

Achados da avaliação comportamental e eletrofisiológica do processamento auditivo

Findings in behavioral and electrophysiological assessment of auditory processing

Thamara Suzi dos Santos¹, Patrícia Cotta Mancini², Lorena Pinheiro Sancio³, Aline Rejane Castro⁴, Ludimila Labanca⁵, Luciana Macedo de Resende²

RESUMO

Objetivo: Realizar uma análise descritiva do desempenho de pacientes encaminhados a um hospital de uma instituição de ensino público, para avaliação do processamento auditivo, e correlacionar os achados desta avaliação à idade, queixas, resultados e às avaliações auditivas comportamental e eletrofisiológica. **Métodos:** O estudo incluiu 159 indivíduos encaminhados pelo sistema público de saúde para avaliação do processamento auditivo. Todos os participantes realizaram audiometria tonal liminar, medidas de imitância acústica, testes comportamentais do processamento auditivo e avaliação eletrofisiológica da audição. **Resultados:** A principal queixa referida foi a de dificuldade de aprendizagem e os testes que avaliam processamento temporal e escuta dicótica foram os que apresentaram maior prevalência de alteração. Em todos os testes eletrofisiológicos, o número de resultados normais foi superior aos alterados. A proporção de indivíduos normais e alterados, nos testes comportamentais e eletrofisiológicos, não diferiu em relação ao gênero. Houve correlação fraca entre fechamento auditivo e potencial evocado auditivo de média latência da orelha direita; potencial evocado auditivo de média latência da orelha esquerda e potencial evocado auditivo de média latência total; ordenação temporal e efeito eletrodo direito e P300; processamento temporal e potencial evocado auditivo de média latência da orelha direita; escuta dicótica e P300 e entre interação binaural e reflexo acústico das orelhas direita e esquerda. **Conclusão:** A dificuldade de aprendizagem prevaleceu sobre as queixas dos participantes e as habilidades de processamento temporal e escuta dicótica apresentaram maior prevalência de alteração. A maioria dos participantes foi encaminhada para a avaliação do processamento auditivo pelo fonoaudiólogo. Os testes eletrofisiológicos apresentaram correlação fraca com os testes comportamentais.

Descritores: Fonoaudiologia; Audição; Percepção auditiva; Transtornos da percepção auditiva; Potenciais evocados auditivos; Testes auditivos

ABSTRACT

Purpose: To perform a descriptive analysis of the performance of patients referred to a public educational institution to take part in the assessment of auditory processing and to correlate the assessment findings to the variables of age and hearing complaints, also to correlate results to behavioral and electrophysiological assessments. **Methods:** The study included 159 individuals that were referred to the public health system to take part in an assessment of auditory processing. All participants underwent pure-tone audiometry, acoustic immittance measures, behavioral tests of auditory processing, and electrophysiological hearing assessment. **Results:** The main complaint was learning disability and the tests that presented higher prevalence of abnormal results were temporal processing and dichotic listening tests. In all electrophysiological tests the number of normal results was higher than the altered ones. The proportion of normal and abnormal individuals in behavioral and electrophysiological tests did not differ in relation to gender. There was weak correlation between auditory closure and right ear middle latency responses; between left ear middle latency responses and total middle latency responses; among temporal ordering and electrode effect and P300; between temporal processing and right ear middle latency responses; between dichotic listening and P300 and also between binaural interaction and right and left ears acoustic reflexes. **Conclusion:** The most frequent complaint among participants of this study was learning disability. Temporal processing and dichotic listening skills showed higher prevalence of alteration in the assessment. Most participants were referred to assessment of auditory processing by the speech-language pathologist. Correlation between behavioral and electrophysiological assessments was weak.

Keywords: Speech, language and hearing sciences; Hearing; Auditory perception; Auditory perceptual disorders; Evoked potentials, Auditory; Hearing tests

Trabalho realizado no Curso de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brasil.

(1) Programa de Pós-graduação (Doutorado) em Neurociências, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brasil.

(2) Departamento de Fonoaudiologia, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brasil.

(3) Fonoaudióloga clínica, Belo Horizonte (BH), Brasil.

(4) Programa de Pós-graduação (Mestrado) em Ciências Fonoaudiológicas, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brasil.

(5) Programa de Pós-graduação (Doutorado) em Ciências da Saúde, Faculdade de Medicina, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (BH), Brasil.

Conflito de interesses: Não

Contribuição dos autores: TSS, LPS e ARRC coleta de dados, revisão de literatura, redação do artigo; LL análise dos resultados, revisão do artigo; PCM coleta, análise e interpretação dos dados; LMR: concepção e delineamento do estudo, orientação do estudo, coleta dos dados, redação e revisão do artigo.

Endereço para correspondência: Luciana Macedo de Resende. Al. Serra do Curral, 340, Vila del Rey, Nova Lima (MG), Brasil, CEP: 34000-000. E-mail: lmacedo.luciana@gmail.com; lucianamr@medicina.ufmg.br

Recebido em: 16/5/2015; **Aceito em:** 2/9/2015

INTRODUÇÃO

O processamento auditivo central (PAC) envolve a maneira com que o sistema nervoso lida com a informação auditiva, seja esta verbal ou não verbal⁽¹⁾. Portanto, o PAC refere-se àquilo que fazemos com o que ouvimos⁽²⁾.

