

Applicability of the P300 frequency pattern test to assess auditory processing

Aplicabilidade do teste padrão de frequência e P300 para avaliação do processamento auditivo

Elisângela Barros Soares Mendonça¹, Lilian Ferreira Muniz², Mariana de Carvalho Leal³, Alcides da Silva Diniz⁴

Keywords:

attention;
electrophysiology;
hearing;
P300 evoked potential.

Abstract

Temporal ordering and auditory attention are important skills in information processing, being evaluated by a behavioral test, as the frequency pattern test (FPT) in temporal ordering (TO) and electrophysiological testing, as the P300 in auditory attention. **Objective:** To analyze the applicability of FPT and P300 as testing for auditory processing. **Method:** We performed an integrative literature review, with papers that met the inclusion criteria, using the MedLine, LILACS and SciELO databases, with the keywords: hearing attention, P300 evoked potential, P300 and electrophysiology, temporal ordering, processing and FPT. We found 13 papers concerning the use of the TPF and 16 regarding the use of P300. **Results:** The TPF was the most used test in the evaluation of TO, presented in a diotic way in individuals with language disorders, musicians, blind people, rural workers and different age groups. The P300 is used in the frequency of 1000 Hz in the frequent stimulus and 2000 Hz for the rare stimulus, applicable in individuals of both genders, different age groups, and in patients with Down syndrome, liver cirrhosis, AIDS and Sleep Apnea Syndrome. **Conclusion:** The FPT and P300 are efficient instruments used to assess the intended skills.

Palavras-chave:

atenção;
audição;
eletrofisiologia;
potencial evocado
P300.

Resumo

Ordenação temporal e atenção auditiva são habilidades importantes no processamento da informação, sendo avaliadas com teste comportamental, como o teste padrão de frequência (TPF), na ordenação temporal (OT) e por teste eletrofisiológico, como o P300, na atenção auditiva. **Objetivo:** Analisar a aplicabilidade do TPF e P300 como testes para avaliação do processamento auditivo. **Método:** Foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa, com artigos que atenderam aos critérios de inclusão, utilizando as bases de dados MedLine, LILACS e SciELO, com as palavras-chave: atenção auditiva, potencial evocado P300, eletrofisiologia e P300, ordenação temporal, processamento e TPF. Foram identificados 13 artigos concernentes ao uso do TPF e 16 referentes ao uso do P300. **Resultados:** O TPF foi o teste mais utilizado na avaliação da OT, apresentado de forma diótica em indivíduos com alterações de linguagem, músicos, com cegueira, trabalhadores rurais e diversas faixas etárias. O P300 é feito na frequência de 1.000 Hz no estímulo frequente e 2.000 Hz para estímulo raro, aplicável em indivíduos de ambos os sexos, diversas faixas etárias, e em portadores de síndrome de Down, cirrose hepática, AIDS e síndrome da apneia do sono. **Conclusão:** O TPF e P300 são instrumentais eficazes para avaliação das habilidades propostas.

¹ Doutoranda do Programa de Saúde da Criança e do Adolescente - UFPE (Fonoaudióloga do Núcleo de Atenção ao Servidor da Gerência Regional de Educação da Mata Norte do Estado de Pernambuco na cidade de Nazaré da Mata - PE).

² Doutora em Psicologia Cognitiva - UFPE (Professora Adjunta do Departamento de Fonoaudiologia da UFPE).

³ Doutora pela USP-SP (Professora Adjunta de Otorrinolaringologia da UFPE).

⁴ Pós-doutor pelo Prince Leopold Institute of Tropical Medicine - Bélgica, Doutor em Nutrição - UFPE (Professor Associado do Departamento de Nutrição da UFPE).

Endereço para correspondência: Elisângela Barros Soares Mendonça, Rua Alzira Vieira da Cunha, nº 105, Goiânia - PE, Brasil. CEP: 55900-000.

Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) do BJORL em 10 de dezembro de 2012. cod. 10654.

Artigo aceito em 30 de abril de 2013.

INTRODUÇÃO

O Sistema Nervoso Auditivo (SNA) é um sistema altamente complexo e tem papel relevante para o correto reconhecimento e discriminação de eventos auditivos, desde os mais simples, como um estímulo não verbal, até os mais complexos, como é o caso da fala e da linguagem.

O cérebro é responsável pela maior parte do processamento auditivo (PA) da fala, que tem início na cóclea, onde a atividade mecânica é transformada em impulsos nervosos. Ouvir, no sentido fisiológico, integra três componentes: atividade periférica, atividade auditiva central e os processos do Sistema Nervoso Central (SNC)¹. Quando há uma ruptura em qualquer um desses fatores, ocorre um déficit no reconhecimento da fala.

O cerebelo também participa no processamento auditivo e ainda colabora em várias funções cognitivas, como a memória, o processamento da linguagem e de operações linguísticas, entre outros¹. Além dessas funções, ele participa, ainda, na manutenção, monitoramento e organização temporal², intensificando a resposta neural, coordenando a direção da atenção seletiva, sendo ativado em testes de memória de curta e longa duração³.

Enquanto o sistema auditivo periférico recebe e analisa os estímulos auditivos do meio ambiente, o sistema auditivo central e o cérebro analisam as representações internas desses estímulos acústicos e uma resposta é programada pelo indivíduo. A construção que se faz acerca do sinal auditivo para tornar a informação funcionalmente útil é chamada de processamento auditivo (PA) e constitui numa série de operações mentais que o indivíduo realiza ao lidar com informações recebidas, via sentido da audição, e que dependem de uma capacidade biológica inata, do processo de maturação e das experiências e estímulos no meio acústico². É necessário, portanto, possuir limiares auditivos normais, mas é preciso que o sinal acústico seja analisado e interpretado, para que se transforme em uma mensagem com significado.

O PA envolve uma série de habilidades auditivas como localização, detecção, figura-fundo, separação binaural e outras e, dentre elas, encontra-se a ordenação temporal, que pode ser simples, quando o sujeito identifica sons não verbais no silêncio; e complexa, quando identifica sons verbais competitivos, mantendo uma ordem apresentada⁴. Esta habilidade pode ser analisada pelo teste padrão de frequência, que é comportamental, depende da resposta do indivíduo avaliado e mostra o modo de funcionamento do sujeito. Outra habilidade que compõe o PA, trabalhando de maneira integrada com as demais habilidades, é a atenção auditiva. Esta se configura pela capacidade de manter-se focado, atento, a um estímulo auditivo⁵ e pode ser analisada pelo P300, teste objetivo, fisiológico, que mostra mudanças ainda não observáveis no funcionamento do indivíduo.

