

DESVIO FONOLÓGICO E A DIFICULDADE COM A DISTINÇÃO DO TRAÇO [VOZ] DOS FONEMAS PLOSIVOS – DADOS DE PRODUÇÃO E PERCEPÇÃO DO CONTRASTE DE SONORIDADE

Phonological disorder and the difficulty with the distinction of the feature [voice] of plosives – production and perception data of voicing contrast

Roberta Michelon Melo ⁽¹⁾, Helena Bolli Mota ⁽²⁾, Carolina Lisbôa Mezzomo ⁽³⁾,
Brunah de Castro Brasil ⁽⁴⁾, Liane Lovatto ⁽⁵⁾, Leonardo Arzeno ⁽⁶⁾

RESUMO

Objetivo: comparar os valores de *voice onset time* (VOT) de fonemas plosivos, produzidos por crianças com desvio fonológico e dificuldade na produção do contraste de sonoridade, classificados como surdos e sonoros a partir de uma análise perceptivo auditiva. **Método:** participaram do estudo cinco meninos com desvio fonológico e dificuldade no estabelecimento do traço [+voz] das plosivas. Por meio de pares de palavras (*[ˈpapa]*, *[ˈbaba]*, *[ˈtata]*, *[ˈdada]*, *[ˈkaka]* e *[ˈgaga]*) inseridas em frases-veículo, extraiu-se o VOT de cada plosiva. Com base na mesma amostra de fala, foi realizada por três fonoaudiólogas, uma análise perceptivo auditiva, na qual deveriam julgar os referidos fonemas como surdos ou sonoros. Os valores do VOT dos fonemas classificados como surdos foram comparados com os valores de VOT dos fonemas classificados como sonoros utilizando-se testes estatísticos. **Resultados:** verificou-se diferença estatisticamente significativa somente entre os valores de VOT julgados como surdos ou sonoros de [p, d, g] em *onset* inicial, assim como, entre os três pontos articulatórios. As demais variáveis analisadas não mostraram significância estatística. **Conclusão:** de maneira geral, constatou-se que o VOT não é uma pista determinante para a percepção da distinção da sonoridade dos casos desviantes. No entanto, esta pista mostrou exercer influência na discriminação dos fonemas de acordo com o ponto articulatório, também no desvio fonológico. A partir da análise acústica observou-se que: (a) a presença de pré-sonoridade influencia no julgamento da consoante como sonora; (b) a duração do VOT positivo não é decisiva para a distinção de sonoridade e (c) um VOT nulo, na sua maioria, é responsável pela identificação de uma plosiva sonora.

DESCRITORES: Distúrbios da Fala; Acústica da fala; Julgamento; Discriminação da Fala

⁽¹⁾ Fonoaudióloga; bolsista CAPES; mestranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

⁽²⁾ Fonoaudióloga; professora do Curso de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil; Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

⁽³⁾ Fonoaudióloga; professora do Curso de Fonoaudiologia e do Programa de Pós-Graduação em Distúrbios da Comunicação Humana da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil; Doutora em Linguística Aplicada pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

⁽⁴⁾ Fonoaudióloga; servidora técnico-administrativa em educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; mestranda em Distúrbios da Comunicação Humana pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

⁽⁵⁾ Fonoaudióloga; doutoranda em Fonética pela Université de Paris III, França.

⁽⁶⁾ Engenheiro Eletricista; mestrando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

Conflito de interesses: inexistente

■ INTRODUÇÃO

Os fonemas plosivos são produzidos desde muito cedo pelas crianças, sendo os primeiros segmentos consonantais a serem adquiridos juntamente com as nasais, podendo a sua aquisição completa no sistema fonológico ocorrer em torno dos três anos de idade¹. Entretanto, comumente encontra-se na clínica fonoaudiológica, crianças com desvio fonológico que apresentam dificuldades para pronunciar tais fonemas, principalmente quanto ao estabelecimento do valor marcado do traço [voz], ou seja, quanto à produção correta das plosivas sonoras^{2,3}, ou, como citado pela Fonologia Natural, crianças que utilizam o processo fonológico de dessonorização⁴.

São citados na literatura alguns fatores articulatórios que contribuem para a superação desta dificuldade de distinção dos valores do traço [voz] e consequente aquisição das plosivas, os quais são: modo e ponto de articulação, posição na sílaba e na palavra, altura da vogal seguinte à consoante dessonorizada e, por fim, a tonicidade da sílaba⁴.

Do ponto de vista acústico e articulatório, as plosivas são caracterizadas por um intervalo de obstrução dos articuladores seguido por uma soltura repentina da corrente aérea, identificada no espectrograma como um ruído transiente (*burst*). Durante a produção de uma plosiva sonora observa-se uma pré-sonoridade antecedente à soltura da oclusão, que corresponde à vibração das pregas vocais, a qual, portanto, não é verificada nos fonemas surdos².

Para que sejam diferenciadas as características de sonoridade dos fonemas plosivos, muitas pistas acústicas têm sido descritas e pesquisadas na literatura, dentre elas o *Voice Onset Time* (VOT)^{2,5-7}, a duração da vogal adjacente à plosiva^{2,3,7}, a amplitude do *burst*^{2,5}, a duração da oclusão anterior a soltura⁸, entre outros parâmetros acústicos comumente investigados.

O VOT é um parâmetro básico e fundamental para o estabelecimento do contraste de sonoridade dos fonemas plosivos^{3,7,9,10}. Este parâmetro corresponde ao intervalo de tempo entre a soltura da oclusão e o início da sonoridade que precede, coincide ou sucede à liberação dos órgãos fonarticulatórios. Em suma é uma medida temporal extraída do espectrograma. De forma distintiva no Português Brasileiro (PB), os valores de VOT entre plosivas surdas e sonoras são distintos, de modo que na presença de sonoridade anterior ou concomitante ao *burst*, observa-se, respectivamente, um VOT negativo ou nulo, característico de plosivas sonoras. Já nos casos em que a sonoridade das

pregas vocais sucede o *burst*, o valor do VOT é positivo, como evidenciado nas plosivas surdas².

