



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE FONOAUDIOLOGIA

MARIANA CARDOSO LUMERTZ

POTENCIAIS EVOCADOS AUDITIVOS DE LONGA LATÊNCIA EM MÚSICOS
PROFISSIONAIS

FLORIANÓPOLIS

2020

Artigo Original

Potenciais evocados auditivos de longa latência em músicos profissionais *Long latency auditory evoked potentials in professional musicians*

Mariana Cardoso Lumertz¹, Simone Mariotti Roggia².

Trabalho realizado no Curso de Fonoaudiologia, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC – Florianópolis (SC), Brasil.

Endereço para correspondência:

Mariana Cardoso Lumertz

Rua Artur Ferreira, 40, Parque das Avenidas, Sombrio (SC), Brasil, CEP:88960-000.

E-mail: lumertzmariana@gmail.com

Área: Audição

Tipo de manuscrito: Artigo original de pesquisa

Conflito de interesse: Inexistente

Participação das contribuições substanciais: (1) Coleta de dados e escrita do estudo.
(2) Auxílio na coleta de dados e orientação na escrita do estudo.

RESUMO

A música influencia positivamente no processamento auditivo, proporcionando melhores habilidades para a identificação de modificações nas características acústicas. Sendo assim, as respostas para os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) tendem a se mostrar aprimoradas em músicos. **Objetivo:** Estudar os PEALL em músicos profissionais. **Métodos:** Foram analisados os PEALL de 9 indivíduos músicos de 18 a 46 anos e comparado com grupo controle semelhante encontrado na literatura. Foram incluídos na pesquisa indivíduos sem alterações auditivas e sem exposição ao ruído que não seja a música. Os PEALL foram desencadeados com estímulos de fala, sendo analisadas a latência e a amplitude de ondas do complexo P1-N1-P2-N2 e esses resultados foram comparados a um estudo feito com músicos e com não músicos que usaram protocolo de registro dos PEALL semelhante. **Resultados:** Os músicos estudados apresentaram latências menores na posição Fz do que na posição Cz, com exceção de N1. Além disso, foram encontradas menores latências de P1-N1-P2-N2 e maiores valores de amplitude de P1-N1, N1-P2 e P2-N2 quando comparado músicos com não músicos de Kumar et al (2018). **Conclusão:** Os resultados obtidos nos PEALL dos músicos estudados sugerem melhor processamento auditivo a nível cortical do que não músicos.

Descritores: Potenciais evocados auditivos; Córtex auditivo; Música; Adulto; Audição.

ABSTRACT

Music positively influences auditory processing, providing better skills for identifying changes in acoustic characteristics. Thus, the responses to long latency auditory evoked potentials (LLAEP) tend to be improved in musicians. **Purpose:** To study LLAEP in professional musicians. **Methods:** The LLAEP of 9 musician individuals aged 18 to 46 years were analyzed and compared with a similar control group found in the literature. The study included individuals without hearing impairment and without exposure to noise other than music. The LLAEP were triggered with speech stimuli, and the latency and wave amplitude of the P1-N1-P2-N2 complex were analyzed, and these results were compared to a study carried out with musicians and non-musicians who used a similar LLAEP registration protocol. **Results:** The studied musicians had lower latencies in the Fz position than in the Cz position, with the exception of N1. In addition, lower P1-N1-P2-N2 latencies and higher amplitude values of P1-N1, N1-P2 and P2-N2 were found when comparing musicians with non-musicians by Kumar et al (2018). **Conclusion:** The results obtained in the LLAEP of the studied musicians suggest a better auditory processing at the cortical level than non-musicians.

Key words: Auditory evoked potentials; Auditory cortex; Music; Adult; Hearing.

INTRODUÇÃO

A literatura vem mostrando que a música influencia positivamente no processamento auditivo proporcionando melhores habilidades para a identificação de modificações nas características acústicas, tais como mudanças de frequência e intensidade. Sendo assim, as respostas para os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) têm se mostrado aprimoradas em músicos¹.

A presença do PEALL é uma importante indicação de que o sinal acústico foi detectado pelo córtex auditivo². O componente P1 é um dos componentes exógenos das respostas corticais. Seu aparecimento relaciona-se à detecção do estímulo acústico, não dependendo da habilidade de atenção e está fortemente ligado à maturação do sistema auditivo³. Já o componente N1 é um marcador da decodificação das características do som e o P2 é ligado à discriminação auditiva. A melhora em suas latências e/ou amplitude melhora a sincronia neural e por isso os indivíduos apresentam melhora na percepção de fala⁴. Já o N2 é considerado um componente ligado a discriminação física das características acústicas dos estímulos e também se relaciona a fatores responsáveis pelas atividades de atenção, percepção, discriminação e reconhecimento dos sons⁵.

