

Investigação da estabilidade inter e intra-examinador na identificação do P300 auditivo: análise de erros

Investigation of inter- and intra-examiner stability to P300 auditory identification: analysis of errors

Cinthia A.O. Junqueira¹, José Fernando Colafêmina²

Palavras-chave: P300 auditivo, potencial cognitivo, potencial relacionado a eventos, medidas eletrofisiológicas, análise do P300.

Key words: P300 auditory, cognitive potential, event-related potential, electrophysiological measures, P300 measurement.

Resumo / Summary

Introdução: A possibilidade de correlacionar aspectos do comportamento auditivo (habilidades auditivas) a fenômenos fisiológicos observáveis (potencial cognitivo – P300) tem despertado o interesse dos profissionais interessados no estudo das disfunções auditivas. Porém, os métodos de análise do P300 e interpretação dos resultados ainda não estão padronizados e devem ser explorados e discutidos visando maior segurança para aplicação clínica e científica. **Objetivo:** Este estudo investigou a estabilidade na análise e interpretação do P300 auditivo seguindo um conjunto de regras (critério) pré-determinadas. **Forma de estudo:** Clínico prospectivo. **Material e método:** Traçados de P300 de crianças e adolescentes saudáveis foram analisados, em 2 momentos diferentes, seguindo as mesmas regras para a identificação e marcação das ondas N1, P2, N2 e P3. As medidas de latência da onda P300 foram submetidas a análises qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa investigou os tipos de erros cometidos pelo examinador no uso do critério de determinação do P300 (5,9% do total de 560 medidas obtidas). A análise quantitativa investigou a variabilidade da medida da latência do P300 atribuível ao examinador. **Resultado:** Os resultados mostraram que não houve diferença significativa entre as análises inter e intra-examinador, tendo sido encontradas correlações significantes entre as medidas de latência, indicando boa fidedignidade no teste-reteste e alta concordância entre os examinadores no modo como analisaram os traçados das ondas. **Conclusão:** O critério usado neste estudo demonstrou ser útil na determinação do P300, podendo ser sugerido com segurança para uso clínico e científico.

Introduction: The possibility of correlation between aspects of auditory behavior (auditory abilities) and observable physiological phenomena (cognitive potential – P300) has increased the interest in the study of auditory dysfunctions among professionals of various fields. However, the methods of its analysis and interpretation have not been standardized yet. Therefore, they must be explored and debated aiming more security for clinical and scientific application. **Aim:** In this study it was investigated the stability in the analysis and interpretation of P300 auditory, according to a pre-determined set of rules. **Study design:** Clinical prospective. **Material and method:** Records of P300 of healthy children and adolescents were analyzed twice, identifying the waves (N1, P2, N2, P3) and their latencies according to the pre-determined set of rule. The P300 latency measurements were submitted to quantitative and qualitative analysis. The qualitative analysis looked into types of errors made by the examiner during the P300 identification (5.9% in a total of 560 measurements). In the quantitative analysis we investigated the variability of the P300 latency measurements attributable to the examiner. **Results:** The results showed that there were no significant differences between the inter- and intra-examiner analyses. Significant correlations were found between the measurements, showing a good test-retest reliability and high concordance among the examiners in the way they analyzed the wave records. **Conclusion:** We conclude that the rules used in this study are useful to the identification of the P300 in both clinical and scientific situations.

¹ Fonoaudióloga, Mestre em Ciências pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto – USP, Docente do Curso de Fonoaudiologia da UNAERP.

² Professor Doutor do Departamento de Otorrinolaringologia do HCFMRP, Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências – Área Psicobiologia da FFCLRP – USP. Dissertação de Mestrado defendida em novembro/2001.

Trabalho realizado no Laboratório de Psicologia Experimental Humana do Departamento de Psicologia e Educação (Faculdade de Filosofia Ciências e Letras/USPRP).

Endereço para correspondência: Cinthia Junqueira – Rua Manoel Achê, 814/22 – Jardim Irajá
Ribeirão Preto SP 14020-590

Tel. (0xx16) 623.5319, (0xx16) 9717.4436 – E-mail: cinthiajunqueira@uol.com.br

Artigo recebido em 18 de fevereiro de 2002. Artigo aceito em 11 de abril de 2002.

INTRODUÇÃO

A utilização de métodos objetivos de avaliação da audição, associados aos métodos comportamentais, vem se tornando cada vez mais freqüente no campo da Audiologia Clínica contribuindo para o aumento da precisão no diagnóstico dos distúrbios auditivos centrais.

A pesquisa do potencial evocado auditivo (PEA) é um dos métodos objetivos atualmente utilizados e reflete as mudanças neuroelétricas que ocorrem ao longo da via auditiva, desde a cóclea e nervo auditivo até o córtex cerebral, em resposta a um estímulo ou evento acústico.

Além de permitir a investigação da audição periférica do indivíduo, avalia a integridade das vias auditivas centrais, sua maturação durante o processo de desenvolvimento e disfunções causadas por diversas doenças. Além disso, esta metodologia permite seguir o curso da atividade cerebral no tempo com a precisão de milissegundos e, portanto, obter conhecimento não somente do produto final do processamento mas, também da seqüência, tempo e estágios de processos específicos¹⁸.

Segundo Mc Pherson (1996), as mudanças do desenvolvimento observadas nos PEAs estão relacionadas não apenas aos elementos anatômicos e funcionais, mas também aos padrões organizacionais que ocorrem com o comportamento e a aprendizagem. Neste contexto, destacamos a contribuição dos potenciais evocados auditivos de longa latência (PEALL) na investigação de algumas habilidades cognitivas envolvidas no processamento da informação (atenção, discriminação e memória). Os principais potenciais (ondas) descritos são: N1, P2, N2 e P3.

O P3 ou P300 é a onda mais tardia que aparece após o complexo N1-P2-N2 como uma resposta objetiva relacionada a aspectos fundamentais da função mental: percepção e cognição. Por se um potencial influenciado mais pelo uso funcional que o indivíduo faz do estímulo é considerado endógeno, e também chamado de potencial cognitivo ou relacionado a eventos.

O P300 é eliciado de forma consciente, numa tarefa de discriminação entre estímulos acústicos diferentes, denominada paradigma *oddball* ou paradigma do alvo. Neste tipo de tarefa, são apresentados ao indivíduo 2 tipos diferentes de estímulos acústicos por meio de fones binaurais: os chamados estímulos freqüentes (EF) que ocorrem num intervalo de tempo constante, e os chamados estímulos raros (ER) que são introduzidos de modo aleatório entre os primeiros. O indivíduo é orientado a manter-se atento e contar mentalmente o número de ER que conseguir reconhecer e discriminar. Podem ser usados tons puros diferenciados pela freqüência (EF – 1000Hz e ER – 2000Hz) ou ainda estímulos de fala diferenciados pelo traço de sonoridade (EF – /pa/ e ER – /ba/) como estímulos acústicos eliciadores.

Embora seja considerado um método objetivo de avaliação, o P300 pode sofrer interferência de alguns fatores

que contribuem para a variabilidade de suas medidas (latência e amplitude da onda). Podemos citar as variáveis relacionadas: aos parâmetros usados no teste (intensidade, freqüência e tipo de estímulo acústico eliciador, filtro, tipo de tarefa, intervalo interestímulo...); às condições de registro (hora do dia) e ao sujeito (idade/maturação, sexo, habilidade cognitiva, temperatura do corpo).

Além das variáveis já conhecidas e, portanto, controladas pelos examinadores, chama-nos a atenção a “subjetividade” envolvida na identificação e marcação da onda P300. Isto ocorre pela falta de um ou mais critérios de análise bem definidos e padronizados.