Pistas acústicas responsáveis pela implementação do contraste de sonoridade são também pesquisadas na população com alteração de fala. Com o auxílio da análise acústica, alguns autores evidenciaram indícios de produção correta do contraste de sonoridade das plosivas, o que remete a um conhecimento linguístico mais sofisticado das crianças com desvio fonológico anteriormente não identificado somente com a análise perceptivo auditiva^{2,5,11}.

Algumas pesquisas investigaram por meio de dados de fala típicos¹² ou desviantes⁵, a relação entre análise acústica e percepção auditiva do traço [voz]. Não somente em comparação a dados fonológicos, a percepção e a produção do contraste de sonoridade foram também estudadas, por exemplo, em sujeitos com deficiência auditiva¹³ e com disфония¹⁴. Investigações como estas e como o presente estudo pretendem fornecer subsídios, para cada vez mais, promover a inserção de instrumentos de análise de fala mais objetivos, como a espectrografia acústica, na prática clínica fonoaudiológica.

A partir do referencial teórico adotado, formulou-se a hipótese de que apenas o VOT seja uma pista acústica responsável pela discriminação e distinção de plosivas surdas e sonoras, também, na fala de crianças com dificuldade na implementação do traço [+voz]. Logo, este segmento temporal pode diferir-se quanto à duração em segmentos [±voz].

Diante do exposto, esta pesquisa teve como objetivo principal, comparar os valores de VOT dos fonemas classificados, através de análise perceptivo auditiva, como surdos com os valores do VOT classificados como sonoros, produzidos por crianças com diagnóstico de desvio fonológico e dificuldade no estabelecimento do traço [+voz] dos fonemas plosivos.

■ MÉTODO

Esta é uma pesquisa do tipo experimental, quantitativa e de corte transversal. Foi realizada em um serviço de atendimento fonoaudiológico vinculado a uma instituição de ensino superior do país, e conta com os dados de fala de cinco meninos com idades entre cinco anos e quatro meses e sete anos e nove meses, com diagnóstico de desvio fonológico e dificuldade no estabelecimento do contraste de sonoridade dos fonemas plosivos.

Para que as crianças fossem incluídas no estudo adotaram-se os seguintes critérios: possuírem autorização para participar da pesquisa por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; terem

idades entre quatro e oito anos e onze meses; não terem recebido terapia fonológica prévia; serem falantes nativos do PB; não apresentarem histórico de bilinguismo e possuírem diagnóstico de desvio fonológico, com dificuldade na produção do traço [+voz] dos fonemas plosivos com porcentagem igual ou superior a 40%, estando, porém, todas as plosivas surdas adquiridas no sistema fonológico. A presença de alterações vocais, dos órgãos fonoarticulatórios, de audição e/ou linguagem que comprometessem o sistema fonológico da criança, além de alterações evidentes nos aspectos neurológico, cognitivo, psicológico e/ou emocional, foram os critérios de exclusão considerados.

Para a seleção da amostra foi realizada uma triagem fonoaudiológica, composta por: entrevista com os pais e/ou responsáveis; avaliação do Sistema Estomatognático, com ênfase na observação do aspecto, postura, tônus e mobilidade dos órgãos fonoarticulatórios (língua, lábios, bochechas, palato mole, palato duro e dentes) e suas funções (respiração, sucção, mastigação e deglutição); avaliação da linguagem, fala e voz, avaliadas através de fala espontânea eliciada por meio de uma sequência lógica de quatro fatos. E, ainda, foi realizada uma triagem auditiva, com a pesquisa dos limiares auditivos por via aérea de 500 a 4000 Hz. Por fim, realizou-se a Avaliação Fonológica da Criança (AFC)¹⁵.

Para a obtenção da amostra submetida à análise acústica e composição da coleta de dados em si, as plosivas foram contrastadas por meio de pares de palavras de mesmo contexto linguístico, sendo todas as palavras dissílabas e paroxítonas – [‘papa], [‘baba], [‘tata], [‘dada], [‘kaka] e [‘gaga] – inseridas em frase veículo – “Fala _____ de novo”. Cada plosiva teve duas séries de três repetições, organizadas em uma sequência aleatória, perfazendo um total de 36 frases para cada criança. A frase veículo e suas repetições foram apresentadas por meio de fones de ouvido, marca Sennheiser HD280 PRO, e as crianças deveriam repetir em voz alta toda frase ouvida.

Para o procedimento de gravação da amostra, utilizou-se um microfone omnidirecional Behringer EMC8000. O mesmo foi posicionado em um pedestal, a aproximadamente 4 cm da boca do sujeito, sendo os registros gravados diretamente no software MATLAB V7.1 SP3 (*Processing Toolbox – Simulink*), em arquivo Wave e com alta resolução (24 bits e 96 KHz). A fim de se obter maior precisão do sinal acústico, utilizou-se também uma placa de som externa, marca M-AUDIO modelo FW 410. A gravação dos dados foi realizada em uma cabine audiométrica em razão de ser um ambiente tratado acusticamente e com pouca interferência de ruídos externos.

Posteriormente, os dados foram analisados no software de áudio processamento Praat – versão 5.1.29 (disponível em www.praat.org), observando-se a forma da onda e o espectrograma de banda larga. A taxa de amostragem utilizada no programa foi de 96 KHz e 16 bits.

