Braz J Otorhinolaryngol.
2012;78(5):83-9.



# Correlation of the P300 evoked potential in depressive and cognitive aspects of aging

***Correlação do potencial evocado P300 com aspectos cognitivos e depressivos do envelhecimento***

**Elisiane Crestani de Miranda[1], Maria Madalena Canina Pinheiro[2], Liliane Desgualdo Pereira[3], Maria Cecília Martineli Iorio[4]**

**Keywords:**
aging,
cognition,
depression,
event-related potentials, P300,
hearing loss.

## Abstract

The P300 is a long-latency auditory evoked potential highly dependent on cognitive skills. It is believed that cognitive changes caused or not by depressive symptoms may interfere with the P300. **Aim:** To investigate the influence of aging, cognitive and depression aspects of the P300 latency in elderly people. **Methods:** Clinical and experimental study with 60 elderly patients with sensorineural hearing loss of mild to moderately severe level, 20 males and 40 females, average age of 71.1. Participants were submitted to the long latency auditory evoked potential, in which the P300 latency (milliseconds) was studied. The cognitive aspects were assessed using the Mini-Mental State Examination (MMSE) and Alzheimer's Disease Assessment Scale (ADAS-Cog). In the assessment of depressive symptoms the Geriatric Depression Scale (GDS-15) was applied. **Results:** We found a significant positive correlation between latency and age ($p$ = 0.031). There were no significant differences among the P300 latency and the ADAS-Cog ($p$ = 0.584), MMSE ($p$ = 0.199) and GDS ($p$ = 0.541) categories. **Conclusion:** Aging caused an increase in the P300 latency; however, cognitive performance and the presence of depressive symptoms did not influence the P300 results in this elderly population.

**Palavras-chave:**
cognição,
depressão,
envelhecimento,
perda auditiva,
potencial evocado P300.

## Resumo

O P300 é um potencial evocado auditivo de longa latência dependente das habilidades cognitivas. Acredita-se que alterações cognitivas decorrentes ou não por sintomas depressivos possam interferir no P300. **Objetivo:** Verificar a influência do envelhecimento, dos aspectos cognitivos e depressivos na latência do P300 em idosos. **Método:** Estudo clínico e experimental com 60 idosos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderadamente grave, sendo 20 do sexo masculino e 40 feminino e idade média de 71,1 anos. Os participantes realizaram o potencial evocado auditivo de longa latência, no qual foi estudada a latência do P300 (milissegundos). Os aspectos cognitivos foram avaliados por meio do Miniexame do Estado Mental (MEEM) e Escala de Avaliação da Doença de Alzheimer (ADAS-Cog). Na avaliação da sintomatologia depressiva, foi aplicada a Escala de Depressão Geriátrica (EDG-15). **Resultados:** Observou-se uma correlação positiva significante entre a Latência e Idade ($p$ = 0,031). Entretanto, não houve diferença significante entre a latência do P300 e as categorias do ADAS-Cog ($p$ = 0,584), MEEM ($p$ = 0,199) e EDG ($p$ = 0,541). **Conclusão:** O avanço da idade ocasionou um aumento da latência do P300, porém, o desempenho cognitivo e a presença de sintomatologia depressiva não influenciaram os resultados do P300 nesta população de idosos.

[1] Doutora em Ciências pela UNIFESP (Professora do Curso de Fonoaudiologia da Faculdade de Ciências Médicas da Santa Casa de São Paulo (FCMSCSP)).
[2] Doutora em Ciências pela UNIFESP (Professora do Curso de Fonoaudiologia da UFSC).
[3] Livre-docente da UNIFESP (Professora do Departamento de Fonoaudiologia da UNIFESP).
[4] Livre-docente da UNIFESP (Chefe do Departamento de Fonoaudiologia da UNIFESP).
Departamento de Fonoaudiologia da Universiade Federal de São Paulo - UNIFESP.
Endereço para correspondência: Elisiane Crestani de Miranda. Rua do Boqueirão, nº 185, apto 171B, Jardim da Saúde. São Paulo - SP. CEP: 04293-000.
E-mail: elisiane.miranda@fcmsantacasasp.edu.br
Este artigo foi submetido no SGP (Sistema de Gestão de Publicações) da BJORL em 23 de março de 2012. cod. 9119.
Artigo aceito em 10 de junho de 2012.

