

## Análise da frequência fundamental, jitter, shimmer e intensidade vocal em crianças com transtorno fonológico

## Analysis of the fundamental frequency, jitter, shimmer and vocal intensity in phonological disordered children

Haydée F. Wertzner<sup>1</sup>, Solange Schreiber<sup>2</sup>,  
Luciana Amaro<sup>3</sup>

Palavras-chave: transtorno do desenvolvimento de linguagem, acústica da fala, diagnóstico.  
Key words: language development disorders, speech acoustics, diagnosis.

### Resumo / Summary

O transtorno fonológico é uma alteração de manifestação primária de causa indefinida que torna a fala ininteligível. A análise de parâmetros vocais torna-se importante no processo do diagnóstico deste transtorno, pois distúrbios de voz poderiam interferir na produção dos sons da fala. **Objetivo:** O objetivo deste estudo foi verificar as características vocais relacionadas à intensidade e frequência fundamental –  $F_0$  – e seus índices de perturbação – *jitter* e *shimmer* – em crianças com transtorno fonológico. **Forma de estudo:** clínico prospectivo com coorte transversal. **Material e Método:** Foram sujeitos 40 crianças distribuídas em dois grupos: 20 com transtorno fonológico e 20 sem alteração de fala e linguagem. Foram aplicadas provas de fonologia do Teste de Linguagem Infantil ABFW e de fala espontânea. Utilizou-se o Computer Speech Lab, para gravação e análise acústica das vogais /a/, /e/, /i/, por meio dos parâmetros vocais: frequência fundamental, intensidade, *jitter* e *shimmer*. **Resultados:**  $F_0$  – vogal /e/ é menor, em média, para o Grupo com Transtorno Fonológico (126Hz) e 237Hz no Grupo Controle. Para o *shimmer* e *jitter* não há evidência de que as médias do Grupo com Transtorno Fonológico sejam diferentes das do Grupo Controle ( $p=0,191$ ,  $p=0,865$  respectivamente). Quanto à intensidade, há evidência de que a média diferencia os dois grupos ( $p=0,002$ ). **Conclusão:** A frequência da vogal /e/ é menor no Grupo com Transtorno Fonológico. Existe diferença entre grupos para as médias da intensidade das vogais /a/, /e/ e /i/, sendo estas menores no Grupo com Transtorno Fonológico. Não foram encontradas diferenças entre grupos para as médias do *jitter* e do *shimmer*.

Phonological Disorder is a disturbance of primary manifestation of undefined causes that makes speech become unintelligible. The analysis of vocal parameters becomes important in the process of diagnosis of this disorder, since voice disorders could interfere in the production of speech sounds. **Aim:** The objective of this study was to verify vocal characteristics related to the intensity and fundamental frequency –  $F_0$  – and their disturbance indexes – *jitter* and *shimmer* – in children with phonological disorders. **Study design:** clinical prospective with transversal cohort. **Material and Method:** 40 children were the subjects, 20 of them with phonological disorders and 20 with no speech and language disturbances. Phonological exams of the ABFW infantile language test and of spontaneous speech were applied. The Computer Speech Lab was used to record and perform acoustic analyses of the vowels /a/, /e/, /i/, through the vocal parameters: fundamental frequency, intensity, *jitter* and *shimmer*. **Results:**  $F_0$  – vowel /e/ is smaller, on average, to the Phonological Disorder Group (126Hz) and 237 Hz in the Control Group. To *shimmer* and *jitter* there is no evidence that the averages of the Phonological Disorder Group are different from the ones of the Control Group ( $p=0,191$ ,  $p=0,865$  respectively). As for intensity, there is evidence that the average does differ from the Phonological Disorder Group to the Control Group ( $p=0,002$ ). **Conclusion:** The frequency of the vowel /e/ is smaller in the Phonological Disorder Group. There is a difference between the two groups regarding the averages of the intensity of the vowels /a/, /e/ e /i/, being smaller in the Phonological Disorder Group. No differences between the groups were found regarding the averages of *jitter* and *shimmer*.

<sup>1</sup> Profa. Livre Docente do Curso de Fonoaudiologia da USP, Coordenadora do Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia.

<sup>2</sup>Fonoaudióloga.

<sup>3</sup>Fonoaudióloga. Mestranda pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Sociais da Universidade de São Paulo.

Instituição: Curso de Fonoaudiologia do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e

Terapia Ocupacional da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.

Autor Responsável: Haydée F. Wertzner Av.: Angélica, 566, apto 61 Santa Cecília CEP: 01228-000

São Paulo - SP, tel; (11) 3825 9311; e-mail: hfwertzn@usp.br; fax (11) 3662 5574

Congresso: Trabalho apresentado no V Congresso Internacional, XI Congresso Brasileiro e

I Encontro Cearense de Fonoaudiologia, 2003. Trabalho Científico Premiado – Fortaleza 2003.