Ter limiares auditivos dentro dos padrões de normalidade não é suficiente para afirmar que há compreensão auditiva. É necessário que o sinal acústico seja analisado e interpretado, para que se transforme em uma mensagem com significado⁽³⁾.

Habilidades auditivas avaliadas por meio dos testes comportamentais incluem: detecção, localização da fonte sonora, discriminação auditiva, atenção seletiva, figura fundo auditiva, fechamento auditivo, separação e integração binaural e memória sequencial auditiva, sendo que a avaliação do PAC classifica o indivíduo como normal ou alterado⁽⁴⁾.

Alterações em uma ou mais habilidades auditivas podem ser diagnosticadas como um déficit do processamento auditivo⁽⁵⁾, ou seja, um impedimento da habilidade de analisar e/ou interpretar padrões sonoros, que pode estar associado a dificuldades em ouvir ou entender a fala, ao desenvolvimento da linguagem e à aprendizagem^(4,6).

Suspeita-se de distúrbio do processamento auditivo (DPA) quando o indivíduo apresenta dificuldades de audição sem causas aparentes. A principal característica é a dificuldade para ouvir na presença de ruído de fundo, mesmo apresentando um audiograma normal⁽⁷⁾. Além disso, crianças com distúrbio do processamento auditivo, muitas vezes apresentam dificuldades de leitura, como a compreensão; dificuldades com fonemas; com a escrita, como erros ortográficos; dificuldades de linguagem expressiva e receptiva^(4,8).

Crianças com DPA apresentam alteração na atenção dirigida, distraíndo-se facilmente; cansaço em tarefas mais complexas e longas; dificuldades para seguir ordens verbais, com necessidade de maior repetição de comandos; aprendizado lento; dificuldade de compreensão da fala na presença de ruído e baixo desempenho acadêmico⁽⁸⁾.

Sendo assim, para a avaliação do processamento auditivo é recomendada a utilização de estímulos verbais e não verbais com o uso de testes comportamentais, para avaliar a função auditiva, ou as habilidades auditivas, e/ou o uso de testes eletrofisiológicos, que verificam a integridade das vias auditivas^(9,10).

A avaliação central da audição por meio dos testes eletrofisiológicos também é muito útil na avaliação do processamento auditivo, pois fornece aos profissionais mais subsídios no diagnóstico diferencial. Além disso, é útil na intervenção das dificuldades de linguagem e transtornos de aprendizagem, por ser um método objetivo de avaliação⁽⁸⁾.

A avaliação comportamental do PAC é realizada com testes padronizados, em cabina acústica. Esses instrumentos podem ser divididos em quatro categorias⁽¹¹⁾: monoaurais de baixa redundância (quando há redução da redundância extrínseca do sinal de fala e avaliam a habilidade de fechamento auditivo do

ouvinte, ou seja, a capacidade de resgatar toda a frase, quando partes são omitidas): dicóticos (estímulos diferentes, que são apresentados simultaneamente às duas orelhas e avaliam, basicamente, a habilidade auditiva de figura fundo e síntese auditiva, em tarefas de integração e separação binaural); processamento temporal (modo como o sistema nervoso auditivo central (SNAC) analisa aspectos temporais do sinal acústico, ou seja, como os sons são discriminados e percebidos no tempo) e localização e interação binaural (habilidade do SNAC em receber informações díspares, embora complementares, e unificá-las em um evento perceptual)⁽¹²⁾.

A avaliação eletrofisiológica é composta pelos potenciais evocados de curta, média e longa latência. Os potenciais de curta latência analisam a atividade eletrofisiológica do sistema auditivo, desde a orelha interna até tronco encefálico alto; os de média latência analisam os potenciais gerados na área do córtex auditivo primário, via tálamo-cortical e formação reticular; os de longa latência avaliam a atividade eletrofisiológica do tálamo até o córtex auditivo e áreas de associação. Estão incluídos no estudo eletrofisiológico da audição: potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE), potenciais auditivos evocados de média latência (PEAML) e o P300, respectivamente⁽¹²⁻¹⁴⁾.

Assim, a avaliação do processamento auditivo é relevante para determinar e caracterizar distúrbios de origem auditiva que podem influenciar negativamente aspectos da comunicação, como linguagem, fala, leitura e escrita, além de outras funções mentais, como atenção, memória e cognição.

O objetivo do presente estudo foi realizar uma análise descritiva do desempenho de pacientes encaminhados a um hospital de uma instituição de ensino público, para avaliação do processamento auditivo, e correlacionar os achados desta avaliação à idade, gênero, queixas, resultados e às avaliações auditivas comportamental e eletrofisiológica.

MÉTODOS

O presente estudo, transversal descritivo, foi analisado e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), sob protocolo 668.376.

A amostra do estudo foi constituída por uma coorte de pacientes encaminhados pelo sistema público de saúde ao Hospital das Clínicas da UFMG, para avaliação do processamento auditivo.

Foram incluídos indivíduos encaminhados para a avaliação do processamento auditivo no período de agosto de 2013 a agosto de 2014, que consentiram ou que foram autorizados pelos pais e/ou responsáveis para participação na pesquisa, por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Foram excluídos os casos de alterações evidentes nos aspectos cognitivos e/ou psicológicos e problemas periféricos de audição.