Estudos evidenciaram que músicos possuem melhores e mais eficientes respostas em regiões corticais, mostrando que a experiência musical beneficia o processamento de estímulos linguísticos e não linguísticos. Existem evidências neurais e comportamentais da vantagem dos músicos em algumas tarefas, principalmente nas condições de escuta mais difíceis. Isso pode ocorrer porque a experiência ou treinamento musical de longo prazo aprimora a codificação neural dos sinais acústicos⁶⁻⁷. Estudo com músicos e crianças expostas a música revelou que o P2 indica a neuroplasticidade como um efeito de treinamento musical visto no início do desenvolvimento⁸. Outro estudo mostrou que o grupo de músicos apresentou a latência de P1 mais antecipada do que não músicos. Já na separação da fala do ruído de fundo em músicos, eles apresentaram a amplitude do P1 aumentada durante a escuta ativa e foi relacionada ao desempenho melhor também na tarefa na condição de escuta mais difícil⁷. Em músicos especificamente do rock constataram-se diferenças estatisticamente significantes observadas para as latências das ondas P2 e N2, bem como nas medidas da amplitude dessas ondas⁹. Quando relacionando a música com a idade concluíram que o complexo P1-N1-P2 parece ser mais sensível aos efeitos do envelhecimento do que a musicalidade¹⁰.

Estudos buscam entender os melhores resultados corticais em músicos, e como a música está associada a uma grande quantidade de mudanças neuroplásticas no cérebro, incluindo um processamento neural mais eficiente principalmente com sinais de fala e sinais degradados, no nível cortical¹¹.

Esse tema é bastante abordado fora do país, porém no Brasil foram encontrados pouco estudos. O que mais se aproximou com o objetivo foi um estudo de 2018, que não foi realizado com músicos, mas sim, com estimulação musical através de MP4 logo antes da realização do exame. O grupo de estudo eram mulheres adultas e o mesmo permitiu concluir que houve uma mudança na resposta dos PEALLs com estímulo musical prévio¹². Porém não foram encontrados estudos feitos com músicos profissionais ou longo período de exposição a música e o PEALL especificamente no complexo P1-N1-P2-N2, sendo assim o objetivo deste estudo foi estudar os PEALL em músicos profissionais.

MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da universidade na qual foi realizado, com o parecer número 3490937. Trata-se de um estudo observacional, descritivo, analítico de delineamento transversal, que comparou as respostas dos PEALL de músicos profissionais com as respostas dos PEALL obtidas em um estudo semelhante, no qual foram avaliados músicos profissionais e não músicos⁹. Essa opção foi necessária pois devido a pandemia não foi possível realizar a coleta de dados para um grupo controle.

No estudo de Kumar et al.⁹ foram estudados dois grupos, um de músicos de rock que possuíam experiência profissional mínima de cinco anos de exposição à música rock (duração média de $8,3 \pm 2,3$ anos), praticando um tempo mínimo de 15h por semana (média = $18,2 \pm 3,5$ h/semana) e um de indivíduos não músicos que não estavam recebendo nenhum treinamento formal de nenhum tipo de música e nunca participaram de nenhuma atividade relacionada à música. Os dois grupos foram compostos por 15 indivíduos com idade média de 24,8 anos. O protocolo usado para o registro dos PEALL foi semelhante ao realizado na presente pesquisa e os participantes de ambos os grupos possuíam limiares tonais auditivos dentro dos padrões de normalidade. Os PEALL foram realizados com a colocação de eletrodos, sendo que o eletrodo ativo foi colocado no vértice (Cz), o eletrodo de referência na mastóide da orelha de teste (M1 / M2) e foi colocado também o eletrodo terra em Fpz, de acordo com o formato do sistema internacional (10–20). Os PEALL foram eliciados por estímulo de fala /da/ de 40 ms, apresentado a uma intensidade de 80 dB SPL na polaridade rarefeita, com uma taxa de repetição de 1,1 / s, apresentados de forma monoaural, foram analisadas as ondas das duas orelhas e a média das mesmas foram calculadas usando a opção 'adição ponderada' e a forma de onda resultante foi considerada como a forma de onda final. Isso foi usado para análises posteriores. As latências dos picos P1, N1, P2, N2 e a amplitude de P1 – N1, N1 – P2 e P2 – N2 foram medidas através do eletrodo localizado em Cz⁹.

