

TESTES TONAIIS DE PADRÃO DE FREQUÊNCIA E DURAÇÃO NO BRASIL: REVISÃO DE LITERATURA

Pitch pattern sequence and duration pattern tests in Brazil: literature review

Camila Ribas Delecrode⁽¹⁾, Ana Cláudia Vieira Cardoso⁽²⁾,
Ana Cláudia Figueiredo Frizzo⁽³⁾, Heraldo Lorena Guida⁽⁴⁾

RESUMO

Este estudo tem como tema o teste de padrão de frequência e de duração no Brasil e como objetivo revisar e explanar sobre a avaliação do processamento auditivo temporal no Brasil, mais especificamente sobre os testes tonais de ordenação temporal (teste de padrão de frequência e duração). Para atingir tal objetivo foi realizado um trabalho de revisão sistemática da literatura em periódicos nacionais, acessados eletronicamente na base de dado Scielo e Lilacs, sem restrição ao ano de publicação. A pesquisa foi estruturada por meio dos descritores: processamento temporal, processamento auditivo temporal, testes temporais, testes tonais de padrão de frequência e testes tonais de padrão de duração, percepção auditiva e testes auditivos. A pesquisa retornou 33 publicações nacionais sendo 28 artigos de periódicos, uma dissertação de mestrado e quatro teses de doutorado. Com isso, pode-se perceber que a utilização de testes que avaliem a habilidade de ordenação temporal no Brasil é recente, sendo notável o aumento significativo das publicações nos últimos cinco anos. Desta forma, o emergente conhecimento possibilitado pelo acesso aos testes no Brasil permite ampliar um campo de pesquisa a todos os profissionais comprometidos com este tema.

DESCRITORES: Audição; Percepção Auditiva; Testes Auditivos

■ INTRODUÇÃO

Processamento auditivo é o processo como o indivíduo gerencia as informações recebidas auditivamente¹. Tal processamento é responsável pelos seguintes fenômenos comportamentais: localização e lateralização sonora, discriminação auditiva, reconhecimento de padrões auditivos, aspectos

temporais da audição (resolução temporal, mascaramento temporal, integração temporal e ordenação temporal), desempenho auditivo na presença de sinais acústicos competitivos e desempenho auditivo para sinais acústicos degradados².

Com relação ao processamento temporal, autor¹ afirma que a capacidade de ordenação temporal de estímulos sonoros é, sem dúvida, uma das mais básicas e importantes funções do sistema auditivo nervoso central. A avaliação das habilidades auditivas que envolvem a ordenação temporal é realizada por meio de um procedimento comportamental que analisa funcionalmente o sistema auditivo central. Essa habilidade permite que o ouvinte faça discriminações baseadas na ordenação ou sequenciação de estímulos auditivos¹.

No Brasil, a utilização de testes que avaliem a habilidade de ordenação temporal é recente. Nos últimos dez anos, nota-se uma diversidade de pesquisas utilizando metodologias diversas e populações clínicas variadas.

⁽¹⁾ Centro de Estudos da Educação e da Saúde da Faculdade de Filosofia e Ciências - FFC da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Marília, SP, Brasil

⁽²⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências - FFC da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Marília, SP, Brasil.

⁽³⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências - FFC da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Marília, SP, Brasil.

⁽⁴⁾ Departamento de Fonoaudiologia da Faculdade de Filosofia e Ciências - FFC da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Marília, SP, Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

Desta forma, mostra-se necessário a realização de uma revisão de literatura que delineie um panorama sobre o estado atual das publicações enfocando este tema com a finalidade de nortear os pesquisadores sobre os estudos já realizados e as novas perspectivas de pesquisas.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi revisar e explanar sobre a avaliação do processamento auditivo temporal no Brasil, mais especificamente sobre os testes tonais de ordenação temporal (teste de padrão de frequência e duração).

■ MÉTODO

Foi realizado um trabalho de revisão sistemática da literatura em periódicos nacionais, acessados eletronicamente na base de dados Scielo e Lilacs, sem restrição ao ano de publicação. A pesquisa foi estruturada por meio dos descritores: percepção auditiva, processamento temporal, testes auditivos, testes de padrão de frequência e testes de padrão de duração.

Na busca, foram avaliadas e selecionadas apenas as pesquisas cujo título, resumo ou corpo do artigo mantivesse relação com o objetivo do presente estudo. Os diversos trabalhos encontrados foram filtrados de acordo com a consonância ao objetivo proposto pela presente revisão, bem como excluídos aqueles que se encontravam duplicados nas bases de dados. Foram incluídos, também, referências bibliográficas importantes citadas nos documentos selecionados das bases de dados. Dessa forma, a pesquisa foi composta por 33 publicações nacionais sendo 28 artigos de periódicos, uma dissertação de mestrado e quatro teses de doutorado. Foram incluídas, ainda, seis publicações internacionais essenciais para a descrição e entendimento do tema e dos testes.

■ REVISÃO DA LITERATURA

Processamento auditivo temporal

Todas as funções do sistema nervoso auditivo central são de alguma forma, influenciadas pelo tempo. Dentro do sistema, o padrão de atividade neural é fortemente mediado pela informação temporal com uma precisão de microssegundos. A fala e a compreensão da linguagem, certamente a função mais complexa do sistema nervoso central humano, dependem da habilidade em lidar com sequências sonoras³.

O processamento das pistas acústicas dos sons da fala depende da adequada percepção da frequência e da duração dos estímulos enquanto sequência de eventos⁴.

É reconhecida a importância da percepção auditiva de sequências e padrões temporais de sons na aquisição e compreensão dos componentes simbólicos da linguagem, sendo que as propriedades acústicas da fala poderiam ser reduzidas aos componentes básicos de duração e frequência¹.

Sabe-se que o processamento temporal é o componente fundamental da maioria das habilidades de processamento auditivo, entretanto, seus mecanismos neurais subjacentes não são bem compreendidos⁵.

As bases neurais para a percepção humana de frequência, mesmo em indivíduos sem nenhum tipo de alteração sensorial, não é inteiramente conhecida e sempre se especulou que a região cortical auditiva direita teria maior especificidade para resolução de frequência quando comparada à sua região homóloga no lado esquerdo⁶.