A amostra inicial incluiu a avaliação de 167 indivíduos, sendo 73 (43,7%) do gênero feminino e 94 (56,3%) do gênero

masculino. Entretanto, oito indivíduos foram excluídos da pesquisa por apresentarem problemas periféricos de audição. Portanto, na amostra final, foram avaliados 159 indivíduos, sendo 69 (43,4%) do gênero feminino e 90 (56,6%) do gênero masculino, com idades entre 4 e 72 anos.

Após anamnese e meatoscopia, foram realizadas as medidas de imitância acústica, com pesquisa da curva timpanométrica e de reflexos acústicos contralaterais. Para este exame, foi utilizado o equipamento AT235h, da marca Interacoustics® (Assens, Dinamarca). Todos os participantes também realizaram Audiometria Tonal Liminar, com pesquisa dos limiares auditivos nas frequências de 250, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 6000 e 8000 Hz, e Logaudiometria, com pesquisa do Limiar de Recepção da Fala (LRF) e do Índice Percentual de Reconhecimento da Fala (IPRF), com lista gravada⁽¹⁵⁾.

Para a avaliação comportamental do processamento auditivo foram selecionados testes de acordo com a idade e possibilidade de resposta dos pacientes. Pretendeu-se incluir na avaliação, pelo menos um teste de fala monoaural de baixa redundância (fechamento auditivo), um teste dicótico verbal (figura fundo para sons linguísticos), um teste de processamento temporal (ordenação e resolução temporal) e um teste de interação binaural. Contudo, alguns indivíduos apresentaram dificuldade em entender os comandos de certos testes, o que tornou inviável a sua realização.

A avaliação audiométrica e os testes comportamentais de processamento auditivo foram realizados com o audiômetro AC33 Interacoustics®, acoplado a um cd *player* portátil. Os materiais utilizados para a avaliação comportamental foram o Manual de Avaliação do Processamento Auditivo Central - Pró-Fono⁽¹⁵⁾, para realizar os testes dicóticos e monoaurais de baixa redundância, além do IPRF e dos testes *Pitch Pattern Sequence* (PPS) (Musiek), *Masking Level Difference* (MLD) e *Gaps in Noise* (GIN), gravados em cd da marca Auditec® St Louis.

A avaliação eletrofisiológica incluiu a pesquisa dos potenciais evocados auditivos de tronco encefálico (PEATE),

potenciais evocados auditivos de média latência (PEAML) para pacientes a partir de 7 anos de idade e o potencial cognitivo P300, a partir de 8 anos (Quadro 1). Para o estudo eletrofisiológico, foi utilizado o equipamento Navigator Pro, Biologic®, *software* EP 317.

No ambulatório em que o estudo foi realizado, todos foram convidados a realizar a avaliação eletrofisiológica da audição. No entanto, por não ser obrigatória e por dificuldades de locomoção para comparecer em todas as sessões necessárias, nem todos os indivíduos com avaliação comportamental realizaram, também, o estudo eletrofisiológico.

As variáveis categóricas do presente estudo foram: fechamento auditivo, ordenação temporal, resolução temporal, escuta dicótica, interação binaural, resultado do PEATE, resultado do PEAML, resultado do P300 e resultado do reflexo acústico contralateral. As variáveis contínuas foram: idade, latência do P300 e amplitude do P300.

Na análise estatística utilizou-se o teste Qui-quadrado ou teste exato de Fisher, seguido do coeficiente Kappa, para avaliar o grau da associação das variáveis categóricas. Para avaliação da correlação das variáveis contínuas, utilizou-se o teste t para as variáveis normais (amplitude e latência do P300) e o teste Mann-Whitney para a variável sem distribuição normal (idade). A avaliação da distribuição das variáveis foi realizada por meio do teste Kolmogorov-Smirnov. O nível de significância adotado foi de 5%.

A medida de associação utilizada para descrever e testar o grau de concordância na classificação foi o coeficiente Kappa. Para isso, utilizou-se a seguinte escala⁽¹⁶⁾: 0 – 0,2: correlação péssima; 0,21 – 0,4: correlação ruim; 0,41 – 0,6: correlação regular; 0,61 – 0,8: correlação boa; 0,8 – 1,0: correlação ótima.

RESULTADOS

Dos 159 indivíduos incluídos na amostra, 154 especificaram a queixa principal, sendo que a prevalente foi a queixa

Quadro 1. Protocolo adotado na avaliação eletrofisiológica da audição

	PEATE	PEAML	P300
Ganho	50.000	100.000	24.000
Filtros	100 Hz – 3000 Hz	3 Hz – 100 Hz	1 Hz – 100 Hz
Transdutor	Fone supra-aural	Fone supra-aural	Fone supra-aural
Estímulo	<i>Click</i> rarefeito	<i>Click</i> alternado	<i>Tone burst</i> rarefeito 1000 Hz <i>Tone burst</i> alternado 2000 Hz
Número de estímulos	1024 (2 registros)	1000	500
Velocidade do estímulo	21,1/s	7,7/s	1,1/s
Intensidade do estímulo	80 dBNA	70 dBNA	75 dB
Eletrodos (derivação)	A1, A2, Fz, Cz	C3, C4, A1, A2, Fz	Cz, A1, A2, Fz
Tarefa/estado de alerta	Sem tarefa, decúbito dorsal com inclinação confortável, relaxado em sono natural	Sem tarefa, decúbito dorsal com inclinação confortável, relaxado e acordado	Decúbito dorsal com inclinação confortável, relaxado, contar mentalmente os estímulos raros