Entende-se que na avaliação da ordenação temporal e da atenção auditiva outras habilidades estão envolvidas nesse processo, como a discriminação de frequência e memória. Sendo assim, os testes podem ser usados conjuntamente, pois se completam, trazendo informações complementares e com maior ou menor participação do indivíduo avaliado.

Estes testes são apenas alguns dos testes destinados a avaliar o SNA, mais especificamente o evento complexo que é o PA, na luta por elucidar as suas relações com outras alterações, mas principalmente com as alterações de linguagem.

As funções do SNA são influenciadas pela sequência de eventos sonoros que ocorrem no tempo, configurando o processamento da informação temporal⁴. O PA temporal, que se constitui como a base do processamento auditivo, é uma habilidade fundamental na percepção auditiva de sons verbais e não verbais, na percepção de música, ritmo e pontuação, na discriminação de *pitch*, de duração e de fonemas⁶.

Diferenças na acentuação, pistas prosódicas, como pausas e velocidade de fala, permitem que o ouvinte identifique a palavra chave e determine o conteúdo semântico⁶.

Dentre as habilidades do processamento temporal, encontra-se a ordenação temporal, que está diretamente relacionada à percepção e discriminação fonêmica necessárias à formação do sistema fonológico da língua alvo⁴.

Uma das principais causas de fracasso escolar entre as crianças é a falta de atenção⁷. Esse problema pode ser a manifestação de certo número de doenças, incluindo o Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH) e o Distúrbio do Processamento Auditivo (DPA), dentre outras. No entanto, ainda não há um consenso se a dificuldade na atenção auditiva é um componente associado ao DPA ou reflete apenas um déficit isolado no processo de atenção⁷. A atenção auditiva é imprescindível para a aquisição de aspectos acústicos e fonéticos dos padrões linguísticos, essenciais no processo de aprendizagem da leitura e escrita^{5,7}.

A desatenção é um problema que faz com que a pessoa perca ou não registre as informações em sua memória de trabalho para processá-las. Esse distúrbio acarreta mais tempo na execução das tarefas do trabalho ou da escola, uma vez que se busca sempre qual a informação perdida, devido a sua desatenção e, como resultado, o processamento da informação é atrasado⁵. Sendo assim, o aprendiz com DPA pode demonstrar problemas com compreensão, discriminação e memória auditiva, déficits de linguagem, figura-fundo e o seu aprendizado é afetado, pois esse depende do grau de atenção⁸. Dentre as habilidades do PA, a dificuldade de atenção auditiva é a mais prevalente entre os escolares⁹.

A avaliação do PA engloba a capacidade do ouvinte em identificar, discriminar e perceber os aspectos segmentais e suprasegmentais da fala, capacidade essa diretamente associada aos aspectos temporais auditivos¹⁰.

MÉTODO

Nessa avaliação, recomenda-se a utilização de estímulos verbais e não verbais, com uso de testes comportamentais ou eletrofisiológicos que avaliam as habilidades auditivas⁸.

Os testes comportamentais são considerados como a principal chave no diagnóstico de alterações de PA em adultos e crianças¹¹.

Dentre os testes comportamentais de detecção e identificação de ordenação temporal mais utilizados, estão o Teste de Padrões de Frequência (TPF) e o Teste de Padrões de Duração (TPD)¹².

Tecnicamente, tais testes podem ser aplicados em campo livre, uma vez que estudos normativos não evidenciaram diferença significativa entre as orelhas direita e esquerda¹².

Observa-se que mais de 60% dos avaliadores da área aplicam o TPF e com menor frequência o TPD¹³.

Na avaliação da habilidade da atenção auditiva, pode-se utilizar o potencial auditivo de longa latência, também chamado P300.

O P300 é um componente positivo com pico em torno de 300 ms ou mais, após o início do estímulo. É gerado usando uma série de estímulos sonoros (frequentemente) e estímulos diferentes (raros), que aparece aleatoriamente. O resultado do exame é obtido em função da focalização de atenção no estímulo raro¹⁴.

O estímulo diferente (raro) ocorre entre 15% e 20% das vezes, e o sujeito deve identificá-lo, normalmente, contando mentalmente quantas vezes esse estímulo ocorre. O sistema auditivo habitua-se a ouvir o estímulo frequente, e, portanto, menos neurônios respondem a esse estímulo. Já o estímulo raro, que é ouvido poucas vezes, faz com que o sistema responda com mais neurônios; portanto, a curva gerada por esses neurônios é maior do que a gerada pelo estímulo frequente. Subtraindo-se o estímulo raro do frequente, obtém-se o P300¹⁵.

O atraso na latência da onda P300 estaria relacionado com um possível déficit no processamento cognitivo, uma vez que o eliciar desse potencial envolve áreas corticais de percepção, atenção e memória auditiva, além de mecanismos da cognição^{14,15}.

A avaliação do PA, com o uso também dos testes mencionados, tem ainda o objetivo de monitorar a reabilitação fonoaudiológica por meio do treinamento auditivo (TA), visando minimizar as habilidades auditivas alteradas, visto que estas são necessárias para a compreensão da fala¹². Essa técnica baseia-se na plasticidade neural, que é a mudança em células nervosas que ocorrem de acordo com as influências ambientais e que considera os cérebros jovens, como de crianças e adolescentes, com maior plasticidade e, portanto, podendo se alterar rapidamente¹².

O objetivo desse trabalho foi o de analisar a aplicabilidade do TPF e do P300 para a avaliação da ordenação temporal e atenção auditiva, respectivamente, por meio de uma revisão da literatura.

Foi realizada uma revisão bibliográfica integrativa (base documental), buscando artigos indexados nas bases de dados: *Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line* (MedLine, EUA), *Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde* (LILACS, Brasil) e da *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO, Brasil). Foram utilizadas, na busca de artigos, as palavras-chave: eletrofisiologia e P300, atenção auditiva, potencial evocado P300, ordenação temporal, processamento e TPF. Os critérios de inclusão foram: artigos com texto completo publicado e indexado, disponíveis nos referidos bancos de dados em português e/ou inglês, no período de 2006 a 2011, que abordassem o TPF e o P300 para avaliação das habilidades de ordenação temporal e atenção auditiva, respectivamente (Figura 1).

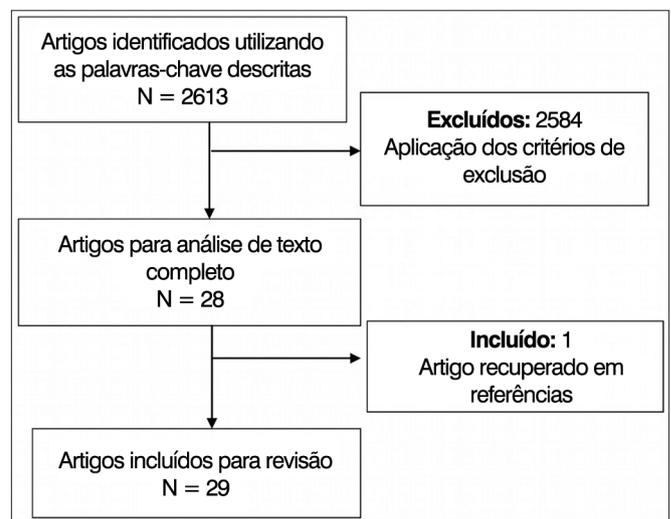


Figura 1. Diagrama explicativo sobre o processo de seleção dos artigos.