Indivíduos com inabilidade de reconhecimento de padrões temporais têm dificuldade para extrair e utilizar os aspectos prosódicos da fala, tais como ritmo, acentuação e entonação, estes que permitem ao ouvinte identificar a palavra-chave dentro de uma sentença e interpretar ênfases e ironias⁷.

Os testes de processamento temporal devem compor o conjunto de testes auditivos especiais que avaliam o processamento auditivo central de crianças por serem de rápida aplicação e fácil compreensão e realização⁸.

Vários cuidados devem ser tomados antes da aplicação dos testes. Uma pesquisa realizada mostrou que variáveis como duração do estímulo e ordem solicitada podem interferir no desempenho do indivíduo em testes temporais auditivos. Assim, em relação à duração do estímulo, quanto maior a sua duração, melhor o desempenho. Quanto ao tipo de tarefa, a habilidade de ordenação apresentou maior grau de dificuldade se comparado com discriminação, em testes envolvendo frequência. Concluindo, é necessária uma maior preocupação com os parâmetros temporais presentes em cada teste, já que estes influenciam diretamente no desempenho do indivíduo e, talvez no diagnóstico encontrado⁹.

Teste tonais de Padrão de Frequência e de Duração

Os testes comportamentais de ordenação temporal foram desenvolvidos na década de 1960, com o intuito de avaliar as disfunções do sistema nervoso auditivo central³.

São considerados testes temporais aqueles que solicitam ao ouvinte habilidades de reconhecimento de padrões temporais sequenciais e ordenação temporal de estímulos não-verbais⁷.

Em 1976 o pesquisador Frank Musiek e seus colaboradores propuseram um teste para avaliar a ordem e sequência temporal denominado “*Pitch Pattern Sequence Test*” ou “Teste de Padrão de Frequência – TPF”¹⁰.

O teste padrão de frequência consiste na apresentação de 60 sequências de três tons, os quais podem ser graves (G) (880 Hz) ou agudos (A) (1122 Hz). Cada tom dura 200 milissegundos (ms), havendo um intervalo de 150ms entre os tons e de 6 segundos entre as sequências. Estas variam entre seis possibilidades: AAG, AGA, AGG, GGA, GAG e GAA¹⁰.

O teste de padrão de frequência avalia as habilidades de resolução e ordenação temporal de estímulos diferentes em frequência, havendo envolvimento de ambos os hemisférios cerebrais¹¹.

O mecanismo neurofisiológico que explica o teste de padrão de frequência foi descrito em estudos iniciais sobre o teste^{12,13}. Este modelo preconiza que a integridade de ambos os hemisférios cerebrais é importante para a percepção e a nomeação do padrão tonal. O hemisfério não-dominante (geralmente o direito) está relacionado à percepção de *pitch* e reconhecimento do contorno acústico. O hemisfério dominante (geralmente o esquerdo) é importante para a nomeação do padrão tonal (exemplo: grave, agudo, grave). Sendo assim, a nomeação de um padrão tonal requer inicialmente, o processamento do contorno acústico que, segundo a proposição dos autores, ocorreria no hemisfério direito, e em seguida haveria a transferência via corpo caloso para o hemisfério esquerdo uma vez que a resposta de verbalizar o padrão tonal é solicitada. Nos casos em que a resposta ao teste de padrão de frequência exige apenas a imitação do padrão tonal (*humming* / murmúrio), haveria somente a participação do hemisfério direito. De maneira resumida, quando a resposta ao teste de padrão de frequência exige a verbalização do padrão tonal, a integridade do lobo temporal direito, das vias de corpo caloso e do lobo temporal esquerdo é fundamental para a obtenção de uma resposta adequada ao teste.

Em 1990, autores descreveram o *Duration Pattern Sequence Test* / “Teste de Padrão de Duração – TPD” que constava da apresentação de três tons que diferiam quanto à duração: tons puros longos (L) (500ms) e curtos (C) (250ms), com intervalo de 300ms entre os tons, sendo que a frequência é mantida constante em 1000Hz. O teste Padrão de Duração possibilita seis possibilidades de combinação: LLC, LCL, LCC, CLL, CLC e CCL⁴. Os autores avaliaram o desempenho no teste de padrão de duração de três grupos de sujeitos: I. Sem perda auditiva e lesões do sistema nervoso central; II. Com perda auditiva coclear e III. Com lesões

no sistema nervoso auditivo central determinado por outros métodos neurológicos, radiológicos e / ou cirúrgicos. Os autores concluíram que o teste de padrão de duração teve 86% de sensibilidade e 92% de especificidade na detecção de lesões cerebrais¹⁴.

Ambos os testes permitem dois padrões distintos de resposta: imitação e nomeação. Na etapa de imitação haveria maior participação do hemisfério direito e na de nomeação, do esquerdo. Logo indivíduos com lesão unilateral direita apresentariam ambas as etapas alteradas, uma vez que este hemisfério seria o responsável pela identificação do padrão acústico. Em lesões à esquerda, seria esperada a adequação na etapa de murmúrio e rebaixamento na de nomeação decorrente da dependência deste hemisfério para a rotulação linguística¹¹.

Em 1997 iniciou-se a comercialização nos Estados Unidos dos testes de padrão de frequência e de duração desenvolvidos pela Auditec. O teste de padrão de frequência diverge do proposto por Musiek, onde as frequências estão centradas em 880Hz e 1430Hz. O mesmo está disponível em duas versões: adulta e infantil, sendo que a diferença entre ambas está na duração do estímulo (300 ms para a versão adulta e 500 ms para a infantil) e o intervalo entre as sequências (6 segundos na versão adulta e 9 segundos na infantil). A versão proposta pela Auditec do TPD apresenta características idênticas ao proposto pelo Dr. Frank Musiek anteriormente¹⁵.

Observa-se que as descrições, diferenças, similaridades, os padrões de respostas e os mecanismos neurofisiológicos envolvidos nos testes de padrão de frequência e de duração encontram-se bem definidos na literatura.