Legenda: PEATE = Potencial evocado auditivo de tronco encefálico; PEAML = Potencial evocado auditivo de média latência

de dificuldades de aprendizagem. Na amostra estudada, 22 (14,3%) indivíduos apresentaram, como queixa principal, problemas de audição; 38 (24,6%) referiram dificuldade de linguagem e/ou fala; 68 (44,2%) relataram dificuldade de aprendizagem; 20 (13%) mencionaram deficit de atenção e 6 (3,9%) referiram outras queixas, que não as supracitadas.

A maioria dos participantes do estudo foi encaminhada pelo profissional fonoaudiólogo (n=85 – 58,62%). Os demais, pelo neurologista (n=34 – 23,45%), otorrinolaringologista (n=23 – 15,86%) e outros (n=3 – 2,07%). Vale ressaltar que 14 participantes não responderam a essa questão.

Em relação ao reflexo acústico contralateral, 115 (85,8%) indivíduos apresentaram reflexo acústico presente à direita e 113 (84,3%), reflexo acústico presente à esquerda; 11 (8,2%) apresentaram reflexo acústico ausente à direita e 14 (10,4%), reflexo acústico ausente à esquerda; 8 (6%) apresentaram reflexo acústico aumentado à direita e 2 (5,2%), reflexo acústico aumentado à esquerda.

Em relação à avaliação comportamental do processamento auditivo, dos 140 indivíduos que realizaram testes monoaurais de baixa redundância, 96 (68,6%) apresentaram resultado normal e 44 (31,4%), alterado. Dos 125 que realizaram testes do processamento temporal, 50 (31,4%) apresentaram resultado normal e 75 (47,2%), alterado. Dos 152 que realizaram testes de escuta dicótica, 29 (19,1%) apresentaram resultado normal e 123 (80,9%), alterado e, dos 126 que realizaram testes de interação binaural, 78 (61,9%) apresentaram resultado normal e 48 (38,1%), alterado. Os testes de processamento temporal e escuta dicótica foram os que demonstraram maior prevalência de alterações (Figura 1).

Nem todos os indivíduos que realizaram a avaliação comportamental, realizaram a eletrofisiológica. Dos 159 indivíduos da amostra, apenas 59 participaram do estudo eletrofisiológico. Destes, 51 realizaram as avaliações comportamental e eletrofisiológica.

Quanto à avaliação eletrofisiológica do processamento auditivo, em relação ao PEATE, dos 55 participantes, 49 (89,1%) obtiveram resultados normais e 6 (10,9%), alterados. Dos 50 que realizaram o PEAML, 27 (54%) obtiveram resultado normal e 23 (43%), alterado e, dos 39 que realizaram o P300,

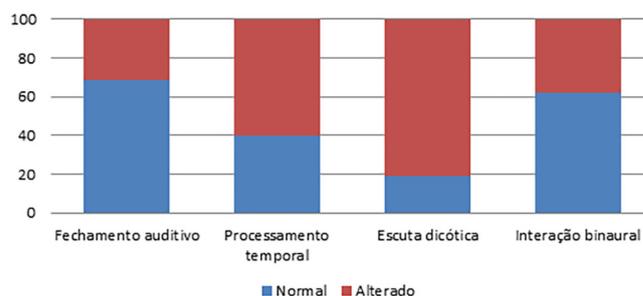


Figura 1. Distribuição de resultados normais e alterados nos testes comportamentais da avaliação do processamento auditivo

23 (59%) obtiveram resultado normal e 16 (41%), alterado. Em todos os testes eletrofisiológicos, o número de resultados normais foi superior aos alterados.

Não houve diferença entre teste comportamental normal ou alterado e a mediana de idade ($p>0,05$), ou seja, quem apresentou teste comportamental alterado tinha, aproximadamente, a mesma mediana de idade de quem apresentou teste comportamental normal.

Na comparação entre gênero e resultado das avaliações comportamental e eletrofisiológica, não houve diferença estatística, ou seja, na população avaliada, a proporção de indivíduos normais e alterados, nos testes comportamentais e eletrofisiológicos, não diferiu em relação ao gênero ($p>0,05$).

No que se refere à relação entre queixas e avaliação comportamental, a quantidade de indivíduos que apresentou alteração na tarefa de escuta dicótica foi maior em todas as queixas analisadas (Tabela 1).

A correlação entre testes comportamentais, variáveis eletrofisiológicas categóricas e reflexo acústico contralateral está descrita na Tabela 2.

Os resultados demonstraram correlação entre fechamento auditivo e PEAML da orelha direita e PEAML da orelha esquerda e PEAML TOTAL; entre ordenação temporal e efeito eletrodo direito e P300; entre processamento temporal e PEAML da orelha direita; entre escuta dicótica e P300 e entre interação binaural e reflexo acústico da orelha direita e da orelha esquerda.