No grupo estudo da presente pesquisa foram realizados e analisados os PEALL em nove indivíduos, de 19 a 46 anos, que tiveram como critério de inclusão experiência na música profissional há pelo menos cinco anos, com formação formal em música como graduação ou estudo independente por mais de 10 anos. É importante mencionar que a coleta teve que ser interrompida antes do programado por decorrência da pandemia pelo Covid-19, por esse motivo o tamanho da amostra foi menor do que o previsto. Todos os sujeitos estudados apresentavam limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade bilateralmente em todas as frequências da audiometria convencional (de 250 Hz a 8000 Hz). Os critérios de exclusão utilizados foram: exposição a altos níveis de pressão sonora (≥ 80 dBA) durante atividades ocupacionais de outras fontes além da música e histórico clínico de condições que possam acometer a audição. Também foram excluídos indivíduos que apresentaram perdas auditivas condutivas ou mistas na audiometria tonal liminar ou alterações nos resultados do Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico (PEATE). Foram recrutados pacientes através de mídias sociais, por meio de convite. Todos os sujeitos que participaram do estudo assinaram o Termo de consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

A coleta de dados foi realizada na Clínica Escola da universidade no qual o estudo foi realizado. Inicialmente foi realizada a anamnese audiológica de adultos utilizada na Clínica Escola e em seguida foi aplicado um questionário específico

sobre questões relacionadas à musicalidade. Para a realização dos exames o participante precisava estar em repouso acústico de no mínimo 14 horas.

O primeiro exame realizado foi a observação do meato acústico externo (meatoscopia) com o otoscópio 3000 Mini da marca Heine. Após a meatoscopia foi realizada a imitanciometria para descartar comprometimentos de orelha média. A imitanciometria foi realizada no imitanciômetro AT235 *Impedance Audiometer* da marca *Interacoustics*. Foram incluídos nesta pesquisa apenas os indivíduos com curvas timpanométricas do tipo A¹³, a qual indica boa mobilidade do sistema tímpano-ossicular. Após a imitanciometria foi realizada a audiometria tonal liminar, composta pela pesquisa dos limiares auditivos por via aérea, pesquisa dos limiares auditivos por via óssea, caso o paciente apresentasse alteração nos limiares por via aérea, ou se a curva timpanométrica estivesse alterada e também a logaudiometria (Limiar de Reconhecimento de Fala - LRF e o Índice de Reconhecimento de Fala IRF).

Os exames audiológicos foram realizados numa sala silenciosa da clínica escola, dentro de uma cabina acústica. Foi utilizado o audiômetro MADSEN Astera² da marca Otometrics, com o fone de altas frequências da marca SENNHEISER HDA 200. A pesquisa dos limiares auditivos foi realizada na forma decrescente nas frequências de 1000 Hz, 2000 Hz, 3000 Hz, 4000 Hz, 6000 Hz, 8000 Hz, 500 Hz e 250 Hz. Os padrões de normalidade utilizados para a avaliação dos exames audiológicos foram os sugeridos pelo Conselho Federal de Fonoaudiologia¹⁴.

Depois de realizada a avaliação audiológica básica, foi realizada primeiramente a pesquisa do PEATE e, seguida foi pesquisado o PEALL, sendo utilizado para ambos o equipamento para registro de Potenciais Evocados Auditivos (PEA) da marca *Intelligent Hearing System*, modelo *Smart EP*. A pele do paciente foi limpa para os dois exames nas posições nas quais foram colocados os eletrodos, com um creme específico para preparação da pele para a pesquisa dos PEA (*Nuprep*) e gaze. Foram utilizados eletrodos do tipo *Golden Cup*, fixados com fita transpore. Entre o eletrodo e a pele foi utilizada a pasta condutora da marca *Ten20*.

Para o PEATE os indivíduos foram deitados em uma cadeira reclinável, orientados a permanecerem durante as aquisições com os olhos fechados, evitando movimentos palpebrais, mandibulares e cervicais, ficando o mais relaxado possível. Os eletrodos de referência foram posicionados nos lobos das orelhas (A1 e A2), o ativo em Fz na região frontal e o eletrodo terra em Fpz, localizações estas definidas pelo sistema internacional 10/20, permitindo registro simultâneo em dois canais. As impedâncias dos eletrodos e inter eletrodos foram testadas antes do início das aquisições, sempre se mantendo abaixo de 3 Kohms. O protocolo utilizado para a realização do exame foi: 2048 estímulos/clique, com velocidade de 21.1 estímulos/segundo e polaridade rarefeita, ganho de 100K e filtros de 100 a 3000 Hz, a 80 dBNA de intensidade. Foram estimuladas as duas orelhas separadamente, de forma monoaural, e feitas duas replicações em cada orelha. O exame foi realizado para fins de neurodiagnóstico, sendo analisadas suas latências, intervalos-interpicos e amplitudes de acordo com o critério de normalidade seguido na clínica escola¹⁵.