No Brasil, foi realizado em 1998 um estudo com 80 adultos jovens, audiológicamente normais, utilizando os testes tonais de padrão de frequência e duração, conforme descrito pelos seus idealizadores^{10,13,14}.

Em outro estudo, os testes foram realizadas monoauralmente e observou-se que as variáveis lado da orelha (direita e esquerda) e nível de intensidade de aplicação do material (50 dBNS e 20dBNS) não influenciaram nos resultados. A autora relatou que o desempenho dos indivíduos do gênero masculino foi superior aos do feminino. O critério de referência obtido foi um valor igual ou superior a 76% de acertos para o teste de padrão de frequência e um valor igual ou superior a 83% de acertos para o teste do padrão de duração em jovens audiológicamente normais. O estudo concluiu que a utilização destes dois testes auditivos comportamentais é importante no

conjunto de procedimentos que avaliam o funcionamento do padrão neural para processamento de sons não-verbais. Referiu, também, que estes procedimentos não-linguísticos são de aplicação fácil e rápida, podendo ser incluídos na bateria de testes da avaliação do processamento auditivo para a verificação da integração inter-hemisférica e integridade dos hemisférios cerebrais¹⁶.

Na busca pela normatização dos testes, realizou-se estudo com o objetivo de estabelecer o perfil do desempenho de 229 crianças sem alterações de linguagem, fala, audição e/ou aprendizagem, na faixa etária de sete a 11 anos de escolas públicas, na habilidade de reconhecimento de padrões temporais. Os testes utilizados foram o teste de padrão de frequência e o de duração comercializado pela Auditec¹⁵ aplicados monoauralmente. No teste de padrão de frequência com resposta verbal, a autora encontrou que a média de acertos na faixa etária de 10 anos foi de 75,9% e na faixa etária de 11 anos foi de 83% de acertos. No teste de padrão de duração com resposta verbal, a pesquisa encontrou que a média foi de 58,33% de acertos para crianças na faixa etária de 10 anos e de 64% de acertos para crianças na faixa etária de 11 anos¹⁷.

Estudo realizado em uma população de 155 sujeitos de ambos os gêneros, com idade entre sete e 16 anos e audição periférica normal, encontrou média de 30% de alteração para os testes comportamentais (padrão de frequência e duração). A comparação entre os resultados dos dois testes (padrão de frequência – 880 Hz/1122 Hz e de duração – 250/500 ms) para as orelhas direita e esquerda mostrou que até os 12 anos os dois testes são concordantes. A partir dos 13 anos, no entanto, observa-se que os mesmos não são concordantes, ou seja, o resultado de um pode não ser o mesmo que o do outro. Nesta faixa etária foi observado um maior número de alterações no teste de padrão de frequência do que no de duração. Neste estudo, as autoras não especificaram o tipo de resposta exigido dos sujeitos³.

Ao analisar as publicações que objetivaram estabelecer o padrão de normalidade para os testes, observou-se ausência de publicação com o padrão de normalidade para a versão adulta do teste de padrão de frequência da Auditec, estando os parâmetros de normalidade para os demais testes bem definidos.

Inicialmente era sugerido aplicar os testes com fone supra-aurais, porém novas pesquisas demonstraram a possibilidade de aplicação de tais testes em campo livre, uma vez que o fator orelha parece não influenciar no comportamento dos sujeitos com alterações no processamento temporal.

Recentemente, foi realizada uma pesquisa visando caracterizar o perfil de desempenho de crianças com audição normal nas tarefas de detecção e identificação da ordem e sequência temporal em campo livre, utilizando a versão infantil da Auditec. Ao avaliar 43 crianças com idade entre sete anos e 11 anos e cinco meses, foi possível constatar que: (1) o desempenho no teste de padrão de frequência com resposta não verbal foi significativamente superior à resposta verbal para todos os sujeitos; (2) houve melhora significativa no desempenho com o aumento da idade para o teste de padrão de frequência com estímulo verbal, teste de padrão de duração com estímulo não verbal e teste de padrão de duração com estímulo verbal; (3) o desempenho no teste de padrão de frequência foi superior ao do teste de padrão de duração¹⁸. A constatação deste estudo poderá contribuir para a rotina clínica e para pesquisas que envolvam testes temporais auditivos em deficientes auditivos usuários de dispositivos eletrônicos, bem como para situações as quais não seja indicado o uso do fone supra-aural¹⁸.

Partindo desta nova possibilidade de aplicação dos testes de ordenação temporal em campo livre considerou-se a inclusão dos testes de processamento auditivo como um novo recurso na seleção e adaptação de aparelhos auditivos, uma vez que em alguns casos, esta etapa resulta na rejeição do uso dos mesmos por não contemplarem as necessidades dos indivíduos. Realizou-se então um estudo com o objetivo de avaliar o desempenho dos pacientes no teste do padrão de duração durante o processo de seleção e adaptação de aparelhos auditivos analógicos e digitais. Foram avaliados sete indivíduos adultos, com idades entre 34 e 71 anos, com perda auditiva bilateral de grau leve a moderado e com indicação médica para adaptação de aparelho auditivo. A metodologia empregada consistiu da inclusão do TPD, com resposta de imitação, o qual foi realizado antes e durante o teste, utilizando dois modelos de aparelhos auditivos, sendo um com tecnologia analógica e outro digital. Os autores observaram que a habilidade de ordenação temporal apresentou pouca melhora com o aparelho analógico em ambas as orelhas, porém com o aparelho digital houve uma melhora significativa na orelha direita e nenhuma melhora para a orelha esquerda¹⁹. Ao analisar tal publicação, notou-se a ausência da descrição do nível de apresentação do estímulo, da avaliação das orelhas de forma separada e qual a versão do teste utilizado (Auditec ou Musiek).

Na literatura há relatos que a exposição a duas línguas diferentes e o treinamento musical pode influenciar nos resultados dos testes.