A correlação entre as habilidades auditivas, avaliadas por meio da avaliação comportamental do processamento auditivo,

Tabela 1. Análise da frequência de queixas, de acordo com o resultado dos testes comportamentais

Queixa	Fechamento auditivo alterado		Ordenação alterada		Resolução alterada		Processamento temporal alterado		Escuta alterada		Interação alterada		Geral alterada	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Auditiva	5	11,4	7	10,1	2	13,3	8	10,7	18	15,1	9	19,1	20	14,1
Linguagem/fala	11	25	16	23,1	3	20	16	21,3	27	22,7	9	19,1	33	23,2
Aprendizagem	22	50	39	56,5	9	60	43	57,3	54	45,4	18	38,3	65	45,8
Atenção	3	6,8	6	8,7	1	6,7	7	9,3	17	14,3	9	19,1	19	13,4
Outros	3	6,8	1	1,4	0	0	1	1,3	3	2,5	2	4,3	5	3,5
Total	44	100	69	100	15	100	75	100	119	100	47	100	142	100

Tabela 2. Correlação entre testes comportamentais, variáveis eletrofisiológicas categóricas e reflexo acústico

Variáveis	Reflexo OD	Reflexo OE	PEATE	PEAML OD	PEAML OE	Efeito orelha E	Efeito orelha D	Efeito eletrodo E	Efeito eletrodo D	PEAML total	P300
Fechamento	0,515	0,555	0,154	0,019* Kappa: 0,331	0,036* Kappa: 0,309	–	–	–	–	0,003* Kappa: 0,374	0,64
Ordenação	0,154	0,414	0,204	0,183	0,51	0,063	0,201	0,563	0,025* Kappa: 0,485	0,155	0,016* Kappa: 0,412
Resolução	0,64	0,605	0,591	0,573	0,668	0,434	0,182	0,427	0,593	0,464	0,508
Escuta dicótica	0,666	0,904	0,229	0,571	0,327	0,137	0,632	0,707	0,098	0,403	0,016* Kappa: 0,264
Interação binaural	0,019* Kappa: 0,211	0,013* Kappa: 0,224	0,524	0,45	0,325	0,535	0,064	0,342	0,465	0,438	0,22
Processamento temporal	0,453	0,723	0,332	0,049	0,616	0,594	0,5	0,5	0,083	0,145	0,134
Geral	0,538	0,501	0,788	0,422	0,994	0,609	0,522	0,478	0,609	0,724	0,226

*Valores significativos ($p < 0,05$) – Teste exato de Fisher ou Qui-quadrado

Legenda: - = não foi possível calcular o valor de p, pois o número de pessoas incluídas para essa análise foi pequeno; OD = orelha direita; OE = orelha esquerda; PEATE = Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico; PEAML = Potencial Evocado Auditivo de Média Latência; P300 = Potencial Evocado Auditivo

e os testes eletrofisiológicos foi considerada fraca, segundo o coeficiente Kappa.

DISCUSSÃO

Neste estudo pôde-se observar que a queixa de dificuldade de aprendizagem foi a prevalente, o que está de acordo com a literatura, uma vez que a principal queixa referida na anamnese do PAC corresponde às dificuldades escolares ou de aprendizagem⁽¹⁷⁾. Um estudo aponta que indivíduos com dificuldades de aprendizagem podem apresentar atraso maturacional das estruturas corticais que interferem no desempenho das habilidades auditivas, o que pode influenciar os resultados dos testes de processamento auditivo⁽⁴⁾.

No que se refere ao profissional que realizou o encaminhamento, a maioria dos indivíduos foi encaminhada para avaliação do PAC pelo fonoaudiólogo, o que pode ser justificado pelo fato de que esse profissional apresenta maior conhecimento do assunto. Este achado indica que os demais profissionais necessitam de atualizações sobre o PAC e sobre a necessidade de encaminhamentos. Além disso, tal conhecimento fornece indicativos sobre a capacidade do indivíduo de acompanhar uma conversação em ambientes ruidosos (como é o caso da sala de aula), auxilia na definição de estratégias terapêuticas direcionadas ao problema de cada paciente, principalmente aqueles com dificuldade de aprendizagem, na constatação da presença ou ausência do DPA, na realização de diagnóstico diferencial com outras comorbidades e auxilia, também, a determinar se existe a necessidade de treino auditivo formal.

Neste estudo, a quantidade de indivíduos com reflexo acústico contralateral alterado foi bem menor, em relação aos indivíduos com o reflexo acústico presente e houve diferença estatística entre o reflexo acústico alterado em ambas as orelhas e a tarefa de interação binaural. Em outro estudo, as habilidades auditivas de figura fundo e de memória sequencial foram as que apresentaram maior significância, em relação à alteração do reflexo acústico⁽¹⁸⁾.

