



# Processamento auditivo central em crianças com disfonia: avaliação comportamental e eletrofisiológica

## Central auditory processing in children with dysphonia: behavioral and electrophysiological assessment

## Procesamiento auditivo central en niños con disfonía: evaluación comportamental y electrofisiológica

*Aline Buratti Sanches\**

*Angélica Tiegs\**

*Rebecca Maunsell\**

*Ana Carolina Constantini\**

*Maria Francisca Colella-Santos\**

### **Resumo**

**Introdução:** O transtorno do processamento auditivo central pode ocorrer em concomitância com outras alterações, assim como a disfonia. **Objetivo:** Analisar os resultados obtidos na avaliação do processamento auditivo central em crianças com disfonia. **Método:** Estudo comparativo e de coorte transversal, constituído por 16 crianças de oito a 11 anos reunidas em dois grupos: o Grupo Estudo composto por sete crianças com disfonia funcional ou organofuncional, e o Grupo Controle por nove crianças sem queixas e alterações vocais. Foram realizados os seguintes procedimentos: anamnese, gravação vocal, avaliação perceptivo-auditiva da voz, laringoscopia, avaliação audiológica básica, avaliação do processamento auditivo por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos. **Resultados:** Houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos para as etapas de atenção direcionada no teste Dicótico não verbal, etapa de *humming* no Padrão de frequência, limiar de detecção de gap e

\* Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, São Paulo, Brasil.

### **Contribuição dos autores:**

ABS: coleta de dados, análise dos resultados e elaboração do artigo.

AT: participação na coleta de dados e análise dos resultados.

RM, ACC e MFCS: análise crítica dos resultados e elaboração do artigo.

**E-mail para correspondência:** Aline Buratti Sanches - [alinebsanches@gmail.com](mailto:alinebsanches@gmail.com)

**Recebido:** 25/02/2020

**Aprovado:** 28/04/2020



porcentagem de acertos no *Gaps in Noise* e para a latência do P300. **Conclusão:** A partir da análise dos resultados verificou-se que o grupo com disfonia apresentou transtorno do processamento auditivo central com alteração nas habilidades auditivas de figura-fundo para sons não verbais, ordenação e resolução temporal e latência do P300 prolongada, sugerindo também um déficit no processamento cognitivo da informação acústica.

**Palavras-chave:** Criança; Audição; Disfonia; Testes auditivos.

### Abstract

**Introduction:** Central auditory processing disorder may occur in parallel with other dysfunctions, such as dysphonia. **Objective:** To investigate auditory processing results in children with dysphonia. **Methods:** Comparative and cross-sectional study of 16 children aged 8 to 11 years old, who were divided into two groups: a study group of 7 children with functional or organic and functional dysphonia; and a control group of 9 children with no vocal complaints or disorders. After clinical assessment voices were recorded and children underwent perceptive voice evaluation, audiogram, and auditory processing with behavioral and electrophysiological tests. **Results:** A statistically significant difference was found between the groups with regard to dichotic nonverbal listening tests, humming in the frequency pattern test, and gap detection threshold, in addition to the percentage of correct answers in gap-in-noise test and for the P300 latency. **Conclusion:** Children with dysphonia had central auditory processing disorder with changes in listening skills for figure-ground to nonverbal sounds, ordering and temporal resolution and P300 latency suggesting a concomitant impairment in cognitive processing of acoustic information.

**Keywords:** Child; Hearing; Dysphonia; Auditory tests.

### Resumen

**Introducción:** El trastorno de procesamiento auditivo central puede estar en comorbilidad con otras alteraciones como la disfonía. **Objetivo:** Analizar los resultados obtenidos en la evaluación del procesamiento auditivo central en niños con disfonía. **Métodos:** Estudio comparativo y de corte transversal, constituido por 16 niños entre 8 y 11 años de edad reunidos en dos grupos: el Grupo de Estudio compuesto por siete niños con disfonía funcional u orgánica funcional y el Grupo Control compuesto por nueve niños sin quejas ni alteraciones vocales. Fueron realizados los siguientes procedimientos: Anamnesis, grabación vocal, evaluación perceptivo auditiva de la voz, laringoscopia, evaluación audiológica básica, evaluación del procesamiento auditivo por medio de tests comportamentales y electrofisiológicos. **Resultados:** Hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos para las etapas de atención direccionada en el test Dicótico no verbal, etapa de *humming* en el Patrón de frecuencia, limiar de detección de gap y porcentaje de aciertos en el *Gaps in Noise* y para la latencia del P300. **Conclusión:** A partir del análisis de los resultados se verificó que el grupo con disfonía presentó trastorno de procesamiento auditivo central con alteración en las habilidades auditivas de figura-fondo para los sonidos no verbales, ordenamiento, resolución temporal y latencia del P300 prolongada; sugiriendo también un déficit en el procesamiento cognitivo de la información acústica.

**Palabras claves:** Niños; Audición; Disfonía; Tests Auditivos.

## Introdução

O processamento auditivo central pode ser entendido como a construção que se faz acerca do sinal acústico para tornar a informação funcionalmente útil. Quando há uma limitação na transmissão, análise, organização, transformação, elaboração, armazenamento e/ou recuperação e uso das informações contidas no evento acústico, identificamos o transtorno do processamento auditivo central-TPAC <sup>1</sup>.