Os critérios de exclusão foram: os artigos que abordavam a habilidade em sujeitos com hiperatividade, déficit de atenção, doenças ou lesões neurológicas, doenças psiquiátricas, alterações auditivas periféricas, gagueira, artigos de estudo de um só caso, artigos em duplicidade nas bases de dados e artigos de revisão bibliográfica.

Encontraram-se 13 artigos abordando o teste padrão de frequência para avaliação da ordenação temporal e 16 artigos com uso do P300 para a análise da atenção auditiva.

RESULTADOS

Observa-se que o TPF pode ser usado para avaliar a ordenação temporal em diversas situações. Na maioria delas, em indivíduos com distúrbios de linguagem, mas também pode ser realizadas em músicos, pessoas com cegueira, trabalhadores rurais, pacientes respiradores orais e em várias faixas etárias como em crianças, adolescentes, jovens e adultos (Quadro 1).

Quadro 1. Aplicabilidade do teste padrão de frequência na avaliação da ordenação temporal: 2006-2011.

Estudo	Amostra/faixa etária	Delineamento	Aplicabilidade	Resultados
1. Frederigue-Lopes et al., 2010 ¹⁶	43 escolares (7 a 11 anos)	Transversal	Apresentação do estímulo em função da idade	O desempenho foi significativamente superior no murmúrio em relação à nomeação ($p = 0,0001$), com aumento significativo do desempenho do TPF em relação à idade no modo nomeação (0,0491).
2. Santos et al., 2010 ¹⁷	12 escolares (5 a 13 anos)	Série de casos	Desvio fonológico	Alteração gradativa no TPF com aumento da gravidade do desvio fonológico ($p = 0,011$).
3. Caumo et al., 2009 ¹⁸	15 escolares (7 a 12 anos)	Transversal	Desvio fonológico	Aumento da alteração no TPF <i>pari passu</i> ao incremento na alteração fonológica ($p = 0,041$).
4. Simões & Schochat, 2009 ¹⁹	40 escolares (7 a 12 anos)	Transversal	Com e sem dislexia, ambos com TPA sem queixa de leitura e escrita.	A desordem do processamento sem queixa de leitura no grupo com dislexia e sem dislexia altera a ordenação temporal na mesma proporção (5%) ($p = 1,0$).
5. Murphy & Schochat, 2009 ²⁰	63 escolares (9 a 12 anos)	Transversal	Com e sem dislexia	A dislexia altera o TPF ($p < 0,05$).
6. Soares et al., 2011 ²¹	12 escolares (8 a 12 anos)	Série de casos	Alteração de leitura e escrita	TPF alterado em 7 escolares, mas este não altera necessariamente o P300 ($p = 0,19$).
7. Correa et al., 2011 ⁸	102 escolares (8 a 12 anos)	Transversal	Respiradores orais e nasais	Respiradores orais têm desempenho inferior na forma murmúrio (OD - $p = 0,0152$, OE - $p = 0,0015$) e nomeação (OD - $p = 0,0045$, OE - $p = 0,0282$) do TPF do que respiradores nasais.
8. Fortunato-Tavares, 2009 ²²	23 escolares (8 a 10 anos)	Transversal	Crianças com e sem distúrbio específico de linguagem (DEL)	Crianças com DEL têm baixo desempenho no TPF, com coeficiente de correlação entre TPF e o teste de compreensão da linguagem com alta complexidade sintática (TCL - ACS) de 0,97, indicando uma correlação positiva quase perfeita (coeficiente de correlação de Pearson de valor 1).
9. Onoda et al., 2006 ²³	60 adolescentes a adultos (17 a 40 anos)	Transversal	Descendentes de japoneses, falantes da língua portuguesa (LP) e falantes e não falantes da língua japonesa (LJ) x brasileiros, falantes da LP e não falantes da LJ	Descendentes de japoneses falantes ou não da língua japonesa possuem melhor desempenho no TPF do que brasileiros ($p = 0,001$).
10. Nascimento et al., 2010 ²⁴	40 adolescentes (< 20 anos) e adultos (> 30 anos)	Transversal	Músicos e não músicos	O TPF tem desempenho superior nos músicos tanto para orelha direita ($p = 0,003$), quanto esquerda ($p = 0,002$).
11. Boas et al., 2011 ²⁵	12 jovens e adultos (maiores que 18 anos)	Transversal	Cegueira	Bom desempenho no TPF em 11 jovens (95 a 100% de acertos).
12. Camarinha et al., 2011 ²⁶	43 jovens e adultos (18 a 59 anos)	Transversal	Trabalhadores rurais expostos ao organofosforado	No TPF, o índice de acertos variou de 0 a 96,6%, com média de 47,2% e com relação à escolaridade $>$ ou \leq que 3ª série não houve diferença no teste ($p = 0,37$), ou seja, a escolaridade não influenciou no teste.
13. Ishii et al., 2006 ¹⁰	78 adultos (18 a 55 anos)	Transversal	Cantores profissionais x amadores afinados e desafinados	O TPF mostrou-se sensível para distinguir cantores profissionais (97,7%) de amadores afinados (93,1%) ($p = 0,004$) e desafinados (83,7%) ($p < 0,01$).

Verifica-se que a maioria dos estudos com TPF são do tipo transversal, com teste realizado em cabina acústica por meio de fones de ouvido^{9,10,16-19}.

O TPF foi aplicado em todos os estudos, mas em seis deles, também foi aplicado o TPD para avaliar a ordenação temporal^{11,16,18,20,21,23,26}, sendo usado na versão infantil da *Autitec*¹⁶ ou na versão infantil e adulta, dependendo da idade do pesquisado¹⁷.

Observa-se que não existe uma uniformidade quanto à aplicação da intensidade do teste, pois foi aplicado na intensidade de 50 dBNA^{20,27}, 60 dBNA¹⁸, 70 dBNA^{22,23}, ou, ainda, em 50 dBNA na média tritonal²⁴ ou acima do Limiar de recepção de fala (LRF)²¹.