De acordo com a literatura, a ação do complexo olivar superior regula a contração dos músculos intratimpânicos e as habilidades envolvidas no PAC. Assim, existe a possibilidade de que alterações no resultado do reflexo acústico favoreçam a ocorrência de alteração em habilidades do processamento auditivo⁽¹⁹⁾. Além da proteção da orelha interna, o arco reflexo estapediano relaciona-se, também, com a capacidade de localização sonora, detecção de fala, melhora da atenção auditiva, melhora da inteligibilidade da fala e atenuação de ruídos na compreensão da fala⁽¹⁹⁾. Cabe ainda ressaltar, que o histórico de otites de repetição, tão prevalente em indivíduos com habilidades auditivas alteradas⁽²⁰⁾, pode justificar as alterações do reflexo acústico contralateral. Neste trabalho, os indivíduos com história de alterações otológicas foram incluídos no grupo de queixas auditivas, porém, no período estudado, não havia indivíduos submetidos a procedimento cirúrgico otológico.

Na avaliação comportamental, os testes que demonstraram maior número de resultados alterados foram os que avaliaram o processamento temporal e a escuta dicótica. A alteração no processamento temporal pode ser atribuída ao fato de que os fonemas em português são mais fáceis de serem discriminados

do que os fonemas de outras línguas estrangeiras, como o inglês, ou seja, o sistema auditivo precisa fazer menos esforço, o que gera uma discriminação menos precisa, em frequência e duração⁽²¹⁾. Em relação à escuta dicótica, quando há processamento correto dos estímulos na orelha direita, pode-se inferir funcionamento adequado do hemisfério esquerdo e, por sua vez, resultados alterados em ambas as orelhas sugerem alterações no hemisfério esquerdo, para processamento da fala⁽²²⁾.

A tarefa de escuta dicótica também se mostrou a mais alterada e prevalente em relação a todas as queixas analisadas pelo estudo, principalmente nos indivíduos que referiram dificuldade de aprendizagem. Em um estudo realizado com dois grupos, um com dificuldade de aprendizagem (G1) e outro sem dificuldade (G2), o G1 apresentou média de acertos inferior, em ambas as orelhas, demonstrando capacidade de resposta reduzida frente aos estímulos, em razão de alterações no desenvolvimento da habilidade de atenção auditiva⁽²³⁾.

Quanto ao gênero, embora a maioria dos indivíduos do estudo fosse do gênero masculino (n=90), não se observou diferença em relação a esse aspecto e às avaliações comportamentais e eletrofisiológicas do PAC. Segundo um estudo, o motivo de haver maior número de meninos com suspeita de DPA, se justifica pelo fato de a mãe produzir altos níveis de testosterona na gestação de meninos, o que pode retardar o desenvolvimento do hemisfério esquerdo e estimular o do hemisfério direito⁽¹⁷⁾.

Como observado nos resultados, apenas 51 indivíduos participaram das avaliações comportamental e eletrofisiológica. Desta amostra, 49 indivíduos apresentaram teste comportamental alterado, sendo que, destes, 31 também apresentaram teste eletrofisiológico alterado. Portanto, verificou-se que nem sempre que há alteração no teste comportamental, há alteração eletrofisiológica, como no caso dos 18 participantes com teste eletrofisiológico normal. Entretanto, a maioria dos pacientes encaminhados ao Serviço de Audiologia apresentou alteração na avaliação comportamental, o que torna esse número alto, dificultando a correlação estatística, nesses casos.

O sistema auditivo periférico humano é quase totalmente desenvolvido no nascimento. Entretanto, a mielinização continua por mais alguns anos nas vias auditivas superiores⁽²¹⁾. Portanto, em relação à maturação da via auditiva, verificam-se respostas melhores desde o nascimento até, aproximadamente, os 12 anos de idade. Quanto aos testes comportamentais, relata-se melhora quantitativa nas respostas, com o aumento da idade⁽¹⁰⁾. No presente estudo, não se verificou correlação entre o teste comportamental normal ou alterado e a mediana de idade.

Houve correlação entre a habilidade de fechamento auditivo e o PEAML, em ambas as orelhas, e entre o processamento temporal e o PEAML da orelha direita. Segundo a literatura, os PEAML relacionam-se aos núcleos e às vias auditivas situadas na região tálamo-cortical e córtex auditivo primário. Tal potencial reflete as atividades corticais envolvidas nas habilidades auditivas primárias – reconhecimento, discriminação

e figura fundo – e não primárias – atenção seletiva, sequência auditiva e integração audiovisual⁽¹⁴⁾. Nesse mesmo estudo, o autor encontrou, como resultado, alteração nas habilidades de fechamento auditivo e de figura fundo, o que sugere dificuldade na recepção de informações sonoras, principalmente nos casos em que o teste acontece em situação de fala degradada.

Em outro estudo, que correlacionou o processamento temporal ao PEAML, as autoras não encontraram concordância entre tal habilidade auditiva e o teste eletrofisiológico. Segundo elas, para a realização de funções de cunho temporal, deve-se levar em conta o desenvolvimento e a maturação das estruturas envolvidas somente após os 9 ou 10 anos de idade, quando o indivíduo poderá responder, de forma adequada, a esse teste. Segundo apontado na literatura, o pico de *Na* pode ser confiável já ao nascimento e a onda *Pa* só se torna semelhante à do adulto por volta de 8 anos de idade⁽²⁴⁾.