Estudo realizado com 60 sujeitos divididos nos seguintes subgrupos: descendentes de japoneses falantes do português brasileiro e do japonês, descendentes de japoneses falantes do português e não falantes do japonês e não descendentes de orientais falantes do português. Para avaliação utilizou-se o TPF e TPD apresentado em intensidade de 70dBNA, porém não houve referência quanto a versão do teste utilizado. Observou-se desempenho superior no padrão de frequência quando comparado com o padrão de duração para os dois primeiros grupos em relação ao grupo dos nativos. Sendo assim, parece que a experiência auditiva fornecida pela exposição à língua japonesa facilitou o reconhecimento do padrão de frequência sonora estudado⁷.

Para avaliar a influência do treinamento musical, pesquisadores se propuseram a comparar a habilidade de sequencialização temporal entre 20 músicos violinistas e 20 não-músicos a partir do teste de padrão de frequência (versão Auditec), apresentado de forma monoaural, sendo que a resposta esperada foi a imitação. Os resultados apontaram que os músicos violinistas apresentaram melhor desempenho nos testes em relação aos não-músicos, sendo tal fato justificado pelo treinamento musical que possibilitou uma maior percepção na discriminação das frequências visto que a prática musical propicia essa habilidade²⁰.

Nesta mesma temática, outro estudo avaliou o efeito do treinamento auditivo no desempenho de indivíduos utilizando para avaliação os testes de padrão de frequência e de duração. Foram avaliados 20 indivíduos de ambos os gêneros e idade variando entre 17 e 30 anos, dentre estes 10 tinham treinamento musical e 10 não tinham. Os autores concluíram que o treinamento musical influenciou o desempenho dos indivíduos, o qual foi superior ao esperado para indivíduos sem alterações centrais²¹.

Outro fator a ser considerado neste tópico é o envelhecimento das vias auditivas centrais, bem como o declínio da capacidade cognitiva de idosos. Diante desses aspectos, seria interessante determinar critérios de normalidade para a população idosa nos testes de processamento auditivo¹⁹.

Com o objetivo de avaliar a sensibilidade auditiva nesta população, foi realizado um estudo com 25 idosos que apresentavam sensibilidade auditiva normal. Empregou-se para a avaliação a versão proposta por Musiek, aplicado de modo monoaural e a resposta solicitada foi a nomeação. Os autores relataram que a porcentagem média de acertos foi de 49,2% no teste de padrão de frequência e 67,5% no teste de padrão duração, sendo que esses resultados foram inferiores aos obtidos em adultos

jovens normais. A relação entre os testes TPD e TPF e a idade dos pacientes mostrou-se inversamente proporcional, ou seja, quanto maior a idade pior o desempenho nos testes²².

O envelhecimento pode trazer um declínio na habilidade de ordenação temporal, o qual pode estar relacionado à redução da efetividade da comunicação. Neste sentido um estudo foi realizado para avaliar o processamento auditivo e investigar a influência da idade e da presença de perda auditiva em 65 idosos. Utilizou-se o TPD com apresentação binaural e verificou-se que a média de acertos (63,1%) foi bem menor do que a encontrada em adultos jovens com audição normal. Desta forma, pode-se inferir que o envelhecimento traz prejuízo à habilidade de ordenação temporal e, que neste estudo, a presença de perda auditiva não influenciou nos resultados do teste⁵.

No processo de envelhecimento todas as estruturas do organismo se modificam, gerando intercorrências na qualidade da audição e da compreensão. A perda auditiva que ocorre em decorrência deste processo ocasiona uma redução da função comunicativa, causando, também, um afastamento do convívio social. Partindo desse pressuposto, realizou-se estudo com 21 idosos comparando o processamento temporal (TPF e TPD – Auditec, na condição dicótica) em indivíduos com limiares auditivos normais e com perda auditiva neurossensorial. Foi observado que o desempenho no teste tonal de padrão de frequência foi superior ao teste tonal de padrão de duração e que os resultados dos testes de processamento auditivo não mostraram relação significativa entre os indivíduos com e sem perda auditiva. Este achado sugere que os resultados apresentados são sugestivos do processo de envelhecimento e não da perda auditiva periférica e que o desempenho inferior em homens pode ser associado à presença da perda auditiva, bem como, ao número de idosos do gênero masculino que participaram do estudo²³.

Nas publicações revisadas verificou-se a possibilidade de aplicação dos testes de ordenação temporal em campo livre^{18,19}, o que pode contribuir para a pesquisa desta habilidade em deficientes auditivos usuários de dispositivos eletrônicos. Observou-se, ainda, que a perda auditiva periférica^{5,23} parece não influenciar nesta habilidade, a qual pode ser modificada pelo treinamento musical^{20,21}, pela fluência em mais de uma língua⁷ e pelo envelhecimento^{5,22,23}.

Aplicações clínicas dos testes tonais de padrão de frequência e de duração

Diversos estudos estão sendo conduzidos visando investigar e levantar hipóteses sobre a ordenação temporal nas alterações neurológicas.

Um desses estudos investigou o desempenho nos testes musicais de frequência (grave – 440Hz / agudo – 493Hz) e duração (curto – 59ms / longo – 161ms) em 10 indivíduos, na faixa etária entre 50 e 70 anos com diagnóstico de doença de Parkinson. Os estímulos foram apresentados em campo livre, e observou-se alteração em ambos os testes. Os autores justificaram esse desempenho pela influência de fatores ambientais, faixa etária, além do nível evolutivo da doença¹.

Em um trabalho desenvolvido com 18 sujeitos de idade semelhante, dos quais oito apresentavam epilepsia do lobo temporal e dez sem danos corticais, observou-se que os indivíduos com epilepsia apresentaram maior prejuízo no processamento auditivo que os sem danos corticais. A dificuldade de ordenação temporal evidenciada pelo teste de padrão de duração pode ser associada a problemas de compreensão da fala. A epilepsia do lobo temporal foi um fator que diferenciou o processamento de sons, sendo que, os indivíduos com essa alteração apresentaram prejuízo na análise de sons verbais e não-verbais recebidos auditivamente. Esta região cortical é a responsável pelo processamento da informação acústica²⁴.