Já no PEALL o registro foi obtido com os eletrodos de referência posicionados nos lóbulos das orelhas (A1 e A2), os eletrodos ativos em Fz e Cz e o eletrodo terra em Fpz (de acordo com o sistema de posicionamento de eletrodos 10/20). Foi garantida impedância elétrica em cada eletrodo e também inter eletrodos menor ou igual a 3 Kohm para dar início ao teste. Para o registro dos PEALL com estímulo de fala foi utilizado o seguinte protocolo: 200 estímulos /DA/, com duração de 206,275ms, velocidade de 1,1 estímulo/segundo, janela de registro de 0 a 500

milissegundos, polaridade alternada, filtros de 1 kHz a 30 kHz, ganho de 50 μ V e 70 dB de intensidade. Os estímulos acústicos foram apresentados via fones de inserção e a estimulação foi feita de modo binaural, ou seja, em ambas as orelhas ao mesmo tempo. Foram feitos dois registros dos PEALL para avaliar a reprodutibilidade.

Para a realização do exame o paciente foi deitado em uma cadeira reclinável, tendo que ficar o mais relaxado possível. Ao mesmo foi solicitado a assistir a um filme de sua escolha, sem som, durante o exame.

As ondas encontradas no PEALL foram marcadas no próprio programa que o realiza, através dos picos encontrados próximos às latências esperadas. As ondas que foram analisadas são P1-N1-P2-N2, e foram consideradas suas latências e amplitudes. Para isso foi analisada a presença de respostas quando os registros foram nos canais (Fz e Cz) e ocorreu à reprodutibilidade das ondas em duas medições¹⁶.

Foi levada em consideração a morfologia dos picos, de acordo com as latências esperadas. Para um adulto, a onda P1 é encontrada entre 55–90 ms após o estímulo, sendo caracterizada por um pequeno pico positivo seguida de um grande pico negativo a onda N1, que ocorre aproximadamente entre 80 e 150 ms, logo após há um segundo grande pico positivo, a onda P2, que é encontrada próxima a 145–200 ms seguida também de um pico negativo o N2 entre 200-280 ms¹⁷⁻¹⁸.

A outra medida analisada foi a amplitude, que se refere ao tamanho da atividade elétrica, medida em microvolts (μ V), preferencialmente, da linha de base do registro até o pico da onda, e analisada individualmente¹⁸. Valores encontrados em estudos similares mostram a amplitude de P1 de 0,1 - 3,0 μ V positivo, a de N1 é encontrada aproximadamente de 5 - 10 μ V negativo, a de P2 perto de 3 - 6 μ V positivo e já a N2 próxima de 1,0 - 3,0 μ V negativos^{4,19}.

RESULTADOS

A caracterização da população estudada encontra-se exposta nas tabelas 1 e 2.

Os resultados obtidos na pesquisa dos PEALL dos músicos estudados neste estudo encontram-se expostos na tabela 3. Os dados foram analisados a partir das respostas dos eletrodos posicionados em Fz e Cz como pode-se observar na figura 1. Mediante a observação dos dados apresentados na tabela 3 pode-se perceber que, com exceção de N1, todas as outras latências dos PEALL foram menores na posição Fz do que na posição Cz. No entanto, no que se refere à amplitude, todos os valores foram maiores na posição Cz do que na posição Fz.

Tendo em vista que no estudo de Kumar et al.⁹ os resultados obtidos foram analisados considerando-se as respostas registradas em Cz, optou-se por utilizar os resultados obtidos dessa mesma forma, para que os resultados do presente estudo pudessem ser comparados com os do referido estudo. Os resultados obtidos nessa comparação encontram-se expostos nas tabelas 4 e 5.

Os dados expostos na tabela 4 demonstram que o grupo de músicos estudados nesta pesquisa apresentou latências menores na maioria dos componentes dos PEALL do que as evidenciadas tanto no grupo de não músicos, como no grupo de músicos do estudo de Kumar et al.⁹. As únicas exceções encontradas foram para o componente P2, no qual as latências foram maiores no grupo de músicos desta pesquisa do que no grupo de músicos estudados por Kumar

et al.⁹ e no componente N2, no qual as latências obtidas neste estudo foram maiores do que nos dois grupos estudados por Kumar et al.⁹

Na tabela 5, pode-se observar que os músicos estudados nesta pesquisa apresentaram maiores valores de amplitude do que os registrados nos dois grupos estudados por Kumar et al.⁹, com exceção da amplitude de P2-N2, que foi menor do que os músicos avaliados no estudo de Kumar et al.⁹.