No presente estudo, verificou-se que as habilidades de ordenação temporal e escuta dicótica apresentaram correlação, com relevância estatística, com o Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência – P300. Essas habilidades estão fortemente relacionadas com a atenção auditiva, que é avaliada por meio desse potencial. O P300 refere-se a respostas elétricas geradas pelo tálamo, córtex auditivo e por áreas de associação corticais e refletem a atividade eletrofisiológica cortical com envolvimento nas habilidades de atenção, discriminação, memória, integração e capacidade de decisão⁽¹⁰⁾.

A habilidade de ordenação temporal pode ser simples, quando o indivíduo identifica sons não verbais no silêncio, e complexa, quando identifica sons verbais competitivos, mantendo uma ordem apresentada⁽¹⁰⁾. Esta habilidade tem um papel fundamental na percepção da fala, em segmentar os sons da fala, no aprendizado e compreensão da linguagem, sendo pré-requisito na aquisição da leitura e escrita⁽²⁵⁾, e está diretamente relacionada à percepção e discriminação fonêmica. A atenção auditiva, avaliada pelo P300, é necessária para a aquisição de aspectos acústicos e fonéticos dos padrões linguísticos, importantes para o aprendizado da leitura e escrita⁽¹⁰⁾.

Em outro estudo, que relacionou a habilidade auditiva de escuta dicótica com o P300, verificou-se que indivíduos que apresentaram alteração no resultado do P300, também apresentaram algum tipo de alteração no teste de escuta dicótica⁽²⁶⁾, o que concorda com os resultados encontrados no presente estudo, uma vez que o P300 está relacionado à atenção e memória recente⁽¹⁰⁾.

Houve correlação entre a habilidade auditiva de ordenação temporal e o efeito eletrodo direito, avaliado por meio do PEAML. O efeito eletrodo pode ser encontrado em sujeitos que apresentam lesão em um dos hemisférios, com resposta reduzida nesse lado⁽²⁷⁾. No caso da ordenação temporal, o reconhecimento do contorno do padrão é percebido no hemisfério direito e, por meio do corpo caloso, essa informação é transferida ao hemisfério esquerdo, onde ocorre a nomeação linguística⁽²⁸⁾. Dessa forma, tal correlação pode sugerir que

esses indivíduos apresentem alguma alteração no hemisfério direito, que dificulte ou impeça o reconhecimento auditivo do padrão de frequência, não permitindo a sua nomeação, e que apresente valores reduzidos de amplitude na relação Na-Pa nesse mesmo lado, indicando a presença de efeito eletrodo no PEAML.

Neste estudo, os testes eletrofisiológicos demonstraram correlação fraca com os testes comportamentais, o que pode ser explicado pela natureza das avaliações. Enquanto a avaliação comportamental fornece uma medida do desempenho funcional do indivíduo, considerando a atuação de todo o sistema auditivo, a avaliação eletrofisiológica fornece uma medida da sincronia neural, apresenta maior variabilidade entre indivíduos e sofre maior influência de fatores externos. Dessa maneira, não ocorre correspondência proporcional entre as duas modalidades de avaliação. Mesmo assim, as avaliações eletrofisiológicas podem contribuir para a conclusão diagnóstica, confirmando a origem auditiva da disfunção. Além disso, o estudo eletrofisiológico pode auxiliar na avaliação da efetividade do treino auditivo, uma vez que revelam a integridade do sistema nervoso auditivo central, podendo indicar o nível ou local da disfunção.

CONCLUSÃO

A dificuldade de aprendizagem prevaleceu sobre as queixas apresentadas pelos participantes do estudo e as habilidades de processamento temporal e escuta dicótica apresentaram maior prevalência de alteração. A maioria dos participantes foi encaminhada para a avaliação do PAC pelo fonoaudiólogo.

Não foi observada diferença entre os indivíduos que apresentaram testes comportamentais e eletrofisiológicos alterados e dentro da normalidade, no que se refere à idade e ao gênero.

Os testes eletrofisiológicos apresentaram correlação fraca com os testes comportamentais.