Os mesmos autores complementaram que a via auditiva tem sua estação final no lobo temporal (córtex auditivo primário e secundário), após passar por várias estruturas do sistema auditivo periférico e central. Sabendo que, para a correta análise e interpretação da informação recebida auditivamente (processamento auditivo) é necessária a integridade anatômica e funcional de todas estas estruturas e que as descargas elétricas provocadas pelas crises podem levar a perdas neuronais na região onde ocorrem, levantou-se a hipótese de existirem dificuldades no processamento mental da informação recebida auditivamente, o que poderia agravar ainda mais a qualidade de comunicação destes pacientes²⁴.

Outro estudo descreveu o caso de uma criança do sexo masculino com doença cerebrovascular (envolvimento dos ramos corticais e perfurantes da artéria cerebral média, de tipo isquêmico com transformação hemorrágica) ocorrida aos quatro anos e dez meses de idade. A lesão córtico-subcortical no hemisfério esquerdo comprometeu estruturas relacionadas com o processamento das informações auditivas, afetando o lobo temporal, áreas parietais, insulares e estruturas subcorticais. Na avaliação da ordenação temporal foi aplicado o teste de padrão de frequência (versão – Auditec), de modo binaural, em dois momentos (aos 8 anos e posteriormente aos 11 anos), sendo observada resposta adequada para este teste nas duas aplicações. As autoras justificaram que a ausência de alteração pode ser devido ao tempo transcorrido entre o evento agudo e a realização da avaliação. Afirmaram também que nas lesões extensas de hemisfério esquerdo, a função verbal pode ser reorganizada no hemisfério oposto, e na sequência, novo padrão se estabelece havendo a troca da direção da vantagem¹¹.

Ao analisar as publicações sobre a ordenação temporal nas alterações neurológicas verificou-se a utilização de um único teste para avaliação desta habilidade e um número reduzido de sujeitos nos estudos.

A relação entre processamento temporal e distúrbios de linguagem tem recebido pouca atenção nas literaturas nacional e internacional. As associações entre déficits em tarefas auditivas e distúrbios de linguagem não são claros e necessitam ser explicados²⁵.

Observou-se que, na maior parte dos estudos com sujeitos que apresentavam alterações fonoaudiológicas, a habilidade de ordenação temporal encontrava-se alterada, sendo o TPF o teste mais utilizado para avaliar esta habilidade.

Na Figura 1 apresentam-se as publicações²⁵⁻³⁵ que empregaram os testes tonais de padrão de frequência e/ou de duração para avaliar a habilidade de ordenação temporal em indivíduos com distúrbios da comunicação.

Autor	Ano	Diagnóstico Fonoaudiológico	Teste	Resultados
Fortunato-Tavares et al ²⁵	2009	Distúrbio Específico de Linguagem	TPF Auditec	Alterado
Abdo, Murphy e Schochat ²⁶	2010	Transtorno do Déficit de Atenção e Hiperatividade e Dislexia	TPF Musiek	Alterado
Simões e Schochat ²⁷	2010	Dislexia	TPF Musiek	Alterado
Frota ²⁸	2003	Transtornos específicos da leitura e da escrita	TPF / TPD Musiek	Alterados
Silva, Oliveira e Cardoso ²⁹	2011	Gagueira Desenvolvimental	TPF / TPD Auditec	Alterados
Santos, Pereira e Leite ³⁰	2010	Desvio Fonológico	TPF Auditec	Adequado
Correa et al ³¹	2011	Respirador Oral	TPF *	Alterado
Dias ³²	2005	Síndrome de Asperger	TPF / TPD Musiek	Adequados
Engelmann e Ferreira ³³	2009	Dificuldades de Aprendizagem	TPF Auditec	Alterado
Machado et al ³⁴	2011	Distúrbio de Leitura e Escrita	TPF/TPD (melódico)	Alterados
Soares et al ³⁵	2011	Alterações de Leitura e Escrita	TPF / TPD *	Alterados

Legenda: TPF – Teste de padrão de frequência; TPD – Teste de padrão de duração.

*Não consta na publicação a versão do teste utilizado.

Figura 1 – Trabalhos de literatura descrevendo aplicações dos testes de ordenação temporal nos distúrbios da comunicação

Para investigar o desempenho de crianças com dislexia e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade em testes comportamentais de processamento auditivo, foi aplicado o teste de padrão de frequência (versão do Musiek), de modo binaural, em 30 crianças (idades entre 7 e 12 anos) divididos em três grupos: grupo controle, grupo com dislexia e grupo com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. Foi observado que crianças com dislexia apresentaram desempenho estatisticamente pior do que o grupo controle no teste, sugerindo a existência de uma relação entre as habilidades temporais e o transtorno de leitura. O grupo de crianças com transtorno do déficit de atenção e hiperatividade apresentou desempenho estatisticamente pior do que o grupo controle em todos os testes, sugerindo a existência de uma estreita relação entre as habilidades testadas e o transtorno do déficit de atenção e hiperatividade²⁶.

Nesta mesma temática, outro estudo foi realizado com 40 crianças com alteração do processamento auditivo associado ou não a dislexia. Aplicou-se o TPF (versão Musiek), e observou-se que os sujeitos com dislexia apresentaram, em sua maioria, padrões diferentes de transtorno de processamento

auditivo, com alteração maior nos testes de processamento temporal em relação aos que avaliaram outras habilidades auditivas²⁷. Uma das limitações deste estudo é a não referência quanto à forma de apresentação dos estímulos.

A associação do distúrbio específico de linguagem ao déficit no processamento auditivo foi sugerida por um estudo, o qual hipotetizou que a discriminação de estímulos breves estaria comprometida em crianças com distúrbio específico de linguagem. Este déficit levaria a dificuldades em desenvolver habilidades fonológicas necessárias para mapear fonemas, decodificar e codificar palavras e frases de forma efetiva e automática. O baixo desempenho no teste de padrão de frequência observado nas crianças com distúrbio específico de linguagem parece estar relacionado à dificuldade no processamento de sequências auditivas rápidas de vários estímulos. Um melhor conhecimento desta associação pode fornecer importantes informações tanto para um diagnóstico diferencial quanto para a intervenção fonoaudiológica mais efetiva²⁵.