DISCUSSÃO

Pesquisas em neurociência mostraram que o treinamento musical leva a mudanças em todo o sistema auditivo, que preparam os músicos para desafios de escuta além do processamento musical. Esse efeito do treinamento musical sugere que, semelhante ao exercício físico e seu impacto na aptidão do corpo, a música é um recurso que tonifica o cérebro para a aptidão auditiva²⁰. O treinamento auditivo através da música tem sido um tema bastante pesquisado pois a música pode melhorar positivamente a percepção da fala devido às suas características físicas, como frequência e intensidade²¹. Uma das formas de analisar essas mudanças e benefícios é mediante o uso de exames como o PEALL, os quais podem indicar que a exposição a música melhora seus resultados^{1, 7}.

Com relação às respostas obtidas comparando-se as diferentes posições dos eletrodos, o presente estudo mostrou que as maiores amplitudes das ondas foram encontradas em CZ quando comparado com FZ. Esse resultado também é demonstrado na literatura, o que faz com que estudos restrinjam a análise de dados a esses valores^{17, 12, 21}. Também foi encontrado estudo que utilizou Fz como base para análise, pois no estudo em questão apresentou maiores amplitudes, e assim sendo de mais fácil análise¹⁰. Durante a coleta dos dados observou-se maior facilidade em atingir uma boa impedância dos eletrodos em Fz, tendo em vista que a posição Cz é no couro cabeludo. Desse modo, sugere-se que sempre se faça o registro nas duas posições, para que se analise qual delas proporciona melhor resposta. Além disso, ao serem registrados os PEALL em ambas as posições (Fz e Cz), pode-se também verificar a reprodutibilidade dos registros obtidos nessas duas posições, o que proporciona maior certeza de que as ondas medidas realmente estão presentes.

No que se refere à comparação entre as respostas obtidas nos PEALL dos músicos, comparados com os não músicos, o presente estudo mostrou uma latência menor (melhor) para as ondas P1, N1 e P2 em músicos quando comparados com não músicos (Tabela 4). Também evidenciou uma amplitude pico a pico de P1 - N1, N1 - P2 e P2 - N2 maior em músicos em relação a não músicos (Tabela 5), o que pode ser um indicativo de que os músicos apresentam um processamento cortical da fala aprimorado^{7, 8, 10, 22}.

No estudo de Kumar et al.⁹ foi encontrado latências significativamente menores (melhores) para as ondas P2 e N2 em músicos de rock em comparação com não músicos. Este estudo também mostrou uma amplitude pico a pico de P2 - N2 aprimorada em músicos quando comparados a não músicos.

Comparando os dois grupo de músicos, encontrou-se menores latências para P1 e N1 no grupo estudo dessa pesquisa, e também maiores amplitudes para P1-N1 e N1-P2. Fato esse que pode se explicar pois o estudo usado para comparação apresentou o estímulo de forma monoaural, o que pode ter levado as melhores respostas no presente estudo, quando comparado os resultados. A literatura traz

que a estimulação binaural apresenta respostas mais robustas com relação à estimulação monoaural nos PEA^{5, 23}.

Estudos trazem que músicos que começaram a ter contato direto com a música no primeiros anos de idade mostraram melhores resultados em PEALLs em comparação com aqueles que começaram o treinamento musical mais tarde na vida. Destaca-se que isso não pode ser observado no presente estudo pois a média de idade da amostra para início na música já foi tardio, como pode ser verificado na tabela 1^{20, 11}.

Como encontrado na literatura a música traz diversos benefícios, como para a memória, linguagem e até neuroplasticidade^{8, 24}. O que vai ao encontro com o que foi observado no questionário aplicado com os 9 músicos da pesquisa (tabela 2). Dados encontrados através da resposta do questionário mostram que a música pode estar ligada com uma boa capacidade de memória e de foco, sendo que a grande maioria referiu que percebe ter uma melhor capacidade de memória (77,7%) e de foco (66,7%).

Alguns estudos na literatura trazem resultados semelhantes ao encontrado na atual pesquisa. Um estudo que comparou o PEALL em músicos adultos e não músicos, bem como em crianças. O resultado mostrou que o P2 foi aprimorado em músicos adultos. O resultado também revelou que o P2 mostra neuroplasticidade como efeito do treinamento musical, o que está em consonância com o presente estudo⁸. Já outro que investigou os PEALL com estímulos de fala e relataram uma amplitude significativamente maior de P1 e P2 em músicos adultos jovens em comparação com não músicos. Porém, da mesma forma em termos de latência não revelou diferença significativa nas latências (P1, N1 e P2) entre músicos e não músicos¹. Outra pesquisa indicou um melhor processamento neural de estímulos de fala de curta duração ao nível subcortical e cortical entre músicos quando comparado com não músicos⁷.

Alterações na morfologia da forma de onda dos PEALLs em termos de diminuição da latência e aumento da amplitude são consideradas para indicar aumentos na sincronia neural e conexões neurais fortalecidas²⁵.