Os trabalhos encontrados na literatura usam metodologias diferentes tanto para identificar o P300 (considerando a morfologia^{26,27,17,28,29,15,9,24,6,12}, reprodutibilidade da onda^{3,8,13,10,4} e intervalo de latência^{2,23,19,5}), como para marcar suas medidas de latência e amplitude esperadas para faixa etária avaliada (considerando o ponto de máxima amplitude da onda^{13,26,27,17,29,15,9,19}, média entre duas replicações^{11,3,8,15}, ponto mais próximo a 300ms⁵, ponto da onda mais replicável^{9,4}). Alguns termos utilizados como “o pico mais alto”, “a maior onda”, “o primeiro pico”, “a onda mais proeminente ou mais bem formada”..., podem levar a interpretações diferentes entre diversos examinadores, gerando resultados diferentes entre os trabalhos.

As medidas de latência do P300, encontradas na literatura, para a faixa etária de 5 a 18 anos, atingem valores de 240 a 700 ms para uma população “normal”, ou seja, sem alterações auditivas, neurológicas, cognitivas e psicológicas. Mesmo considerando a influência maturacional, a “subjetividade” na determinação da onda pelo examinador, pela falta de um critério de análise mais uniforme entre os trabalhos, pode estar contribuindo para o aumento da variabilidade da medida observada nos mesmos. Desta forma, uma investigação mais cuidadosa referente aos métodos de identificação e análise do P300 auditivo, utilizados pelos examinadores, visa obter maior segurança para aplicações clínicas e científicas deste potencial cognitivo.

Este trabalho teve como objetivo geral investigar a estabilidade na análise e interpretação do P300 auditivo, seguindo um critério pré-determinado. Além disso, também investigou a variabilidade da medida de latência do P300 atribuível ao examinador e os principais pontos de dificuldade na análise dos traçados (ondas), visando sugerir um critério para análise do P300 com boa aplicabilidade inter e intra-examinador.

MATERIAL E MÉTODO

Participaram deste estudo 4 profissionais da área audiológica, sendo 3 fonoaudiólogos e 1 médico otorrinolaringologista, denominados aqui “examinadores”, com experiência teórico/prática com o P300 auditivo. Os profissionais concordaram em participar assinando um termo de consen-

timento previamente aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem/USPRP.

O material usado neste estudo foi composto por exames de potencial evocado auditivo de longa latência – PEALL (P300), previamente realizados em voluntários, os quais já haviam participado de pesquisas anteriores na mesma área (equipamento/programa Ati – Nautilus PE – versão 4,19c – LERMED S.R.L – Argentina, 1992). Os exames faziam parte do arquivo de potencial evocado auditivo do Laboratório de Psicologia Experimental Humana do Departamento de Psicologia e Educação (Faculdade de Filosofia Ciências e Letras/USPRP).

Foram selecionados 35 exames de crianças e adolescentes entre 8 e 18 anos, de ambos os sexos, com audição periférica normal (avaliação audiológica básica previamente realizada), sem história anterior ou atual de problemas neurológicos, auditivos, psiquiátricos ou de aprendizagem (anamnese previamente realizada). A pesquisa dos PEALL foi realizada duas vezes em cada orelha (replicada), sendo obtido um total de 70 registros.

Os 70 registros selecionados foram gravados em 4 disquetes separados, contendo apenas os traçados das ondas sem suas identificações (Figura 1). Cada examinador recebeu um disquete juntamente com as orientações para a coleta dos dados.

Os examinadores foram orientados a analisar os 70 registros, seguindo apenas o critério elaborado para a determinação do P300. A análise consistia em identificar as ondas dos PEALL (N1, P2, N2 e P300) na tela do monitor e marcar seus valores de latência e amplitude nos traçados, usando o cursor do computador, para posterior impressão. Os examinadores usaram seus disquetes individuais para fazer a

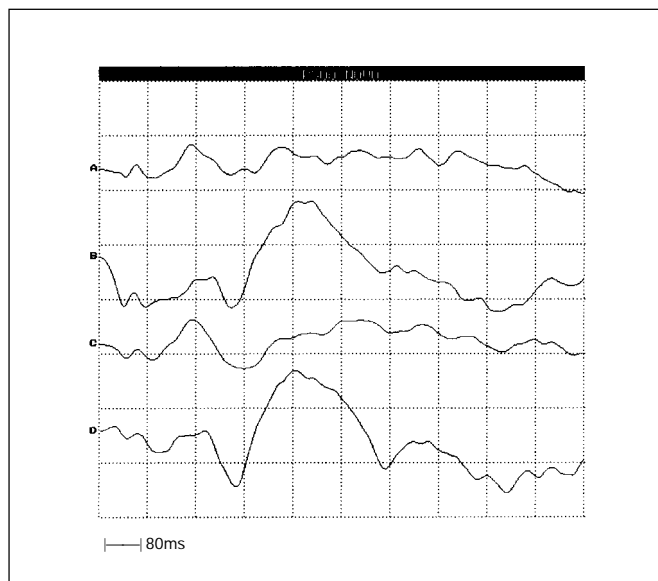


Figura 1. Registro do P300 replicado, contendo 2 traçados do estímulo freqüente (A e C) e 2 traçados do estímulo raro (B e D).

análise dos registros. As análises foram feitas 2 vezes em cada um dos 70 registros com intervalo de tempo mínimo de 1 semana. Os examinadores escolheram dias diferentes para analisar os registros e evitaram a troca de informações sobre os mesmos durante o período de coleta dos dados.

Foi elaborado um critério para identificar a onda P300 e os componentes N1, P2, N2 e marcar seus valores de latência e amplitude, tomando-se como base os pontos em comum dos critérios mais citados na literatura, usados em pesquisas com a mesma faixa etária do presente estudo^{16,27,1,28,14,23}:

- Complexo N1-P2-N2 – três primeiras ondas que aparecem na seqüência e apresentam polaridade negativa – positiva – negativa, respectivamente, **ocorrendo na replicação dos traçados freqüente e raro**, entre 60 e 300ms.
- P3 – maior onda positiva, logo após o complexo N1-P2-N2, **ocorrendo na replicação do traçado para o estímulo raro**, entre 240 e 700ms.

Foram também colocadas as seguintes recomendações:

- **Identificar as ondas**, considerando a replicação dos traçados (sobreposição das ondas), e **fazer a marcação** somente no melhor traçado para o estímulo raro.
- As latências devem ser marcadas no maior pico, ou seja, no ponto de máxima amplitude da onda.
- As amplitudes devem ser marcadas do pico da onda até a linha de base.

Caso não consiga identificar a onda P300, não faça a marcação.

Para a identificação das ondas foi enfatizada a sobreposição dos traçados freqüente e raro, na replicação do registro. Os valores de latência mínimo e máximo indicados, tanto para o complexo N1-P2-N2 como para o P300, assumiram um papel coadjuvante na tarefa proposta. Esta recomendação foi fundamentada em dois aspectos: 1) quando a identificação da onda fica somente restrita a uma faixa de latência pré-estabelecida, muitas ondas "reais" podem ser ignoradas²⁵; 2) a grande variação encontrada nos valores destes intervalos, nos trabalhos consultados. Com isso, transferimos o foco de atenção do intervalo de latência para a replicação do traçado, tornando o procedimento de "escolha" da onda mais objetivo.

Foi considerado o intervalo de latência (valor mínimo e máximo) do complexo N1-P2-N2 e não os valores individuais dos componentes, por entendermos que sendo o P300 o foco principal da análise, este conjunto de ondas deve apenas auxiliar sua identificação, tendo um papel secundário neste estudo.

O critério sugerido para a identificação do P300 como sendo "a maior onda logo após o complexo N1-P2-N2..." foi escolhido levando-se em consideração as observações dos traçados de P300 obtidas em nossa prática em concordância com a maioria dos trabalhos consultados^{25,16,27,14}.