A quantidade de estímulos aplicados foi de 60 em dois estudos^{16,19}, mas muitos não descreviam esse quantitativo na metodologia, embora se saiba que em seis

estudos^{16,17,20,21,23,24}, o TPF foi dióptico, ou seja, o estímulo foi dado para as duas orelhas simultaneamente e em dois, na forma monóptica^{8,24}. Quanto à classificação para o padrão de acertos, quando referido, utilizou-se aquela recomendada por Musiek^{26,28} ou Balen^{16,22,27}.

Quanto ao modo de resposta ao teste, seja em nomeação ou murmúrio (*humming*), verifica-se que os estudos aplicam uma das formas, nomeação^{18,20,24} ou murmúrio^{24,25}, mas a maioria dos que descreveram a metodologia aplicada utilizava ambas as formas ou deixava o indivíduo do estudo escolher a melhor forma de resposta^{8,16,17,23}.

Existe uma relação entre a leitura e escrita e o processamento temporal nos indivíduos disléxicos^{19,20}.

Dos 52 escolares respiradores orais sem alterações auditivas, verifica-se que o desempenho da habilidade de ordenação temporal encontra-se abaixo do esperado para a idade em metade dos escolares do estudo, em ambas as orelhas na forma de nomeação (Orelha direita (OD) = 29, Orelha esquerda (OE) = 30), e em quase metade dos escolares na forma de murmúrio (Orelha direita (OD) = 22, Orelha esquerda (OE) = 26), assim como a atenção e memória, visto que a respiração oral altera o sistema hematológico do indivíduo, interferindo na saúde em geral e que a sonolência diurna pode interferir na atenção da criança, prejudicando o aprendizado⁸.

O teste de padrão de frequência é sensível (83%) em identificar desordens do processamento auditivo decorrentes de alterações cerebrais, porém, não é tão sensível às lesões de tronco encefálico (45%) nem à lesão coclear (12%), embora apresente uma especificidade elevada de 82%²⁹. O reconhecimento do padrão como um todo seria feito pelo hemisfério direito e a sequencialização do padrão pelo hemisfério esquerdo, exigindo uma comunicação inter-hemisférica, realizada pelo corpo caloso. Antes de ser decodificada ou sequencializada pelo lado esquerdo, ocorreria a estocagem em memória de curto prazo, sendo essa uma função cerebral. A resposta verbal requereria uma conexão neural da decodificação da sequência subcorticalmente da área temporo-parietal posterior, via trato intra-hemisférico da substância branca até a região frontal do cérebro, dentro da fissura central, onde a resposta motora seria organizada e iniciada²⁹.

Quanto à atenção auditiva, sabe-se que, dentre os diversos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL), o P300 ou Potencial cognitivo é o mais utilizado na prática clínica e tem grande utilidade no estudo das funções cognitivas, atenção e memória recente¹⁵.

Observa-se que o P300 já foi experienciado em várias situações, buscando-se obter parâmetros para determinadas faixas etárias³⁰⁻³⁶ e que as latências do sexo masculino são maiores que no sexo feminino³² (Quadro 2).

Verifica-se que a maioria dos estudos analisam a latência e a amplitude, contudo, a latência é o indicador

mais confiável do que amplitude, visto que esta é difícil de ser alterada em função da atenção³⁷ (Quadro 2).

Em alguns estudos, verifica-se que à medida que aumenta a idade dos sujeitos, os valores para latência para o P300 tendem a aumentar^{35,38}, mas, em outros, latência é estável^{33,38,39}.

A amplitude N2-P3 apresenta grande variabilidade nos P300, como verificado no estudo com reavaliação dela durante o período de três meses⁴⁰ e em casos em que as variáveis sexo e período do ciclo menstrual influenciam-na³⁶ (Quadro 2).

Em portadores de síndrome da apneia do sono (SAOS), verifica-se redução da amplitude do P300, sugerindo disfunção cognitiva induzida por diminuição da memória auditiva³⁹.

Já os adultos, pacientes com AIDS, apresentam alterações no potencial cognitivo sugerindo comprometimento da via auditiva em regiões corticais e déficit no processamento cognitivo das informações auditivas nessa população⁴¹.

De maneira geral, pelos estudos levantados na literatura, verifica-se que, nos pacientes com síndrome de Down³⁴, AIDS⁴¹ e desvio fonológico⁴², os parâmetros de amplitude e latência apresentaram-se alterados, mas, nos portadores de SAOS³⁹, apenas a amplitude estava alterada e nos casos de cirrose hepática sem encefalopatia⁴⁰, apenas a latência.

Os equipamentos utilizados na maioria dos estudos para execução do P300 foram o equipamento *Biologic's Evoked Potential System* versão 6.1.^{32,33,39} e o *Amplaid MK 22* de dois canais^{36,42}.

Todos os exames P300 rastreados no levantamento bibliográfico utilizaram o paradigma *oddball*, com 80% de estímulos frequentes (EF) e 20% de estímulos raros (ER). A frequência mais utilizada para o EF foi 1.000 Hz^{14,21,30,35,38,39-44}, e o ER mais usado foi 2.000 Hz^{14,30-34,39,40,42-44} com quatro estudos utilizando 1.500 Hz^{21,36,38,43}.

Para a execução do exame, foi mencionado o uso da pasta de limpeza na pele *Nuprep Abrasive Skin Gel*², pasta abrasiva *OMNI*³⁴ e *Every Per La Pulizia Della Cute*³⁶, a pasta eletrolítica para melhor condutividade da corrente elétrica como EEG^{32,33} com eletrodo fixado com micropore^{31,33,41,42}. Para facilitar o relaxamento durante o exame, tinha-se uma sala silenciosa^{21,36,41}, semiescura^{14,34,36}, em cadeira reclinável^{21,41,43} ou em maca^{14,36,42}.

Os eletrodos foram colocados nas mastoides e no vértex⁴³, mas também foi posicionado no vértex (Cz), frente (Fz) e mastoides (A1 e A2)^{21,30,31,33,39,41}, contudo, uma considerável parte dos estudos utilizou-se do sistema internacional 10-20 em que os eletrodos são colocados na frente (Fz), vértex (Cz), parietal (Pz), lóbulos das orelhas (A1-esquerda, A2-direita)^{14,34-36,42-44}. Em um estudo, acrescentou-se a forma de disposição dos eletrodos do Sistema internacional 10-20, um eletrodo acima da sobrancelha

Quadro 2. Aplicabilidade do P300 na avaliação da atenção auditiva: 2006-2011.