Para extração do VOT, considerou-se o momento articulatório da plosão como ponto de referência zero, e a seguir, se procurou o início da sonoridade. Os valores de VOT (em milissegundos – ms) foram extraídos do espectrograma da seguinte maneira:

Para as plosivas surdas, foi coletada a medida de duração do segmento compreendido entre o registro do *burst* da plosiva (situado na posição de onset inicial e medial da palavra-alvo) até o início da vogal [a] da mesma sílaba. As plosivas surdas normalmente apresentam valores positivos de VOT (Figura 1);

Para as plosivas sonoras, foi coletada a medida do segmento compreendido entre o início da barra de sonoridade da plosiva (situada na posição de onset inicial e medial da palavra-chave) até o registro do *burst*, sendo, portanto, a sonoridade antecedente ao *burst*. As plosivas sonoras normalmente apresentam valores de VOT negativos (Figura 2) ou nulos (Figura 3). Contudo, salienta-se que os valores de VOT dos segmentos sonoros, em que a barra de sonoridade prévia ao *burst* encontrava-se ausente, foram extraídos do espectrograma assim como nos segmentos surdos (VOT positivo).

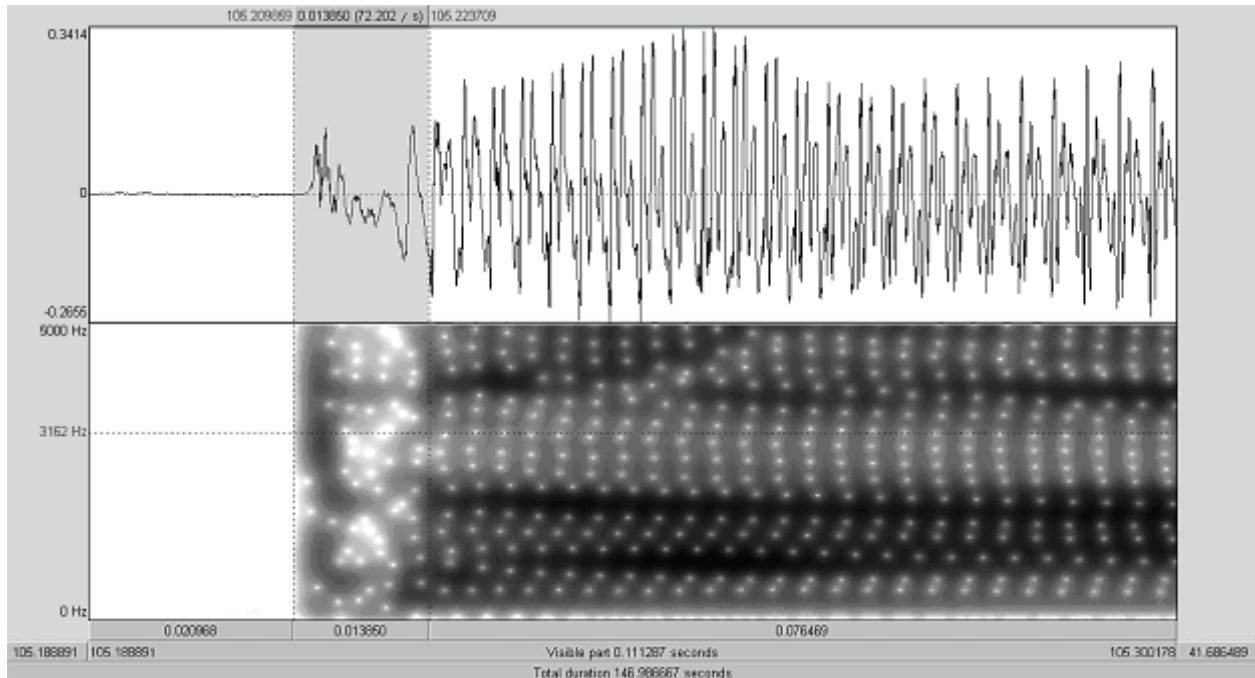


Figura 1 – Seleção do voice onset time positivo referente à plosiva [t], na posição de *onset* inicial