A marcação do valor de latência do P300 sempre no “maior pico” ou ponto de máxima amplitude da onda, evita confusão diante de ondas bifurcadas ou com duplo-pico. A marcação da amplitude do pico da onda até a linha de base é recomendada para evitar a contaminação das ondas vizinhas nos valores individuais obtidos²⁸.

Foi considerada a possibilidade de não identificação do P300 já que a maturação neurológica é um fator determinante na faixa etária escolhida para este estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Qualitativa dos Traçados: verificação do uso adequado do critério de determinação do P300 e apresentação dos tipos de “erros” ocorridos.

Para a verificação do uso adequado do critério proposto, foi tomada como referência a medida da latência do P300, seguindo a tendência da literatura em considerá-la mais constante e confiável. Do total de 70 registros analisados duas vezes por cada um dos 4 examinadores, foram obtidas 560 medidas de latência do P300.

Para definir o limite de variação da amostra estabelecemos o valor de 2 desvios-padrão acima da média (313,8ms – DP 36,8ms e valores mínimo – 272,7ms / máximo – 502,5ms). Todas as medidas que ultrapassaram esta dispersão de distribuição e também as que não foram marcadas (no caso de não identificação do P300) foram investigadas separadamente. Das 560 medidas, 33 (5,9%) apresentaram valores fora do limite estabelecido pela média + 2 desvios-padrão. A investigação caso a caso destas medidas (N=33), revelou a ocorrência de uso inadequado do critério, denominado neste estudo de “erro” de uso do critério. Isso quer dizer que o examinador não seguiu de modo sistemático o critério pré-estabelecido, ou na identificação da onda, ou na marcação de seus valores de latência e amplitude. Os traçados, com as marcações das ondas, foram analisados por 2 juízes que, juntos, levantaram as causas da variabilidade da medida comparando as análises inter e intra-examinador e considerando os passos determinados no critério.

Tabela 1. Distribuição dos tipos de “erro” cometidos no uso do critério segundo a frequência de ocorrência na 1ª e 2ª análises dos examinadores (N=33).

Uso do Critério	Tipos de “erro”					Total	
	A	B	C	D	E	N	(%)
1ª análise	8	1	3	5	2	19	(58)
2ª análise	6	2	4	1	1	14	(42)
Total	14	3	7	6	3	33	(100)

A – não identificou a maior onda, logo após o complexo N1-P2-N2, B – não seguiu a replicação do traçado, C – identificou onda inexistente, D – não identificou a onda, E – não marcou a latência no maior pico ou ponto de máxima amplitude da onda.

Foram identificados 5 tipos de “erros” nas análises dos traçados dos examinadores, caracterizando o uso inadequado do critério, sendo 4 na identificação da onda e 1 na marcação de seus valores de latência e amplitude (Tabela 1).

Os erros de identificação e marcação das ondas que ocorreram nas análises dos examinadores mostraram uma maior dificuldade de interpretação dos resultados do P300 para os traçados “ruins” (baixo padrão de reprodutibilidade e morfologia, interferência de artefatos ou diferenças no desempenho atencional), os quais representaram a minoria da amostra.

Nos traçados considerados “bons” para a análise podemos observar que os mesmos estão replicados e, portanto, a morfologia e a latência das ondas podem ser comparadas. O complexo N1-P2-N2 está presente, e pode ser identificado, em todos os traçados (estímulo frequente e raro). A onda P300 pode ser claramente identificada na replicação dos traçados do estímulo raro como sendo a maior onda positiva logo após o complexo N1-P2-N2 (Figura 2).

TIPOS DE ERROS

1. Não identificou a maior onda, logo após o complexo N1-P2-N2.

A identificação inadequada da onda pode tanto diminuir (Figuras 3A-B) como elevar a latência individual do P300 contribuindo para o aumento médio da variabilidade da medida nos grupos normais de mesma faixa etária²⁸.

O erro mais frequente foi o de não identificar o P300 como a maior onda que aparece logo após o complexo N1-P2-N2, indicando que este ponto do critério deve ser melhor

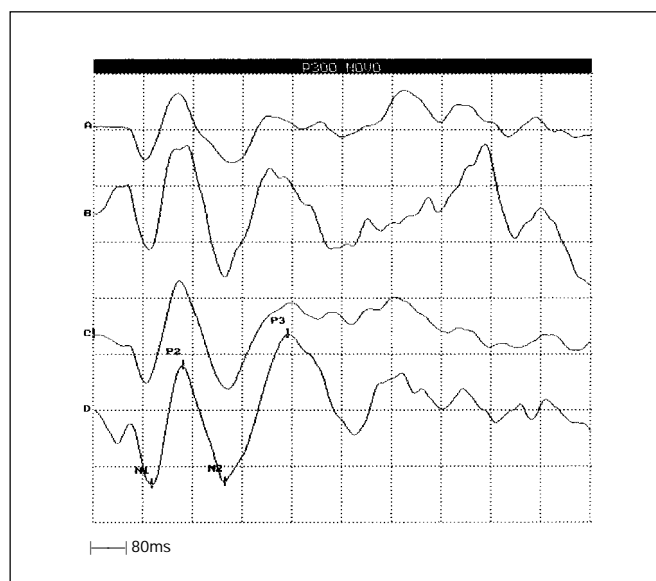


Figura 2. P300 de criança de 12 anos (com replicação). A e C traçados do estímulo frequente. B e D traçados do estímulo raro. Latência 311ms (D).

considerado no momento da análise. A maioria dos trabalhos na literatura sobre P300 faz referência sobre a identificação e a marcação dos valores de latência das ondas que antecedem o P300 (N1, P2 e N2). Isto sugere a contribuição destas ondas no processo de determinação do potencial cognitivo, já que se apresentam numa seqüência estável com pouca diferença nos traçados para o estímulo freqüente e raro. No presente estudo observamos identificação destas ondas em 100% das análises, o que confirma a tendência encontrada na literatura.

Muitos trabalhos incluem claramente estas ondas no critério de identificação do P300: "...a maior onda logo após o complexo N1-P2-N2..."^{26,16,27,28,18} ou ainda, "...a onda logo após N2..."^{14,8,23,5}. A literatura concorda com o auxílio dos componentes anteriores dos PEALL para a correta identificação do P300 e, portanto, sugerimos que a presença destas ondas deva ser considerada no critério de identificação do P300 usado pelos examinadores.

2. Não seguiu a replicação do traçado.

Como o P300 aparece apenas no traçado do estímulo raro, já que reflete a habilidade de discriminação entre estímulos, a replicação do traçado estabelece a validade teste/re-teste⁷.

No traçado "bom" (morfologia definida das ondas, poucos artefatos, bom desempenho da tarefa – nível de atenção), aumenta a chance do P300 aparecer como a maior onda logo após o complexo N1-P2-N2, na mesma posição, nos dois traçados (replicação). Mas, quando o traçado é "ruim" esta chance diminui provocando dúvida na análise (Figuras 4A-B).

Na literatura encontramos formas diferentes de replicação dependendo do número de derivações ou

montagem de eletrodos que o equipamento permite. A posição Cz (vértex) é a mais utilizada entre os autores para a identificação das ondas, quando o equipamento possui apenas um canal de registro. Neste caso, o traçado é replicado, pelo menos uma vez, e as ondas são identificadas na comparação entre eles^{2,14}.

Dois ou mais canais de registro permitem o uso de eletrodos ativos em outras posições, sendo Fz e Pz (linha média do escalpo) as mais freqüentemente utilizadas. O registro obtido nas 3 posições da linha média mostra a onda P300 aumentando de tamanho (amplitude) do eletrodo frontal para o parietal, na seqüência Fz→Cz→Pz²⁸. Este recurso facilita a tarefa de identificar o P300 já que a onda pode ser observada em vários traçados.

