: UM ESTUDO PILOTO

Lisiane Vital de Oliveira^{*1}; Pedro de Lemos Menezes²; Luiza Dandara de Araújo Felix¹; Carlos Henrique Alves Batista³; Vinícius Vital de Oliveira⁴; Aline Tenório Lins Carnaúba⁵ and Kelly Cristina Lira de Andrade⁶

¹Acadêmica de Medicina pelo Centro Universitário CESMAC, Maceió, Alagoas, Brasil; ²Doutorado em Física Aplicada à Medicina e Biologia pela Universidade de São Paulo (USP), Docente da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas e do Centro Universitário CESMAC, Maceió, Alagoas, Brasil; ³Residência em Audiologia pela Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas (UNCISAL), Maceió, Alagoas, Brasil; ⁴Acadêmico de Medicina pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil; ⁵Doutorado em Biotecnologia em Saúde pela Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO). Docente da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas e do Centro Universitário CESMAC, Maceió, Alagoas, Brasil; ⁶Doutorado em Biotecnologia em Saúde pela Rede Nordeste de Biotecnologia (RENORBIO). Docente da Universidade Estadual de Ciências da Saúde de Alagoas e do Centro Universitário CESMAC, Maceió, Alagoas, Brasil

ARTICLE INFO

Article History:

Received 07th July, 2022

Received in revised form

20th August, 2022

Accepted 27th August, 2022

Published online 30th September, 2022

Key Words:

COVID-19; Pandemic; Algorithms; Computational Methodologies; Epidemiology.

*Corresponding author:

Lisiane Vital de Oliveira

ABSTRACT

Introdução: A compreensão da fala na presença de ruído competitivo é um dos mais importantes aspectos da audição a ser avaliado. A utilização do ruído nos Potenciais Evocados Auditivos Corticais trata-se de uma abordagem promissora no estudo da função auditiva e do desenvolvimento cognitivo. No entanto, não há consenso quanto ao melhor protocolo, especialmente no que se refere ao tipo de ruído. **Objetivo:** Verificar se existem diferenças entre os registros dos Potenciais Evocados Auditivos Corticais a partir da sílaba /da/ e de um ruído de fala formatado em três configurações de tamanho diferentes. **Materiais e métodos:** Estudo analítico observacional transversal, no qual dez participantes de ambos os sexos foram submetidos aos Potenciais Evocados Auditivos Corticais eliciados pela sílaba /da/ e pelo ruído de fala formatado em três configurações (tamanhos diferentes - 250, 300 e 350 ms). Para a comparação entre as quatro condições de teste, foi utilizado o ANOVA two-way com Bonferroni ($p < 0,05$). **Resultados:** A média de idade dos participantes foi de 29 anos ($\pm 7,11$). As comparações dos diferentes estímulos, realizadas a partir do teste ANOVA com medidas repetidas, não mostraram diferenças significativas para o complexo P1-N1-P2 no que se refere às latências e amplitudes ($p > 0,05$). **Conclusão:** Para a amostra estudada, não houve diferença entre os registros dos Potenciais Evocados Auditivos Corticais no que se refere às latências e às amplitudes do complexo P1-N1-P2 quando comparados a sílaba /da/ e o ruído de fala formatado em três tamanhos diferentes (250, 300 e 350 ms).

Copyright © 2022, Lisiane Vital de Oliveira et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Lisiane Vital de Oliveira; Pedro de Lemos Menezes; Luiza Dandara de Araújo Felix; Carlos Henrique Alves Batista; Vinícius Vital de Oliveira; Aline Tenório Lins Carnaúba and Kelly Cristina Lira de Andrade. "A utilização do ruído nos potenciais evocados auditivos corticais: um estudo piloto", *International Journal of Development Research*, 12, (09), 58843-58846.