O presente estudo apresentou limitações importantes quanto à sua população e tamanho da amostra. Apresentou grande variabilidade de idade e tempo de música profissional e também devido ao período de pandemia que se instalou durante a coleta, não foi possível realizar a avaliação em um grupo de não músicos, assim não tendo grupo controle próprio para o estudo, havendo a necessidade de buscar na literatura estudo semelhante.

Apesar das limitações citadas, o atual estudo mostrou respostas corticais melhores em músicos em comparação com não músicos, o que pode indicar que o treinamento musical afeta o sistema nervoso auditivo central, e isso pode ser observado em respostas de longa latência registradas com estímulos de fala. Também indicou que os músicos apresentaram uma codificação cortical mais rápida, mais robusta e precisa para estímulos complexos. O resultado reflete o funcionamento neural aprimorado nesses indivíduos, devido à exposição contínua da música instrumental em níveis moderados. Desse modo, acredita-se que os dados obtidos neste estudo possam sugerir que o treinamento musical possa ser uma ferramenta útil para melhorar as habilidades de processamento cortical. No futuro, estudos semelhantes poderão ser realizados usando maiores amostras e comparando grupos mais semelhantes.

CONCLUSÃO

Os músicos estudados apresentaram menores latências e maiores amplitudes para as respostas do PEALL quando comparados com não músicos, o que indica um melhor processamento neural com estímulos de fala entre músicos em comparação com não músicos. Acredita-se que os resultados acima refletem uma melhora no funcionamento neural nesses indivíduos, devido exposição da música contínua.

REFERÊNCIAS

1. Polat Z, Atas A. The Investigation of Cortical Auditory Evoked Potentials Responses in Young Adults Having Musical Education. **Balkan Medical Journal**. 15 jan. 2015;31(4):328-334.
2. BROWN CJ et al. Effects of Long-Term Musical Training on Cortical Evoked Auditory Potentials. **Ear and hearing** 30 Sept. 2018; 38(2):74-84.
3. Teixeira C, Griz S, Advíncula K, Caldas S. Sistema auditivo central. In: Boéchat, EM, Menezes PL, Couto CM, Frizzo ACF, Scharlach RC et al. **Tratado de Audiologia**. 2ª. Rio de Janeiro: Guanabara koogan Ltda; 2015. 41-48.
4. Frizzo ACF, Advíncula KP. Potenciais Evocados Auditivos de Longa Latência: Conceitos e Aplicações Clínicas. In: Menezes PL, Andrade KCL, Frizzo ACF, Carnaúba ATL, Lins OG. **Tratado de Eletrofisiologia para Audiologia**. Ribeirão Preto (SP): Booktoy. 2018. 139-150.
5. Bruno RS, Oppitz SJ, Garcia MV, Biaggio EPV. Potencial evocado auditivo de longa latência: diferenças na forma de contagem do estímulo raro. : diferenças na forma de contagem do estímulo raro. **Revista Cefac**. 2016 fev;18(1):14-26.
6. Zendel BR, Tremblay CD, Belleville S, Peretz I. The Impact of Musicianship on the Cortical Mechanisms Related to Separating Speech from Background Noise. **Journal Of Cognitive Neuroscience**. May 2015;27(5):1044-1059.
7. Meha-bettison K, Sharma M, Ibrahim RK, Vasuki PRM. Enhanced speech perception in noise and cortical auditory evoked potentials in professional musicians. **International Journal Of Audiology**. 2017 out.;57(1):40-52.
8. Trainor LJ, Shahin A, Roberts LE. Effects of Musical Training on the Auditory Cortex in Children. **Annals Of The New York Academy Of Sciences**. 2003 nov;999(1):506-513.
9. Kumar P, Anil SP, Grover V, Sanju HK, Sinha S. Cortical and subcortical processing of short duration speech stimuli in trained rock musicians: a pilot study. **European Archives Of Otorhinolaryngology**, 2016 ago;274(2):1153-1160.
10. O'brien JL, Nikjeh DA, Lister J. Interaction of Musicianship and Aging: A Comparison of Cortical Auditory Evoked Potentials. **Behavioural Neurology**. 2015:1-12,
11. Mankel K, Bidelman GM. Inherent auditory skills rather than formal music training shape the neural encoding of speech. **Proceedings Of The National Academy Of Sciences**. 2018 dez;115(51): 13129-13134.