## INTRODUÇÃO

A maior longevidade da população acarreta, consequentemente, no aumento de doenças e disfunções orgânicas, funcionais e psicossociais nos idosos. Entre estas, a deterioração da função auditiva, o declínio cognitivo e os sintomas depressivos são condições que podem comprometer o processo de envelhecimento.

Com o envelhecimento do organismo, ocorrem diversas mudanças estruturais no nervo auditivo, ao longo das vias auditivas no tronco encefálico e no lobo temporal[1]. Os efeitos da idade no sistema auditivo periférico e central interagem com o declínio da capacidade cognitiva, podendo a perda da audição agravar os efeitos de um déficit cognitivo e vice-versa[2-4].

Estas mudanças decorrentes do processo de envelhecimento podem levar a uma série de alterações na vida social e familiar. Entre tais alterações está o início ou o agravamento da sintomatologia depressiva, devido às dificuldades de comunicação geradas pela diminuição da audição[5,6]. Outro fato relevante é que a depressão pode simular um quadro demencial por piorar o desempenho dos pacientes nos testes cognitivos[7].

Os idosos com depressão podem apresentar alterações cognitivas e funcionais importantes. Muitas destas alterações são semelhantes às observadas em quadros demenciais, enquanto outras se assemelham ao envelhecimento normal. As alterações cognitivas mais frequentes em idosos deprimidos são as funções executivas, déficits atencionais e diminuição na velocidade do processamento[8].

O Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência - P300 reflete o uso funcional que o indivíduo faz do estímulo auditivo e entre os potenciais evocados auditivos. É o que melhor reflete as funções mentais, sendo altamente dependente das habilidades cognitivas, entre elas atenção e discriminação[9,10].

Sabe-se que o processo de envelhecimento pode ocasionar a degeneração das estruturas do tronco encefálico e, como consequência, aumento das latências absolutas dos potenciais evocados auditivos[1,11-13]. Mesmo sendo considerado um método objetivo de avaliação, o P300 pode sofrer interferência de alguns fatores que contribuem para a variabilidade de suas medidas. Os pesquisadores Tremblay & Burkard[14] discorreram sobre a difícil tarefa de estabelecer critérios homogêneos deste potencial nos estudos de idosos, uma vez que esta população apresenta também influências intrínsecas e extrínsecas do processo de envelhecimento. Ao examinar a população idosa, dificilmente se obtêm indivíduos totalmente saudáveis, por isso, surgem, algumas vezes, achados paradoxais nos estudos que abrangem esta faixa etária.

Visando maior segurança para a aplicação clínica e científica do P300 nos idosos, faz-se necessária a investigação da influência de alguns fatores comumente encontrados nesta faixa etária, como o declínio cognitivo e os sintomas depressivos. A hipótese que fundamentou a realização deste estudo foi a de que alterações cognitivas geradas ou não por sintomas depressivos possam interferir no potencial cognitivo P300. Assim, este estudo tem como objetivo verificar a influência do envelhecimento, dos aspectos cognitivos e da sintomatologia depressiva na latência do P300 em idosos com perda auditiva.

## MÉTODO

### Considerações éticas

Este estudo caracterizou-se por ser uma pesquisa experimental com amostra não probabilística por conveniência. Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética em Pesquisa da instituição, sob o número CEP 09/0149. Os participantes foram informados sobre os objetivos e a metodologia do estudo proposto e concordaram com participação voluntária, tendo assinado o Termo de Consentimento Livre Esclarecido.

### Seleção da amostra e casuística

Foram considerados os seguintes critérios de elegibilidade para a composição da amostra: a) ser portador de perda auditiva neurossensorial adquirida simétrica de grau leve a moderadamente grave bilateral[15]; c) não apresentar doenças neurológicas e/ou psiquiátricas evidentes; d) não utilizar nenhum medicamento ou droga de efeito no sistema nervoso central que pudesse alterar a capacidade de concentração ou a atenção e e) ter idade igual ou superior a 60 anos, ou seja, ser idoso considerando o Estatuto Nacional do Idoso (Brasil, 2003).