Financiamento: Fapesp, processos nº 00/09220-3; 02/03102-4; 03/00159-8.

Artigo recebido em 20 de maio de 2004. Artigo aceito em 24 de setembro de 2004.

---

## INTRODUÇÃO

---

O transtorno fonológico é uma alteração de manifestação primária de causa indefinida<sup>1</sup>, podendo tornar a fala ininteligível a ponto de causar ambigüidade da mensagem.

De acordo com um levantamento realizado com crianças falantes do português brasileiro por Andrade et al.<sup>2</sup>, cerca de 54% das crianças que deram entrada no setor de fonoaudiologia no Centro de Saúde Escola Samuel Barnsley Pessoa eram portadores de alterações fonológicas e/ou fonéticas. Gierut<sup>3</sup> apontou que o transtorno fonológico afeta aproximadamente 10% da população de crianças americanas em idade pré-escolar e escolar, sendo suficientemente severo para requerer intervenção clínica em 80% dos casos.

A literatura aponta que o domínio do sistema fonológico por uma criança envolve o desenvolvimento da percepção e produção do seu inventário fonético, bem como das regras fonológicas. As regras fonológicas correspondem às regularidades que ocorrem na Fonologia de uma língua<sup>4</sup>.

As simplificações sistemáticas das regras fonológicas que afetam uma classe ou seqüências de sons recebem o nome de processos fonológicos. Os processos fonológicos são esperados dentro do desenvolvimento típico, no entanto, à medida que a criança cresce e se desenvolve, deixa de usá-los e adquire as regras do adulto<sup>5</sup>.

Nas crianças com desenvolvimento típico, os processos fonológicos são suprimidos naturalmente, enquanto que em crianças com transtorno fonológico torna-se necessária a intervenção clínica. Para tanto, uma avaliação bem estruturada, com seleção e administração de testes apropriados torna-se imprescindível<sup>6</sup>.

Com esses procedimentos, os pesquisadores pretendem entender melhor as características do transtorno fonológico considerado de causa desconhecida, de forma a se poder classificar possíveis subtipos. Seguindo essa linha, Shriberg e Kwiatkowski<sup>7-9</sup> identificaram alguns fatores etiológicos para o transtorno fonológico, que possibilitaram a divisão em quatro subtipos: origem desconhecida, otite média, apraxia de desenvolvimento da fala (DAS) e envolvimento psicossocial.

Em 1999, Shriberg<sup>10</sup> propôs uma nova classificação, sugerindo a existência de cinco subgrupos com etiologias diferentes: atraso de fala de origem genética, atraso de fala com otite média efusiva de repetição, atraso de fala acompanhada de DAS, atraso de fala com implicação do desenvolvimento psicossocial e, finalmente, tem-se o tipo com erros residuais com história de distorções.

### ***Fatores relacionados à avaliação para o diagnóstico funcional***

Na medida em que o transtorno fonológico é bastante ocorrente na população pré-escolar e escolar e pode apresentar várias causas, as pesquisas buscam descrições mais específicas dos sintomas lingüísticos segmentais e supra-

segmentais com o intento de relacioná-los como características específicas de cada causa correlata do distúrbio. De acordo com Lowe<sup>11</sup>, os traços segmentais referem-se às vogais e consoantes que se combinam para formar as sílabas, palavras e sentenças, enquanto os traços supra-segmentais ou prosódicos são os elementos que constituem o ritmo de uma determinada língua ou enunciado.

Para tanto na avaliação fonoaudiológica do transtorno fonológico, além da análise fonológica, deve-se fazer um levantamento das capacidades cognitivas, lingüísticas, neuromotoras, das estruturas e funções orais, da audição, fluência, voz e dos aspectos supra-segmentais da fala<sup>7,12</sup>. Destaca-se que o processo do diagnóstico funcional explora a busca por fatores etiológicos e procura separar subtipos de transtorno fonológico, o que é importante para a intervenção clínica mais precisa.

### ***Aspectos relacionados à qualidade vocal***

Os aspectos segmentais e supra-segmentais relacionados à produção dos sons são observados na fala. A fala, por ser exclusiva a cada indivíduo, torna-se moldável às particularidades do falante. Desta forma, cada pessoa pode usar variações de velocidade, altura ou intensidade em seu discurso. Segundo Peña-Brooks e Hedge<sup>13</sup>, a queda e elevação da altura são essenciais para dar melodia à frase. A tonicidade, relacionada a uma combinação de intensidade aumentada, maior duração e freqüência mais alta nas sílabas das frases, enfatizam certas partes dos enunciados, garantindo ritmo na linguagem falada.