Com o intuito de avaliar o desempenho de crianças com transtornos específicos da leitura e da escrita foram aplicados testes verbais e não-verbais

de processamento auditivo. Foram avaliadas 60 crianças divididas em dois grupos, um grupo sem e outro com transtornos específicos da leitura e da escrita. A autora encontrou desempenho diferente e estatisticamente significativo, entre os dois grupos estudados nos testes de padrão de duração e de padrão de frequência, e concluiu que o prejuízo de habilidades auditivas associou-se aos transtornos específicos de leitura e escrita²⁸.

Ao estudar 15 pacientes com gagueira desenvolvimental persistente e 15 com audição normal e sem alterações de linguagem, verificou-se desempenho alterado nos testes de padrão temporal (frequência e duração- versão Auditec). Os testes foram aplicados de modo binaural e a resposta solicitada foi imitação. Diante desses resultados, os autores salientaram a importância da inclusão da avaliação do teste do processamento temporal no processo diagnóstico da gagueira. Ressaltaram, também, a necessidade de trabalhar as habilidades auditivas na intervenção terapêutica a fim de favorecer a aquisição, manutenção e transferência da fluência pelas crianças com gagueira²⁹.

Em estudo realizado com usuários de implante coclear, os autores identificaram que esses indivíduos apresentaram desempenho semelhante no teste de ordenação temporal quando comparados ao grupo de indivíduos com audição normal. Os testes aplicados foram os de padrão de frequência e de duração(versão Musiek), em campo livre. Concluíram, ainda, que o implante coclear proporcionou desempenho favorável nas tarefas que exigem habilidades de ordenação temporal para os indivíduos avaliados⁴.

Pesquisa desenvolvida com 12 crianças diagnosticadas com desvio fonológico relatou a integridade das habilidades de ordenação (teste de padrão de frequência – versão Auditec) e resolução temporal. A análise da habilidade de resolução temporal demonstrou que essas crianças necessitam de intervalo de tempo maior para perceber diferenças entre os sons. As crianças com desvio fonológico parecem apresentar dificuldades na organização fonológica e sequencialização adequada dos sons³⁰.

A partir do pressuposto que a audição exerce um papel importantíssimo no desenvolvimento e adaptação social dos pacientes cegos, realizou-se um estudo com 12 sujeitos portadores de cegueira. Aplicou-se o teste de padrão de frequência e de duração, de modo binaural, porém os autores não especificaram a versão utilizada. Os resultados obtidos variaram entre 95 e 100% para a maior parte da amostra estudada, o que demonstrou um bom desempenho de processamento da informação acústica e da habilidade de ordenação

temporal. O fato de a deficiência visual exigir outras estratégias sensoriais pode auxiliar o desenvolvimento das habilidades auditivas, o que justificaria um bom desempenho nos testes aplicados que envolvem atenção e memória, como é o caso do teste do padrão de frequência. De maneira geral, cegos e ouvintes necessitam de um processamento temporal de boa qualidade não só para localizar-se no espaço, mas para desenvolverem a aprendizagem da linguagem oral⁶.

Ao aplicar o teste de padrão de frequência em 28 crianças e adolescentes pós-meningite, com sensibilidade auditiva dentro dos padrões de normalidade, encontrou-se 25% de alteração nos casos avaliados, e esta alteração estava frequentemente associada às queixas de leitura e ouvir em situações de ruído³⁶.

A literatura mostrou que os trabalhadores são uma população suscetível a alterações nas vias auditivas periféricas e centrais. Desta forma, é importante incluir testes auditivos centrais na avaliação audiológica desta população com o objetivo de complementar os dados de audiometria.

Devido à importância do tema realizou-se estudo com 41 militares com o objetivo de avaliar o processamento auditivo desta população. Os indivíduos foram divididos em dois grupos distintos, um composto por 16 militares sem perda auditiva e outro por 25 militares com perda auditiva. A avaliação do processamento auditivo foi realizada utilizando o TPF (versão Auditec). Os resultados mostraram que 68,75% dos indivíduos do grupo sem perda auditiva e 48% dos indivíduos do grupo com perda auditiva tiveram resultados alterados em pelo menos uma das condições (imitação ou nomeação) em pelo menos uma das orelhas, não foi observada diferença estatisticamente significativa entre a média dos resultados do teste entre a orelha esquerda e direita. Os achados desse estudo concluem que a exposição a ruído ocupacional interfere no processamento auditivo de militares, sendo que as alterações na via auditiva central foi verificada independente da presença de alteração auditiva periférica³⁷.

Outro estudo realizado com trabalhadores avaliou o processamento auditivo temporal em indivíduos expostos ocupacionalmente a agrotóxicos organofosforados. Aplicaram-se os testes de padrão de frequência e de duração (versão Musiek) em 43 trabalhadores rurais, de ambos os gêneros, expostos ao organofosforado, com limiares audiométricos normais bilateralmente. Observou-se desempenho inferior ao esperado nestes testes, tanto no teste de padrão de frequência quanto no de duração, sendo que apenas sete trabalhadores apresentaram respostas

dentro dos padrões de normalidade em ambos os testes. Os autores concluíram que as habilidades auditivas de ordenação temporal mostraram-se comprometidas em indivíduos expostos ao organofosforado, mesmo na presença de audição periférica normal. Uma das possíveis hipóteses, que pode explicar o baixo desempenho no TPF e TPD, pode ser a baixa escolaridade ou baixo nível cultural em ambos os grupos. Diante do exposto, o presente estudo afirmou que a utilização exclusiva de audiometria tonal limiar pode ser insuficiente para avaliar os aspectos auditivos em populações expostas ao organofosforado. A inclusão dos testes de ordenação e resolução temporal, na bateria de testes de avaliação audiológica, permitiu uma avaliação mais ampla da audição, uma vez que tais testes avaliam o sistema nervoso auditivo central destes trabalhadores³⁸.

Sabe-se que o grau de escolaridade pode influenciar nos resultados dos testes de ordenação temporal, uma vez que estes são comportamentais e as respostas dependem do nível cognitivo. O nível de escolaridade seria um fator benéfico para o aprimoramento intelectual do sujeito.