Os idosos que compuseram a amostra foram selecionados aleatoriamente em um serviço de atendimento ao deficiente auditivo de um hospital público, após uma análise inicial de prontuários para verificar se estes preenchiam os critérios estabelecidos.

Assim, a amostra foi constituída de 60 idosos com perda auditiva neurossensorial de grau leve a moderadamente grave bilateral, sendo 40 (66,7%) do sexo feminino e 20 (33,3%) do sexo masculino, com faixa etária entre 61 e 85 anos (média de 71,7 anos - DP-6,1) e escolaridade média de 5,4 anos (DP-4,2).

**Procedimentos**

Inicialmente, todos os idosos realizaram avaliação dos aspectos cognitivos e psicológicos, a fim de classificar o desempenho dos indivíduos na categoria normal ou alterado. Em seguida, foram submetidos à avaliação eletrofisiológica. Estes procedimentos foram realizados em duas sessões, sendo que na primeira foram aplicados os protocolos de avaliação cognitiva e psicológica e, na segunda, o teste eletrofisiológico.

**Avaliação dos aspectos cognitivos**

Todos os participantes foram submetidos à avaliação cognitiva, por meio dos testes Miniexame do Estado Mental (MEEM) e Escala de Avaliação de Doença de Alzheimer - ADAS-Cog.

O MEEM é um teste de rastreio utilizado para avaliar a função cognitiva; no Brasil foi adaptado por Bertolucci et al.[16]. O teste avalia oito parâmetros cognitivos divididos em sete categorias: orientação temporal e espacial, memória a curto prazo e evocação de palavras, cálculo, praxia, habilidades de linguagem e viso-espaciais. A pontuação do teste varia de 0 a 30 pontos. Quanto menor a pontuação, maior a chance de o indivíduo apresentar alteração na capacidade cognitiva. Neste estudo foi utilizada a classificação de pontuação segundo Brucki et al.[17].

A sessão cognitiva da Escala de Avaliação de Doença de Alzheimer (ADAS-Cog) é composta por 11 itens, os quais avaliam memória (reconhecimento e evocação), linguagem (discurso e compreensão) e praxia (cópia e ideomotora). O escore varia de 70 (mais baixo) a zero. Quanto maior a pontuação, maior o comprometimento cognitivo do sujeito avaliado. O escore foi classificado conforme a escolaridade do sujeito e seguidos os critérios de pontuação da média mais dois desvios padrão, segundo Schultz et al.[18].

Cabe ressaltar que esta escala foi utilizada exclusivamente para classificar o desempenho cognitivo dos indivíduos na categoria normal ou alterado, conforme sua escolaridade. Nenhum participante apresentava diagnóstico da Doença de Alzheimer. A aplicação dessas escalas levou em torno de 50 minutos.

**Avaliação do aspecto de depressão**

Para a avaliação da sintomatologia depressiva, foi aplicada a versão reduzida da Escala de Depressão Geriátrica (EDG-15), composta por 15 perguntas com alternativas de respostas fechadas ("sim" ou "não"). Para a análise dos resultados, foram considerados os critérios de pontuação sugeridos por Almeida & Almeida[19], sendo considerados alterados escores maiores de cinco pontos. O tempo médio de aplicação foi de cinco minutos.

**Avaliação eletrofisiológica - P300**

Para o registro do potencial evocado auditivo de longa latência - P300, foi utilizado o equipamento Biologic Systems Corp, de quatro canais, com o programa Evoked Potential System versão 5.7, Model 92, e microcomputador Pentium®. O exame foi realizado em uma sala silenciosa em ambiente semiescuro. Os indivíduos estavam em vigília, acomodados em uma poltrona.

Inicialmente, o indivíduo foi questionado quanto ao uso de medicamentos nas 24 horas anteriores ao exame, à realização de atividades físicas ou mentais extenuantes, ao tabagismo e/ou ingestão de estimulantes, tais como chá, café ou chocolate. Todos os participantes responderam negativamente a estas questões.