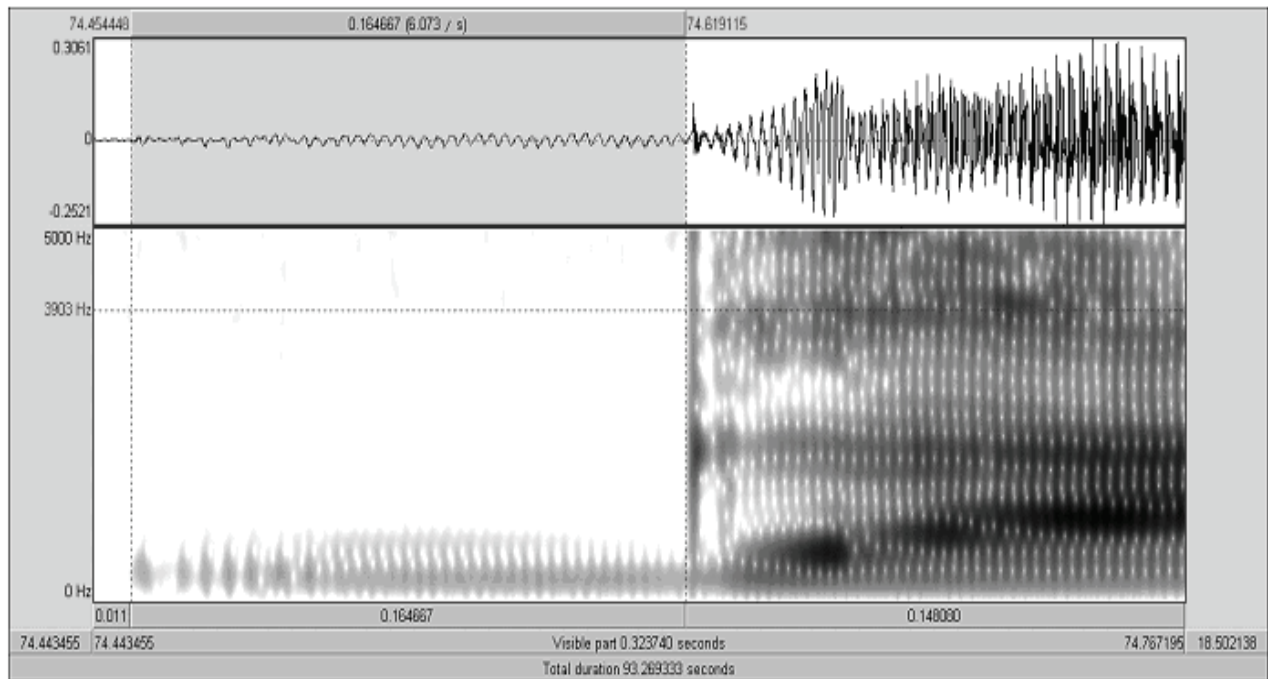
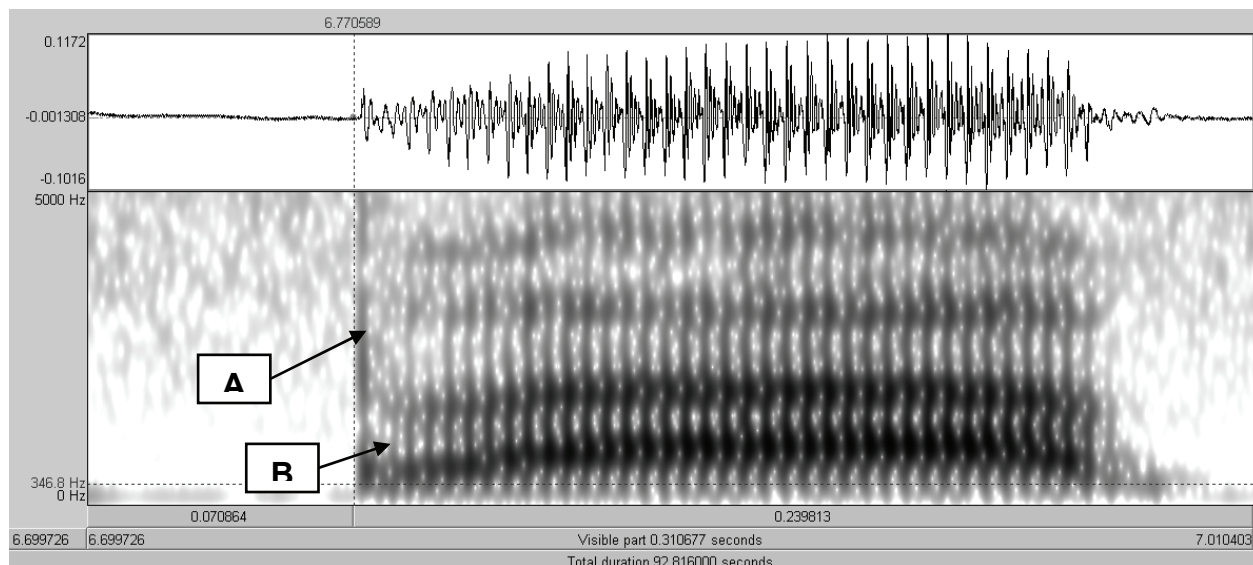


Figura 2 – Seleção do voice onset time negativo referente à plosiva [g] na posição de *onset* inicial



Legenda: A = soltura da oclusão (*burst*); B = sonoridade.

Figura 3 – Voice onset time nulo referente à plosiva [p] na posição de *onset* inicial, com a presença de sonoridade concomitante a soltura da oclusão

Para realização da análise perceptivo auditiva, foram convidadas três fonoaudiólogas com experiência em transcrição fonética. A mesma amostra de fala utilizada para análise acústica foi também submetida à análise das julgadoras. Entretanto, foram intercaladas as diversas produções de todos os sujeitos a fim de se evitar um padrão de respostas no julgamento. Assim sendo, um total de 180 frases foram analisadas por cada julgadora. Cada uma ouviu individualmente os estímulos selecionados com o auxílio de fones de ouvido. As mesmas foram

orientadas que ouviriam cada frase-veículo uma única vez, com um intervalo de dez segundos entre elas e que deveriam julgar somente as palavras-alvo contidas em cada frase, no caso ['papa] ['baba] ['tata] ['dada] ['kaka] e ['gaga]. Os julgamentos eram, então, registrados em uma folha resposta (Quadro 1), na qual a julgadora deveria marcar o estímulo identificado em uma das sete opções (seis palavras-chave mais a opção “outra”, marcada quando fosse percebida a produção de outra palavra, neste caso a mesma deveria ser escrita).

Julgadora: _____							
Data: ____/____/____							
PALAVRAS	[papa]	[baba]	[tata]	[dada]	[kaka]	[gaga]	Outra
FRASE							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
(...)							
180							

Figura 4 – Protocolo de respostas da análise perceptivo auditiva

Este trabalho faz parte de um projeto maior intitulado “*Caracterização da distinção de sonoridade dos fonemas plosivos*”, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Santa Maria, sob número 23081.008886/2009-29.

Inicialmente, foi analisada a concordância entre as três julgadoras da amostra por meio do *Coefficiente de Concordância W de Kendall*. Por meio dos julgamentos verificou-se concordância significativa (com $p < 0,05$) entre as fonoaudiólogas para todos os fonemas analisados em *onset* inicial e medial, exceto para o fone [k], o qual apresentou somente uma produção categorizada como fone sonoro, o que foi suficiente para fazer o *Coefficiente de Concordância W de Kendall* ficar reduzido. Isto ocorre porque a discordância possui maior peso neste caso.