A recomendação para considerar a sobreposição das ondas foi encontrada nos trabalhos de^{8,5,3}, que além de replicarem o traçado do estímulo raro, usaram a comparação entre 2 eletrodos ativos (Pz e Cz) para identificar a onda P300.

Outro recurso, menos usado, é identificar o P300 no traçado resultante da diferença entre os traçados do estímulo raro e freqüente (Raro – Freqüente), porém considerando sempre a replicação do registro^{10,2}.

Neste estudo, pela limitação do equipamento (um canal de registro), foi utilizado apenas um local para o eletrodo ativo (Cz), sendo enfatizada a importância de se considerar a aplicação do traçado na identificação do P300.

3. Identificou onda inexistente.

Como a maturação do sistema nervoso auditivo central (SNAC) influencia diretamente a formação do potencial cognitivo, este pode não estar presente no registro de crianças mais novas, mesmo audiológicamente normais^{27,19}.

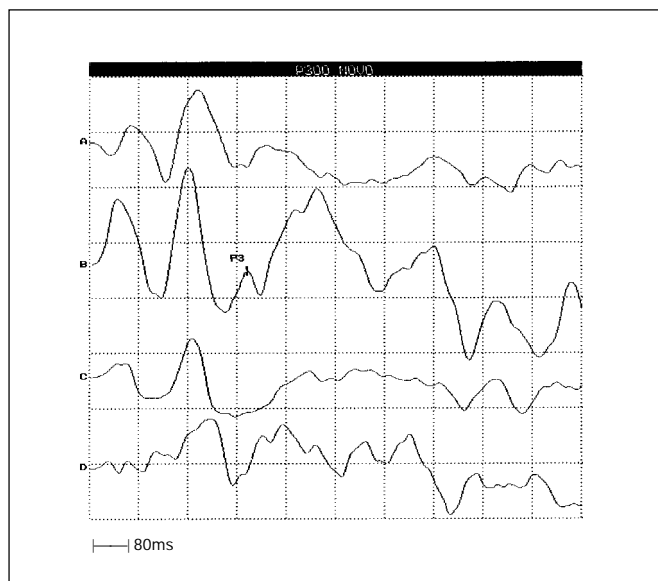


Figura 3A. Identificação incorreta do P300 (latência em 255ms no traçado do estímulo raro).

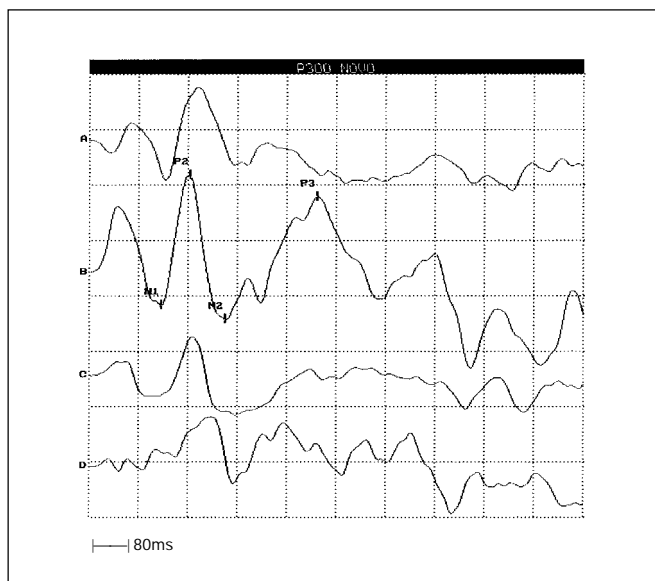


Figura 3B – Identificação correta do P300 seguindo o critério de "maior onda logo após o complexo N1- P2-N2" (latência em 367ms no traçado do estímulo raro).

O critério de determinação do P300, recomendado neste estudo, previu esta possibilidade já que a amostra selecionada para análise continha crianças a partir de 8 anos.

No exemplo a seguir (Figuras 5A-B), o complexo N1-P2-N2 está bem definido em todos os traçados, porém não observamos a formação de uma onda positiva, logo após N2, replicada no traçado do estímulo raro, como indicado no critério de identificação do P300. Ao contrário, observamos uma similaridade de todos os traçados a partir deste ponto, não compatível com as características do P300. Notar também, o valor de amplitude da "suposta onda" muito baixo ($0,08 \mu\text{V}$) na análise inadequada dos examinadores.

Alguns autores citam a presença de dois sub-componentes distintos do P300 (P3a e P3b) que podem ser observados em tarefas diferentes de eliciação com e sem atenção ao estímulo^{29,25,28} ou ainda quando o objetivo é acompanhar o processo maturacional deste potencial¹⁵. O P3a é o sub-componente mais precoce eliciado passivamente (não se relaciona com a tarefa), presente desde a infância sem apresentar mudanças até a maioridade. O P3b (o "referido" P300) é o sub-componente mais tardio, dependente da atenção, que sofre muitas mudanças com o desenvolvimento, desde a infância até a idade adulta.

4. Não identificou a onda.

A ocorrência deste "erro" foi maior na 1ª análise dos examinadores. Foi observada a tendência de correção do "erro" na 2ª análise, sugerindo o efeito do "treinamento" no uso do critério proposto.

Embora os traçados destes registros não estivessem tão bem definidos, a presença tanto das ondas do complexo N1-P2-N2 como da onda P300 foi identificada na grande

maioria das análises (Figuras 6A-B).

A ocorrência deste erro foi causada, supostamente, pela falta de atenção para com os itens do critério de identificação das ondas, no momento da análise. A orientação de observar as semelhanças na replicação do traçado do estímulo raro não foi considerada. Para traçados mais difíceis é sugerido que a análise das ondas seja realizada por mais de 1 juiz (e testada a correlação da medida entre eles) como recomendado e utilizado por alguns autores^{1,14,21}.

5. Não marcou a latência no maior pico ou ponto de máxima amplitude da onda.

Este "erro" de marcação da latência do P300 foi observado em apenas 1 registro da amostra selecionada (Figuras 7A-B).

É consenso na literatura a recomendação da marcação da latência do P300 no maior pico ou ponto de máxima amplitude da onda^{10,26,16,27,14,9,8,5,3,18}.

Na presença de duplo-pico (componentes P3a e P3b), podemos encontrar outros procedimentos sugeridos para marcar o valor da latência: buscar o ponto de intersecção entre 2 linhas traçadas em cada lado da onda escolhida (na presença de "onda achatada" ou duplo-pico)^{10,2,7,14}, ou ainda, no caso de 2 picos com valores muito próximos calcular a média entre eles¹⁰. Estes métodos são criticados por Polich²⁸ e, concordamos com o autor, por criarem medidas aproximadas, não produzidas diretamente pelo cérebro do indivíduo. O autor recomenda o uso do ponto de máxima amplitude da onda, denominado "P3MAX", como o procedimento mais confiável para a marcação do valor de latência do P300.