A influência do nível de escolaridade nos teste de padrão de frequência e de duração foram investigados, de forma complementar, em um estudo com trabalhadores que apresentavam baixa escolaridade e residiam na zona rural. Os sujeitos foram divididos em dois grupos, sendo o primeiro composto por sujeitos com nível de escolaridade até a terceira série do ensino fundamental e o outro com escolaridade superior a esta série. Não foram encontradas diferenças significantes entre os níveis de escolaridade para TPF e TPD³⁸.

Para investigar a influência do mercúrio metálico no processamento auditivo central de adolescentes expostos a esse agente foram aplicados testes de processamento auditivo central, dentre eles o padrão de frequência e duração (versão Musiek). Foram avaliados 21 adolescentes expostos ao mercúrio metálico e 31 sem exposição. Pode-se observar que os adolescentes expostos apresentaram desempenho significativamente inferior aos não expostos para a maioria dos testes comportamentais do processamento auditivo central e a principal alteração encontrada nessa população foi no processamento de sons breves e sucessivos³⁹.

Os autores complementaram que a fisiopatologia dos efeitos adversos à saúde pela exposição crônica ao mercúrio metálico não está bem definida, porém dados da literatura apontam que entre os principais efeitos estão os danos ao sistema nervoso central, e dentre as estruturas afetadas estão a substância negra, os lobos occipitais e temporais. Esta última estrutura, é de reconhecida relevância

para o processamento auditivo, nela se encontra o córtex auditivo, indispensável para o reconhecimento de uma sucessão organizada de sons puros, de frequências ou de durações diferentes e para o reconhecimento de padrões sonoros complexos. Esta relação poderia justificar as alterações encontradas no estudo³⁹.

Os testes de ordenação temporal estão sendo amplamente utilizados na avaliação do processamento auditivo em diferentes populações clínicas, porém nota-se a variabilidade da versão utilizada, da forma de apresentação e do tipo de resposta exigida. Nas publicações compiladas, mais da metade destas utilizaram ambos os testes (TPF e TPD) para pesquisar esta habilidade. Na literatura não há consenso sobre a versão (Musiek ou Auditec) utilizada, sendo que os estudos realizados não justificam o motivo da escolha da versão. Faz-se necessário a realização de novos estudos com o objetivo de comparar a sensibilidade, especificidade e a concordância entre as duas versões em diferentes populações clínicas.

Nota-se que a maioria dos estudos utilizou apenas testes comportamentais para avaliar a ordenação temporal, existindo apenas dois estudos associando os testes comportamentais aos eletrofisiológicos^{3,35}. Esta constatação sugere novas perspectivas de pesquisa associando as medidas comportamentais com as eletrofisiológicas na avaliação das habilidades de ordenação temporal.

Estas novas perspectivas contribuirão para o avanço no conhecimento científico sobre o tema e possibilitarão um diagnóstico mais preciso do sistema nervoso auditivo central na normalidade e nas diversas patologias que o acometem.

■ CONCLUSÃO

No Brasil, a utilização de testes que avaliam a habilidade de ordenação temporal é recente, entretanto é possível observar um aumento expressivo das publicações nos últimos cinco anos. O emergente conhecimento produzido foi possibilitado pelo acesso aos testes no país, o que permite a ampliação deste campo de pesquisa a todos os profissionais comprometidos com este tema.

Com o intuito de subsidiar as ações de prevenção, diagnóstico, tratamento e reabilitação em diferentes populações clínicas sugere-se a ampliação do conhecimento sobre o tema. Atualmente observa-se uma tendência de associação da avaliação comportamental com as medidas eletrofisiológicas, o que contribuirá para ampliação dos conhecimentos sobre o funcionamento do sistema auditivo central na normalidade e nas diversas patologias que o acometem.

ABSTRACT

This study has as a theme the pitch pattern and duration tests in Brazil and as a purpose to review and explain the temporal auditory processing evaluation in Brazil, specifically the temporal ordering tasks (pitch pattern and duration pattern tests). In order to achieve this objective was performed a systematic literature review on national journals, electronically accessed on the Scielo and Lilacs database, no restrictions related to year of publication. The research was structured using the descriptors: temporal processing, auditory temporal processing, temporal tests, pitch pattern sequence test, duration pattern test, auditory perception and auditory tests. The survey returned 33 national publications including 28 articles from journals, a master thesis and four doctoral theses. Thus, it can be seen that the use of the tests to assess the ability of temporal ordering in Brazil are recent and it's remarkable the significant increase of publications over the last past years. The emerging knowledge in Brazil made possible by the access to the tests allows extending a research field to all professionals committed to this issue.

KEYWORDS: Hearing; Auditory Perception; Hearing Tests

■ REFERÊNCIAS

1. Miranda ES, Pereira LD, Bommarito S, Silva TM. Avaliação do processamento auditivo de sons não-verbais em indivíduos com doença de Parkinson. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2004;70(4):534-9.
2. American Speech Language Hearing Association (ASHA). Central auditory processing: current status of research and implications for clinical practice. *Am J Audiology.* 1996;5:41-54.
3. Schochat E, Andrade AN, 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.
4. Campos PD, Alvarenga KF, Frederigue NB, Sameshima K, Costa Filho OA et al. Habilidades de ordenação temporal em usuários de implante coclear multicanal. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2008;74(6):884-9.
5. Liporaci FD, Frota SMMC. Envelhecimento e ordenação temporal auditiva. *Rev. CEFAC.* 2010;12(5):741-8.
6. Boas LV, Muniz L, Caldas Neto SS, Gouveia MCL. Desempenho do processamento auditivo temporal em uma população de cegos. *Braz. J. Otorhinolaryngol. (Impr.).* 2011;77(4):504-9.
7. Onoda RM, Pereira LD, Guilherme A. Reconhecimento de padrão temporal e escuta dicótica em descendentes de japoneses, falantes e não-falantes da língua japonesa. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2006;72(6):737-46.
8. Rezende AG, Pereira, LD. Padrões temporais auditivos em escolares da 4ª série do ensino fundamental. *Temas desenvolv.* 2006;15(89/90):64-9.
9. Murphy CFB, Schochat E. Influência de paradigmas temporais em testes de processamento temporal auditivo. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2007;19(3):259-66.
10. Pinheiro ML. Auditory pattern reversal in auditory perception in patients with left and right hemisphere lesions. *Ohio J Speech Hear.* 1976;12:9-20.
11. Elias KMIF, Santos MFC, Ciasca SM, Moura-Ribeiro MVL. Processamento auditivo em criança com doença cerebrovascular. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2007;19(4):393-400.
12. Musiek FE, Reeves AG, Baran JA. Release from central auditory competition in the split-brain patient. *Neurology.* 1985;35(7):983-7.
13. Musiek FE, Pinheiro ML. Frequency patterns in cochlear, brainstem and cerebral lesion. *Audiology.* 1987;26(2):76-88.
14. Musiek FE, Baran JA, Pinheiro ML. Durations pattern recognition in normal subjects and patients with cerebral and cochlear lesions. *Audiology.* 1990;29(6):304-13.
15. Auditec. Evaluation manual of pitch pattern sequence and duration pattern sequence. Missouri; 1997.
16. Corazza MCA. Avaliação do processamento auditivo central em adultos: teste de padrões tonais auditivos de frequência e teste de padrões tonais auditivos de duração [tese]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 1998.
17. Balen SA. Processamento auditivo central: aspectos temporais da audição e percepção acústica da fala [dissertação]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 1997.
18. Frederigue-Lopes NB, Bevilacqua MC, Sameshima K, Costa OA. Desempenho de crianças