O posicionamento dos eletrodos seguiu o padrão do International Eletrode System (IES) 10-20 (Jasper[20]), a saber, na fronte (Fz) o eletrodo terra, na linha média do vértex craniano (Cz) o eletrodo ativo, e nos lóbulos das orelhas (A1 = orelha esquerda e A2 = orelha direita) o eletrodo referência.

Foi utilizado como estímulo o *tone burst* nas frequências de 500 e 1000 Hz, pois estas frequências são as mais preservadas em indivíduos com perda auditiva. Os estímulos foram apresentados em um paradigma do tipo *odd-ball* (20%-80%), o *tone burst* raro foi na frequência 1000 Hz e o outro estímulo, o *tone burst* frequente, foi na frequência 500 Hz. O paciente foi orientado a prestar atenção aos estímulos diferentes (estímulo raro) que apareceram aleatoriamente, numa sequência de estímulos iguais (estímulo frequente).

Os estímulos foram apresentados de forma monoaural, por meio de fones de inserção ER-3A. O nível de apresentação dos estímulos variou de 70 a 88 dBNA, de acordo com o limiar de audibilidade para tons puros sem próteses auditivas. Cada estímulo teve duração de 200 ms, sendo o *rise-decay* de 50 ms. O número de varreduras foi de 300 estímulos. A velocidade de apresentação dos estímulos foi de 1,1/s com polaridade alternada, e a janela de gravação foi de 512 ms.

Neste estudo, a latência foi marcada apenas no traçado para o estímulo raro no ponto máximo de amplitude da onda P300 após o complexo N1-P2-N2. Os indivíduos que não apresentaram respostas para o P300 foram representados com a latência máxima do registro que corresponde a 500 ms.

**Método estatístico**

Inicialmente, foi realizado um estudo de concordância entre as latências nas duas orelhas, considerado o coeficiente de correlação intraclasse (CCI)[21]. O coeficiente de correlação de Spearman® foi utilizado como medida da correlação da Latência com a Idade e a Escolaridade[22]. Já o teste de Mann-Whitney foi empregado para comparar a média da latência com o grau de perda auditiva, bem como para comparar as distribuições do P300 nas categorias de resposta do ADAS-cog, MEEM e EDG. Em cada teste de hipótese foi fixado nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS

Na amostra estudada houve alta ocorrência de alteração nos testes cognitivos, no entanto, os sintomas depressivos foram poucos presentes neste grupo, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Distribuições de frequências e porcentagens do ADAS-Cog, MEEM e EDG.

| | Alterado | | Normal | | Total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Teste | n | % | n | % | n | % |
| ADAS | 30 | 50,0% | 30 | 50,0% | 60 | 100,0% |
| MEEM | 37 | 61,7% | 23 | 38,3% | 60 | 100,0% |
| EDG | 9 | 15,0% | 51 | 85,0% | 60 | 100,0% |

O valor médio de latência (ms) da orelha direita foi de 359,6 ms (DP 52,8) e da orelha esquerda de 358,8 ms (DP 53,3). Houve forte concordância entre as latências nas duas orelhas, cujo valor do Coeficiente de Correlação Intraclasse ($CCI_o$) foi igual a 0,97 e o intervalo de Confiança de 95% para o CCI de [0,95 a 0,98]. Na continuidade da análise da Latência do P300, foram consideradas as médias das observações nas duas orelhas.

Verificou-se que a variável escolaridade não influenciou a latência do P300; no entanto, houve correlação positiva entre latência do P300 com a idade - Tabela 2.

**Tabela 2.** Coeficientes de correlação de Spearman da latência do P300 (ms) com idade e escolaridade.

| | Coeficientes de Correlação |
|---|---|
| Idade | r = 0,279 ($p$ = 0,031*) |
| Escolaridade | r = -0,024 ($p$ = 0,854) |

r: coeficiente de correlação de Spearman; * correlação positiva significativa.