O TPAC pode estar associado a diversas alterações, principalmente relacionadas aos distúrbios da comunicação humana: desorganização do sistema fonológico, disfonias, problemas na fluência, fala, leitura e escrita, entre outros <sup>2</sup>.

A disфония é um distúrbio que afeta a produção oral, e sua incidência na população infantil pode chegar até 38% <sup>3</sup>. Contudo, é um sintoma pouco percebido pelas crianças e pouco valorizado pelos pais e educadores, o que faz com que a real incidência de disфония nessa população seja ainda controversa <sup>4,5</sup>.

Geralmente, quando as alterações no comportamento vocal são a base do desenvolvimento da disфония, o paciente disfônico apresenta uma imagem distorcida de sua produção vocal e poucas vezes utiliza sua audição para controlar a voz. Assim, o sistema de controle auditivo parece ser crucial na vocalização humana tendo contribuição na organização da produção vocal. Avaliar as habilidades auditivas do indivíduo disfônico é importante para o planejamento dos objetivos terapêuticos da reabilitação vocal <sup>6</sup>.

A disфония pode impactar negativamente na saúde geral da criança, bem como no desenvolvimento de uma comunicação adequada e eficiente. Sendo assim, são fundamentais pesquisas que estudem a relação entre disфония e o processamento auditivo central na população infantil.

Este estudo teve como objetivo analisar os resultados obtidos na avaliação do processamento auditivo central de crianças disfônicas, por meio de testes comportamentais e eletrofisiológicos, considerando orelha direita e esquerda, e comparar com os resultados obtidos na avaliação de crianças sem queixas e alterações vocais.

## Método

Trata-se de um estudo comparativo e de corte transversal, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição sob o parecer 696.430/2014.

Participaram do estudo 16 crianças, entre oito e 11 anos, divididas em dois grupos:

- 1) Grupo Estudo (GE) constituído por sete crianças diagnosticadas com disфония funcional ou organofuncional.
- 2) Grupo Controle (GC) constituído por nove crianças sem queixas vocais e com avaliação perceptivo-auditiva da voz indicando variabilidade normal da qualidade vocal.

As crianças que constituíram o GE foram advindas do ambulatório de Pronto Atendimento Vocal da instituição de origem (uma espécie de Ambulatório de triagem) e realizaram a avaliação otorrinolaringológica previamente à avaliação do processamento auditivo.

Os critérios de inclusão adotados para ambos os grupos foram: resultados dentro dos padrões de normalidade na avaliação audiológica básica e no Potencial Evocado Auditivo de Tronco Encefálico (PEATE) com estímulo clique, ausência de outras queixas fonoaudiológicas, afecções do sistema auditivo, alterações neurológicas ou déficits cognitivos e a assinatura pelos responsáveis do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Para o GE incluiu-se, ainda, o diagnóstico de disфония funcional ou organofuncional, a avaliação otorrinolaringológica (anamnese e exame físico através da laringoscopia) e para o GC aquelas com ausência de queixas e alterações na qualidade vocal, confirmada pela avaliação perceptivo-auditiva das vozes.

A coleta de dados foi realizada em dois dias: no primeiro dia realizou-se a anamnese, gravação de amostras vocais por registro digital, avaliação audiológica básica e início da avaliação comportamental do processamento auditivo. No segundo dia, o término da avaliação comportamental e realização da avaliação eletrofisiológica.

### *Os procedimentos adotados foram:*

#### Anamnese

A anamnese foi realizada com o responsável, através do registro de dados de identificação e história clínica da criança, obtendo informações acerca do desenvolvimento global, auditivo, vocal e escolar da criança.

### Coleta da amostra de voz e análise perceptivo-auditiva

Foi realizada a gravação da voz de todos os sujeitos baseando-se no protocolo da ASHA, o Consenso da Avaliação Perceptivo Auditiva da Voz (CAPE-V)<sup>7</sup>, consistindo na emissão da vogal /a/ sustentada de 3 a 5 segundos, seis sentenças pré-definidas e fala encadeada (fala espontânea e contagem de números de 1 a 10). As gravações foram realizadas em cabina acústica (marca Redusom), com microfone (marca Shure e modelo SM58), placa de som (marca M-Audio e modelo MobilePre USB) e computador (marca LG) utilizando o *software* Audacity. A criança permaneceu sentada com pés apoiados e o microfone unidirecional posicionado a 10 centímetros da boca.

As tarefas solicitadas foram armazenadas em arquivos diferentes e utilizou-se o *software* PRAAT para edição das amostras vocais, retirando-se o início e final das amostras de vogal sustentada para buscar os trechos mais estáveis das produções vocais. As amostras de fala foram enviadas por e-mail junto com o protocolo adaptado e instruções para avaliação perceptivo-auditiva por escuta cega de três Fonoaudiólogos.

Para a análise das amostras vocais utilizou-se uma régua de graduação na escala analógico-visual com uma métrica de 0 a 100 milímetros (mm), com base nos respectivos valores de corte, de acordo com a análise perceptivo-auditiva do grau geral do desvio vocal. Os escores de 0 a 35,5 mm correspondem à variabilidade normal da qualidade vocal, de 35,6 mm a 50,5 mm, como desvios de leve a moderado; de 50,6 mm a 90,5 mm, para desvios moderados e de 90,6 mm, a 100 os desvios intensos<sup>8</sup>.