INTRODUCTION

Os processos que envolvem a compreensão da fala na presença de ruído competitivo consistem em habilidades importantes da audição¹. Nesse contexto, os Potenciais Evocados Auditivos (PEA), que se referem às mudanças bioelétricas que ocorrem nas porções periférica e central das vias auditivas em resposta a um estímulo acústico ou elétrico, destacam-se pela possibilidade de uma avaliação objetiva e por poderem ser avaliados na presença de ruído².

O mascaramento temporal é uma habilidade do sistema auditivo que se refere à modificação na percepção de um som pela presença de outro, como um ruído. Quando um som alvo é apresentado em relação a um ruído mascarante, sua apresentação pode ser simultânea ao ruído (mascaramento simultâneo), o ruído pode ser apresentado antes do som alvo (pós-mascaramento) ou pode ser apresentado após o som alvo (pré-mascaramento)³. Os efeitos do mascaramento simultâneo contribuem para o aumento da suscetibilidade às dificuldades auditivas vivenciadas em contextos complexos de localização sonora e de compreensão da fala. Isso porque, ao vincular a escuta ao ruído,

pode-se provocar problemas na assimilação de alguns fonemas, o que pode gerar uma percepção irregular da fala e alterações nas habilidades de linguagem em meio ao ruído de fundo^{3,4}. Estudos com o pós-mascaramento indicam que a falta de sincronia neural no sistema auditivo periférico provoca uma permanência maior do mascaramento e pistas acústicas que seriam percebidas nos momentos de baixa intensidade da modulação passam a ser mascaradas. Nesses casos, o indivíduo capta menos pistas acústicas da fala, o que dificulta a sua compreensão^{3,5}. Sabe-se que a percepção da fala exige a capacidade de distinguir acusticamente os sons breves e sucessivos. Opré-mascaramento se manifesta como limiares mais altos para um estímulo acústico quando é rapidamente seguido por um ruído comparado aos limiares para o mesmo estímulo acústico em silêncio⁶. Além da localização do ruído mascarante em relação ao estímulo alvo, o tipo do ruído também deve ser considerado no estudo do mascaramento temporal. O mascaramento é maior quando o som alvo e o ruído são semelhantes, ou seja, a compreensão da fala é fortemente perturbada por falantes simultâneos. Isso se deve às múltiplas interferências a nível acústico, fonológico e semântico⁷. Os Potenciais Evocados Auditivos Corticais (PEAC) consistem em um complexo de três ondas (P1-N1-P2) evocadas por diferentes estímulos acústicos e registrados sem a participação ativa do indivíduo examinado. Quando associados ao ruído, possibilitam a mensuração do potencial redutor do mascaramento para as funções auditivas e cognitivas capaz de fornecer condições de avaliação equivalentes às dificuldades apresentadas no dia a dia do ouvinte⁶. Estímulos de fala têm sido utilizados frequentemente, como som alvo, nos estudos envolvendo PEAC e ruído, enquanto diferentes tipos de estímulos têm sido aplicados como ruído⁷⁻¹¹. Apesar de não haver consenso quanto ao melhor protocolo, o ruído de fala formatado foi encontrado em muitos estudos sobre pós-mascaramento nos PEAC devido à sua semelhança aos estímulos de fala e possíveis geradores neurais comuns^{3,12-14}. Há uma preocupação em tornar a avaliação eletrofisiológica mais próxima possível da experiência cotidiana dos indivíduos. Nesse sentido, a comparação da representação neural entre os estímulos de fala e os diferentes tipos de ruído, como o ruído de fala formatado, torna-se essencial para o aprimoramento dos protocolos. Diante disso, o objetivo deste estudo foi verificar se existem diferenças entre os registros dos PEAC a partir da sílaba /da/ e de um ruído de fala formatado em três configurações de tamanho diferentes.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo analítico observacional transversal, baseado na Resolução Nº 466/12 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde para estudos com seres humanos, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa de uma instituição de ensino superior do estado de Alagoas mediante o parecer de número 3.985.087. A amostra foi composta por dez adultos de ambos os sexos com idade entre 18 e 45 anos selecionados por conveniência de acordo com os critérios de inclusão e exclusão. A coleta foi realizada em um laboratório de pesquisa referência em estudos com audição e tecnologia. Foram incluídos os participantes que possuíam limiares auditivos até 25 dB NA nas frequências de 250 a 8000 Hz, conduto auditivo externo livre de obstruções, curva timpanométrica tipo "A", presença de reflexos acústicos e Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) para neurodiagnóstico sem alterações. Os participantes que possuíam alterações na orelha externa e/ou média, exposição a ruído ocupacional ou de lazer, cirurgias otológicas, mais de três infecções de ouvido no ano corrente, uso de medicação ototóxica, alterações cognitivas, queixas de zumbido, vertigens, tonturas ou outras alterações cócleo-vestibulares e queixas relacionadas ao transtorno do processamento auditivo central foram excluídos. Os procedimentos de coleta foram divididos em procedimentos pré-coleta e procedimentos de pesquisa. Os procedimentos pré-coleta foram:

- Anamnese detalhada para investigar os critérios de inclusão e exclusão pré-estabelecidos;
- Otoscopia para avaliar o conduto auditivo externo e a membrana timpânica por meio de otoscópio mini 3000 da marca Heine®;
- Imitanciometria para selecionar os participantes com curva timpanométrica tipo "A" e reflexos acústicos presentes por meio do imitânciômetro AT235 da marca Interacoustics®;
- Audiometria tonal e vocal para selecionar os participantes com limiares auditivos tonais e vocais normais por meio do audiômetro AD 629 da marca Interacoustics®, fones supra-aurais modelo DD45 e cabine acústica da marca Vibrasom®. Foram avaliadas as frequências com razões de oitava entre 250 e 8.000 Hz, além das frequências inter-oitavas de 3.000 e 6.000 Hz;
- PEATE com estímulo clique, janela de registro de 10 ms, velocidade 21,1 estímulos/segundo, filtro passa banda de 100-3000 Hz do EEG, ganho de 100.0 K e duração de 100 µsec. Foram utilizados 2000 estímulos na polaridade rarefeita confirmada com a condensada, com 80 dB NAn de intensidade. Na análise dos traçados, foram observadas latências, morfologia e reprodutibilidade das ondas I, III e V e os intervalos interpicos I-III, III-V e I-V. Foram julgados alterados, os resultados com aumento de latência acima de dois desvios padrão e/ou ausência de algum dos picos. O equipamento utilizado foi o Navigator PRO da Biologic®.

Os procedimentos de pesquisa foram:

- PEAC em quatro condições de teste de acordo com o estímulo utilizado: (1) sílaba /da/; (2) ruído de fala formatado com 250 ms de duração; (3) ruído de fala formatado com 300 ms de duração; (4) ruído de fala formatado com 350 ms de duração.