Características prosódicas anormais têm sido descritas na literatura como um dos traços da apraxia de desenvolvimento da fala<sup>9,14,15</sup>. Como apontou Shriberg<sup>10</sup>, o quadro de apraxia de desenvolvimento da fala seria um dos subtipos do transtorno fonológico. Dessa forma, a avaliação da prosódia pode contribuir para a identificação desse quadro.

Shriberg et al.<sup>16</sup> apresentaram um procedimento perceptivo (PVSP – Prosody-Voice Screening Profile) para avaliar a prosódia e voz na fala espontânea. Estes autores consideraram fundamentais, para a avaliação das características vocais de crianças com transtorno fonológico, o levantamento de aspectos como pitch, loudness e qualidade vocal.

Os estudos dos aspectos prosódicos da fala podem ser realizados por meio de medidas de variação da freqüência fundamental ( $F_0$ ), duração de sílabas, palavras e outras unidades e intensidade<sup>17</sup>.

Segundo Behlau e Pontes<sup>18</sup>, a intensidade vocal está ligada diretamente à pressão subglótica da coluna aérea. A pressão subglótica, por sua vez, depende de fatores como amplitude de vibração e tensão das pregas vocais, mais especificamente da resistência glótica.

As variações da intensidade, no entanto, são também dependentes da freqüência<sup>19</sup>. Para Behlau e Pontes<sup>18</sup>, vozes agudas tendem a ser mais intensas, pois o aumento da

tonicidade laríngea gera maior resistência glótica e, conseqüentemente, maior intensidade.

A análise de parâmetros vocais torna-se importante no processo do diagnóstico do transtorno fonológico, uma vez que distúrbios de voz e de articulação comumente coexistem<sup>20</sup> sendo que o primeiro pode levar a dificuldades de produção de sons no segundo.

A voz pode ser avaliada de forma subjetiva (avaliação perceptivo-auditiva) e/ou objetivamente com auxílio de equipamentos de análise acústica. Segundo Gurgueira<sup>21</sup> a análise acústica permite determinar o número, a frequência e a amplitude (intensidade) das vibrações que constituem um som complexo.

Os parâmetros vocais acústicos de maior importância para uso clínico são as medidas de ruído, perfil de extensão vocal, espectrografia acústica e a frequência fundamental e seus índices de perturbação – *jitter* e *shimmer*<sup>22</sup>.

De acordo com Behlau et al.<sup>22</sup> a frequência fundamental é determinada fisiologicamente pelo número de ciclos que as pregas vocais fazem em um segundo, sendo o resultado natural do comprimento dessas estruturas.

O *jitter* e o *shimmer* representam as variações que ocorrem na frequência fundamental. Enquanto o *jitter* indica a variabilidade ou perturbação da frequência fundamental, o *shimmer* refere-se a essa mesma perturbação, mas relacionada à amplitude da onda sonora, ou intensidade da emissão vocal. O *jitter* altera-se principalmente com a falta de controle de vibração de pregas vocais e o *shimmer* com a redução da resistência glótica e lesões de massa nas pregas vocais, estando correlacionada com a presença de ruído à emissão e com a sopro-sidade<sup>22</sup>.

Alguns estudos foram desenvolvidos visando comparar perceptivamente e acusticamente vozes de crianças com e sem alterações de comunicação, como Shriberg e Kwiatkowski<sup>9</sup> que usaram um procedimento perceptivo (PVSP – Prosody-Voice Screening Profile) para comparar um grupo de 64 crianças entre 3:0 e 6:0 anos com transtorno fonológico, cujos erros de fala eram severos o suficiente para interferir na inteligibilidade e um grupo de 71 crianças com idade entre 3:0 e 5:0 anos com desenvolvimento de fala normal pesquisados por Miller<sup>27</sup>. Os dois grupos apresentaram resultados similares na velocidade de fala, pitch e ressonância. No entanto, 17,8% das crianças com transtornos fonológicos versus 1,4% das normais foram classificadas como tendo envolvimento perceptível e discutível em tonicidade; 30,7% versus 2,8% em loudness; e 48,8% versus 23,8% em aspectos de qualidade vocal laríngea.

Há pouca pesquisa sobre a aquisição supra-segmental e as relações entre parâmetros vocais e o transtorno fonológico em crianças. Estudos nessa área são de grande importância para permitir avanços na busca por uma etiologia e assegurar uma intervenção mais efetiva e identificação precoce do distúrbio.

Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo

estudar as características vocais relacionadas à intensidade e frequência fundamental e seus índices de perturbação – *jitter* e *shimmer* – em crianças com transtorno fonológico.

## MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética e Pesquisa do HC-FMUSP (nº 00/09220-3) e financiada pela FAPESP (processo nº 02/03102-4). Todos os responsáveis assinaram o Termo de Consentimento Pós-Infirmação.

Foram sujeitos dessa pesquisa 40 crianças, com idades entre 4;0 e 10;2 anos, de ambos os sexos, residentes na cidade de São Paulo.

O grupo com transtorno fonológico (GTF) foi formado por 20 sujeitos, sendo 9 do sexo feminino e 11 do sexo masculino, atendidos no Laboratório de Investigação Fonoaudiológica em Fonologia (LIF Fonologia), do Departamento de Fisioterapia, Fonoaudiologia e Terapia Ocupacional da FMUSP. Os sujeitos deste grupo foram selecionados após passarem pelo processo de diagnóstico, constituído pelas provas do teste de linguagem infantil ABFW<sup>28</sup>, prova de fala espontânea, sistema miofuncional oral, consciência fonológica e avaliação audiológica.

O grupo controle (GC) foi composto por 20 sujeitos sem alteração de fala e linguagem, oriundos de escolas da região do Butantã, sendo 9 do sexo feminino e 11 do sexo masculino. Para sua seleção foi aplicado junto aos pais um questionário com o objetivo de verificar se havia queixas de alteração de fala e linguagem. Em seguida, foram aplicadas as provas de fonologia do teste de linguagem infantil ABFW<sup>29</sup> e a prova de fala espontânea. Dessa forma, para ser incluído no GC, o sujeito deveria apresentar desempenho fonológico adequado para a idade e não ter queixas relativas ao desenvolvimento da linguagem.

Todas as provas foram gravadas em Digital Áudio Tape (DAT Foster D-S Digital Master Record) e filmadas na filmadora digital (Sony CCD-TRV66).

Para a análise acústica dos parâmetros pesquisados – frequência fundamental ( $F_0$ ), *jitter*, *shimmer* e intensidade – foi utilizado o Computer Speech Lab (CSL), fabricado pela Kay Elemetrics – modelo 4300B, e o microfone unidirecional da marca Shure, modelo SM-58.

### Procedimentos

A análise da  $F_0$  (Hz), *jitter* (%), *shimmer* (dB) e intensidade (dbNA) foi realizada a partir da obtenção da emissão isolada e sustentada das vogais /a/, /e/, e /i/. Para tanto, os sujeitos permaneceram sentados e foram orientados a emitir as vogais em uma intensidade e altura confortáveis, com o microfone a uma distância de 10cm da boca. Cada uma das vogais foi emitida três vezes, sendo gravadas diretamente no Computerized Speech Lab (CSL).

Visando neutralizar os efeitos de ataques vocais, o

início da gravação de cada vogal foi desprezado. As amostras sofreram cortes de forma a apresentarem o mesmo tempo de duração em todos os sujeitos, sendo este igual a 2 segundos.

Cada uma das três emissões sustentadas de cada vogal foi analisada individualmente para cada um dos parâmetros pesquisados. O valor final das medidas de cada uma das vogais é uma média daquele obtido a partir da análise de cada uma das vogais separadamente.

Terminada a coleta de dados, foi ajustado no computador o comando de taxa de amostragem de captura (*sampling rate*) para 10.000 Hz.

A obtenção dos valores de Fo, *jitter* e *shimmer*, das amostras de cada vogal ocorreram por meio dos comandos

do CSL. O cálculo da intensidade também ocorreu no CSL, que forneceu a intensidade em três momentos – início da emissão (0 segundos), metade da emissão (1 segundo) e final da emissão (2 segundos). O valor final da intensidade obtido foi uma média dos valores iniciais, mediais e finais de cada vogal.

## RESULTADOS

A análise descritiva demonstrou que a Fo das vogais /a/ e /i/ são, em média, similares em ambos os grupos, enquanto que a Fo da vogal /e/ é menor, em média, para o GTF (237 Hz no GC e 126 Hz no GTF). O *jitter* de todas as vogais apresentou distribuição parecida para ambos os gru-