Estudo	Amostra/faixa etária	Delineamento	Aplicabilidade	Resultados
1. Advíncula et al., 2008 ⁴²	20 escolares (7 a 14 anos)	Transversal	Com e sem desvio fonológico	Os valores médios da amplitude do N2 foram menores no grupo com desvio fonológico em ambas as orelhas (OD - $p = 0,0047$, OE - $p = 0,0003$).
2. Soares et al., 2011 ²¹	12 escolares (8 a 12 anos)	Série de casos	Alteração de leitura e escrita	Não houve diferença estatística nas latências entre a OD e OE ($p = 0,151$) e apenas 17% tinham P300 alterado.
3. Della Coletta et al., 2007 ⁴³	36 escolares (9 a 10 anos)	Transversal	Com e sem síndrome de Duchenne (SD)	Apesar dos pacientes com SD mostrarem um pior desempenho quando comparados com o grupo controle, não houve diferença estatística dos valores da latência ($p = 0,14$) e amplitude ($p = 0,17$) entre os grupos.
4. Duarte et al., 2009 ³³	33 escolares a adultos (7 a 34 anos)	Série de casos	Idade e gênero	Não houve diferença entre as latências das ondas N2 e P3, tanto na posição Fz ($p = 0,95$ e $p = 0,92$ respectivamente) quanto Cz ($p = 0,94$, $p = 0,69$, respectivamente) com relação ao gênero, assim como na amplitude do P3, não ocorreu correlação quanto à idade ($p > 0,05$) em todas as posições.
5. Machado et al., 2009 ³⁵	22 jovens e adultos (18 a 31 anos)	Série de casos	Sexo e ciclo menstrual	Os valores da amplitude foram influenciados pelo sexo ($p = 0,049$) e ciclo menstrual ($p = 0,016$).
6. Simões et al., 2009 ³⁰	25 jovens e adultos (18 a 30 anos)	Transversal	Com e sem ruído mascarante	Não houve diferenças nas latências (OD - $p = 0,59$, OE - $p = 0,872$) e nas amplitudes (OD - $p = 0,241$, OE - $p = 0,236$) entre as condições sem e com ruído para a onda P300, mas na onda P200 houve diferença na amplitude entre as condições sem e com ruído ($p < 0,001$).
7. Matas et al., 2011 ³⁸	49 jovens e adultos (18 a 40 anos)	Transversal	Gênero e treinamento auditivo	Não houve diferença na latência da onda P300 entre os gêneros ($p = 0,49$ e $0,12$, respectivamente feminino e masculino), mesmo após o treinamento auditivo, contudo, a amplitude N2-P3 diminuiu para ambos os gêneros ($p = 0,03$ e $0,003$, respectivamente) após treinamento auditivo.
8. Silva et al., 2007 ⁴¹	42 jovens e adultos (19 a 48 anos)	Transversal	Com e sem HIV/AIDS	O grupo com HIV/AIDS apresentou maiores latências ($p = 0,010$) e menores amplitudes ($p = 0,021$).
9. Crippa et al., 2011 ³²	33 jovens e adultos (18 a 55 anos)	Transversal	Gênero	Latência do sexo masculino é superior ao feminino tanto para OD ($p = 0,002$) quanto na OE ($p = 0,008$).
10. Martins et al., 2011 ³⁹	66 jovens e adultos (22 a 59 anos)	Transversal	Portadores de síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) e roncopatas primários	A amplitude no P300 foi menor nos portadores de SAOS ($p = 0,003$), mas a latência foi semelhante ($p = 0,089$) em ambos os grupos.
11. Teodoro et al., 2008 ⁴⁰	85 jovens e adultos (20 a 65 anos)	Transversal	Com e sem cirrose hepática/idade	Existe aumento na latência do P300 do grupo cirrótico, tanto no grupo de 25-45 anos ($p = 0,03$), quanto no grupo de 46-65 anos ($p = 0,014$).
12. Cesar et al., 2010 ³⁴	51 jovens e adultos (19 a 38 anos)	Transversal	Com e sem síndrome de Down	Foram identificadas latências do P300 (N1, P2, N2 e P3) prolongadas ($p = 0,0088$, $p = 0,0032$, $p = 0,000$, $p = 0,000$, respectivamente) e amplitude N2-P3 ($p = 0,0023$) diminuída nos indivíduos com síndrome de Down.
13. Sá, Pereira, 2011 ⁴⁴	45 mulheres adultas (20 a 36 anos)	Clínico prospectivo	Exposição à música	O teste aplicado com músicas de velocidade rápida e lenta ou sem música têm desempenho semelhante na latência e amplitude em todas as avaliações realizadas ($p > 0,05$).
14. Rezende et al., 2008 ¹⁴	60 mulheres adultas (21 a 46 anos)	Série de casos	Com e sem Lúpus Eritematoso Sistêmico	Não houve diferenças quanto à latência e amplitude entre a presença/ausência da síndrome (OD - $p = 762$, OE - $p = 0,890$).
15. Massa et al., 2011 ³¹	15 homens adultos (22 a 55 anos)	Série de casos	Estímulo verbal e não verbal	As latências do P300 com estímulos verbais foram significativamente maiores que nos estímulos não verbais ($p = 0,001$), contudo, as médias das amplitudes foram menores para os estímulos verbais em relação aos não verbais ($p = 0,004$).
16. Coser et al., 2010 ³⁵	62 idosos (60 a 74 anos)	Transversal	Idade	A latência do P300 aumenta com a idade em uma taxa de 2,85 ms por ano entre a idade de 60 e 74 anos ($p < 0,0001$).

direita e um no canto esquerdo do olho para controle do eletro-oculograma⁴⁰.

Sugere-se que o uso de dois eletrodos ativos posicionados em Fz e Cz pode ser considerado um recurso a mais para auxiliar na análise do registro do P300³³.

O indivíduo, com fones 3A^{14,33,39,44} ou TDH39^{21,30,38,41}, recebia um treinamento de como seria o exame^{14,33,35,36}, após a explicação de que o mesmo deveria manter sua atenção no estímulo raro, e que deveria contar mentalmente e levantar a mão ao ouvi-lo^{36,38,39,42,44} ou contar em voz alta^{21,31,33}, evitando, com isso, a manutenção da vigilância, recebendo a instrução de manter os olhos fechados^{31,36,42,44}.

O ato motor de levantar a mão associado à contagem de estímulos raros é relatado como mais fácil e, por isso, acredita-se que essa metodologia pode ser adotada para indivíduos com dificuldades em realizar o exame apenas contando em sequência³⁶.

Os parâmetros utilizados na maioria dos estudos analisados com P300 foram: binaural simultâneo^{32,35,36,39,40,42} ou monoaural^{14,38,41,44} com 100 ms *rise/fall*⁶ ou 5 ms *rise/fall*² e 10 ms *rise/fall*³ 20 ms *plateau*^{26,42}, na intensidade de 70 dBNA^{14,30,32,33,43,44}, 75 dBNA^{31,32,41} ou 80 dBNA^{21,35,36,42}, com número de estímulos de 300^{14,21,31,35,38,41,44}, do tipo *tone burst*^{21,30,32,33,35,36,38,39,41,42}, apresentados na velocidades de 1 s^{14,30,32,33,36,39} polaridade alternada⁴², rarefeita³² ou positiva³¹, com passa alto de 1 Hz³⁸, 2 Hz³¹ ou 20 Hz⁴, passa baixo 0,5 Hz³⁶, 1,5 Hz³¹ ou 30 Hz³⁸.