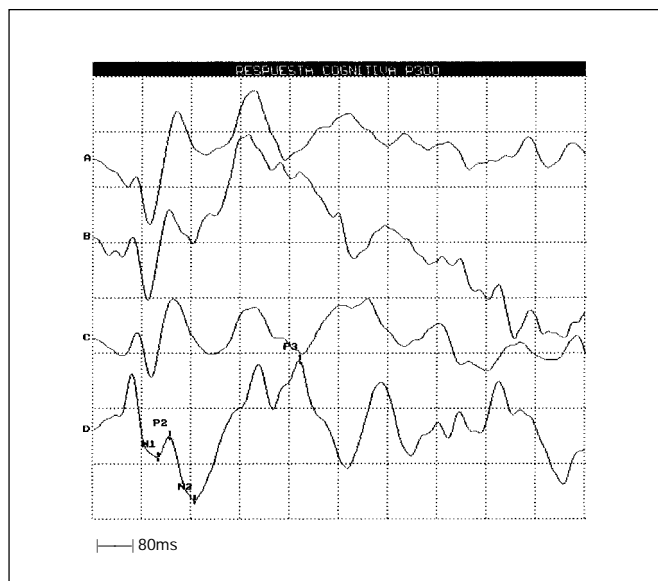


Figura 4A. Identificação incorreta do P300 (latência em 336ms no traçado do estímulo raro).

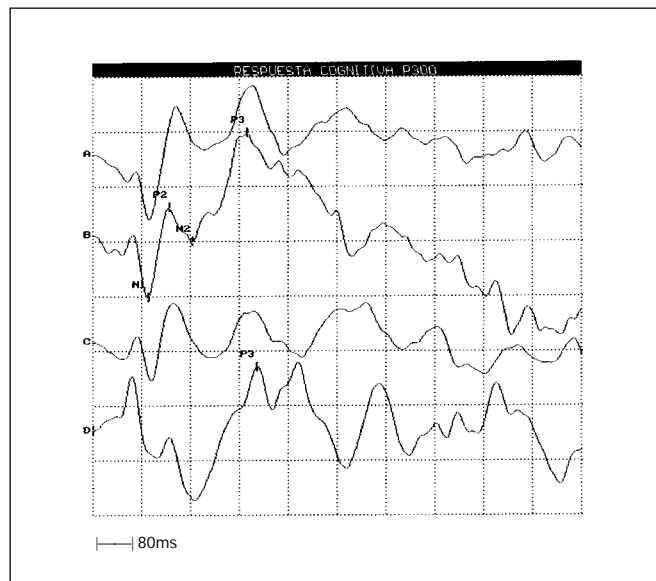


Figura 4B. Identificação correta do P300 seguindo a replicação do traçado ou sobreposição das ondas (latência em 252ms e 267ms nos traçados do estímulo raro B e D, respectivamente).

Análise quantitativa: apresentação e discussão dos resultados das análises inter e intra-examinador.

Foi investigada a variabilidade da medida da latência encontrada nas análises inter e intra-examinador. As medidas "com erro", ou seja, aquelas que foram obtidas com o uso inadequado do critério, não foram excluídas desta análise.

Não foram encontradas diferenças significantes de medidas de latência do P300, entre a 1ª e 2ª análises de cada examinador (Tabela 2).

Todos os examinadores apresentaram análises

fidélgias como demonstrado pelo coeficiente de correlação *Pearson* (Figuras 8A, B, C e D). Estes resultados indicam a validade dos dados no teste-reteste, onde cada examinador interpretou o traçado da onda da mesma maneira, seguindo as orientações contidas no critério de determinação do P300.

Não foram encontradas diferenças significantes ($F(3,258) = 0,4384$ $p = 0,7257$) entre as análises dos examinadores para os valores de latência do P300, sendo que as mesmas apresentaram correlação significativa indicando uma alta concordância entre os examinadores (Tabela 3).

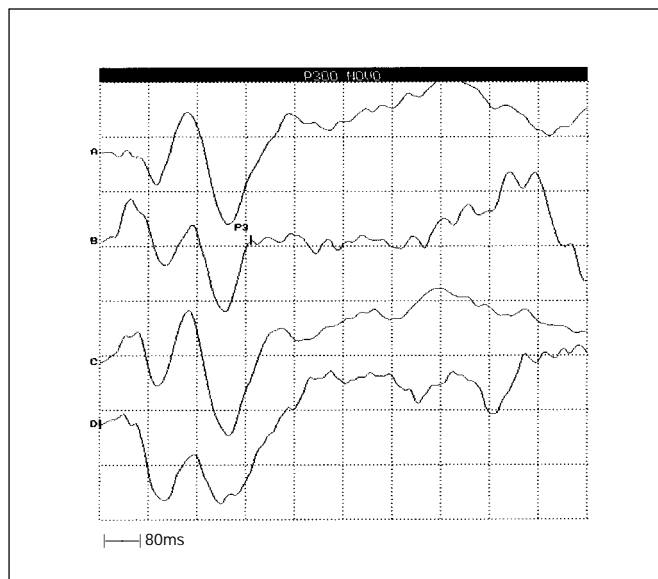


Figura 5A. Identificação incorreta da onda P300 no traçado do estímulo raro (latência de 247ms e amplitude de 0,08 μV em B).

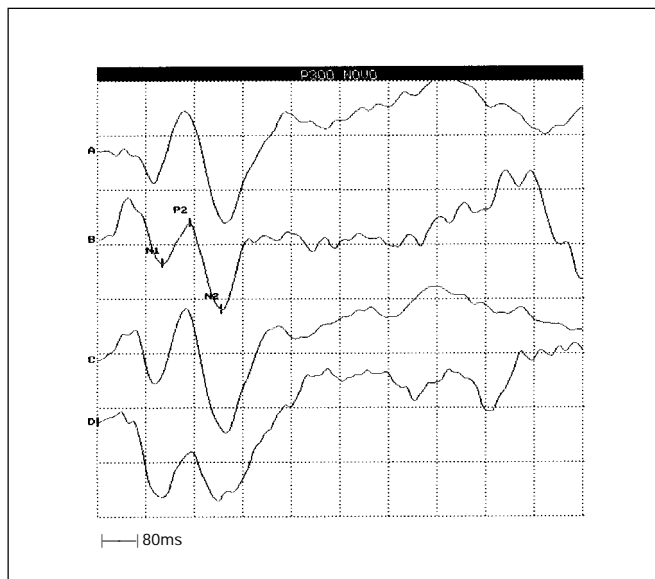


Figura 5B. Identificação correta do complexo N1-P2-N2 com ausência da onda P300 no traçado do estímulo raro (notar a similaridade dos traçados freqüente e raro, logo após N2).

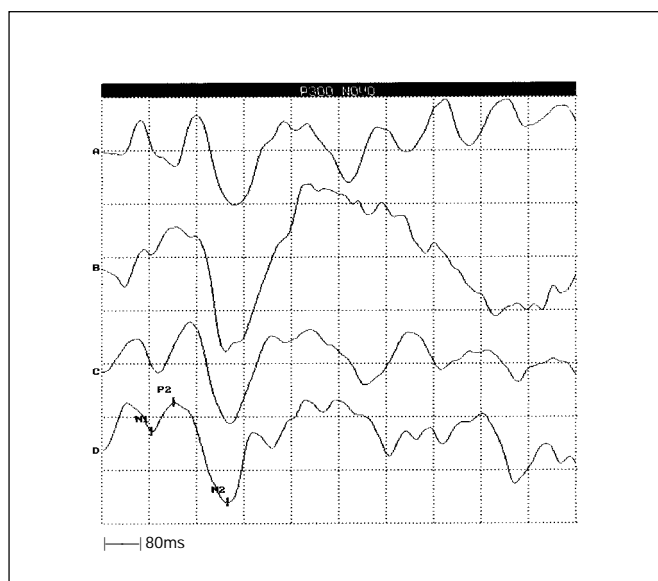


Figura 6A. Não identificação e marcação do P300.