**Tabela 1.** Análise Descritiva - GC

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Q1	Q3
Fo /a/ (Hz)	20	243	240	24	206	281	225	264
Fo /e/ (Hz)	20	237	241	31	148	285	218	262
Fo /i/ (Hz)	20	229	245	46	153	281	171	265
Jitter /a/ (%)	20	1,551	1,338	0,906	0,909	5,158	1,043	1,653
Jitter /e/ (%)	20	1,678	1,331	1,303	0,814	6,326	1,078	1,547
Jitter /i/ (%)	20	1,113	1,008	0,368	0,642	2,239	0,868	1,313
Shimmer /a/ (dB)	20	0,610	0,541	0,187	0,393	1,013	0,445	0,743
Shimmer /e/ (dB)	20	0,375	0,339	0,170	0,185	0,918	0,262	0,461
Shimmer /i/ (dB)	20	0,465	0,426	0,243	0,129	1,298	0,363	0,524
Intensidade - /a/ (dB)	20	73,8	73,8	2,2	69,7	78,9	72,0	75,3
Intensidade - /e/ (dB)	20	75,8	75,7	2,2	70,8	79,4	74,4	77,5
Intensidade - /i/ (dB)	20	75,5	75,3	2,4	71,5	81,5	74,1	77,1

Legenda:

GC – grupo controle

Fo – frequência fundamental

N- número total se sujeitos

Q1- primeiro quartil

Q3- terceiro quartil

**Tabela 2.** Análise Descritiva - GTF

Variáveis	N	Média	Mediana	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo	Q1	Q3
Fo /a/ (Hz)	20	246	246	23	193	284	232	262
Fo /e/ (Hz)	20	126	126	12	100	146	118	136
Fo /i/ (Hz)	20	228	237	42	171	285	183	265
Jitter /a/ (%)	20	1,609	1,247	0,899	0,810	3,825	0,986	2,063
Jitter /e/ (%)	20	1,965	1,395	1,914	0,673	8,732	0,985	1,722
Jitter /i/ (%)	20	1,331	1,107	0,816	0,706	4,243	0,834	1,370
Shimmer /a/ (dB)	20	0,610	0,576	0,251	0,282	1,369	0,420	0,735
Shimmer /e/ (dB)	20	0,501	0,486	0,235	0,195	1,123	0,303	0,653
Shimmer /i/ (dB)	20	0,526	0,486	0,216	0,150	0,864	0,337	0,709
Intensidade - /a/ (dB)	20	72,2	72,2	2,02	69,1	76,2	70,7	73,8
Intensidade - /e/ (dB)	20	73,5	74,5	2,9	68,1	80,2	71,0	75,1
Intensidade - /i/ (dB)	20	72,7	72,6	3,3	66,1	78,0	70,3	75,1

Legenda:

GTF- grupo de transtorno fonológico

Fo – frequência fundamental

N- número total se sujeitos

Q1- primeiro quartil

Q3- terceiro quartil

pos. Em relação ao *shimmer*, apenas a vogal /e/ foi maior, em relação à mediana, no GTF (0,339 dB no GC e 0,486 dB no GTF).

No que se refere à intensidade, observou-se que as vogais /a/, /e/ e /i/ apresentaram valores menores, em relação à mediana, no GTF. Os resultados podem ser melhor visualizados nas Tabelas 1 e 2.

Para a realização da análise inferencial da  $F_0$  foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney. Pela Tabela 3, a um nível de significância de 5%, conclui-se que apenas a frequência fundamental da vogal /e/ diferencia o GTF do GC. A Figura 1 é o "Boxplot" relativo à comparação entre o GC e o GTF quanto à variável  $F_0$ .

Para comparação das médias do *shimmer* e do *jitter* utilizou-se a técnica da Análise de Variância com dois fatores fixos e medidas repetidas em um fator após a transformação da variável resposta segundo Box-Cox. Para o *shimmer*, a um nível de significância de 5%, conclui-se que não há evidência de que as médias do GTF sejam diferentes do GC ( $p=0,191$ ). Para o *jitter*, o teste também não mostrou diferenças entre o GC e o GTF ( $p=0,865$ ). As Figuras 2 e 3 referem-se aos Boxplots que fez a comparação entre o GC e o GTF quanto às variáveis shimmer e jitter.

Finalmente, para a intensidade, utilizou-se a técnica de Análise de Variância com dois fatores fixos e medidas repetidas em um fator. A um nível de significância de 5%, verificou-se que há evidência de que a média da intensidade diferencia o GTF do GC ( $p=0,002$ ). A Figura 4 indica os Boxplots que compara o GC e o GTF em relação à intensidade.

## DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nesta pesquisa mostram que tanto as crianças do GC como do GTF apresentaram valores de  $F_0$  semelhantes a outros estudos. Assim, os valores médios de  $F_0$  para a vogal /a/ esteve entre 243 e 246 Hz e para a vogal /i/ entre 229 e 228 Hz, valores próximos aos encontrados por Hasek et al.<sup>23</sup> no qual os valores médios de frequência fundamental encontrados para o sexo masculino com 5 anos foram de 247,5 Hz, 6 anos de 262,5 Hz, 7 anos de 234,2 Hz, 8 anos de 235,6 Hz, 9 anos de 230,4 Hz e 10 anos de 228,9 Hz. Para o sexo feminino os seguintes valores foram encontrados para 5 anos de 257,7 Hz, 6 anos de 254,3 Hz, 7 anos de 261,7 Hz, 8 anos de 264 Hz, 9 anos de 246,7 Hz e 10 anos de 253,7 Hz. Os resultados encontrados por Navas<sup>24</sup> indicaram valores médios compreendidos entre 298,1 e 290,9 Hz para o sexo masculino e 299,8 e 290,9 Hz para o sexo feminino. Behlau<sup>26</sup> observou que o valor de  $F_0$  para crianças entre 8 e 11 anos foi de 236 Hz e Awan e Mueller<sup>25</sup> verificaram, na fala espontânea, 243 Hz para os sujeitos de sexo feminino e 240 Hz para os de sexo masculino.

Apenas a vogal /e/ foi capaz de diferenciar os dois

grupos, (no GC o valor médio encontrado foi de 237 Hz, enquanto que no GTF esse valor foi 126 Hz), sendo que este fato pode estar relacionado à própria configuração do trato vocal implicada na produção deste som. As diferenças de trato vocal podem ser decorrentes dos movimentos adaptados pelas crianças com transtorno fonológico para efetivar as suas produções. É interessante ressaltar que esse achado deve ser mais bem investigado para a verificação da possibilidade de ser usado como um diferencial entre crianças com esse transtorno.

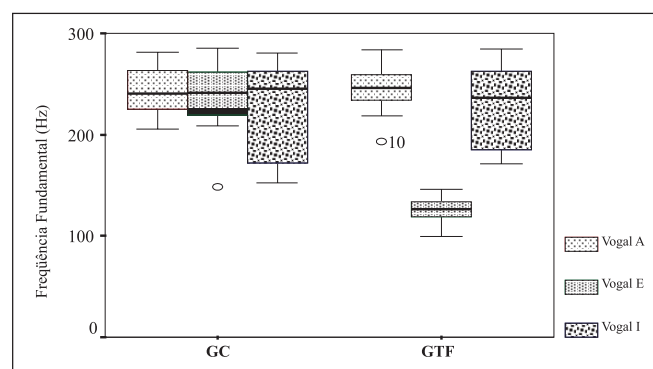
**Tabela 3.** Comparação entre os GC e GTF - Frequência Fundamental

Vogal	Nível Descritivo
A	0,637
E	<0,0001
I	0,758

Legenda:

GC- grupo controle

GTF – grupo com transtorno fonológico

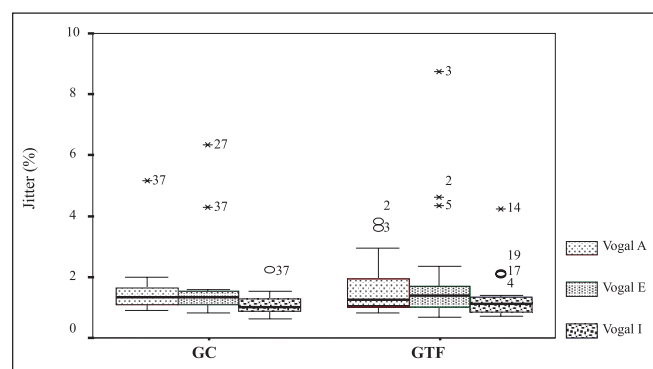


**Figura 1.** "Boxplots" da  $F_0$  das vogais /a/, /e/ e /i/ no GC e GTF

Legenda:

GC- grupo controle

GTF – grupo com transtorno fonológico



**Figura 2.** "Boxplots" do jitter das vogais /a/, /e/ e /i/ no GC e GTF

Embora não se constatem diferenças significantes entre o GC e o GTF para o *jitter* e *shimmer*, os valores encontrados estão abaixo de outro estudo com crianças brasileiras realizado por Behlau<sup>26</sup>, onde o *jitter* foi 2,3% e o *shimmer* 2,5 dB. Esse fato pode ter sofrido influência da utilização de equipamentos diferentes para a análise acústica.

Quanto à intensidade, foram observadas diferenças significantes entre os dois grupos, sendo que o GTF apresentou intensidades médias mais baixas do que o GC. Esse achado pode estar relacionado aos aspectos psicossociais que interferem na comunicação das crianças com transtorno fonológico.

É importante ressaltar que foi difícil comparar nossos dados acústicos com achados de outros estudos, uma vez que esses trabalhos enfocam adultos ou crianças com alterações e distúrbios da comunicação distintos e não transtorno fonológico. Ainda, a variedade de metodologias e equipamentos para a análise acústica utilizados nestes trabalhos limita as possíveis comparações entre estudos.