REFERÊNCIAS

- Vilela N, Wertzner HF, Sanches SGG, Neves-Lobo IF, Carvalho RMM. Processamento temporal de crianças com transtorno fonológico submetidas ao treino auditivo: estudo piloto. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;24(1):42-8. doi:10.1590/S2179-64912012000100008
- Katz J. Phonemic synthesis. In: Lasky EZ, Katz J (eds). *Central auditory processing disorders: problems of speech, language and learning*. Baltimore: University Park Press; 1983. p. 269-96.
- Bazilio MMM, Frota S, Chrisman JR, Meyer A, Asmus CIF, Camara VM. Processamento auditivo temporal de trabalhadores rurais expostos a agrotóxico. *J Soc Bras Fonoaudiol*. 2012;24(2):174-80. doi:10.1590/S2179-64912012000200015
- Engelmann L, Ferreira MIDC. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2009;14(1):75-82. doi:10.1590/S1516-80342009000100012.
- Cox CL, McCoy SL, Tun P a., Wingfield A. Monotic auditory processing disorder tests in the older adult population. *J Am Acad Audiol*. 2008;19(4):293-308. doi:10.3766/jaaa.19.4.3
- Quintas VG, Attoni TM, Keske-Soares M, Mezzomo CL. Processamento auditivo e consciência fonológica em crianças com aquisição de fala normal e desviante. *Pro Fono*. 2010;22(4):497-502. doi:10.1590/S0104-56872010000400023
- Dawes P, Bishop DVM. Psychometric profile of children with auditory processing disorder and children with dyslexia. *Arch Dis Child*. 2010;95(6):432-6. doi:10.1136/adc.2009.170118
- Simon LF, Rossi AG. Triagem do processamento auditivo em escolares de 8 a 10 anos. *Psicol Esc Educ*. 2006;10(2):293-304. doi:10.1590/S1413-85572006000200012
- Neves IF, Schochat E. Maturação do processamento auditivo em crianças com e sem dificuldades escolares. *Auditory processing maturation in children with and without learning difficulties*. *Pro Fono*. 2005;17(3):311-20. doi:10.1590/S0104-56872005000300005
- Mendonça EBS, Muniz LF, Leal MDC, Diniz ADS. Aplicabilidade do teste padrão de frequência e P300 para avaliação do processamento auditivo. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013;79(4):512-21. doi:10.5935/1808-8694.20130091
- Bellis TJ. *Assessment and management of central auditory processing disorders in the educational setting: From science to practice*. 2a ed. Toronto: Delmar Cengage Learning; 2003.
- Sander K, Pinotti A, Cristina M, Corazza A, Arruda P, Alcarás DS. Avaliação eletrofisiológica do nervo auditivo em pacientes normo-ouvintes com ausência do reflexo estapediano. *Arq Int Otorrinolaringol*. 2009;13(4):386-93. doi:10.1590/S1516-18462011005000051
- Soares AJC, Sanches SGG, Neves-Lobo IF, Carvalho RMM, Matas CG, Cárnio 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. doi:10.1590/S1809-48722011000400013
- Romero ACL, Sorci BB, Frizzo ACF. Relação entre potenciais evocados auditivos de média latência e distúrbio de processamento auditivo: estudo de casos. *Rev CEFAC*. 2013;15(2):478-84. doi:10.1590/S1516-18462013005000002
- Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. *Barueri: Pró-fono*; 2011.
- Fonseca JS, Martins GA. *Curso de estatística*. 6a ed. São Paulo: Atlas; 1996.
- Fridlin SL, Pereira LD, Perez AP. Relação entre dados coletados na anamnese e distúrbio do processamento auditivo. *Rev CEFAC*. 2014;16(2):405-12. doi:10.1590/1982-0216201416312
- Meneguello J, Domenico MLD, Costa MCM, Leonhardt FD, Barbosa LHF, Pereira LD. Ocorrência de reflexo acústico alterado em desordens do processamento auditivo. *Rev Bras Otorrinolaringol*. 2001;67(6):830-5. doi:10.1590/S0034-72992001000600012
- Leles PM, Pacheco SST, Castro MP, Reis ACMB, Mathias EL, Coelho LMF et al. Relação entre ausência do reflexo do músculo estapédio e presença de distúrbios do processamento auditivo

- (central). *Rev CEFAC*. 2014;16(2):438-45. doi:10.1590/S1516-18462013005000040
20. Dawes P, Bishop DVM, Sirimanna T, Bamiou D-E. Profile and aetiology of children diagnosed with auditory processing disorder (APD). *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 2008;72(4):483-9. doi:10.1016/j.ijporl.2007.12.007
 21. Schochat E, Musiek FE. Maturation of outcomes of behavioral and electrophysiologic tests of central auditory function. *J Commun Disord*. 2006;39(1):78-92. doi:10.1016/j.jcomdis.2005.10.001
 22. Ríos AA, Rezende AG, Pela SM, Ortiz KZ, Pereira LD. Teste de padrão harmônico em escuta dicótica com dígitos - TDDH. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2007;12(4):304-9. doi:10.1590/S1516-80342007000400009
 23. Pinheiro FH, Oliveira AM de, Cardoso ACV, Capellini SA. Testes de escuta dicótica em escolares com distúrbio de aprendizagem. *Brazilian J Otorhinolaryngol*. 2010;76(2):257-62. doi:10.1590/S1808-86942010000200018
 24. Schochat E, Andrade NA, Takeyama FC, Oliveira JC, Sanches SGG. Processamento auditivo: comparação entre potenciais evocados auditivos de média latência e testes de padrões temporais. *Rev CEFAC*. 2009;11(2):314-22. doi:10.1590/S1516-18462009000200017
 25. Mendonça EBS. Concentrações de hemoglobina em adolescentes e sua associação com as habilidades de ordenação temporal e atenção auditiva [tese]. Recife: Universidade Federal de Pernambuco; 2013. p. 170.
 26. Wiemes GRM, Kozłowski L, Mocellin M, Hamerschmidt R, Schuch LH. Potencial evocado cognitivo e desordem de processamento auditivo em crianças com distúrbios de leitura e escrita. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2012;78(3):91-7. doi:10.1590/S1808-86942012000300016
 27. Schochat E, Rabelo CM, Loreti RCDA. Sensitividade e especificidade do potencial de média latência. *Rev Bras Otorrinolaryngol*. 2004;70(3):353-8. doi:10.1590/S0034-72992004000300011
 28. Liporaci FD. Estudo do processamento auditivo temporal (resolução e ordenação) em idosos [dissertação]. Rio de Janeiro: Universidade Veiga de Almeida; 2009.