Para realização dos PEAC, os participantes foram posicionados em uma poltrona confortável, em uma sala acusticamente tratada, e orientados a manterem-se relaxados e despertos. A região dos eletrodos foi preparada com um gel abrasivo. Em seguida, foram colocados os eletrodos tipo disco com uma pasta condutora nas seguintes posições: eletrodo positivo em Cz (vértex); eletrodos negativos em M1 e M2 (mastoides esquerda e direita); eletrodo terra em Fpz (frente). Os estímulos foram apresentados monoauralmente, na orelha direita, via fone de inserção (EAR-phones 3A). O equipamento utilizado foi o Navigator PRO - Biologic®. Os estímulos de fala /da/ e os ruídos, em seus diferentes tamanhos, foram apresentados de modo não simultâneo e em ordem aleatória. Foi utilizada uma série de 200 estímulos, em 75 dBnHL de intensidade, velocidade de 0,7 estímulos/segundo, polaridade alternada e filtros passa-banda de 1-30Hz. O estímulo de fala natural foi gravado a partir de vozes femininas fluidas com duração de 180 ms gravados a 75 dB NPSpe, extraídos da segunda sílaba durante a emissão [dada], por exemplo, em que os formantes F1, F2 e F3 foram obtidos na sua porção inicial e estável. Tais estímulos foram desenvolvidos em laboratório e gravados no Praat® (Versão 4.2.31), em 48KHz e 16 bits, posteriormente gravados em formato wave para a inserção do estímulo no software do equipamento. Os ruídos de fala formatados foram confeccionados no Laboratório de Ciências da Audição da Universidade da Carolina do Norte em Chapel Hill, nos Estados Unidos. Seu espectro incluiu frequências do Português e duração de 250, 300 e 350 ms, com rampas de onset e offset de 10 ms. O PEATE e o PEAC foram registrados por um avaliador treinado e a marcação das ondas foi realizada por dois examinadores experientes em eletrofisiologia. Quando o traçado foi considerado de difícil análise, ou seja, sem concordância em relação à marcação, foi discutido entre todos os profissionais envolvidos no estudo e considerado o consenso. A marcação e identificação de cada pico foi realizada manualmente, avaliando-se, desta forma, suas características morfológicas e seus aspectos temporais relevantes. No PEAC, foram avaliadas as latências e amplitudes do complexo P1-N1-P2. A análise estatística foi realizada por meio do aplicativo *Statistical Package for the Social Sciences* versão 24.0 para Macbook®. Para comparação entre as quatro condições de teste (fonema /da/, ruído de 250 ms, ruído de

- Calibração de todos os equipamentos utilizados;
- Explicação sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa e, após o aceite, assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido;

300ms e ruído de 350 ms), utilizou-se o ANOVA two-way com Bonferroni. As diferenças foram consideradas significativas para os valores de p menores que 0,05.

RESULTADOS

Participaram deste estudo dez indivíduos. Seis pertenciam ao sexo feminino e quatro pertenciam ao sexo masculino. A idade média dos participantes foi de 29 anos ($\pm 7,11$), com intervalos de confiança superior e inferior de 34,09 e 23,91, respectivamente. As Tabelas 1 e 2 apresentam as análises descritivas (média, desvio padrão e intervalo de confiança) para os valores de latência e amplitude do complexo P1-N1-P2 dos PEAC nas quatro condições de teste (sílabas /da/, ruído de 250 ms, ruído de 300 ms e ruído de 350 ms). Observa-se que os valores de latência e amplitude são semelhantes para todas as ondas do complexo P1-N1-P2 nas quatro condições de teste dos PEAC.

Tabela 1. Valores de latência do complexo P1-N1-P2 dos PEAC nas quatro condições de teste (sílabas /da/, ruído de 250 ms, ruído de 300 ms e ruído de 350 ms)

Ondas	Média (ms)	DP (ms)	IC Superior (ms)	IC Inferior (ms)
Fonema /da/				
P1	51,81	4,50	55,03	48,59
N1	88,66	14,25	98,86	78,46
P2	150,70	28,15	170,67	130,56
Ruído de 250 ms				
P1	58,89	12,53	67,85	49,92
N1	88,24	13,94	98,22	78,27
P2	155,91	16,18	167,49	144,33
Ruído de 300 ms				
P1	57,64	7,24	62,82	52,46
N1	91,78	10,11	99,02	84,54
P2	151,95	19,45	165,87	138,03
Ruído de 350 ms				
P1	56,18	8,62	62,35	50,01
N1	86,99	16,79	99,01	74,98
P2	151,54	31,42	174,01	129,06

Legenda: DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança; ms – milissegundos.