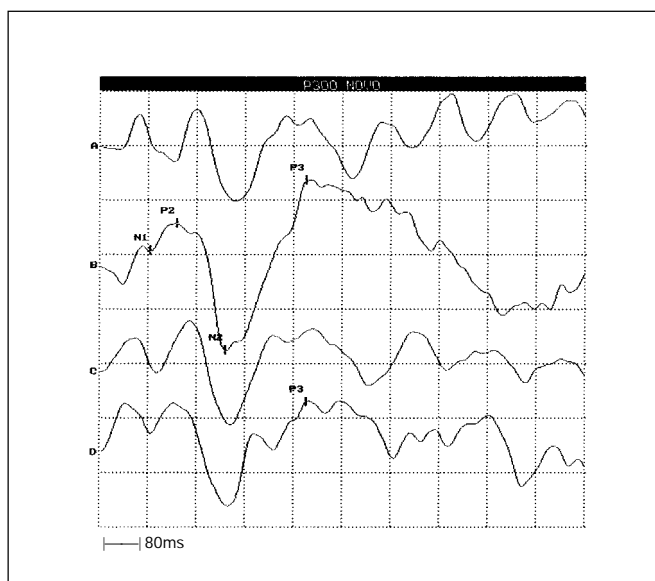


Figura 6B – Identificação correta do P300, logo após o complexo N1-P2-N2, seguindo a replicação do traçado do estímulo raro (latência de 339ms em ambos B e D e amplitude de 9,1 e 5,3 μV em B e D, respectivamente).

Neste estudo, ao compararmos as medidas de latência do P300, obtidas com e sem erro de uso do critério, encontramos valores muito próximos para a média, o desvio padrão e o valor geral mínimo. O valor geral máximo teve uma diminuição de 107,7ms em relação ao valor obtido com erro (Tabela 4). Este achado sugere que o uso adequado do critério de análise da onda pode levar a intervalos de latência menores, o que diminui a variabilidade da medida considerada "normal" numa população controle. O intervalo de latência do P300 encontrado neste estudo foi menor do que os sugeridos na literatura, para uma população considerada "normal" entre 5 e 18 anos. Parece haver uma concordância maior entre os trabalhos para o valor mínimo (\cong 240ms) e menor para o valor máximo (entre 350 e 700ms).

Os valores mínimo e máximo aceitáveis para a latência do P300 podem contribuir para a diferença nos

Tabela 2. Análise intra-examinador com resultados do teste *t* de *student* considerando 2 amostras presumindo variâncias equivalentes.

Examinador	Média (1ª)	Média (2ª)	Teste <i>t</i>
1	317,6 ms	315,3 ms	$t(134gl) = 1,978$ $p = 0,699$
2	323,4 ms	320,2 ms	$t(132gl) = 1,978$ $p = 0,672$
3	306,9 ms	307,0 ms	$t(135gl) = 1,978$ $p = 0,991$
4	312,9 ms	307,9 ms	$t(136gl) = 1,978$ $p = 0,375$

* $p < 0,05$

Média (1ª) – valor médio de latência do P300 encontrado na 1ª análise do examinador. Média (2ª) – valor médio de latência do P300 encontrado na 2ª análise do examinador.

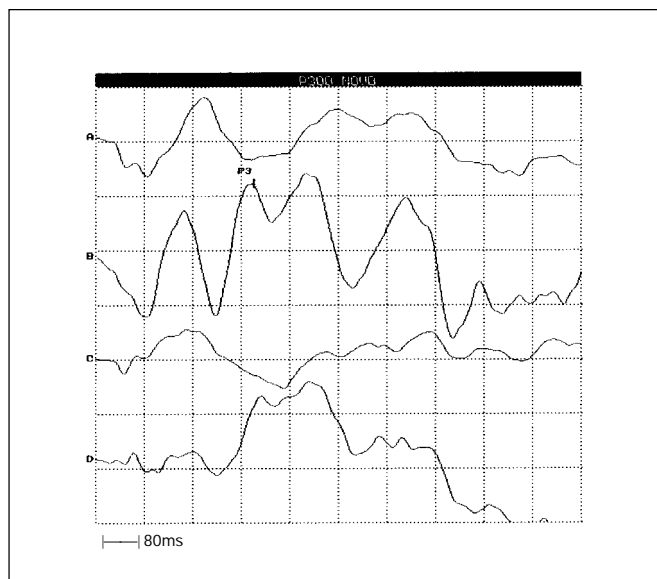


Figura 7A. Marcação incorreta do P300 na presença de duplo-pico (latência de 259ms e amplitude de 7,7 μ V).

resultados²⁵. É importante o entendimento sobre a variação normal da latência do P300 já que, na prática clínica, a definição de "anormalidade" é baseada nos desvios da média da população por 2 ou 3 desvios-padrão²⁶. Segundo os autores, as dificuldades ao redor da identificação dos componentes surgem, além das variações nos parâmetros do estímulo, das diferenças individuais na morfologia da onda e variabilidade de latência, as quais estão presentes numa população com grande extensão de faixa etária. As técnicas de mensuração que incluem replicação do registro para identificação das ondas e uma regra consistente para a medida do pico de latência do P300, são recomendadas.

A ASHA (Associação Americana de Fala, Linguagem e Audição), em 1990, elaborou um documento intitulado "Competências em Potenciais Evocados Auditivos – Mensurações e Aplicações Clínicas" com o propósito de identificar os elementos essenciais de competências para o treinamento apropriado e desenvolvimento profissional nesta área específica. O documento descreve 4 grandes regras contendo as competências mínimas e os conhecimentos e/ou habilidades necessárias que o clínico/examinador deve apresentar.

Ferraro e Durrant (1999), numa discussão sobre os princípios básicos de aplicação dos potenciais evocados auditivos lembram os aspectos subjetivos que podem interferir na captação dos PEA: variáveis relacionadas ao paciente e **variáveis relacionadas ao examinador**. Os autores comentam que o uso dos PEA estende-se a várias profissões e por isso, uma grande diversidade de experiências existe entre os especialistas que realizam os exames. Porém,

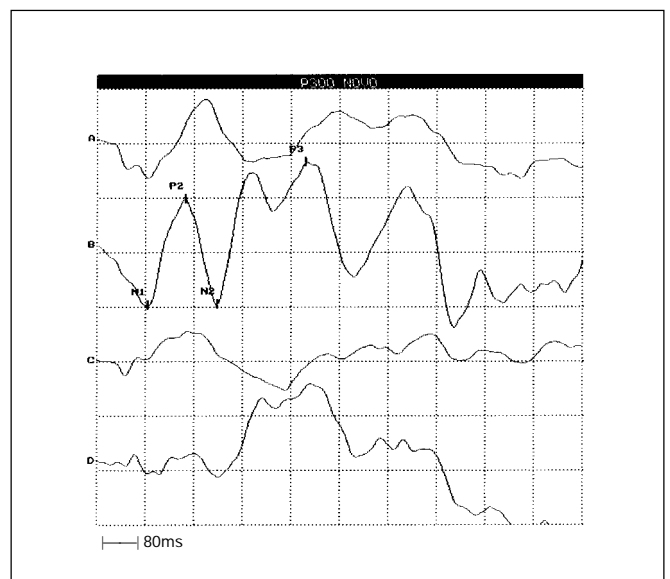


Figura 7B. Marcação correta do P300, na presença de duplo-pico, no maior pico ou ponto de máxima amplitude da onda (latência de 342ms e amplitude de 8,8 μ V).

as competências necessárias para o encaminhamento, a captação e interpretação dos PEA deveriam transcender a diversidade profissional. O documento da ASHA serve como um guia para treinamento e aperfeiçoamento profissional, mas suas normas não estão padronizadas dentro das profissões.

Neste estudo, o índice de erros cometidos no uso do critério de determinação do P300 foi de aproximadamente 6%. Embora este valor não tenha sido significativo estatisticamente, cabe aqui discutir o impacto negativo que um exame mal interpretado pode causar, principalmente

Tabela 3. Coeficientes de correlação entre as medidas (latência do P300) feitas pelos 4 examinadores em cada traçado analisado (N=560).