Observa-se que não houve diferença na latência entre as orelhas^{21,31}, assim como entre os gêneros^{33,36}.

Em dois estudos, foi aplicado o P300 duas vezes^{14,30}. Contudo, essa prática provoca cansaço e compromete o resultado da avaliação, uma vez que essa depende da atenção³¹. Alguns autores preferiram realizar o teste eletrofisiológico de 8 às 10 da manhã⁴⁵ ou às 9 horas para evitar ciclo circadiano³².

As classificações, quando referidas, foram as recomendadas por Junqueira⁴⁵, Mcpherson¹⁵ e Pfeifferbaum⁴⁶.

Observa-se que as metodologias são diferentes quanto aos parâmetros aplicados e a marcação da onda P300. Assim como, verifica-se que as latências do P300 com estímulo verbal foram significativamente maiores e amplitudes menores do que para o P300 com estímulo não verbal³¹. Este fato provavelmente ocorreu porque os estímulos verbais, que no estudo foram formados pelas sílabas /ba/ e /da/, constituem tarefa de dificuldade de escuta mais complexa, quando comparada com a discriminação de estímulos não verbais.

DISCUSSÃO

Quanto ao teste de maior facilidade, entre o TPF ou TPD, verifica-se que o TPF é realmente o exame considerado mais fácil por 80% dos indivíduos²³.

O TPF, que avalia a ordenação temporal, depende de vários processos auditivos centrais, como o reconhecimento

do todo, transferência inter-hemisférica, qualificação linguística e sequenciamento dos elementos linguísticos e indícios de memória⁴⁷.

Deve-se considerar que em alguns estudos a faixa etária dos indivíduos engloba desde a idade de 5 anos a 59 anos e sabe-se que o desempenho em qualquer teste de ordenação temporal, seja o TPF e/ou o TPD, apresenta melhora quantitativa nas respostas com o aumento da idade, especialmente entre os 8 e 10 anos^{24,47}, pois a maturação do corpo caloso ocorre a partir dos sete anos de idade²⁸ e atinge níveis de desempenho de adultos nos testes de processamento auditivo por volta dos 10 ou 11 anos de idade²⁴.

Percebe-se que, em sujeitos com desvio fonológico^{17,18}, a ordenação temporal encontra-se alterada, pois a dificuldade na percepção de estímulos que se modificam rapidamente interfere no processamento fonológico dos sons da língua, interferindo na compreensão de fala e, conseqüentemente, na aquisição do sistema fonológico alvo e problemas de linguagem oral⁴.

A constatação de desempenho superior no TPF não verbal (murmúrio) comprova a facilidade na detecção, reconhecimento e retenção dos padrões de frequência relacionada à execução do murmúrio. O murmúrio não envolve memória, discriminação e conscientização da sequência do som, sendo caracterizado por uma atividade imitativa, aparentemente com menor complexidade⁴⁸.

A tarefa com resposta verbal é mais complexa, indicando a necessidade de aprendizado ou neuromaturação do sistema nervoso. A nomeação, como atividade linguística, demanda processos dependentes de maiores conexões do pensamento com a linguagem¹⁶.

A tarefa de sequencialização temporal envolve ambos os hemisférios cerebrais, cada um com uma função diferente, porém, trabalhando em conjunto, independentemente da orelha estimulada. As estruturas envolvidas em testes tonais de padrões auditivos seriam cada um dos hemisférios e a estrutura responsável pela conexão entre os hemisférios, o corpo caloso. O hemisfério direito seria responsável pelo reconhecimento do contorno acústico e o esquerdo seria responsável pela sequencialização temporal e nomear o que foi ouvido^{4,29}. Por isso, a dificuldade na modalidade nomeando pode ser explicada pela necessidade de integração inter-hemisférica (via corpo caloso) dos estímulos na solicitação de resposta verbal, o que não ocorre na solicitação não verbal²⁸.

A exposição à teoria musical e ao treinamento auditivo são fatores importantes no desempenho do TPF, pois eles possibilitam uma maior percepção na discriminação das frequências, visto que a prática musical propicia essa habilidade, ficando evidente a associação entre educação musical e competência em reconhecimento de padrão de frequência^{10,24}.

Percebe-se que o uso do TPF é o instrumento mais frequentemente utilizado para avaliação da ordenação

temporal, apesar da existência do teste padrão de duração (TPD), a partir dos 7 anos, podendo melhorar quantitativamente com aumento da idade²⁸.

Quanto à atenção auditiva, sabe-se que os potenciais evocados auditivos (PEA) têm se caracterizado como importante ferramenta em neurociência, pelo seu caráter objetivo na avaliação da integridade estrutural e funcional do sistema nervoso auditivo central. Além das reconhecidas aplicações clínicas dos PEA no diagnóstico audiológico, monitoramento intraoperatório e da função cognitiva, sua utilização possui vantagens no exame de casos de distúrbios de linguagem, por não necessitar de resposta verbal³⁸.

Os potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) refletem a atividade eletrofisiológica cortical envolvida nas habilidades de atenção, discriminação, memória, integração e capacidade de decisão^{15,30}. Esses potenciais referem-se a respostas elétricas gravadas, geradas pelo tálamo, córtex auditivo e por áreas de associação corticais, estruturas essas que estão envolvidas nas tarefas de discriminação, memória, integração e atenção^{31,38}, sendo afetadas pelo sono, sedação e pela atenção ao estímulo acústico, estando, portanto, relacionados à função atencional e de cognição.

Nos estudos, a faixa etária dos sujeitos da pesquisa vai desde 7 a 74 anos e sabe-se que o P300 começa a aumentar na segunda ou terceira década de vida, ou seja, a idade deve ser levada em consideração na interpretação dos valores obtidos em diferentes faixas etárias, visto que a latência P300 aumenta aproximadamente um milissegundo por ano de vida⁴⁹.

A diminuição da latência da onda P300 está relacionada ao aumento da capacidade cognitiva, portanto, efetuar o seguimento de indivíduos com doenças que comprometem a capacidade cognitiva por meio do P300 pode trazer benefícios, já que essa medida eletrofisiológica pode fornecer informações acerca de mudanças comportamentais que se manifestam mais tardiamente³⁸.

A atenção e a memória recente são dependentes da discriminação entre os estímulos, sejam eles verbais ou não verbais.