Tabela 2. Valores de amplitude do complexo P1-N1-P2 dos PEAC nas quatro condições de teste (sílabas /da/, ruído de 250 ms, ruído de 300 ms e ruído de 350 ms)

Ondas	Média (μV)	DP (μV)	IC Superior (μV)	IC Inferior (μV)
Fonema /da/				
P1	-0,25	1,57	0,86	-1,38
N1	-4,35	2,86	-2,30	-6,40
P2	2,36	2,06	3,84	0,88
Ruído de 250 ms				
P1	-0,17	1,41	0,83	-1,19
N1	-3,80	2,54	-1,98	-5,62
P2	2,55	2,06	4,03	1,07
Ruído de 300 ms				
P1	-0,08	1,27	0,82	-1,00
N1	-3,58	2,14	-2,05	-5,12
P2	2,37	2,44	4,12	0,62
Ruído de 350 ms				
P1	-0,22	1,59	0,91	-1,35
N1	-3,28	2,02	-1,83	-4,73
P2	2,22	1,86	3,56	0,89

Legenda: μV , microvolts; DP, desvio padrão; IC, intervalo de confiança.

Tabela 3. Teste de esfericidade

	Valor de p	
	Latência	Amplitude
P1	0,127	0,836
P2	0,176	0,366
N1	0,042*	0,375

* $p < 0,05$

A Tabela 3 apresenta o teste de esfericidade para os valores de latência e amplitude do complexo P1-N1-P2 dos PEAC. Ao considerar a esfericidade existente para a latência de P1 e P2, obtiveram-se valores de p sem diferença significativa ($[F(3) = 1,412; p = 0,261]$) e ($[F(3) = 0,089; p = 0,966]$), respectivamente. Para a latência de N1, a qual não se considerou a esfericidade, o valor de p também não obteve diferença significativa ($[F(1,84, 16,598) = 0,252; p = 0,763]$). Para os valores de amplitude de P1, P2 e N1, com esfericidade considerada para todos, obtiveram-se valores de p também sem diferenças significativas: ($[F(3) = 0,069; p = 0,980]$), ($[F(3) = 0,131; p = 0,941]$) e ($[F(3) = 1,486; p = 0,241]$). As Tabelas 4 e 5 apresentam, respectivamente, as comparações das quatro condições de teste (sílabas /da/, ruído de 250 ms, ruído de 300 ms e ruído de 350 ms) para os valores de latência e amplitude do complexo P1-N1-P2 dos PEAC por meio do teste ANOVA com medidas repetidas (Método Paivise). Observa-se que não há diferença estatisticamente significativa em nenhuma das comparações tanto para os valores de latência quanto para os valores de amplitude.

Tabela 4. Comparação das quatro condições de teste (sílabas /da/, ruído de 250 ms, ruído de 300 ms e ruído de 350 ms) para os valores de latência do complexo P1-N1-P2 dos PEAC por meio do teste ANOVA com medidas repetidas (Método Paivise).

Ondas/Estímulos		Valores de p			
		Fonema /da/	Ruído de 250 ms	Ruído de 300 ms	Ruído de 350 ms
P1	Fonema /da/	-	0,233	0,169	1,000
	Ruído de 250 ms	0,233	-	1,000	1,000
	Ruído de 300 ms	0,169	1,000	-	1,000
	Ruído de 350 ms	1,000	1,000	1,000	-
P2	Fonema /da/	-	1,000	1,000	1,000
	Ruído de 250 ms	1,000	-	1,000	1,000
	Ruído de 300 ms	1,000	1,000	-	1,000
	Ruído de 350 ms	1,000	1,000	1,000	-
N1	Fonema /da/	-	1,000	1,000	1,000
	Ruído de 250 ms	1,000	-	1,000	1,000
	Ruído de 300 ms	1,000	1,000	-	1,000
	Ruído de 350 ms	1,000	1,000	1,000	-

Legenda: ms, milissegundos.

Tabela 5. Comparação das quatro condições de teste (sílabas /da/, ruído de 250 ms, ruído de 300 ms e ruído de 350 ms) para os valores de amplitude do complexo P1-N1-P2 dos PEAC por meio do teste ANOVA com medidas repetidas (Método Paivise).