Para verificar a concordância dos três avaliadores foi aplicado o teste estatístico Alfa de Cronbach, obtendo-se coeficiente de alfa para cada uma das tarefas acima de 0,7 (valor mínimo aceitável), o que indicou consistência interna estatisticamente aceitável entres os três avaliadores. Para realizar o teste, foram considerados os graus gerais de desvio vocal em cada uma das tarefas solicitadas.

Os achados obtidos nas avaliações otorrinolaringológicas foram utilizados para verificar a presença ou não de alterações orgânicas.

### Avaliação audiológica básica

As crianças foram submetidas à meatoscopia para verificação de qualquer impedimento para realização da avaliação audiológica.

A avaliação audiológica básica foi composta por Audiometria tonal liminar, Logoaudiometria (Limiar de Reconhecimento de Fala-LRF e Índice de Reconhecimento de Fala - IRF) e Imitanciométrie (Timpanometria e pesquisa dos reflexos acústicos). A audiometria e logoaudiometria (a viva voz) foram realizadas em cabina acústica (marca Redusom) por meio do Audiômetro AC40 (marca Interacoustics), fones supra-aurais TDH 49 e a imitanciométrie foi realizada por meio do equipamento AT 235H (marca Interacoustics).

### Avaliação comportamental do PAC

Foram aplicados os testes de Localização sonora, Memória para sons verbais e não verbais em sequência, Dicótico de dígitos, Dicótico não verbal (etapas de atenção livre e escuta direcionada para direita e esquerda), Identificação de sentenças sintéticas ou pediátricas com mensagem competitiva, adotados por Pereira e Schochat<sup>9</sup>; e Padrão de frequência (etapas de nomeação e *humming*) e *Gaps in Noise*(GIN) desenvolvidos por Musiek<sup>10,11</sup>.

No teste de localização sonora o indivíduo devia localizar a fonte sonora (guizo) considerando as direções frente, atrás, acima, à direita e à esquerda. A criança deveria acertar quatro ou cinco direções, desde que a direita e a esquerda fossem identificadas corretamente.

O teste de memória para sons verbais e não verbais em sequência é constituído por estímulos verbais silábicos e por sons não verbais emitidos por objetos sonoros, apresentados em três sequências diferentes. A criança foi orientada a repetir as sílabas e identificar os objetos na ordem em que foram apresentados e esperava-se acertar duas ou três sequências apresentadas.

O teste de identificação de sentença sintéticas com mensagem competitiva consiste na apresentação de dez sentenças sintéticas com a presença de mensagem competitiva (história) contralateral (MCC) nas relações sinal/ruído 0 e -40 e ipsilateral (MCI), nas relações sinal/ruído 0, -10 e -15. O paciente foi orientado a apontar a sentença ouvida que estava escrita no quadro. Para as crianças que se encontravam em desenvolvimento de leitura e escrita, aos oito anos, foi aplicado o teste de identificação de sentenças pediátricas, devendo apontar

a imagem correspondente à sentença ouvida. Dez crianças realizaram a versão de sentenças sintéticas, e seis, a versão de sentenças pediátricas.

O teste dicótico de dígitos é constituído por estímulos (dígitos dissilábicos da língua portuguesa) diferentes que são apresentados simultaneamente nas duas orelhas. Pode ser aplicado na tarefa de integração binaural em que o indivíduo é instruído a repetir os quatro dígitos apresentados nas duas orelhas, e na etapa de escuta direcionada, em que o indivíduo escuta quatro dígitos apresentados simultaneamente nas duas orelhas e deve repetir apenas o da orelha direita ou esquerda. Neste estudo optou-se por aplicar apenas a etapa de integração binaural.

No teste dicótico não verbal são apresentados estímulos não verbais diferentes, simultaneamente às duas orelhas, e o paciente deve prestar atenção em um som não verbal, ignorando o som apresentado na orelha oposta e apontar para a figura correspondente ao som exposta em um quadro. O teste foi dividido em três etapas: atenção livre (AL), atenção direcionada à direita (ADD) e atenção direcionada à esquerda (ADE). Os sons apresentados representam: um cachorro latindo, um gato miando, um galo cantando, uma porta batendo, o sino da igreja tocando e o som da chuva. Foi apresentada uma lista de 24 pares em cada etapa, sendo primeiramente 12 pares, e, posteriormente, com a inversão dos fones os outros 12. Na etapa de AL a criança foi orientada a apontar apenas um dos sons apresentados simultaneamente, aquele que fosse mais fácil de ser percebido. Na ADD foi orientada a apontar os sons ouvidos apenas na OD, e na ADE apontar os sons ouvidos na OE.

O teste de padrões de frequência, realizado na versão Musiek é composto de 60 apresentações, sendo trinta em cada orelha (monoaural), de tons puros graves de 880 Hz e agudos de 1122 Hz, com duração de 150 ms e intervalos de 200 ms entre os tons, e de 10 ms entre as sequências. Os tons foram apresentados em grupos de três com seis sequências possíveis (AAG, AGA, AGG, GAA, GAG, e GGA). O paciente foi orientado a nomear, e em etapa posterior reproduzir vocalmente (*humming*/murmúrio) os padrões tonais ouvidos. Na etapa de nomeação o termo “grave ou grosso” se referia aos tons de 880 Hz, e “agudo ou fino” para tons de 1122 Hz.