A aplicação do P300 é um procedimento objetivo, mas a sua análise é extremamente subjetiva, dependendo de uma boa experiência do clínico em detectar visualmente as ondas³⁸.

Dentre os principais componentes do P300, encontram-se as ondas N2 e o P3. O N2 é um fator misto, com fator exógeno e endógeno⁴⁵. O fator exógeno do N2 contribui para tarefas de discriminação física do estímulo^{37,45,50} como as características acústicas do estímulo e o fator endógeno revela as atividades de atenção e percepção⁴⁵, possuindo resposta passiva e automática que precede ao estímulo, eliciada pela discriminação do evento raro, como em situações de competição sonora⁴². O componente P3 é

um potencial endógeno⁴⁶, ocorrendo quando o indivíduo reconhece conscientemente a presença de uma mudança no estímulo auditivo. Esses componentes podem estar alterados quando há déficits nos mecanismos de atenção.

Os estudos com P300 que se associam ao déficit de atenção e memória trazem o N2 e P3 como componentes sensíveis a estas alterações. A sensibilidade e especificidade desse instrumento é cerca de 80%⁵⁰.

A latência do P300 aumenta quando os “alvos” para discriminação são mais “difíceis” do que o padrão, ou seja, a latência é sensível à demanda do processamento da tarefa. Em contrapartida, a amplitude do P300 é maior para tarefas mais fáceis e vai diminuindo conforme a tarefa torna-se mais difícil¹⁵.

Cabe salientar que a exposição musical pode ser um facilitador para o avaliador na avaliação da onda P300, visto que facilita a realização e sustentação da atenção ao exame⁴⁴, auxilia na sincronia neural e estimula o mapa tonotópico das frequências, o que facilitaria a realização do exame⁴⁰.

Observa-se a necessidade de obtenção de parâmetros em indivíduos de diversas faixas etárias, como jovens e adultos^{31-33,36,38}, assim como em idosos saudáveis³⁵ e percebe-se que o P 300 ainda precisa ser mais estudado.

A aplicação do P300 na avaliação da atenção auditiva é muito frequente, contudo, ele ainda é objeto para obtenção de parâmetros, já que se busca avaliá-lo nas diversas faixas etárias com sujeitos saudáveis e nos casos com alteração de linguagem e não possui uma única metodologia de aplicação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O TPF é um instrumento mais frequentemente utilizado para avaliação da ordenação temporal, realizado na maioria das vezes com leitor de CD acoplado ao audiômetro, recebendo estímulo via fone, sendo aplicável em indivíduos com desvio fonológico, respiração oral, distúrbio de linguagem e trabalhadores rurais, apresentando bom desempenho em adultos cegos e descendentes de japoneses, pois a segunda língua facilita o reconhecimento de padrão de frequência sonora.

O P300 pode ser feito com vários parâmetros e a latência é o melhor indicador para análise da atenção auditiva, sendo aplicável em portadores da síndrome de Down, AIDS, desvio fonológico, SAOS, cirrose hepática, em sujeitos de ambos os sexos e em diversas faixas etárias.

Observa-se que a exposição musical é um fator que pode colaborar na melhoria das habilidades de ordenação temporal e na realização do P300 para avaliar a atenção auditiva, pois essa característica favorece o treino da memória auditiva e discriminação da frequência, habilidades que colaboram no processamento das habilidades estudadas.