Ondas/Estímulos		Valores de p			
		Fonema /da/	Com ruído de 250 ms	Com ruído de 300 ms	Com ruído de 350 ms
P1	Fonema /da/	-	1,000	1,000	1,000
	Ruído de 250 ms	1,000	-	1,000	1,000
	Ruído de 300 ms	1,000	1,000	-	1,000
	Ruído de 350 ms	1,000	1,000	1,000	-
P2	Fonema /da/	-	1,000	1,000	1,000
	Ruído de 250 ms	1,000	-	1,000	1,000
	Ruído de 300 ms	1,000	1,000	-	1,000
	Ruído de 350 ms	1,000	1,000	1,000	-
N1	Fonema /da/	-	1,000	0,584	0,982
	Ruído de 250 ms	1,000	-	1,000	1,000
	Ruído de 300 ms	0,584	1,000	-	1,000
	Ruído de 350 ms	0,982	1,000	1,000	-

Legenda: ms, milissegundos.

DISCUSSÃO

Os PEAC podem ser utilizados na prática clínica como medida objetiva dos processos cognitivos, de modo a permitir avaliar algumas habilidades auditivas, como discriminação, memória, atenção e detecção dos estímulos auditivos. Os PEAC parecem os mais promissores para avaliar as disfunções e/ou alterações do sistema

nervoso auditivo central¹⁵. Atualmente, o *Frequency Following Response* (FFR) é o PEA com maiores estudos na área do pós-mascaramento. Com isso, tornou-se uma ferramenta importante para compreender o desenvolvimento e o envelhecimento do sistema auditivo, sendo considerado um biomarcador de sistemas auditivos desordenados¹⁶. Contudo, outros tipos de PEA também continuam sendo utilizados com a mesma finalidade e desfecho, a exemplo do PEAC. O desempenho do reconhecimento de fala na presença de ruído competitivo pode variar de acordo com a forma na qual o estímulo é avaliado. Um dos fatores que influenciam a habilidade para reconhecer o estímulo de fala na presença do ruído é a tarefa de escuta¹⁷. Além disso, uma variedade de fatores relacionada ao estímulo de teste pode influenciar na aplicação e interpretação da técnica utilizada para avaliar o efeito mascarante. No presente estudo, o objetivo de avaliar tamanhos/durações de estímulos diferentes se deu porque a técnica utilizada apresenta limitações no que se refere ao tamanho do estímulo utilizado, uma vez que alguns equipamentos aceitam estímulos até 500ms. Desta forma, comprovou-se que, independentemente da duração do ruído mascarador, seja 250 ms, 300 ms ou 350 ms, não houve diferença nos registros do complexo P1-N1-P2, tanto para latência (Tabela 4) quanto para amplitude (Tabela 5).

Desta forma, os resultados forneceram um novo parâmetro de análise dos efeitos do mascaramento posterior dos PEAC com estímulos de fala. O estudo do mascaramento temporal resultante da aplicação de diferentes estímulos e ruídos contribui para uma maior compreensão da habilidade de perceber a fala em ambientes ruidosos, quando esse ruído oscila em intensidade. Em situações sociais, geralmente o ruído não se mantém constante em intensidade ou espectro de frequência, mas o que poderia servir como um benefício para quem tenta reconhecer seu interlocutor, pode se tornar dificultoso a depender do potencial mascarador que o ambiente imponha ao ouvinte. O perfil do estudo, como uma pequena quantidade de participantes, encoraja outros pesquisadores a investigar e aprofundar a temática no sentido de estabelecer protocolos completos no intuito de avaliar populações com queixas de compreensão de fala na presença do ruído por meio dos PEA. Os achados encontrados neste estudo irão contribuir para que, em pesquisas futuras, sejam viabilizadas maiores possibilidades de padronização de protocolos com uso de ruídos nos PEA corticais, bem como de testes clínicos diagnósticos voltados para a percepção auditiva e respostas corticais acerca dos efeitos do mascaramento posterior.