O teste GIN consiste na determinação do menor intervalo de tempo que pode ser detectado em um ruído branco contínuo. Os gaps foram

aleatoriamente distribuídos em listas, sendo que em cada lista as diferentes durações de gap, de 2 a 20ms, ocorrem seis vezes. O sujeito foi orientado a indicar toda vez que percebesse um gap. O teste foi aplicado na condição monoaural utilizando listas diferentes para cada orelha. Calculou-se o limiar de detecção de gap (o menor gap percebido pelo paciente em pelo menos 66,6% das vezes em que foi apresentado, ou seja, quatro vezes em seis) e a porcentagem de acertos por faixa-teste (quantos gaps foram percebidos no total). Para interpretação dos resultados utilizou-se o estudo de Amaral e Colella-Santos em que foram encontrados os seguintes valores: 6,1ms para o limiar de detecção de gap, e 60% para porcentagem de acertos, baseado no critério de intervalo de confiança 95% como corte para a normalidade<sup>12</sup>.

A avaliação comportamental do processamento auditivo foi realizada em cabina acústica (marca Redusom) por meio do Audiômetro AC40 (marca Interacoustics), fones supra-aurais TDH 49, notebook acoplado ao audiômetro e CD contendo os testes gravados em português.

#### Avaliação eletrofisiológica do PAC

Para avaliar a integridade das vias auditivas até o tronco encefálico, foi realizado o PEATE, permitindo a visualização e análise dos tempos de latência absoluta das ondas I, III e V e interpicos I-III, III-V e I-V.

O potencial de longa latência P300 foi realizado para avaliar as atividades de áreas envolvidas no processamento auditivo, como o tálamo e córtex.

Os dois exames foram realizados em sala com isolamento acústico e elétrico, com baixa luminosidade, através do equipamento de potencial evocado (marca Interacoustics e modelo Eclipse EP25) acoplado ao computador (marca Positivo), com fones de inserção e olivas (marca EarTone) e eletrodos descartáveis (marca Meditrace). Após a criança ser acomodada em poltrona reclinável, foi realizada a limpeza da pele com pasta abrasiva (marca Nuprep) e a colocação dos eletrodos posicionados de acordo com a norma *Internacional Electrode System 10-20*, sendo o ativo (Fz) e terra (Fpz) na frente e os de referência em mastóides esquerda (M1) e direita (M2). Foram conectados ao pré-amplificador e a impedância elétrica foi mantida abaixo de 5 K $\Omega$ , segundo recomendação do equipamento.

O protocolo utilizado para a obtenção do PEATE constou da apresentação monoaural de

2000 estímulos do tipo clique com polaridade rarefeita, taxa de apresentação de 19 cliques/segundo, intensidade de 80 dBNA, filtros passa-alto em 30 Hz e passa-baixo em 1500 Hz e janela de análise de 15ms<sup>13</sup>. Foram registradas duas séries de 2000 estímulos para verificar a reprodutibilidade das ondas e confirmar os resultados.

Os parâmetros do estímulo e aquisição do P300 foram: paradigma *oddball*, apresentação monoaural de 300 estímulos do tipo *toneburst* com polaridade rarefeita, taxa de apresentação de 1,1 segundo, intensidade de 70 dBNA, filtro passa-alto em 1 Hz e o passa-baixo de 30 Hz e a janela de análise de 750 ms. O estímulo frequente foi apresentado a 1000 Hz e o raro a 2000 Hz. Dos 300 estímulos apresentados, 20% referem-se ao estímulo raro e o restante ao estímulo frequente<sup>14</sup>.

#### Análise estatística

Os resultados obtidos nas avaliações foram analisados estatisticamente. Para descrever o perfil da amostra foram calculadas as estatísticas descritivas das variáveis, com valores de média, desvio-padrão, valores mínimo e máximo e p-va-

lores. Para comparativo do gênero entre os grupos foi utilizado o teste Exato de Fisher, e para a idade e demais variáveis numéricas foi utilizado o teste de Mann-Whitney. Para comparação dos resultados dos testes entre os grupos e orelhas foi utilizada a ANOVA para medidas repetidas e os dados foram transformados em postos (ranks). O nível de significância adotado para o estudo foi de 5% ( $p < 0.05$ )

## Resultados

O GE foi composto por sete crianças com disfonia, com idade entre oito e 10 anos (média de nove anos de idade), sendo cinco meninos e duas meninas. O GC foi formado por nove crianças de oito a 11 anos (média 10,2), sendo cinco meninas e quatro meninos.

A avaliação otorrinolaringológica dos participantes do GE concluiu que quatro crianças apresentavam disfonia funcional, e três apresentavam disfonia organofuncional.

No Quadro 1, encontram-se os dados demográficos (idade e gênero), grau geral de desvio vocal e os achados da laringoscopia dos sujeitos do GE.

**Quadro 1.** Características demográficas dos sujeitos do GE quanto a idade, gênero, grau geral de desvio vocal e achados na laringoscopia.

Identificação	Idade*	Gênero	Grau geral de desvio vocal	Achados Laringoscopia
1	8	M	Leve a moderado	Nódulo
2	8	F	Moderado	Fenda triangular posterior, sulco e vasculodisgenesia
3	9	M	Leve a moderado	Fenda médio-posterior
4	10	M	Variabilidade normal	Nódulo, fenda triangular médio-posterior
5	10	F	Leve a moderado	Fenda médio-posterior, edema e cisto
6	8	M	Variabilidade normal	Nódulo
7	10	M	Leve a moderado	Fenda fusiforme

Legenda: GE = Grupo Estudo; Idade\* = Idade em anos; M = masculino; F = feminino.