REFERÊNCIAS

1. Sens PM, de Almeida CI. Participation of the cerebellum in auditory processing. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2007;73(2):266-70.
2. Izquierdo MA, Oliver DL, Malmierca MS. Mecanismos de plasticidad (funcional y dependiente de actividad) en el cerebro auditivo adulto y en desarrollo. *Rev Neurol.* 2009;48(8):421-9.
3. Mathiak K, Hertrich I, Grodd W, Ackermann H. Discrimination of temporal information at the cerebellum: functional magnetic resonance imaging of nonverbal auditory memory. *Neuroimage.* 2004;21(1):154-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuroimage.2003.09.036>
4. Shinn JB. Temporal processing: the basics. *Hear J.* 2003;56(7):52.
5. Mondelli MFCG, Carvalho FRP, Feniman MR, Lauris JRP. Perda auditiva leve: desempenho no teste da habilidade de atenção auditiva sustentada. *Pró-Fono.* 2010;22(3):245-50. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000300015>
6. Samelli AG, Schochat E. The gaps-in-noise test: gap detection thresholds in normal-hearing young adults. *Int J Audiol.* 2008;47(5):238-45. <http://dx.doi.org/10.1080/14992020801908244>
7. Lemos ICC, Feniman MR. Sustained Auditory Attention Ability Test (SAAAT) in seven-year-old children with cleft lip and palate. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(2):199-205. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000200009>
8. Correa BM, Rossi AG, Roggia B, Silva MT. Análise das habilidades auditivas de crianças com respiração oral. *Rev CEFAC.* 2011;13(4):668-75. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462010005000140>
9. Manoel RR, Feniman MR, Buffa MJMB, Maximino LP, Lauris JRP, Freitas JS. Escuta de crianças com fissura labiopalatina na escola. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2010;14(3):280-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-48722010000300003>
10. Ishii C, Arashiro PM, Pereira LD. Ordenação e resolução temporal em cantores profissionais e amadores afinados e desafinados. *Pró-Fono.* 2006;18(3):285-92. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872006000300008>
11. Schochat E, Carvalho LZ, Megale RL. Treinamento auditivo: avaliação da manutenção das habilidades. *Pró-Fono.* 2002;14(1):93-8.
12. Campos PD, Alvarenga KF, Frederique NB, Nascimento LT, Sameshima K, Costa Filho AO, et al. Temporal organization skills in cochlear implants recipients. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(6):884-9.
13. Emanuel D. The auditory processing battery: survey of common practices. *J Am Acad Audiol.* 2002;13(2):93-119.
14. Rezende MS, Iório MCM. A study of auditory evoked potentials in systemic lúpus erythematosus patients. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2008;74(3):429-39.
15. McPherson DL. Long latency auditory evoked potentials. In: McPherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego: Singular; 1996. p.7-21.
16. Frederique-Lopes NB, Bevilacqua MC, Sameshima K, Costa OA. Desempenho de crianças normais em testes temporais auditivos em campo livre. *Pró-Fono.* 2010;22(2):83-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000200003>
17. Santos JLF, Parreira LMMV, Leite RCD. Habilidades de ordenação e resolução temporal em crianças com desvio fonológico. *Rev CEFAC.* 2010;12(3):371-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462010005000026>
18. Caumo DTM, Ferreira MIDC. Relação entre desvios fonológicos e processamento auditivo. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2009;14(2):234-40. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342009000200015>
19. Simões MB, Schochat E. Transtorno do processamento auditivo (central) em indivíduos com e sem dislexia. *Pró-Fono.* 2010;22(4):521-4. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872010000400027>
20. Murphy CFB, Schochat E. Correlações entre leitura, consciência fonológica e processamento temporal auditivo. *Pró-Fono.* 2009;21(1):13-8. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872009000100003>
21. Soares AJC, Sanches SGG, Neves-Lobo IF, Carvalho RMM, Matas CG, Carnio MS. Potenciais evocados auditivos de longa latência e processamento auditivo central em crianças com alterações de leitura e escrita: dados preliminares. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2011;15(4):486-91. <http://dx.doi.org/10.1590/S1809-48722011000400013>
22. Fortunato-Tavares T, Rocha C, Furquim CA, Befi-Lopes D, Schochat E, Hestvik A, Schwartz R. Processamento linguístico e processamento auditivo temporal em crianças com distúrbio específico de linguagem. *Pró-Fono.* 2009;21(4):279-84. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872009000400003>
23. Onoda RM, Pereira LD, Guilherme A. Temporal processing and dichotic listening in bilingual and non-bilingual descendants. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2006;72(6):737-46.
24. Nascimento FM, Monteiro RAM, Soares CD, Ferreira MIDC. Habilidades de sequencialização temporal em músicos violinistas e não-músicos. *Arq Int Otorrinolaringol.* 2010;14(2):217-24.
25. Vilas Boas L, Muniz L, Caldas Neto SS, Gouveia MCL. Auditory processing performance in blind people. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(4):504-9. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942011000400015>
26. Camarinha CR, Frota SMMC, Pacheco-Ferreira H, Lima MAMT. Avaliação do processamento auditivo temporal em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos organofosforados. *J Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;23(2):102-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912011000200004>
27. Balen SA. Reconhecimento de padrões auditivos de frequência e de duração: desempenho de crianças escolares de 7 a 11 anos [Tese de doutorado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Psicologia; 2001.
28. Musiek FE. The frequency pattern test: a guide. *Hear J.* 2002;55(6):58.
29. Musiek FE, Pinheiro ML. Frequency patterns in cochlear, brainstem and cerebral lesions. *Audiology.* 1987;26(2):79-88. <http://dx.doi.org/10.3109/00206098709078409>
30. Simões MB, Souza RR, Schochat E. Efeito de supressão nas vias auditivas: um estudo com os potenciais de média e longa latência. *Rev CEFAC.* 2009;11(1):150-7. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462008005000011>
31. Massa CGP, Rabelo CM, Matas CG, Schochat E, Samelli AG. P300 with verbal and nonverbal stimuli in normal hearing adults. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(6):686-90.
32. Crippa BL, Aita ADC, Ferreira MIDC. Padronização das respostas eletrofisiológicas para o P300 em adultos normouvintes. *Distúrb Comum.* 2011;23(3):325-33.
33. Duarte JL, Alvarenga KF, Banhara MR, Melo ADP, Sás RM, Costa Filho OA. P300-long-latency auditory evoked potential in normal hearing subjects: simultaneous recording value in Fz and Cz. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2009;75(2):231-6.
34. César CPHAR, Caovilla HH, Munhoz MS, Ganança MM. Late auditory event-related evoked potential (P300) in Down's syndrome patients. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(2):206-12. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000200010>
35. Cóser MJS, Cóser PL, Pedroso FS, Rigon R, Cioqueta E. P300 auditory evoked potential latency in elderly. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2010;76(3):287-93. <http://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942010000300003>
36. Machado CSS, Carvalho ACO, Silva PLG. Caracterização da normalidade do P300 em adultos jovens. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2009;14(1):83-90. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342009000100014>
37. Picton TW. The P300 wave of the human event-related potential. *J Clin Neurophysiol.* 1992;9(4):456-79. <http://dx.doi.org/10.1097/00004691-199210000-00002>
38. Matas CG, Hataiama NM, Gonçalves IC. Estabilidade dos potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos com audição normal. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2011;16(1):37-41. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342011000100008>
39. Martins CH, Castro Júnior Nd, Costa Filho OA, Souza Neto OM. Obstructive sleep apnea and P300 evoked auditory potential. *Braz J Otorhinolaryngol.* 2011;77(6):700-5.
40. Teodoro V, Bragagnolo Jr M, Lucchesi L, Kondo M, Tufik S. Avaliação dos potenciais evocados relacionados a eventos (ERP-P300) em pacientes com cirrose hepática sem encefalopatia. *Arq Gastroenterol.* 2008;45(1):82-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-28032008000100015>

-
41. Silva AC, Pinto FR, Matas CG. Potenciais evocados auditivos de longa latência em adultos com HIV/Aids. *Pró-Fono*. 2007;19(4):352-6. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872007000400005>
 42. Advíncula KP, Griz SMS, Frizzo ACF, Pessoa ACRG, Leite-Barros PMA, Gurgel E. Potenciais evocados auditivos de longa latência em crianças com desvio fonológico. *Distúrb Comum*. 2008;20(2):171-81.
 43. Della Coletta MV, Scola RH, Wiemes GR, Fonseca CN, Mäder MJ, Freund AA, et al. Event-related potentials (P300) and neuropsychological assessment in boys exhibiting Duchenne muscular dystrophy. *Arq Neuropsiquiatr*. 2007;65(1):59-62. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-282X2007000100013>
 44. Sá CI, Pereira LD. Musical rhythms and their influence on P300 velocity in young females. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011;77(2):158-62.
 45. Junqueira CAO, Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de curta, média e longa latência. In: Aquino AMCM, organizador. *Processamento auditivo: eletrofisiologia e psicoacústica*. São Paulo: Lovise; 2002. p.63-85.
 46. Pfefferbaum A, Ford JM, Wenegrat BG, Roth WT, Kopell BS. Clinical application of the P3 component of event-related potentials. I. Normal aging. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1984;59(2):85-103. [http://dx.doi.org/10.1016/0168-5597\(84\)90026-1](http://dx.doi.org/10.1016/0168-5597(84)90026-1)
 47. Schochat E, Rabelo CM, Sanfins MD. Processamento auditivo central: testes tonais de padrão de frequência e de duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade. *Pró-Fono*. 2000;12(2):1-7.
 48. Musiek FE, Pinheiro ML, Wilson DH. Auditory pattern perception in 'split brain' patients. *Arch Otolaryngol*. 1980;106(10):610-2. <http://dx.doi.org/10.1001/archotol.1980.00790340018004>
 49. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. *Neuroaudiology: case studies*. San Diego: Singular; 1994. p.279.
 50. Tonnquist-Uhlén I. Topography of auditory evoked long-latency potentials in children with severe language impairment: the P2 and N2 components. *Ear Hear*. 1996;17(4):314-26. <http://dx.doi.org/10.1097/00003446-199608000-00003>