A seguir foram separados e tabulados para cada fonema os valores de VOT quando estes foram julgados como surdos e como sonoros, na posição de *onset* inicial e medial, e aplicou-se o teste *Mann-Whitney* para comparação entre estes dois valores. Foram também comparados os valores de VOT das plosivas surdas com os valores das plosivas sonoras, quando estas foram julgadas como surdas. Para a comparação dos valores de

VOT de acordo com o ponto articulatório entre dois fonemas, também se utilizou o teste *Mann-Whitney* e entre três fonemas o teste *Kruskal-Wallis*. O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5% e o programa computacional utilizado foi o *The SAS System for Windows*, versão 8.02.

Salienta-se que antes dos dados serem submetidos à análise estatística, foram excluídas da amostra, tanto da análise acústica, como da análise perceptivo auditiva, as frases-veículo que apresentavam omissão ou produção imprecisa de alguma palavra-alvo.

■ RESULTADOS

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentados, respectivamente na posição de *onset* inicial e medial, os resultados comparativos entre os valores de VOT de cada plosiva quando esta foi julgada como consoante surda ou sonora. Ao se comparar os valores de VOT produzidos por crianças com desvio fonológico de acordo com a análise perceptivo auditiva foram evidenciados resultados estatisticamente significantes somente com relação às plosivas [p, d, g] em *onset* inicial. Quanto às demais variáveis analisadas não foi observada significância estatística.

Tabela 1 – Comparação entre os valores de *voice onset time* de cada plosiva ([p, b, t, d, k, g]) quando julgada como consoante surda ou sonora, na posição de *onset* inicial

Fonema-alvo	APA	n	Média (ms)	DP	Mínimo (ms)	Mediana (ms)	Máximo (ms)	p
[p]	Surda	24	16.07	5.23	9.05	14.05	28.38	0.022*
	Sonora	4	3.75	7.51	0.00	0.00	15.01	
[b]	Surda	22	16.04	6.30	0.00	15.64	26.61	0.285
	Sonora	7	-31.26	74.65	-152.6	11.76	48.70	
[t]	Surda	22	18.44	6.01	10.38	18.89	31.98	0.117
	Sonora	2	28.30	10.66	20.76	28.30	35.84	
[d]	Surda	21	20.55	7.41	10.16	19.30	43.13	0.004*
	Sonora	5	-94.03	69.63	-145.5	-136.4	18.0	
[k]	Surda	27	48.65	24.89	19.74	41.66	120.42	-
	Sonora	-	-	-	-	-	-	
[g]	Surda	27	42.67	19.17	19.85	40.19	94.57	0.012*
	Sonora	3	-112.2	116.00	-193.8	-163.3	20.61	

Teste estatístico utilizado: *Mann-Whitney*, com nível de significância de 5%.

Legenda 1: APA = análise perceptivo auditiva; n= número de produções do fonema; DP= desvio padrão; p= valor de p ; ms = milissegundos – unidade de análise do *voice onset time*; * = resultados que apresentaram correlação estatisticamente significante.

Tabela 2 – Comparação entre os valores de *voice onset time* (vot) de cada plosiva ([p, b, t, d, k, g]) quando julgada como consoante surda ou sonora, na posição de *onset* medial

Fonema-alvo	APA	n	Média (ms)	DP	Mínimo (ms)	Mediana (ms)	Máximo (ms)	p
[p]	Surda	21	16.81	6.50	0.00	15.61	28.85	0.272
	Sonora	8	14.31	8.62	0.00	13.62	30.02	
[b]	Surda	15	16.32	4.67	9.82	15.69	25.57	0.074
	Sonora	14	-27.00	57.03	-124.4	10.58	24.82	
[t]	Surda	23	21.60	6.50	10.07	21.61	38.37	0.547
	Sonora	3	19.41	2.30	17.02	19.59	21.61	
[d]	Surda	17	22.82	11.14	13.30	20.19	58.37	0.132
	Sonora	10	-21.35	55.06	-99.40	9.63	33.56	
[k]	Surda	26	44.45	22.88	16.79	35.83	100.29	0.123
	Sonora	1	21.80	-	21.80	21.80	21.80	
[g]	Surda	19	37.66	18.76	17.06	33.83	98.08	0.463
	Sonora	10	14.23	47.96	-75.19	27.56	51.68	

Teste estatístico utilizado= *Mann-Whitney*, com nível de significância de 5%.

Legenda 2: APA = análise perceptivo auditiva; n= número de produções do fonema; DP= desvio padrão; p= valor de p; ms = milissegundos – unidade de análise do *voice onset time*.

Ao se comparar os valores de VOT dos pares de fones – [p]x[b], [t]x[d] e [k]x[g] – quando ambos julgados como fonemas surdos, não se verificou diferença estatisticamente significativa, nas duas posições silábicas consideradas (Tabelas 3 e 4).

A comparação dos valores de VOT entre os pontos articulatórios – labial, alveolar e velar – apresentou algumas relações significantes (Tabela 5). Em *onset* inicial verificou-se que os valores de

VOT de [b]x[d]x[g] e [p]x[t]x[k] diferenciaram-se entre si quando julgadas como consoantes surdas pela análise perceptivo auditiva, de modo que o valor de VOT para os fonemas velares mostraram-se maiores que os demais. O mesmo observase para a posição de *onset* medial, porém, nesta posição silábica, a comparação de VOT de [b]x[d]x[g] quando julgadas como consoantes sonoras, também mostrou significância estatística.