12. Lima D, Regaçone SF, Oliveira ACS, Alcântara YB, Chagas EFB, Frizzo ACF. Analysis of the Effect of Musical Stimulation on Cortical Auditory Evoked Potentials. **International Archives Of Otorhinolaryngology**. 2018 jul;23(1):031-035.
13. Jerger J. Clinical experience with impedance audiometry. **Archives of Otolaryngology**, v. 93, p. 311-324, 1970.
14. SISTEMA DE CONSELHOS DE FONOAUDIOLOGIA. **Guia de Orientação na Avaliação Audiológica**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.fonoaudiologia.org.br/comunicacao/guia-de-orientacao-na-avaliacao-audiologica/>. Acesso em: 09 nov. 2020.
15. Lima JP, Alvarenga KF, Foelkel TP, Monteiro CZ, Agostinho RS. Os efeitos da polaridade do estímulo nos Potenciais Evocados Auditivos de Tronco Encefálico. *Revista Brasileira de Otorrinolaringologia*. 2008 out;74(5):725-730.
16. Banhara MR. Potenciais auditivos de longa latência: N1, P1, N2, P300, evocados por estímulo de fala em usuários de implante coclear. 2007. 100 f. **Tese (Doutorado) - Curso de Mestrado em Ciências**, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
17. Ibrahim IA, Ting HN, Moghavvemi M. The effects of audio stimuli on auditory-evoked potential in normal hearing Malay adults. **International Journal Of Health Sciences**, Kuala Lumpur. 2018 out;12(5):25-34.
18. Regaçone SF, Gução ACB, Frizzo ACF. Eletrofisiologia: perspectivas atuais de sua aplicação clínica em fonoaudiologia. **Verba Volant**, 2013;4(1):1-20.
19. Lunardelo PP, Simões HO, Zanchetta S. Differences and similarities in the long-latency auditory evoked potential recording of P1-N1 for different sound stimuli. **Revista Cefac**. 2019 jun;21(2):1-10.
20. Kraus N, Chandrasekaran B. Music training for the development of auditory skills. **Nature**. 2010 ago;11:599-605.
21. Liang C, Earl B, Thompson I, Whitaker K, Cahn S, Xiang J et al. Musicians Are Better than Non-musicians in Frequency Change Detection: Behavioral and Electrophysiological Evidence. **Front. Neurosci**, 2016 out;10:464-478.
22. Sanju HK, Kumar P. Enhanced auditory evoked potentials in musicians: a review of recent findings. **Journal Of Otology**, 2016 jun;11(2):63-72.
23. Ahadi M, Pourbakht A, Jafari AH, Jalaie S. Effects of stimulus presentation mode and subcortical laterality in speech-evoked auditory brainstem responses. **International Journal of Audiology**. 2014 May;53:243–9.
24. Rocha VC, Boggio PS. A música por uma óptica neurocientífica. **Per Musi**, 2013 jun;27:132-140

25. Shahin A, Bosnyak DJ, Trainor LJ, and Roberts LE. Enhancement of Neuroplastic P2 and N1c Auditory Evoked Potentials in Musicians. **The Journal of Neuroscience**, 2003 jul;23(12):5545–5552

FIGURA 1. REGISTRO DOS PEALL OBTIDO EM UM DOS INDIVÍDUOS ESTUDADOS.

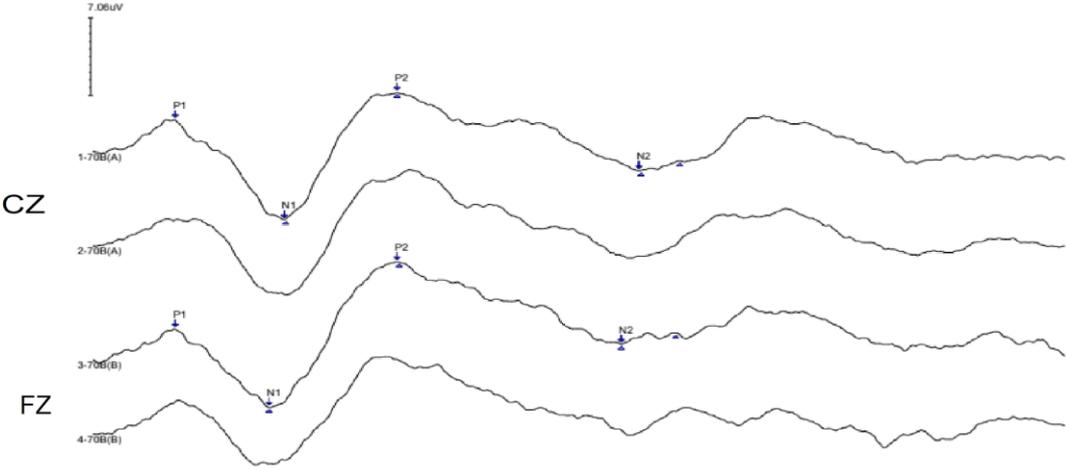


TABELA 1. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ESTUDADA.