CONCLUSÃO

Para a amostra estudada, não houve diferença entre os registros do complexo P1-N1-P2 dos PEAC no que se refere às suas latências e amplitudes quando comparados o estímulo de fala /da/ e as diferentes configurações de ruído, seja na duração de 250 ms, 300 ms ou 350 ms.

REFERÊNCIAS

- Billings CJ, McMillan GP, Penman TM, Gille SM. 2013. Predicting perception in noise using cortical auditory evoked potentials. *J Assoc Res Otolaryngol.* 14(6), pp. 891-903.
- Carhart R, Tillman TW. (1970) Interaction of Competing Speech Signals With Hearing Losses. *Arch Otolaryngol.* 91(3), pp. 273-279.
- Didoné DD, Garcia MV, Oppitz SJ, et al. 2016. Auditory evoked potential P300 in adults: reference values. *Einstein.* 14(2), pp. 208-212.
- Duarte DSB, Griz SMS, Rocha MFB, et al. 2021. The effect of noise on the amplitude and morphology of cortical auditory evoked potentials. *BJORL*,1166.
- Griz SMS, Menezes DC, Angelo Venâncio LG, et al. 2020. Effect of Forward Masking on Frequency Following Response as a Function of Age. *J Am Acad Audiol.* 31(5), pp. 317-323.
- Grose JH, Menezes DC, Porter HL, Griz S. 2016. Masking Period Patterns and Forward Masking for Speech-Shaped Noise: Age-Related Effects. *Ear Hear.* 37(1), pp. 48-54.
- Gustafson SJ, Billings CJ, Hornsby, BWY, Key A. 2019. Effect of Competing Noise on Cortical Auditory Evoked Potentials Elicited by Speech Sounds in 7- to 25-year-old Listeners. *Hear Res.* 373, pp.103-112.
- Hodge SA, Menezes DC, Brown KD, Grose JH. 2018. Forward masking of the speech-evoked auditory brainstem response. *OtolNeurotol.* 39(2), pp.150-7.
- Irimajiri R, Golob EL, Starr Q. 2005. Auditory brain-stm; middle-and long-latency evoked potentials in mild cognitive impairment. *ClinNeurophysiol.* 116(8), pp.1918-1929.
- Meha-Bettison K, Sharma M, Ibrahim RK, Mandikal Vasuki PR. 2018. Enhanced speech perception in noise and cortical auditory evoked potentials in professional musicians. *Int J Audiol.* 57(1) pp. 40-52.
- Menezes DC, Griz SMS, Araújo AKL, et al. 2020. Assessment protocols for forward masking in Frequency-Following Response. *Rev CEFAC.* 22(6), pp. e11219.
- Niemczak CE, Vander Werff KR. 2019. Informational Masking Effects on Neural Encoding of Stimulus Onset and Acoustic Change. *EarHear.* 40(1), pp.156-167.
- Papesh MA, Billings CJ, Baltzell LS. (2015) Background noise can enhance cortical auditory evoked potentials under certain conditions. *ClinNeurophysiol.* 126(7), pp.1319-1330.
- Parbery-Clark A, Marmel F, Bair J, Kraus N. 2011. What subcortical-cortical relationships tell us about processing speech in noise. *Eur J Neurosci.* 33(3), pp. 549-557.
- Pratt H, Bleich N, Mittelman N. 2005. The composite N1 component to gaps in noise. *ClinNeurophysiol.* 116 (11), pp. 2648-2663.
- Regaçone, SF, Gução ACB, Frizzo ACF. 2013 Eletrofisiologia: perspectivas atuais de sua aplicação clínica em fonoaudiologia. *Verba Volant.* 4(1), pp.1-20.
- Tichko P, Skoe E. 2017. Frequency-dependent fine structure in the frequency-following response: the byproduct of multiple generators. *Hear Res.* 348, pp. 1-15.