Na Tabela 3 observa-se que conforme aumenta a idade há tendência de aumentar a latência do P300 (ms).

**Tabela 3.** Estatísticas descritivas para a latência (ms) por faixa etária.

| Faixa etária | n | Média | Desvio padrão | Mínimo | Mediana | Máximo |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 60 a 69 | 24 | 342,1 | 45,0 | 289,2 | 337,0 | 500,0 |
| 70 a 79 | 29 | 368,9 | 58,1 | 272,7 | 358,2 | 500,0 |
| 80 ou + | 7 | 377,6 | 42,2 | 305,7 | 387,7 | 422,7 |
| Total | 60 | 359,2 | 52,7 | 272,7 | 348,0 | 500,0 |

A latência do P300 também foi analisada segundo a média do grau da perda auditiva nas frequências de 500 a 4000 Hz. Inicialmente, foi constituído um grupo de indivíduos com média de 41 a 50 dBNA na faixa de frequências de 500 a 4000 Hz (média 45,2 dB) e um segundo grupo foi formado por indivíduos com média de 51 a 70 dBNA na faixa de frequências de 500 a 4000 Hz (média 55,9 dB). Verificou-se que não houve influência do grau da perda auditiva na latência do P300 - Tabela 4.

**Tabela 4.** Estatísticas descritivas para a Latência (ms) no P300 segundo a variável grau de perda, por orelha.

| Orelha | Limiar | n | Média | Desvio padrão | Mínimo | Mediana | Máximo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| OD | Até 50 dB | 30 | 360,6 | 57,6 | 279,2 | 350,2 | 500 |
| | > 50 dB | 30 | 358,7 | 48,4 | 291,2 | 348,2 | 500 |
| | Total | 60 | 359,6 | 52,8 | 279,2 | 348,2 | 500 |
| OE | Até 50 dB | 30 | 358,1 | 57,7 | 266,2 | 341,7 | 500 |
| | > 50 dB | 30 | 359,4 | 49,9 | 287,2 | 352,7 | 500 |
| | Total | 60 | 358,8 | 53,4 | 266,2 | 346,7 | 500 |

Teste de Mann-Whitney; Média da latência do P300 X Grau de PA. $p$: 0,862; OE: orelha esquerda; OD: orelha direita.

Na Tabela 5 podem-se observar os valores de estatísticas descritivas para a latência no P300 em cada categoria de resultado (normal e alterado) do ADAS-cog, MEEM e EDG. Não foi observada diferença significante entre as distribuições do P300 nas duas categorias do ADAS-cog. O mesmo ocorre nas duas categorias do MEEM e nas duas categorias do EDG. Portanto, não há associação do P300 com ADAS-cog, MEEM e EDG.

## DISCUSSÃO

Entre as doenças e disfunções que acometem a população idosa, a deterioração da função auditiva é

**Tabela 5.** Estatísticas descritivas da latência no P300 em cada categoria do ADAS-cog, MEEM e EDG.

| Teste | Categorias | n | Média | Desvio padrão | Mínimo | Mediana | Máximo |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| ADAS-Cog | Alterado | 30 | 361,2 | 54,5 | 272,7 | 350,2 | 500,0 |
| | Normal | 30 | 357,2 | 51,8 | 293,2 | 340,5 | 500,0 |
| | Total | 60 | 359,2 | 52,7 | 272,7 | 348,0 | 500,0 |
| MEEM | Alterado | 37 | 368,1 | 59,9 | 272,7 | 355,2 | 500,0 |
| | Normal | 23 | 344,8 | 35,0 | 293,2 | 340,2 | 414,7 |
| | Total | 60 | 359,2 | 52,7 | 272,7 | 348,0 | 500,0 |
| EDG | Alterado | 9 | 359,3 | 38,8 | 293,7 | 373,2 | 397,7 |
| | Normal | 51 | 359,2 | 55,1 | 272,7 | 345,7 | 500,0 |
| | Total | 60 | 359,2 | 52,7 | 272,7 | 348,0 | 500,0 |

Teste de Mann-Whitney. Média da latência do P300 X ADAS-Cog; *p*: 0,584; Média da latência do P300 X MEEM *p*: 0,199; Média da Latência do P300 x EDG *p:* 0,541.

uma das mais frequentes. Nesta faixa etária, além da perda auditiva, é comum o aparecimento de um declínio da função cognitiva. Muitos sintomas de perda auditiva são semelhantes aos sintomas demenciais e ambos resultam em dificuldades de comunicação. Assim, muitas vezes os distúrbios cognitivos, em seu período inicial, podem passar despercebidos nos idosos com presbiacusia.