Tabela 3 – Comparação dos valores de *voice onset time* entre os pares – [p]x[b], [t]x[d] e [k]x[g] – quando ambos julgados como surdos, na posição de *onset* inicial

Fonema-alvo	APA	n	Média (ms)	DP	Mínimo (ms)	Mediana (ms)	Máximo (ms)	p
[p]	Surda	24	16.07	5.23	9.05	14.50	28.38	0.758
[b]	Surda	22	16.04	6.30	0.00	15.64	26.61	
[t]	Surda	22	18.44	6.01	10.38	18.89	31.98	0.423
[d]	Surda	21	20.55	7.41	10.16	19.30	43.13	
[k]	Surda	27	48.65	24.89	19.74	41.66	120.42	0.373
[g]	Surda	27	42.67	19.17	19.85	40.19	94.57	

Teste estatístico utilizado= *Mann-Whitney*, com nível de significância de 5%.

Legenda 3: APA = análise perceptivo auditiva; n= número de produções do fonema; DP= desvio padrão; p= valor de p; ms = milissegundos – unidade de análise do *voice onset time*.

Tabela 4 – Comparação dos valores de *voice onset time* entre os pares – [p]x[b], [t]x[d] e [k]x[g] – quando ambos julgados como surdos, na posição de *onset* medial

Fonema-alvo	APA	n	Média (ms)	DP	Mínimo (ms)	Mediana (ms)	Máximo (ms)	p
[p]	Surda	21	16.81	6.50	0.00	15.61	28.85	0.712
[b]	Surda	15	16.32	4.67	9.82	15.69	25.57	
[t]	Surda	23	21.60	6.50	10.07	21.61	38.37	0.902
[d]	Surda	17	22.82	11.14	13.30	20.19	58.37	
[k]	Surda	23	44.45	22.88	16.79	35.83	100.29	0.335
[g]	Surda	19	37.66	18.76	17.06	33.83	98.08	

Teste estatístico utilizado= *Mann-Whitney*, com nível de significância de 5%.

Legenda 4: APA = análise perceptivo auditiva; n= número de produções do fonema; D.P.= desvio padrão; p= valor de p; ms = milissegundos – unidade de análise do *voice onset time*.

Tabela 5 – Comparação dos valores de *voice onset time* entre os pontos articulatórios – [b]x[d]x[g] e [p]x[t]x[k], na posição de *onset* inicial e medial

Fonema-alvo	Posição	APA	n	Média (ms)	DP	Mínimo (ms)	Mediana (ms)	Máximo (ms)	p
[b]	OI	Surda	22	16.04	6.30	0.00	15.64	26.61	<0.001*
[d]	OI	Surda	21	20.55	7.41	10.15	19.30	43.13	
[g]	OI	Surda	27	42.67	19.17	19.85	40.19	94.57	
[b]	OI	Sonora	7	-31.26	74.65	-152.6	11.76	48.70	0.351
[d]	OI	Sonora	5	-94.03	69.63	-145.5	-136.4	18.10	
[g]	OI	Sonora	3	-112.2	116.00	-193.8	-163.3	20.61	
[b]	OM	Surda	15	16.32	4.67	9.82	15.69	25.57	<0.001*
[d]	OM	Surda	17	22.82	11.14	13.30	20.19	58.37	
[g]	OM	Surda	19	37.66	18.76	17.06	33.83	98.08	
[b]	OM	Sonora	14	-27.00	57.03	-124.4	10.58	24.82	0.007*
[d]	OM	Sonora	10	-21.35	55.06	-99.40	9.63	33.56	
[g]	OM	Sonora	10	14.23	47.96	-75.19	27.56	51.68	
[p]	OI	Surda	24	16.07	5.23	9.05	14.50	28.38	<0.001*
[t]	OI	Surda	22	18.44	6.01	10.38	18.89	31.98	
[k]	OI	Surda	27	48.65	24.89	19.74	41.66	120.42	
[p]	OI	Sonora	4	3.75	7.51	0.00	0.00	15.01	0.051
[t]	OI	Sonora	2	28.30	10.66	20.76	28.30	35.84	
[p]	OM	Surda	21	16.81	6.50	0.00	15.61	28.85	<0.001*
[t]	OM	Surda	23	21.60	6.50	10.07	21.61	38.37	
[k]	OM	Surda	26	44.45	22.88	16.70	35.83	100.29	
[p]	OM	Sonora	8	14.31	8.62	0.00	13.62	30.02	0.149
[t]	OM	Sonora	3	19.41	2.30	17.02	19.59	21.61	
[k]	OM	Sonora	1	21.80	-	21.80	21.80	21.80	

Teste estatístico utilizado= *Kruskal-Wallis*, para comparação dos valores de *voice onset time* entre os três fonemas e; *Mann-Whitney*, para comparação dos valores de *voice onset time* entre os dois fonemas. Nível de significância adotado= 5%.

Legenda 5: APA = análise perceptivo auditiva; n= número de produções do fonema; D.P.= desvio padrão; p= valor de p; ms = milissegundos – unidade de análise do *voice onset time*; OI= *onset* inicial; OM= *onset* medial; *= resultados que apresentaram correlação estatisticamente significativa.

■ DISCUSSÃO

A pesquisa em questão visou a comparação entre os dados de produção e percepção dos fonemas plosivos do PB, mais especificamente quanto à distinção de sonoridade dos mesmos em casos de desvio fonológico. Sabe-se que a análise acústica como complemento à análise perceptual, fornece com maior precisão a observação de minúcias da fala responsáveis pelas distinções acústicas entre os sons surdos e sonoros. Contribuí para a detecção de indícios de tentativa de produção correta dos segmentos [+voz] anteriormente não percebidos a nível perceptivo auditivo ^{2,5,11}.