	Examin. 1	Examin. 2	Examin. 3	Examin. 4
Examin. 1	1	0,685	0,719	0,726
Examin. 2		1	0,537	0,591
Examin. 3			1	0,887
Examin. 4				1

* todos os r(x,y) significantes com $p \leq 0,0001$

Tabela 4. Distribuição das medidas de latência (ms) do P300, obtidas nas análises dos examinadores, com erros de uso do critério (N = 560) e sem erros de uso do critério (N = 527).

Medidas (ms)	média	DP	valor mínimo	valor máximo
Total com erro	313,88	36,83	242,66	502,24
Total sem erro	313,11	31,57	242,66	394,52

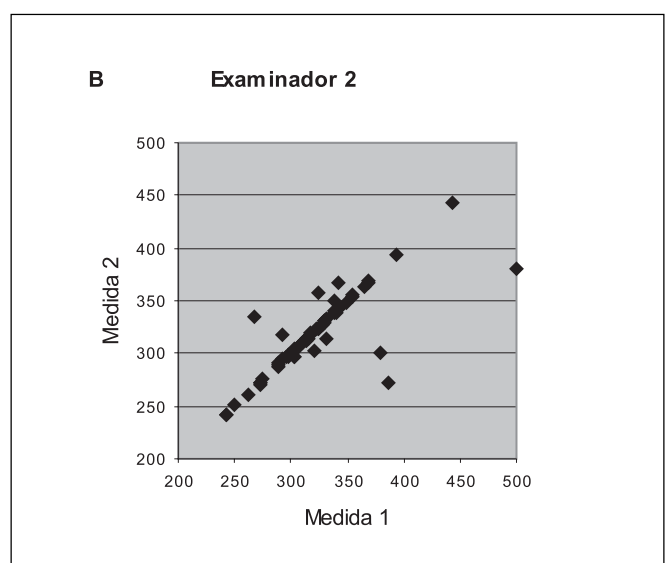
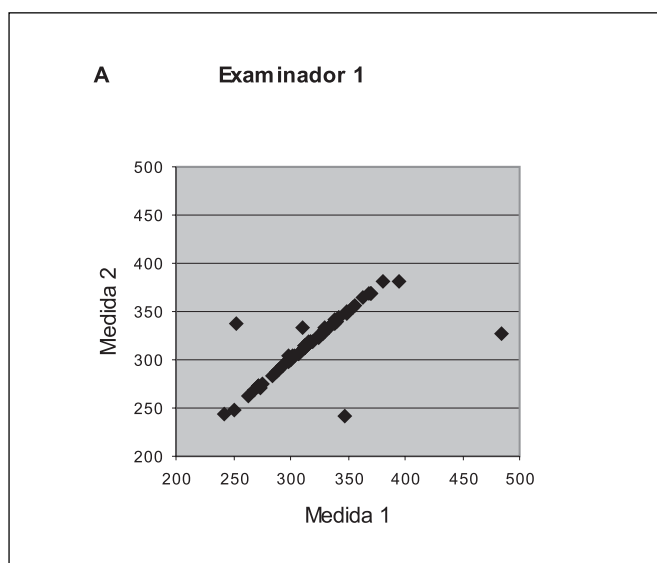
na prática clínica. As conseqüências de um resultado falso-positivo ou falso-negativo podem comprometer de modo desastroso o diagnóstico e conduta apropriados, afetando a saúde e o bem-estar do paciente²⁰.

As medidas com erro foram mais presentes na grande maioria dos traçados considerados "ruins". Os traçados "ruins" fazem parte da rotina clínica principalmente quando avaliamos indivíduos com alterações cognitivas e neurológicas, ou quando não conseguimos controlar totalmente a interferência de artefatos elétricos/acústicos decorrentes do ambiente de teste. Por causa destes casos, o rigor no estabelecimento dos padrões de normalidade deve ser adotado e o uso de critérios bem definidos para a interpretação dos resultados contribuiu para isso¹³.

A análise quantitativa dos dados, incluindo as medidas com erro de uso do critério, mostrou que o número de erros cometidos pelos examinadores, embora não considerado desprezível, não contribuiu de modo significativo para o aumento da variabilidade da medida de latência individual do P300. Isto indicou uma grande concordância inter e intra-examinador no modo de analisar o traçado da onda.

Por fim, o critério de determinação do P300 utilizado neste estudo demonstrou boa aplicabilidade inter e intra-examinador.

A identificação dos pontos de maior dificuldade na análise dos traçados nos levou a sugerir algumas alterações na redação do critério com o objetivo de melhorar sua interpretação no momento de aplicá-lo. Esta nova versão do critério (Quadro 1) enfatiza os seguintes pontos: – separação dos itens "identificação da onda" e "marcação dos valores de latência e amplitude"; – ordenação dos itens por prioridade; – maior ênfase na identificação do complexo de



Figuras 8 A e B. Diagramas da dispersão da correlação entre a 1ª e 2ª análises do examinador 1 ($r = 0,743$ $p < 0,0001$) e examinador 2 ($r = 0,850$ $p < 0,0001$).

ondas N1-P2-N2 para a correta identificação da onda P300; – maior ênfase para a seqüência, replicação e morfologia das ondas; – menor ênfase para o intervalo de latência pré-determinado, que deverá variar de acordo com a idade e nível maturacional do indivíduo avaliado. O intervalo de latência apresentado no critério foi encontrado em indivíduos saudáveis na faixa etária de 8 a 18 anos de idade e isto deve ser considerado diante da aplicação em populações clínicas e com diferentes faixas etárias.

CONCLUSÕES

O uso do potencial cognitivo P300 na prática clínica ainda é discreto. Porém, a possibilidade de correlacionar aspectos do comportamento auditivo a fenômenos fisiológicos observáveis promete despertar o interesse dos profissionais envolvidos com o estudo e avaliação das habilidades auditivas.

Em todo “novo” procedimento, é preciso investigar com cuidado tanto as indicações como também as limitações.

Com este estudo, evidenciamos a necessidade do treinamento apropriado ao examinador que atua ou pretende atuar na realização do potencial evocado auditivo/P300. O uso de um critério bem estabelecido para análise dos traçados (ondas) pode contribuir para interpretações mais fidedignas e resultados confiáveis.

Para aumentar a chance de uma análise correta da onda P300, é sugerido o uso do critério (Quadro 1) que enfatiza, principalmente, a ocorrência prévia das ondas N1, P2, N2 e a sobreposição das ondas na replicação do traçado do estímulo raro para sua identificação.