Questões	Média	Mínima e máxima	Desvio Padrão
Idade	36,11	19 - 46 anos	8,7
Idade que iniciou na música	13	10 - 15 anos	1,79
Há quantos anos toca instrumentos	20,67	10 - 33 anos	9,22
Quantos anos de músico profissional	12,8	5 - 30 anos	10,45
Quantas horas por semana pratica	12,83	4 -24 horas	7,55

TABELA 2. CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO ESTUDADA QUANTO AO USO DE EPI, GÊNERO E HABILIDADES MUSICAIS.

Questões	Média	Número Absoluto
Gênero musical	MPB 33,3%	MPB 3
	Rock 88,9%	Rock 8
	POP 44,4%	POP 4
	Samba 11,1%	Samba 1
	Sertanejo 11,1%	Sertanejo 1
Não conhecia algum benefício da música no sistema auditivo	0	0
Facilidade em reconhecer tom de música apenas ouvindo	66,7%	6
Percebe desafinações com facilidade	100,0%	9
Percebe ter uma boa capacidade de memória	77,7%	7
Considera ter boa capacidade de foco	66,7%	6
Faz uso de EPIs durante ensaios e shows	33,3%	3
Além de instrumentista, também canta	66,7%	6

TABELA 3. RESULTADOS OBTIDOS NOS PEALL DOS MÚSICOS ESTUDADOS NESTA PESQUISA .

Componentes dos PEALL	Posição CZ		Posição FZ	
	Média [mín-máx] G1 (n=9)	DP	Média [mín-máx] G1 (n=9)	DP
Latência P1	55,11 ms [40 - 74]	12,12	54,78 ms [41 - 67]	10,54
Latência N1	93,33 ms [82 - 103]	6,71	93,67 ms [82 - 106]	6,95
Latência P2	157 ms [130 - 191]	15,52	155,22 ms [120 - 191]	18,32
Latência N2	238,67 ms [192 - 302]	41,39	235,22 ms [155 - 301]	43,96
Amplitude P1-N1	4,14 uV [2,95 - 4,84]	0,70	3,20 uV [1,64 - 4,45]	0,91
Amplitude N1-P2	5,18 uV [3,08 - 7,57]	1,50	4,66 uV [2,16 - 7,06]	1,96
Amplitude P2-N2	3,22 uV [1,69 - 4,60]	0,83	2,79 uV [1,72 - 3,99]	0,84

Legenda: mín=mínimo; máx=máximo; ms= milissegundos; DP= desvio padrão, uV= microvolts

TABELA 4. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA LATÊNCIA DOS PEALL DOS MÚSICOS DESTE ESTUDO, COM OS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE KUMAR ET AL. (2018)

Componentes dos PEALL	Média (ms) G1 (n=9) Coletados	DP	Média (ms) G2 não músicos (n=15) (Estudo Kumar et al.)	DP	Média (ms) G3 músicos (n=15) (Estudo Kumar et al.)	DP
P1	55.11	12.12	63.47	12.53	58.77	9.95
N1	93.33	6.71	102.77	14.16	97.99	9.34
P2	156.11	15.52	157.35	16.97	148.65	8.81
N2	238.67	41.39	236,68	17.69	214.92	9.63

Legenda: mín=mínimo; máx=máximo; ms= milissegundos; DP= desvio padrão

Fonte G2 e G3: KUMAR, Prawin *et al.* Cortical and subcortical processing of short duration speech stimuli in trained rock musicians: a pilot study. **European Archives Of Oto-rhino-laryngology**, [s.l.], v. 274, n. 2, p. 1153-1160, 26 ago. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-016-4285-x>.

TABELA 5. COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS OBTIDOS NA AMPLITUDE DOS PEALL DOS MÚSICOS DESTE ESTUDO, COM OS RESULTADOS OBTIDOS NO ESTUDO DE KUMAR ET AL. (2018)

Componentes dos PEALL	Média (uV) G1 (n=9)	DP	Média (uV) G2 não músicos (n=15) (Estudo Kumar et al.)	DP	Média (uV) G3 músicos (n=15) (Estudo Kumar et al.)	DP
P1-N1	4,14	0,70	2,08	1,36	1,85	1,51
N1-P2	5,18	1,69	2,62	1,63	3,14	1,67
P2-N2	3,22	0,77	3,03	1,18	5,09	1,67

Legenda: mín=mínimo; máx=máximo; uV = microvolts; DP= desvio padrão

Fonte G2 e G3: KUMAR, Prawin *et al.* Cortical and subcortical processing of short duration speech stimuli in trained rock musicians: a pilot study. **European Archives Of Oto-rhino-laryngology**, [s.l.], v. 274, n. 2, p. 1153-1160, 26 ago. 2016. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00405-016-4285-x>.