Não houve diferença estatística entre os grupos para os testes de localização sonora, memória para sons verbais e não verbais em sequência, monótico de identificação de sentenças sintéticas ou pediátricas e no PEATE.

O desempenho dos grupos para os testes dicóticos não verbal e o de dígitos são apresentados na Tabela 1. Encontrou-se diferença para as etapas de atenção direcionada no teste dicótico não verbal.

Conforme apontado na Tabela 2, para o teste padrão de frequência a diferença significativa entre os grupos ocorreu na etapa de *hummingem* orelha direita. A Tabela 2 indica também a diferença estatística entre os grupos para o teste GIN.

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados obtidos no P300 para os dois grupos, em que houve diferença estatística significativa para a medida de latência em ambas as orelhas.

**Tabela 1.** Desempenho do GE e GC no teste dicótico não verbal em número de acertos e no teste dicótico de dígitos em porcentagem de acertos, considerando orelha direita e esquerda.

Testes	GE				GC				Valor-p orelha e grupo	Valor-p GExGC
	Média	Mín	Máx	DP	Média	Mín	Máx	DP		
<b>TDNV – AL</b>									0.8575	0.4168
OD	12.3	8.0	15.0	2.5	12.7	11.0	15.0	1.2		
OE	11.3	8.0	14.0	2.2	11.3	9.0	13.0	1.2		
<b>TDNV – ADD</b>									∞	0.0420*
OD	20.0	6.0	24.0	6.4	23.8	23.0	24.0	0.4		
<b>TDNV – ADE</b>										0.0160*
OE	20.4	14.0	24.0	4.3	24.0	24.0	24.0	0.0		
<b>TDD</b>									0.5334	0.1195
OD	90.7	75.0	100.0	10.4	98.3	95.0	100.0	1.8		
OE	83.2	57.5	100.0	18.0	96.1	87.5	100.0	3.8		

Legenda: TDNV = Teste Dicótico Não Verbal; AL = Atenção Livre; ADD = Atenção Direcionada à Direita; ADE = Atenção Direcionada à Esquerda; TDD = Teste Dicótico de Dígitos. ANOVA para medidas repetidas.

**Tabela 2.** Desempenho do GE e GC no teste de padrão de frequência nas etapas de nomeação e *humming* em porcentagem de acertos, e no teste *gap in Noise* para a porcentagem de acertos e limiar em milissegundos, considerando orelha direita e esquerda.

Testes	GE				GC				Valor-p orelha e grupo	Valor-p GExGC
	Média	Mín	Máx	DP	Média	Mín	Máx	DP		
<b>TPF – N</b>									0.5654	0.1949
OD	34,3	6.0	86.0	28.2	54.4	20.0	96.0	26.9		
OE	33.3	6.0	69.0	24.5	48.9	6.0	90.0	27.2		
<b>TPF – H</b>									0.0367*	0.0158*
OD	55.4	13.0	100.0	32.1	94.0	46.0	100.0	18.0		
OE	60.9	16.0	100.0	36.5	84.2	16.0	100.0	29.8		
<b>GIN – A</b>									0.7474	0.0045*
OD	49.7	30.0	76.0	15.7	72.8	46.0	96.0	16.0		
OE	47.4	35.0	63.0	9.8	66.1	43.0	94.0	14.2		
<b>GIN – L</b>									0.6869	0.0023*
OD	8.7	4.0	15.0	3.7	4.7	2.0	8.0	2.1		
OE	8.4	5.0	10.0	2.1	5.3	2.0	8.0	1.9		

Legenda: TPF = Teste de Padrão de Frequência; N = Nomeação; H = *Humming*; GIN = *Gap in Noise*; A = acertos; L = Limiar; ms = milissegundos. ANOVA para medidas repetidas.

**Tabela 3.** Valores de latências em milissegundos e amplitude em microvolts, obtidas no P300 pelo GE e GC, considerando orelha direita e esquerda.

Medida	GE				GC				Valor-p orelha e grupo	Valor-p GExGC
	Média	Mín	Máx	DP	Média	Mín	Máx	DP		
<b>Latência</b>									0.3923	0.0382*
OD	372.9	292.0	448.0	47.7	325.1	284.0	366.0	30.3		
OE	357.4	300.0	426.0	44.9	328.2	262.0	356.0	28.2		
<b>Amplitude</b>									0.8714	0.46618
OD	5.449	0.000	12.430	3.875	6.482	1.681	10.640	2.870		
OE	4.388	0.240	6.803	2.204	5.985	0.081	11.730	3.683		

Legenda:  $\mu V$  = microvolts. ANOVA para medidas repetidas.

## Discussão

O transtorno do processamento auditivo central pode ocorrer em concomitância com outras alterações, assim como a disfonia, como mostram os estudos de Buosiet *et al* (2013) e Ramos *et al* (2017), porém a relação entre essas duas alterações não parece ainda bem definida<sup>15,16</sup>.

Os grupos avaliados em nosso estudo foram homogêneos com relação ao gênero, e heterogêneos para a idade.

Observando a distribuição em cada grupo, no Grupo Estudo (Quadro 1) composto por sete crianças, houve maior número de sujeitos do sexo masculino, sendo cinco, e dois do sexo feminino. A maior prevalência da disfonia em meninos é relatada pela literatura, contudo na infância não há diferenças anátomo-fisiológicas importantes entre laringes masculinas e femininas. Dessa forma, a maior ocorrência de disfonia e do nódulo vocal em meninos pode ser justificada por características de personalidade e comportamentos vocais inadequados, observados na prática de atividades físicas, lúdicas e sociais (recreações, canto, entre outros), que demandam uso excessivo da voz. A média da faixa etária do GE também é similar com a faixa etária de maior ocorrência da disfonia na população infantil<sup>4,5,17</sup>.