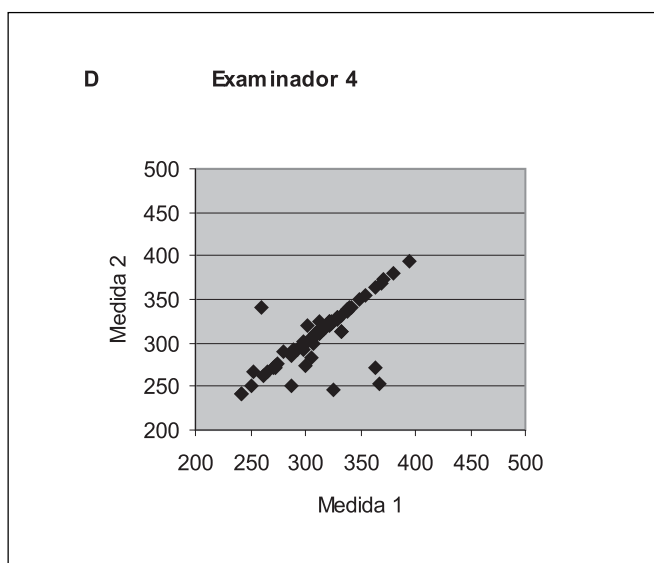
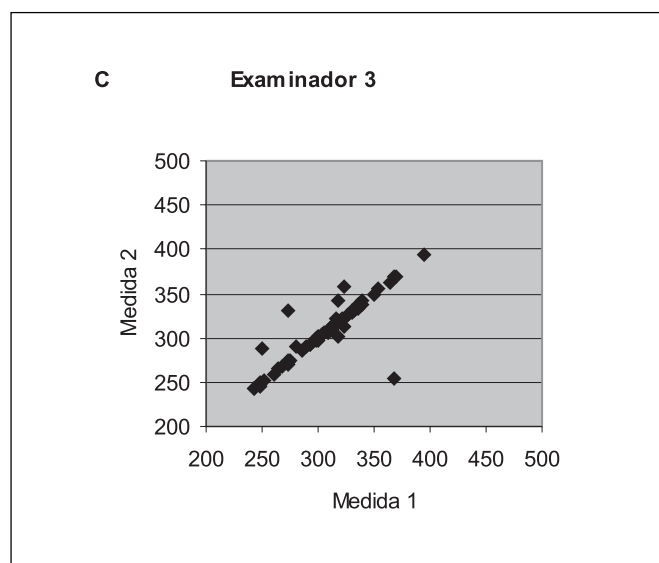
Quadro 1. Critério sugerido para determinação do P300 auditivo.

Critério de Determinação do P300 auditivo

Identifique e marque as ondas, seguindo a ordem apresentada abaixo:

- *Identifique o complexo N1-P2-N2:*
 - 1) Três primeiras ondas que aparecem em seqüência,
 - 2) com polaridade negativa – positiva – negativa, respectivamente,
 - 3) ocorrendo na replicação dos traçados dos estímulos freqüente e raro,
 - 4) entre 60 a 300ms pós-estímulo. *
- *Identifique o P300:*
 - 5) Maior onda com polaridade positiva logo após o complexo N1-P2-N2,
 - 6) ocorrendo na replicação dos traçados do estímulo raro,
 - 7) entre 240 e 400ms pós-estímulo. *
- *Marque os valores de latência e amplitude do complexo N1-P2-N2 e do P300:*
 - 8) No melhor traçado do estímulo raro ou no traçado resultante da soma das duas replicações,
 - 9) a latência no pico da onda ou ponto de máxima amplitude,
 - 10) na onda P300 com duplo pico, marque no maior pico (ponto de máxima amplitude).

* indivíduos saudáveis entre 8 e 18 anos de idade.



Figuras 8 C e D. Diagramas da dispersão da correlação entre a 1ª e 2ª análises do examinador 3 ($r = 0,871p < 0,0001$) e examinador 4 ($r = 0,747 p < 0,0001$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. American Speech-Language-Hearing Association. Competencies in auditory evoked potential measurement and clinical applications. *Asha* 1990;Suppl. 2:(32):13-16.
2. Barajas JJ. The effects of age on human P3 latency. *Acta Otolaryngol* 1990; Suppl 476: 157-160.
3. Brown WS, Marsh JT & Larue A. Exponential electrophysiological aging: P3 latency. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1983;55:277-285.
4. César HAR & Munhoz MSL. O P300 auditivo em jovens e adultos saudáveis com uma nova proposta de resposta: levantar a mão. *Acta Awho* 1999;18(1):32-37.
5. Colafêmina JF, De Felipe ACN, Junqueira CAO & Frizzo ACF. Potenciais evocados auditivos de longa latência (P300) em adultos jovens saudáveis: Um estudo normativo. *Rev Bras Otorrino* 2000;66(2):144-148.
6. Diniz Jr. Contribuição ao estudo do potencial evocado auditivo de longa latência em crianças. [Dissertação de Mestrado] Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, 1996.
7. Ferraro JA & Durrant JD. (1999). Potenciais auditivos evocados: visão geral e princípios básicos. In: Katz J. (Ed.) *Tratado de audiologia clínica*. 4ª ed. São Paulo: Manole. pp. 315-336.
8. Finley WW, Faux SF, Hutcheson J & Amstutz L. Long latency event-related potentials in the evaluation of cognitive function in children. *Neurology* 1985;35:323-327.
9. Fukuda Y. P300 e ciclo menstrual em mulheres jovens normais. Tese (Livre Docência – Otoneurologia). Departamento de Otorrinolaringologia e Distúrbios da Comunicação Humana, Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina, São Paulo, 1993.
10. Garcia-Larrea L, Lukaszewicz AC & Mauguière F. Revisiting the oddball paradigm. non-target vs neutral stimuli and the evaluation of ERP attentional effects. *Neuropsychology* 1992;30(8):723-741.
11. Goodin DS, Squires KC, Henderson BH & Starr A. Age-related variations in evoked potentials to auditory stimuli in normal human subjects. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1978;44:447-458.
12. Hirayasu Y, Samura M, Ohta H & Ogura C. Sex effects on rate of change of P300 latency with age. *Clin Neurophysiol* 2000;111(2):187-194.
13. Howard L & Polich J. P300 latency and memory span development. *Dev Psychol* 1985;21(2):283-289.
14. Jacobson JT & Hyde ML. Uma introdução aos potenciais evocados auditivos. In: KATZ, J. (Ed.) – *Tratado de audiologia clínica*. 3 ed. São Paulo: Manole; 1989. p.504-541.
15. Jirsa RE. The clinical utility of the P300 AERP in children with auditory processing disorders. *J Speech Hear Res* 1992;35:903-912.
16. Kraus N & Mcgee T. Auditory Event-Related Potentials. In: Katz J. (Ed.) *Handbook of Clinical Auditory*. 4ª ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1994. p. 406-426.
17. Ladish C & Polich J. P300 and probability in children. *J Exp Child Psychol* 1989;48:212-223.
18. Leppänen PHT & Lyytinen H. Auditory event-related potential in the study of developmental language-related disorders. *Audiol Neurootol* 1997;2:308-340.
19. Lin E & Polich J. P300 habituation patterns: individual differences from ultradian rhythms. *Percept Mot Skills* 1999;88:1111-1125.
20. Mcpherson DL. Late potentials of the auditory system. (158p.). San Diego: Singular Publishing Group, Inc.; 1996.
21. Moraes IN. Erro médico e a lei. 4ª ed. (608p.). São Paulo: Lejus; 1998.
22. Morgan MD, Cranford JL & Burk K. P300 event-related potentials in stutterers and nonstutterers. *J Speech Lang Hear Res* 1997;40:1334-1340.
23. Oades RD, Dittmann-Balcar A & Zerbin D. Development and topography of event-related potentials (ERPs): Mismatch and processing negativity in individuals 8 – 22 years of age. *Psychophysiology* 1997;34:677-693.
24. Otsuka TMD, Sunaga YMD, Nagashima KMD & Kuroume MD. Correlation in children between latency and scores on the Wechsler Intelligence Scale for children-revised. *Am J EEG Technol* 1993;33:49-58.
25. Pfefferbaum A, Ford JM & Kraemer HC. Clinical utility of long latency “cognitive” event-related potentials (P3): the cons. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1990;76:6-12.
26. 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):721-726.
27. Polich J. Normal variation of P300 from auditory stimuli. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1986;65:236-240.
28. Polich J, Ladish C & Burns B. Normal variation of P300 in children: Age, memory span and head size. *Int J Psychophysiol* 1990;9:237-248.
29. Polich J. P300 in clinical applications: meaning, method and measurement. *Am J EEG Technol* 1991;31:201-231.
30. Squires NK, Squires KC & Hillyard SA. Two varieties of long-latency positive waves evoked by unpredictable auditory stimuli in man. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1975;38:387-401.