Nos dois testes cognitivos aplicados, a pontuação foi baixa comparando com a escolaridade média de 5,4 anos da amostra do presente estudo. Os resultados demonstraram alta ocorrência de alteração cognitiva neste grupo, o que apoia a hipótese de que a deficiência auditiva pode contribuir para a disfunção cognitiva em idosos[2,23].

A depressão é um sintoma comum nos idosos com perda auditiva pelas limitações funcionais da vida diária que esta privação ocasiona[6,24,25]. Neste estudo, 15% da amostra apresentou alteração no EDG, o que confirma a importância de avaliar os aspectos de depressão mesmo nos idosos sem queixas[26].

Os resultados da latência do P300 demonstraram que tanto da aferência direita como da aferência esquerda estão de acordo com os valores estipulados pela literatura especializada, que variam de 300 a 450 ms em idosos com perda auditiva[1,13,27-30]. Além disso, observou-se que houve forte concordância entre as latências nas duas orelhas.

A variável escolaridade não apresentou correlação com os valores médios de latência do P300. O estudo de Schiff et al.[30] verificou que a escolaridade não influenciou na latência do P300, concordando com os dados do presente estudo. No entanto, a maior parte dos estudos com o P300 apresenta amostras pareadas em relação à escolaridade, impossibilitando verificar a sua influência com a latência do P300.

Já os valores de latências do P300 encontrados nesta pesquisa mostraram correlação positiva com a idade, ou seja, o avanço da idade ocasionou aumento da latência do P300. Analisando os estudos da literatura especializada, verificou-se um consenso de que a idade influencia na latência do P300[1,27,29-35]. O envelhecimento somado à perda de audição pode gerar mudanças no sistema auditivo central, o que ocasiona redução na velocidade do processamento do sinal[33].

No presente estudo, verificou-se que não houve influência do grau da perda auditiva na latência do P300. Portanto, a perda auditiva periférica não impede a utilização deste procedimento. Musiek & Geurkink[36], Hall[37] e Reis & Iorio[9] referiram que o P300 não é afetado pela perda auditiva, desde que o indivíduo possa perceber o estímulo.

Embora a latência do P300 tenha demonstrado valores médios maiores nos indivíduos com alteração cognitiva em comparação aos idosos sem alteração cognitiva, esta diferença não foi significante. Muitos estudos na literatura mostraram correlação significante entre o P300 e o desempenho em testes cognitivos[27,29,34,38]. Cabe ressaltar que os idosos participantes do atual estudo não apresentavam diagnóstico de doença demencial. Assim sendo, estes estudos revelaram resultados que não podem ser diretamente confrontados com os obtidos na presente pesquisa.

Sabe-se que em casos de rebaixamento cognitivo leve, o que frequentemente antecede à Doença de Alzheimer, geralmente há aumento na latência do P300 em comparação com controles da mesma idade, mas os valores absolutos costumam estar dentro dos critérios de dois desvios padrão acima da média. No entanto, quando há confirmação da demência, os valores de latência dos P300 estão fora da faixa de normalidade.

Aumento de latência pode ser observado em sujeitos com depressão, pois quadros depressivos podem piorar o desempenho cognitivo do idoso[7,39]. No entanto, nesta amostra, não houve relação significante entre os resultados do EDG e a latência do P300, ou seja, os fatores psicológicos não influenciaram os resultados deste potencial.