Analisando os resultados obtidos na avaliação comportamental do PAC, no teste dicótico não verbal (Tabela 1) o desempenho do GE foi pior para as tarefas de atenção direcionada tanto à direita quanto à esquerda. Cavadas e Neves *et al*, também encontraram alteração para este teste na avaliação de crianças disfônicas<sup>18,19</sup>. É um teste que permite avaliar o mecanismo de atenção seletiva em tarefa de separação binaural, atribuído à habilidade de figura-fundo para sons não verbais. As etapas de escuta direcionada do teste verificam a integridade nos centros de associações do hemisfério esquerdo, e/ou corpo caloso, quando o estímulo é apresentado à orelha direita e no hemisfério direito, quando o estímulo é apresentado à orelha esquerda<sup>9</sup>. Alterações neste teste caracterizam um prejuízo gnóstico não verbal, ou seja, um déficit de prosódia e entonação, aspectos importantes na produção vocal e que podem estar alterados nos disfônicos.

Na aplicação do teste padrão de frequência, a habilidade auditiva avaliada é a de ordenação temporal, a qual permite ao ouvinte extrair e usar aspectos prosódicos da fala, como ritmo,

tonalidade, acentuação, entonação, bem como de uma sequência de vogais e consoantes<sup>20</sup>. É uma habilidade que envolve a ação dos dois hemisférios, conectados pelo corpo caloso e que depende de vários processos auditivos centrais como o reconhecimento, transferência inter-hemisférica, qualificação linguística, sequenciamento dos elementos linguísticos e indícios de memória<sup>21</sup>. A etapa de imitação (*humming*) é considerada menos complexa que a de nomeação, esperando-se assim um melhor desempenho nesta etapa. No presente estudo, tanto o GE quanto o GC apresentaram maior dificuldade para a realização da etapa de nomeação comparada a de *humming* (Tabela 2). A dificuldade apresentada para a etapa de nomeação concorda com o encontrado na literatura<sup>22</sup>. Na tarefa de *humming* os grupos apresentaram melhor desempenho que na nomeação, porém o GE ainda teve dificuldades para desempenhar essa tarefa. Houve diferença estatística significativa na comparação orelha e grupo nesta etapa, em que a orelha direita do GC apresentou melhor desempenho que a orelha direita do GE. A literatura não relata vantagem entre as orelhas para o teste de padrão de frequência. No entanto, ressalta-se que o dado refere uma vantagem entre amostras diferentes, e essa diferença foi persistente mesmo havendo diferença de idade nos grupos.

Os resultados indicam, portanto, alteração para habilidade de ordenação temporal no GE, já apontada em estudos anteriores e que também se refere a um prejuízo gnóstico não verbal<sup>16</sup>. Indivíduos com prejuízo no reconhecimento de padrões temporais podem apresentar dificuldade de distinguir as relações sonoras de traços suprasegmentais da fala e também em perceber as diferenças entre características acústicas dos sons, podendo impactar no monitoramento auditivo da voz, que é um fator determinante para o aparecimento da disfonia<sup>6</sup>. Em estudo com professores disfônicos, os autores ressaltaram que apesar de não ocorrer diferença estatística entre o grupo estudo e o grupo controle, a percepção auditiva para traços de frequência, duração e intensidade do som é diferente, sendo mais precisa no grupo sem disfonia<sup>15</sup>.

No teste GIN, que avalia a habilidade de resolução temporal, o GE apresentou pior desempenho na porcentagem de acertos e no limiar de gap comparado ao GC (Tabela 2). Apenas Santoro, Ribeiro e Mesquita<sup>23</sup> aplicaram o teste GIN em amostra disfônica, mas não encontraram resultados

significativos. Ribeiro *et al*<sup>24</sup>, aplicaram em adultos disfônicos o teste RGDT que também avalia a habilidade de resolução temporal, estando alterada em 80% da amostra. O presente estudo aponta, portanto, a presença de alteração da habilidade de resolução temporal no grupo disfônico.

Ressalta-se que os aspectos temporais auditivos são a base do processamento auditivo e também estão intimamente relacionados com a percepção de fala e seus traços suprasegmentais (prosódia, qualidade vocal e fluência)<sup>25</sup>.

A avaliação eletrofisiológica é considerada uma importante ferramenta pelo seu caráter objetivo na avaliação da integridade estrutural e funcional do SNAC, por não necessitar de respostas verbais e também pode ser utilizada no acompanhamento e evolução das disfunções cognitivas<sup>26,27</sup>. Este é o primeiro estudo que relata resultados da aplicação de testes eletrofisiológicos em poluição infantil disfônica.

Em relação ao P300 (Tabela 3), foi observada diferença significativa entre os grupos para a latência, sendo que as crianças com disфония apresentaram valores aumentados no tempo de latência em comparação ao grupo controle. Não houve diferença para a amplitude, que é uma variável pouco estudada por apresentar variabilidade e não possuir critérios de normalidade bem estabelecidos<sup>28</sup>. Alterações neste potencial sugerem a presença de comprometimentos nas regiões corticais da via auditiva relacionadas às habilidades de processamento cognitivo como memória, atenção e discriminação auditiva<sup>27</sup>. Assim, o aumento da latência ou diminuição da amplitude do P300 são indicativos de déficit no processamento cognitivo da informação sensorial.