normais em testes temporais auditivos em campo livre. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2010;22(2):83-8.

19. Ferreira MIDC, Frosi FS, Leão TF. Avaliação do Padrão de Duração no Teste de Próteses Auditivas. *Arq. Int. Otorrinolaringol.* 2008;12(1):82-8.

20. Nascimento FM, Monteiro RAM, Soares CD, Ferreira IDC. Habilidades de Sequencialização Temporal em músicos violinistas e não-músicos. *Arq. Int. Otorrinolaringol.* 2010;14 (2):217-24.

21. Gil D, Almeida CC de, Phee AM, Artoni AL, Pellogia CC, Antunes F et al. Efeito do treinamento auditivo para percepção musical nos testes de padrão de frequência e duração. *Acta AWHO.* 2000;19(2):64-7.

22. Parra VM, Lório MCM, Mizahi MM, Baraldi GS. Testes de padrão de frequência e duração em idosos com sensibilidade auditiva normal. *Rev Brasileira de Otorrinolaringologia.* 2004;70(4):517-23.

23. Azzolini VC, Ferreira MIDC. Processamento Auditivo Temporal em Idosos. *Arq. Int. Otorrinolaringol.* 2010;14(1):95-102.

24. Meneguello J, Leonhardt FD, Pereira LD. Processamento auditivo em indivíduos com epilepsia de lobo temporal. *Rev. Bras. Otorrinolaringol.* 2006;72(4):496-504.

25. Fortunato-Tavares T, Rocha CN, Andrade CRF de, Befi-Lopes DM, Schochat E; Hestvik A et al. Processamento linguístico e processamento auditivo temporal em crianças com distúrbio específico de linguagem. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2009; 21(4):279-84.

26. Abdo AGR, Murphy CFB, Schochat E. Habilidades auditivas em crianças com dislexia e transtorno do déficit de atenção e hiperatividade. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2010;22(1):25-30.

27. Simões MB, Schochat E. Transtorno do processamento auditivo (central) em indivíduos com e sem dislexia. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2010;22(4):521-4.

28. Frota S. Processamento auditivo: estudo em crianças com transtornos específicos da leitura e da escrita [tese]. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo; 2003.

29. Silva R, Oliveira CMC, Cardoso ACV. Aplicação dos testes de padrão temporal em crianças com gagueira desenvolvimental persistente. *Rev. CEFAC.* 2011;13(5):902-8.

30. Santos JLF, Parreira LMMV, Leite RCD. Habilidades de ordenação e resolução temporal em crianças com desvio fonológico. *Rev. CEFAC.* 2010;12(3):371-6.

31. Correa BM, Rossi AG, Roggia B, Silva AMT. Análise das habilidades auditivas de crianças com respiração oral. *Rev. CEFAC.* 2011;13(4):668-75.

32. Dias KZ. Processamento auditivo em indivíduos com síndrome de asperger [tese]. São Paulo; Universidade Federal de São Paulo; 2005.

33. Engelmann L, Ferreira MIDC. Avaliação do processamento auditivo em crianças com dificuldades de aprendizagem. *Rev. soc. bras. fonoaudiol.* 2009;14(1):69-74.

34. Machado CSS, Valle HLBS, Paula KM, Lima SS. Caracterização do processamento auditivo das crianças com distúrbio de leitura e escrita de 8 a 12 anos em tratamento no Centro Clínico de Fonoaudiologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. *Rev. CEFAC.* 2011;13(3):504-12.

35. 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. *Arquivos Int. Otorrinolaringol.* 2011;15(4):486-91.

36. Rodrigues PF. Processamento auditivo em crianças e adolescentes pós-meningite com sensibilidade auditiva normal [tese]. São Paulo; Universidade Federal de São Paulo; 2002.

37. Santos CCS, Juchem LS, Rossi AG. Processamento auditivo de militares expostos a ruído ocupacional. *Rev. CEFAC.* 2008;10(1):92-103.

38. Camarinha CR, Frota SMMC, Pacheco-Ferreira H, Lima MAMT. Avaliação do processamento auditivo temporal em trabalhadores rurais expostos a agrotóxicos organofosforados. *J. Soc. Bras. Fonoaudiol.* 2011;23(2):102-6.

39. Dutra MDS, Monteiro MC, Câmara VM. Avaliação do processamento auditivo central em adolescentes expostos ao mercúrio metálico. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2010;22(3):339-44.

<http://dx.doi.org/10.1590/1982-021620143912>

Recebido em: 18/02/2012

Aceito em: 29/08/2012

Endereço para correspondência:

Camila Ribas Delecrode

Av. Vicente Ferreira, 1278 – Marília – SP – Brasil

CEP: 17515-901

E-mail: crdfono@hotmail.com