No entanto, os resultados encontrados no presente trabalho apontam para o fato de que crianças com transtorno fonológico quando comparadas às crianças sem o distúr-

bio não apresentam qualquer alteração que afetam as pregas vocais, quer seja na atividade muscular e neural envolvida à fonação, quer seja lesões que possam causar um aumento na aperiodicidade de vibração das pregas vocais, que se reflete em valores aumentados de *jitter*. Quanto ao *shimmer*, o estudo também indicou que características como redução da resistência glótica, lesões de massa nas pregas vocais e maior ruído à emissão, fatores que podem levar a alteração nos valores do *shimmer*, não foram encontrados.

## CONCLUSÃO

O estudo realizado apontou na comparação entre o GC e o GTF que a  $F_0$  da vogal /e/ é menor do que a das outras vogais no GTF, enquanto que no GC todas as vogais possuem números de  $F_0$  muito próximos. Outra diferença detectada entre os grupos foi para as médias da intensidade das vogais /a/, /e/ e /i/, sendo estas menores no GTF.

Não foram encontradas diferenças entre grupos para as médias do *jitter* e do *shimmer* das vogais. No efeito vogal, observou-se que a média do *jitter* da vogal /i/ é menor do que das vogais /a/, e /e/, e que a média do *shimmer* da vogal /a/ é maior do que das vogais /e/ e /i/.

Dessa forma, a  $F_0$  da vogal /e/ e a intensidade foram medidas acústicas que permitiram a diferenciação entre os grupos, merecendo mais estudos. Como aponta Shriberg<sup>8,10,14</sup>, essas características podem ser utilizadas para complementar o diagnóstico do transtorno fonológico e precisam ainda ser mais pesquisadas.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fapesp por ter financiado esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Wertzner HF. O distúrbio fonológico em crianças falantes do português: descrição e medidas de severidade. São Paulo; 2002. Tese de Livre-Docência apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
2. Andrade CRF, Lopes DMB, Wertzner HF. Uma reflexão sobre a fonoaudiologia preventiva. *Ciência e Cultura* 1991; 43 (7): 152-3.
3. Gierut JA. Treatment efficacy: functional phonological disorders in children. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 1998; 41(1): 85-100.
4. Ingram D. *Phonological Disability in Children*. London: Edward Arnold; 1976.
5. Wertzner HF. Estudo da Aquisição do Sistema Fonológico: o Uso de processos fonológicos em crianças de três a sete anos. *Pró-Fono R Atual Ci* 1995; 7 (1): 21-6.
6. Edwards ML. Clinical forum: phonological assessment and treatment in support of phonological processes. *Language Speech Hearing Services in Schools* 1992; 23: 233-40.
7. Shriberg ID, Kwiatkowski J. Phonological disorders III: a procedure for assessing severity of involvement. *Journal of Speech and Hearing Disorders* 1982; 47: 256-70.

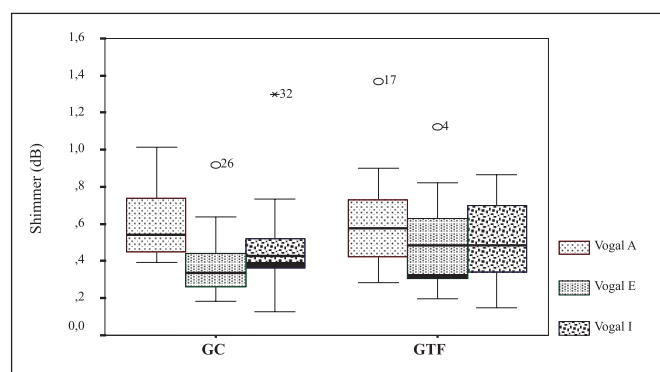


Figura 3. "Boxplots" do shimmer das vogais /a/, /e/ e /i/ no GC e GTF

Legenda:

GC- grupo controle

GTF – grupo com transtorno fonológico

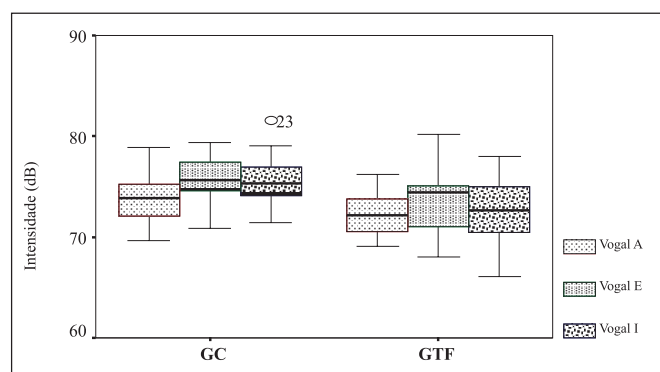


Figura 4. "Boxplots" da Intensidade das vogais /a/, /e/ e /i/ no GC e GTF.