Apesar dos indivíduos avaliados neste estudo ainda estarem no período em que ocorre maturação das vias auditivas centrais, o atraso significativo no tempo de latência do componente do P300 no grupo disfônico significa um processamento diferente do grupo controle, e sugere uma lentificação na condução e no processamento cognitivo da informação auditiva.

Não foi observada diferença estatística significativa para as latências absolutas e interpicas do PEATE, que estão de acordo com o padrão de normalidade informado pela literatura, indicando assim a integridade das vias auditivas até o tronco encefálico em ambos os grupos<sup>28</sup>.

A utilização de métodos objetivos de avaliação da audição associados aos métodos comportamentais contribuem para o aumento da precisão no diagnóstico dos distúrbios auditivos. Sendo assim, associando os achados das duas avaliações, em nosso estudo houve diferenças entre os grupos para os testes dicótico não verbal e P300, que permitem avaliar a atenção a um estímulo auditivo não verbal. Na literatura, estudos relatam alterações de atenção em crianças com disфония<sup>17,18</sup>. Os testes de processamento temporal e o P300 também avaliam um mesmo mecanismo, a discriminação auditiva. Dessa forma, os dados da avaliação comportamental e da eletrofisiológica se complementam.

Com base no exposto, os achados evidenciam que as crianças disfônicas apresentaram maior dificuldade em habilidades do processamento auditivo quando comparadas a crianças sem alteração vocal, sendo elas a de figura-fundo para sons não verbais, ordenação e resolução temporal, além dos mecanismos cognitivos utilizados para o processamento da informação auditiva. Sugerem, portanto, disfunções nas regiões de tronco encefálico, córtex auditivo, hemisférios e de transferência inter-hemisférica (corpo caloso). Atenta-se que os resultados significativos foram encontrados em avaliações que consistem na apresentação de estímulos não verbais, ou seja, não linguísticos e, portanto, estão relacionados aos traços suprasegmentais da fala. Os resultados também foram significativos em habilidades que estão relacionadas a parâmetros acústicos da voz como frequência e duração.

Sabe-se que a autopercepção e a psicodinâmica vocal são fatores importantes em um processo terapêutico e o *feedback* auditivo pode contribuir para a automonitorização vocal, e assim minimizar o abuso vocal<sup>29</sup>. Acrescenta-se, ainda, que a discriminação e a realimentação auditiva possuam participação na produção vocal, e o indivíduo que tem dificuldade para analisar e discriminar parâmetros vocais também terá dificuldade para reproduzi-los<sup>30</sup>. Conhecendo o impacto do processamento auditivo, Ramos *et al*, destacam a importância de utilizar pistas auditivas na terapia fonoaudiológica para facilitar a execução dos exercícios vocais, o que deve contribuir para avanços terapêuticos<sup>16</sup>. Sendo assim, a identificação de um prejuízo auditivo pode contribuir para o direcionamento e auxílio terapêutico na reabilitação de sujeitos disfônicos.

Devido ao número limitado de sujeitos, não foi possível realizar o pareamento por idade e sexo,

no entanto, este é o primeiro estudo a associar a avaliação comportamental à eletrofisiológica para pesquisar o processamento auditivo em crianças disfônicas. São necessários estudos futuros em populações expandidas para auxiliar na compreensão e interpretação dos resultados encontrados na avaliação do processamento auditivo dessa população, e que podem ter repercussões significativas no resultado da terapia fonoaudiológica.

## Conclusão

A partir da análise dos resultados verificou-se que o grupo com disfonia apresentou transtorno do processamento auditivo central com alteração nas habilidades auditivas de figura-fundo para sons não verbais, ordenação e resolução temporal e latência do P300 prolongada, sugerindo também um déficit no processamento cognitivo da informação acústica.

## Agradecimentos

Este trabalho foi apoiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

## Referências bibliográficas

1. ASHA-American Speech-Language-Hearing Association. (central) auditory processing disorders [Technical Report]. 2005. [www.asha.org/policy](http://www.asha.org/policy).
2. Pereira LD. Introdução ao Processamento Auditivo Central. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos. 2012; 279-91.
3. Oliveira RC, Teixeira LC, Gama ACC, Medeiros AM. Análise perceptivo-auditiva, acústica e autopercepção vocal em crianças. *J SocBrasFonoaudiol*. 2011; 23(2): 158-163. <https://dx.doi.org/10.1590/S2179-64912011000200013>
4. Martins RHG, Trindade SHK. A criança disfônica: diagnóstico, tratamento e evolução clínica. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*. 2003; 69(6): 801-06.
5. Melo ECM, Mattioli FM, Brasil OCO, Behlau M, Pitaluga ACA, Melo DM. Disfonia infantil: aspectos epidemiológicos. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*. 2001; 67 (6): 804-07.
6. Arnaut MA, Agostinho CV, Pereira LD, Weckx LLM, Ávila CRB. Processamento auditivo em crianças disfônicas. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2011; 77(3): 362-8. <https://dx.doi.org/10.1590/S1808-86942011000300015>
7. ASHA. Consensus auditory-perceptual evaluation of voice (CAPE-V). *RevSocBrasFonoaudiol*. 2004; 9(3):187-9.