Com a análise realizada foi verificada uma alta variabilidade nos valores de VOT de crianças com desvio fonológico, além de uma instabilidade quanto à produção do VOT negativo. A fala desviante com produção de erros incomuns (idiossincráticos) e com alta variabilidade de produção pode justificar a grande variação dos valores de VOT. No caso do desvio fonológico, as crianças parecem demonstrar uma dificuldade em manipular todos os parâmetros acústicos envolvidos na produção dos fonemas, seja por imaturidade fisiológica ou por estes registros não serem igualmente perceptíveis ⁵. Mesmo com relação a crianças em aquisição fonológica típica, também é mencionada a presença de maiores coeficientes de variação quanto à duração do VOT em comparação ao padrão adulto da língua ¹⁶⁻¹⁸.

De maneira geral, observou-se que todos os VOTs negativos produzidos pelas crianças com desvio fonológico deste estudo, ou seja, que apresentaram uma barra de sonoridade anterior ao *burst*, foram identificados pelas julgadoras da amostra como pertencentes a plosivas sonoras. Porém, na presença de um VOT positivo, seja nas situações previstas como no caso de plosivas surdas, ou em casos de dificuldade da implementação do traço [+voz], os valores em milissegundos não mostraram relação direta com a análise perceptivo auditiva, ou seja, ora foram categorizados como fonemas surdos, ora como sonoros. Poucos casos de VOT nulo foram também observados para algumas plosivas surdas e sonoras da amostra, e em sua maioria estes foram identificados pelas julgadoras como pertencentes a um segmento sonoro.

Em um trabalho realizado com falantes nativos do holandês⁹, verificou-se que a principal pista para a distinção entre surdas e sonoras é a presença ou ausência de pré-sonoridade e não sua duração especificamente. Para o PB, a vibração das pregas vocais prévia ao *burst* também é o registro acústico fundamental para distinção do VOT negativo e positivo. Além disso, alguns trabalhos referem que

a duração do VOT para as plosivas surdas tende a ser menor do que para plosivas sonoras ^{2,3}.

Distribuição esta não observada nos valores apresentados pelas crianças deste estudo. Inicialmente hipotetizava-se que mesmo com a dificuldade na implementação do traço [+voz] e ausência de pré-sonoridade durante a produção das plosivas sonoras, havia a possibilidade da duração do VOT das plosivas quando categorizadas como surdas ou sonoras se distinguirem. Porém, verificou-se diferença estatisticamente significativa somente na posição de *onset* inicial e para as plosivas [p], [d] e [g].

O VOT parece, portanto, não ser a única pista para a percepção de sonoridade dos fonemas plosivos evidente nos casos de desvio fonológico. A percepção nos casos desviantes parece, então, ser guiada por diversos parâmetros acústicos ⁵. Estes seriam, conforme outras pesquisas, em ordem de ocorrência, a amplitude do *burst* e da aspiração, e na sequência, a presença da transição do primeiro formante e/ou a frequência fundamental. Outros autores citam ainda a influência da duração da vogal adjacente à plosiva ^{3,11,19} e a duração da oclusão ⁸.

Com isso, constata-se que os sinais de fala possuem uma grande variedade de propriedades acústicas que auxiliam o falante a codificar as palavras, todavia, nem todas essas informações são necessárias para reconhecimento e discriminação de um determinado segmento ⁹, podendo algumas destas pistas acústicas serem, então, redundantes.

Porém, com relação à distinção de ponto articulatorio, o VOT demonstrou ser, em algumas situações, determinante para a discriminação de fonemas labiais, alveolares e velares na amostra estudada. O que concorda com os achados de outros trabalhos, os quais, mesmo envolvendo os dados de fala de outras línguas, como o coreano e o inglês, também afirmam haver distinção entre as medidas de VOT de acordo com a zona articulatória. Deste modo, os valores de VOT de plosivas velares tendem a ser mais longos que de labiais e alveolares. Logo, este parâmetro temporal parece aumentar à medida que o ponto articulatorio é localizado em uma região mais posterior da cavidade oral ^{20,21}.

Diante da comparação entre análise perceptivo auditiva e acústica, outro estudo ¹² pesquisou a percepção de julgadores leigos diante das características das plosivas surdas e sonoras produzidas por crianças na faixa etária de três anos e em processo de desenvolvimento fonológico típico. De maneira geral, as autoras evidenciaram que o índice de acertos da análise perceptivo auditiva foi alto para plosivas sonoras e médio para plosivas surdas. Além disso, a presença de *breathy vowel*,

registro acústico encontrado na fala destas crianças e distinto das plosivas produzidas por adultos, favoreceu a percepção de plosivas surdas como sonoras. No entanto, a presença de aspiração não interferiu na percepção desses sons, uma vez que as plosivas surdas aspiradas foram corretamente percebidas como surdas.

Em um trabalho ⁵, semelhante a presente pesquisa, também foi investigada a percepção de julgadores em relação ao traço [voz] a partir de dados de fala de três meninos, falantes do inglês e com dificuldade no estabelecimento da distinção de sonoridade dos fonemas plosivos. As autoras observaram que as crianças com diagnóstico de desvio fonológico muitas vezes se mostram incapazes de produzir todos os gestos necessários para marcar o contraste do traço [voz]. Quanto à análise perceptivo auditiva, verificou-se que esta era guiada por complexas pistas acústicas e que 78% dos alvos foram julgados como sonoros, mesmo sendo a amostra equilibrada entre os estímulos surdos e sonoros. Apenas os VOTs maiores que 75 ms foram julgados como surdos. Diferentemente do esperado para o PB, língua na qual se prevê menores valores de duração para as plosivas surdas ³, como também verificado na presente pesquisa.

Um estudo ⁷ da literatura nacional ao investigar a percepção de 36 adultos em relação às plosivas produzidas por crianças com desvio fonológico, constatou que VOTs mais curtos, como os observados para o fonema /p/, entre 11 e 42 ms, podem dificultar o estabelecimento do contraste de sonoridade da plosiva, a qual muitas vezes pode ser categorizada como uma consoante sonora.