Sintetizando, verificou-se que a avaliação eletrofisiológica relevou valores médios de latência esperados para a faixa etária dos idosos. O avanço da idade

ocasionou aumento da latência do P300. Negando a hipótese inicial deste estudo, os demais fatores investigados, desempenho cognitivo, sintomatologia depressiva, grau de perda auditiva e nível de escolaridade, não influenciaram os valores médios de latência do P300. Assim, apesar da diversidade de doenças e disfunções apresentada pelos idosos que poderiam influenciar o resultado do potencial cognitivo P300, este potencial demonstrou estabilidade, podendo ser utilizado com segurança para uso clínico e científico em idosos com perda auditiva.

## CONCLUSÃO

O avanço da idade ocasionou aumento da latência do P300. O desempenho cognitivo e a presença de sintomatologia depressiva, avaliados pelos testes MEEM, ADAS-Cog e EDG, não influenciaram os resultados do P300 nesta população de idosos.

## REFERÊNCIAS


1. Matas CG, Santos Filha VAV, Okada MMCP, Resque JR. Potenciais evocados auditivos em indivíduos acima de 50 anos de idade. Pró-Fono. 2006;18(3):277-84.
2. Kopper H, Teixeira AR, Dorneles S. Cognitive Performance of a Group of Elders: Influence of Hearing, Age, Sex, and Education. Int Arch Otorhinolaryngol. 2009;13(1):39-43.
3. Gates GA, Anderson ML, McCurry SM, Feeney MP, Larson EB. Central auditory dysfunction as a harbinger of Alzheimer dementia. Arch Otolaryngol Head Neck Surg. 2011;137(4):390-5.
4. Idrizbegovic E, Hederstierna C, Dahlquist M, Kämpfe Nordström C, Jelic V, Rosenhall U. Central auditory function in early Alzheimer's disease and in mild cognitive impairment. Age Ageing. 2011;40(2):249-54.
5. Teixeira AR, Thedy RB, Jotz G, Barba MC. Sintomatologia Depressiva em Deficientes Auditivos Adultos e Idosos: Importância do Uso de Próteses Auditivas. Arq Int Otorrinolaringol. 2007;11(4):453-8.
6. López-Torres Hidalgo J, Boix Gras C, Téllez Lapeira J, López Verdejo MA, del Campo del Campo JM, Escobar Rabadán F. Functional status of elderly people with hearing loss. Arch Gerontol Geriatr. 2009;49(1):88-92.
7. Ferrari JF, Dalacorte RR. Uso da Escala de Depressão Geriátrica de Yesavage para avaliar a prevalência de depressão em idosos hospitalizados. Sci Med. 2007;17(1):3-8.
8. Ávila R, Bottino CMC. Atualização sobre alterações cognitivas em idosos com síndrome depressiva. Rev Bras Psiquiatr. 2006;28(4):316-20.
9. Reis ACMB, Iório MCM. P300 em sujeitos com perda auditiva. Pró-Fono. 2007;19(1):113-22.
10. Duarte JL, Freitas 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.
11. Munhoz MSL, Silva MLG, Caovilla HH, Frazza MM, Ganança MM, Câmera JLS. Respostas Auditivas de Tronco Encefálico In: Munhoz MSL, Caovilla HH, Silva MLG, Ganança MM. Audiologia Clínica 2. São Paulo: Atheneu; 2000. p.191-220.
12. Anias CR, Lima MAMT, Kós AOA. Avaliação da influência da idade no potencial evocado auditivo de tronco encefálico. Rev Bras Otorrinolaringol. 2004;70(1):84-9.
13. Hall JW. Anatomy and Physiology Principles of Auditory Evoked Responses. In: Hall III JW (org.). New Handbook of Auditory Evoked Responses. Boston: Pearson Education; 2007. p.35-56.
14. Tremblay KL, Burkard R. Aging and auditory evoked potentials. In: Burkard R, Don M, Eggermont J, editors. Auditory Evoked Potentials: Scientific Bases to Clinical Application. Baltimore: Lippincott Williams and Wilkins; 2007.
15. Lloyd LL, Kaplan H. Audiometric interpretation: a manual of basic audiometry. Baltimore: University Park Press; 1978.