8. Yamasaki R, Leão SHS, Madazio G, Padovani M, Azevedo R, Behlau, M. Correspondência entre Escala Analógico-Visual e a Escala Numérica na avaliação perceptivo-auditiva de vozes. In: Anais do 16. Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia. Campos de Jordão, Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia. 2008; 24-7.
9. Pereira LD, Schochat E. Testes auditivos comportamentais para avaliação do processamento auditivo central. São Paulo: Pró-Fono. 2011; 1-82.
10. Musiek FE. Frequency (pitch) and duration patterns tests. *J. Am. Acad. Audiol*. 1994; 5(4): 265-8.
11. Musiek FE, Zaidan EP, Baran JÁ, Shinn JB, Jirsa RE. Assessing temporal processes in adults with LD: the GIN test. In: Convention of American academy of audiology. Salt Lake City: USA. *Annals*. 2004 April; 203.
12. Amaral MIR, Martins PMF, Colella-Santos, MF. Temporal resolution: assessment procedures and parameters for school-aged children. *Braz J Otorhinolaryngol*. 2013; 79(3): 317-24. <https://dx.doi.org/10.5935/1808-8694.20130057>
13. Casali RL. Potenciais evocados auditivos em crianças com epilepsia benigna da infância com espículas centrotemporais e epilepsia de lobo temporal. São Paulo: Universidade Estadual de Campinas. 2015. Tese de Doutorado.
14. Reis ACMB, Frizzo ACF. Potencial Evocado Auditivo de Longa Latência. In: Bevilacqua MC, Martinez MAN, Balen SA, Pupo AC, Reis ACMB, Frota S. Tratado de Audiologia. São Paulo: Santos. 2012; 231-59.
15. Buosi MMB, Ferreira LP, Momensohn-Santos, TM. Percepção auditiva de professores disfônicos. *Audiol., Commun. Res*. 2013; 18(2): 101-8. <https://dx.doi.org/10.1590/S2317-64312013000200008>
16. Ramos JS, Feniman MR, Gielow I, Silverio KCA. Correlation between voice and auditory processing. *J Voice*. 2017; 32(6): 771.e25-771.e36.
17. Maia AA, Gama ACC, Kümmer AM. Características comportamentais de crianças disfônicas: revisão integrativa da literatura. *CoDAS*. 2014; 26(2): 159-63. <https://dx.doi.org/10.1590/2317-1782/2014408IN>
18. Cavadas M. Avaliação do processamento auditivo central em crianças com disfonia orgânico-funcional. São Paulo: Universidade Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina. 1998. Dissertação de Mestrado.
19. Neves ICR, Ribeiro VV, Wenzel C, Munoz MB, Conto J. Correlação entre distúrbio de processamento auditivo e disfonia infantil em crianças. In: Anais de 4º Congresso Sul Brasileiro de Fonoaudiologia, Balneário Camburiu. 2011.
20. Terto SSM, Lemos SMA. Aspectos temporais auditivos: produção de conhecimento em quatro periódicos nacionais. *Rev CEFAC*. 2011; 13(5): 926-36. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000050>
21. Schochat E, Rabelo CM, Sanfins MD. Processamento auditivo central: testes tonais de padrão de frequência e de duração em indivíduos normais de 7 a 16 anos de idade. São Paulo: Pró-Fono. 2000; 12(2): 1-7.
22. Delecrode CR, Cardoso ACV, Frizzo ACF, Guida HL. Testes tonais de padrão de frequência e duração no Brasil: revisão de literatura. *Rev CEFAC*. 2014; 16(1): 283-93. <https://dx.doi.org/10.1590/1982-021620143912>



23. Santoro SD, Ribeiro LC, Mesquita LG. Caracterização da Função Auditiva Central em professores com diagnóstico de disfonia funcional ou organofuncional. In: Anais do 20º Congresso Brasileiro de Fonoaudiologia, Brasília. 2012; 2447.
24. Ribeiro ACM, Luiz CBL, Paes SM, Azevedo RR, Gil D. Avaliação Comportamental do Processamento Auditivo e Escala de Funcionamento Auditivo (SAB) em Indivíduos Disfônicos. In: Anais do 31º Encontro Internacional de Audiologia, São Paulo. 2016; 3522.
25. Schochat, E. Avaliação Eletrofisiológica da Audição. In: Ferreira LP, Befi-Lopes DM, Limongi SCO, organizadoras Tratado de Fonoaudiologia. 1ed. São Paulo: Editora Roca. 1999; 657-68.
26. Matas CG, Hataiama NM, Gonçalves IC. Estabilidade dos potenciais evocados auditivos em indivíduos adultos com audição normal. *RevSocBrasFonoaudiol.* 2011; 16(1): 37-41. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-80342011000100008>
27. Musiek FE, Lee WW. Potenciais auditivos de média e longa latência. In: Musiek FE, Rintelmann WF. *Perspectivas atuais em avaliação auditiva.* Barueri: Manole. 2001; 239-67.
28. Hood L. *Clinical applications of the auditory brainstem response.* San Diego: Singular. 1998.
29. Kasama ST, Brasolotto AG. Percepção vocal e qualidade de vida. *Pró-Fono R. Atual. Cient.* 2007; 19(1): 19-28. <https://dx.doi.org/10.1590/S0104-56872007000100003>
30. Prado AC. Principais características da produção vocal do deficiente auditivo. *Rev. CEFAC.* 2007; 9(3): 404-10. <https://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462007000300014>