- 
8. Shriberg LD & Kwiatkowski J. Developmental phonological disorders I: a clinical profile. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 1994; 37: 1100-26.
  9. Shriberg LD & Kwiatkowski J. Developmental phonological disorders II: short term speech sound normalization. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 1994; 37: 1127-50.
  10. Shriberg LD. Epidemiologic and diagnostic profiles for five developmental phonological disorders. Seminar presented at the Annual Convention on the American Speech-Language Hearing Association San Francisco; November 1999. (<http://www.waisman.wisc.edu/phonology>).
  11. Lowe RJ. *Fonologia Avaliação e Intervenção: Aplicações na Patologia da Fala*. Porto Alegre: Artes Médicas; 1996.
  12. Hodson BW. Clinical Forum: Phonological assessment and treatment applied phonology: constructs contributions and issues. *Language Speech and Hearing Services in Schools* 1992; 23: 247-53.
  13. Pena-Brooks A, Hedge MN. *Assessment and Treatment of Articulation and Phonological Disorders in Children*. Pro-ed Inc.; 2000.
  14. Shriberg LD, Aram DM, Kwiatkowski J. Developmental apraxia of speech: III. A subtype marked by inappropriate stress. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 1997; 40: 313-37.
  15. Velleman LS, Shriberg LD. Metrical analysis of the speech of children with suspected developmental apraxia of speech. *Journal of Speech Language and Hearing Research* 1999; 42: 1444-60.
  16. Shriberg LD, Kwiatkowski J, Rasmussen C, Lof GL, Miller JF. The Prosody-Voice Screening Profile (PVSP): Psychometric data and reference information for children (1992). (<http://www.waisman.wisc.edu/phonology>)
  17. Kent RD, Weismer G, Kent JF, Vorperian HK, Duffy JR. Acoustic studies of dysarthric speech: methods progress and potential. *J Commun Disord* 1999; 32: 146-86.
  18. Behlau M, Pontes P. *Avaliação e Tratamento das Disfonias*. São Paulo: Lovise; 1995.
  19. Coleman RF, Mabis J, Hinson J. Fundamental frequency-sound pressure level profiles of adult male and female voices. *Journal of Speech and Hearing Research* 1977; 20: 197-204.
  20. Louis KO, St. Hansen GGR, Buch JL. Voice deviations and coexisting communication disorders. *Language Speech and Hearing Services in Schools* 1992; 23: 82-7.
  21. Gurgueira AL. *Estudo acústico dos fonemas surdos e sonoros do português do Brasil em crianças com distúrbio fonológico apresentando o processo fonológico de ensurdecimento*. São Paulo; 2000. Tese de Mestrado apresentada à Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo.
  22. Behlau M, Madazio G, Feijó D, Pontes P. *Avaliação da Voz*. In: Behlau M (org.) *Voz – O Livro do Especialista*. Vol. I. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. Cap. 3, 86-180.
  23. Hasek CS, Singh S. Acoustic attributes of preadolescent voices. *J Acoust Soc Am* 1980; 68: 1261-5.
  24. Navas DM. *Análise computadorizada da frequência fundamental e suas variações em altura (jitter) e intensidade (shimmer) de vozes de crianças da cidade de São Paulo*. *Pró-Fono R Atual Ci* 1989; 1 (1): 17-22.
  25. Awan SN, Mueller PB. Speaking fundamental frequency characteristics of white African American and Hispanic kindergartners. *Journal of Speech and Hearing Research* 1996; 39: 573-7.
  26. Behlau M. *Uma análise das vogais do português brasileiro falado em São Paulo: perceptual espectrográfica e formantes e computadorizada da frequência fundamental*. São Paulo; 1984. Tese de Mestrado – Escola Paulista de Medicina.
  27. Miller JF. SALT: Reference data base project. *Language Analysis Laboratory Waisman Center on Mental Retardation and Human Development University of Wisconsin-Madison*; 1990.
  28. Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. *ABFW Teste de Linguagem Infantil nas Áreas de Fonologia Vocabulário Fluência e Pragmática*. Carapicuíba - São Paulo: Pró-Fono; 2002.
  29. Wertzner HF. *Fonologia*. In: Andrade CRF, Befi-Lopes DM, Fernandes FDM, Wertzner HF. *ABFW: Teste de Linguagem Infantil nas Áreas de Fonologia, Vocabulário, Fluência e Pragmática*. São Paulo: Pró-Fono; 2000.