16. Bertolucci PHF, Brucki SMD, Campacci SR, Juliano Y. O mini-exame do estado mental em uma população geral. Arq Neuropsiquiatr. 1994;52(1):1-17.
17. Brucki SMD, Nitrini R, Caramelli P, Bertolucci PHF, Okamoto IH. Sugestões para o uso do mini-exame do estado mental no Brasil. Arq Neuropsiquiatr. 2003;61(3):777-81.
18. Schultz RR, Siviero MO, Bertolucci PH. The Cognitive subscale of the "Alzheimer Disease Assessment Scale" in a Brazilian sample. Braz. J Med Biol Res. 2001;34(10):1295-302.
19. Almeida OP, Almeida SA. Confiabilidade da versão brasileira da escala de depressão em geriatria (GDS) versão reduzida. Arq Neuropsiquiatr. 1999;57(2B):421-6.
20. Jasper HH. The ten-twenty electrode system of the international federation. Electroencephalogr Clin Neurophysiol.1958;10(2):371-5.
21. Fleiss JL. Reliability of measurement in the design and analysis of clinical experiments. New York: Wiley; 1986.
22. Fisher LD, Van Belle GB. Biostatistic. New York: John Wiley & Sons; 1993.
23. Allen NH, Burns A, Newton V, Hickson F, Ramsden R, Rogers J, et al. The effects of improving hearing in dementia. Age Ageing. 2003;32(2):189-93.
24. Tesch- Römer C. Psychological effects of hearing aid use in older adults. J Gerontol. 1997;52(3):p127-38.
25. Meister H, Lausberg I, Kiessling J, von Wedel H, Walger M. Identifying the needs of elderly, hearing-impaired persons: the importance and utility of hearing aid attributes. Eur Arch Otorhinolaryngol. 2002;259(10):531-4.
26. Vitiello APP, Ciríaco JGM, Takahashi DY, Nitrini R, Caramelli P. Avaliação cognitiva breve de pacientes atendidos em ambulatórios de neurologia geral. Arq Neuropsiquiatr. 2007;65(2A):299-303.
27. Polich J, Howard L, Starr A. Effects of age on the P300 component of the event-related potential from auditory stimuli: peak definition, variation, and measurement. J Gerontol. 1985;40(6):721-6.
28. McPherson DL. Late potentials of the auditory system. San Diego: Singular Publishing Group; 1996. 147p.
29. Walhovd KB, Fjell AM. The relationship between P3 and neuropsychological function in an adult life span sample. Biol Psychol. 2003;62(1):65-87.
30. Schiff S, Valenti P, Andrea P, Lot M, Bisiacchi P, Gatta A, et al. The effect of aging on auditory components of event-related brain potentials. Clin Neurophysiol. 2008;119(8):1795-802.
31. McDowell K, Kerick SE, Santa Maria DL, Hatfield BD. Aging, physical activity, and cognitive processing: an examination of P300. Neurobiol Aging. 2003;24(4):597-606.
32. Tremblay KL, Piskosz M, Souza P. Effects of age and age-related hearing loss on the neural representation of speech cues. Clin Neurophysiol. 2003;114(7):1332-43.
33. Stenklev NC, Laukli E. Cortical cognitive potentials in elderly persons. J Am Acad Audiol. 2004;15(6):401-13.

34. Muscoso EG, Costanzo E, Daniele O, Maugeri D, Natale E, Caravaglios G. Auditory event-related potentials in subcortical vascular cognitive impairment and in Alzheimer's disease. J Neural Transm. 2006;113(11):1779-86.
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.
36. Musiek FE, Geurkink NA. Auditory brainstem and middle latency evoked response sensitivity near threshold. Ann Otol Rhinol Laryngol. 1981;90(3 Pt 1):236-40.
37. Hall JW. Handbook of auditory evoked responses. Boston: Allyn & Bacon; 1992. 871p.
38. Vecchio F, Määttä S. The use of auditory event-related potentials in Alzheimer's disease diagnosis. Int J Alzheimer Dis. 2011;653173.
39. Damasceno BP. Envelhecimento cerebral: o problema dos limites entre o normal e o patológico. Arq Neuropsiquiatr. 1999;57(1):78-83.