Na rotina da clínica fonoaudiológica observa-se que a análise perceptivo auditiva é fortemente empregada como opção para se analisar a fonologia do sujeito. Contudo, cada vez mais estudos fonológicos mostram esforços a fim de tornar a avaliação fonoaudiológica mais apurada e fidedigna possível. Neste sentido, a análise acústica é apontada como suplemento à análise perceptivo auditiva, capaz de

evidenciar com maior clareza as reais manipulações articulatórias empregadas durante a fala ^{2-3,5,11,19,22,23}.

Com propósitos investigativos e de divulgação da espectrografia acústica da fala, sugere-se a realização de novas pesquisas a fim de se obter uma adequada conduta terapêutica nos casos de desvio fonológico, propiciando uma avaliação, terapia e prognóstico fonoaudiológico mais completo e preciso. A análise acústica por ser uma opção acessível aos terapeutas por meio de *softwares* livres disponíveis em meio eletrônicos e, principalmente, por reproduzir os ajustes articulatórios e acústicos envolvidos para a produção de determinado fonema, torna-se um instrumento essencial o qual pode ser incorporado em todas as fases do processo terapêutico.

■ CONCLUSÃO

Constatou-se que o parâmetro acústico do VOT não se configurou como pista isolada e determinante para a percepção da distinção da sonoridade destes casos, exceto para as plosivas [p, d, g] na posição de *onset* inicial. No entanto, esta pista acústica mostrou exercer influência na discriminação dos fonemas de acordo com os distintos pontos articulatórios, possuindo, portanto, maiores valores de VOT para as plosivas velares quando comparadas às demais.

Além disso, a utilização da análise acústica propiciou a investigação e compreensão de alguns registros acústicos e seus efeitos na percepção da fala, como:

A presença da pré-sonoridade influenciou no julgamento da consoante como sonora;

A duração do VOT positivo, seja quando produzido para uma plosiva surda, ou para uma plosiva sonora, não foi decisiva para a distinção de sonoridade e,

A presença de um VOT nulo, de acordo com a análise perceptivo auditiva realizada, correspondeu, normalmente, a uma plosiva sonora.

ABSTRACT

Purpose: to compare the values of voice onset time (VOT) of plosives, produced by children with phonological disorder and difficulty in the production of voicing contrast, classified as voiceless or voiced from a perceptual-auditory analysis. **Method:** five boys with phonological disorder and difficulty in establishing the feature [+voice] of plosives took part in the study. Based on word pairs (*['papa], ['baba], ['tata], ['dada], ['kaka]* and *['gaga]*) inserted in carrier phrases, the VOT of each plosive was extracted. Based on the same speech sample, three speech therapists carried out a perceptual-auditory analysis, where one should judge the phonemes as voiceless or voiced. The values of VOT as for phonemes classified as voiceless were compared with the values of VOT as for phonemes classified as voiced with the support of statistical tests. **Results:** we found a statistically significant difference only between the VOT values of [p, d, g] judged as voiceless or voiced in initial onset as well as among the three articulatory points. The other analyzed variables did not show statistical significance. **Conclusion:** in general, the results suggest that VOT is not a decisive cue to the perception of distinction of voicing in cases of phonological disorder. However, it showed influence in the discrimination of phonemes according to articulatory point also in phonological disorder. Regarding the acoustics, we observed that: (a) the presence of pre-voicing influences the judgment of the consonant as voiced; (b) the duration of the positive VOT is not decisive for the distinction between voicing and (c) zero VOT, usually it is responsible for the identification of a voiced plosive.

KEYWORDS: Speech Disorders; Speech Acoustics; Judgment; Speech Perception

■ REFERÊNCIAS

- Ferrante C, Van Borsel J, Pereira MMB. Aquisição fonológica de crianças de classe sócio econômica alta. *Rev CEFAC*. 2008; 10(4): 154-60.
- Levy IP. Uma nova face da nau dos insensatos: a dificuldade de vozear obstruintes em crianças de idade escolar [tese]. Campinas (SP): Universidade Federal de Campinas; 1993.
- Bonato MTRL. Vozes infantis: a caracterização do contraste de vozeamento das consoantes plosivas no Português Brasileiro na fala de crianças de 3 a 12 anos [tese]. São Paulo (SP): Pontifícia Universidade Católica de São Paulo; 2007.
- Lamprecht RR. A aquisição da fonologia do Português na faixa etária dos 2:9 – 5:5. *Letras de Hoje*. 1993; 28(2): 107-17.
- Forrest K, Rockman BK. Acoustic and perceptual analysis of word-initial stop consonants in phonologically disordered children. *J Speech Hear Res*. 1988; 3: 449-59.
- Van Alphen PM, Smits R. Acoustical and perceptual analysis of the voicing distinction in dutch initial plosives: the role of prevoicing. *J Phonetics*. 2004; 32: 455-91.
- Gurgueira AL. Estudo acústico dos fonemas surdos e sonoros do Português do Brasil, em crianças com distúrbio fonológico apresentando processo fonológico de ensurdecimento [tese]. São Paulo (SP): Universidade Federal de São Paulo; 2006.
- Barroco MAL, Domingues MTP, Pires MFMO, Lousada M, Jesus LMT. Análise temporal das oclusivas orais do Português Europeu: um estudo de caso de normalidade e perturbação fonológica. *Rev CEFAC*. 2007; 9(2): 154-63.
- Van Alphen PM, McQueen JM. The effect of voice onset time differences on lexical access in Dutch. *J Exp Psychol Hum Percept Perform*. 2006; 32(1): 178-96.
- Clayards M, Tanenhaus MK, Aslin RN, Jacobs RA. Perception of speech reflects optimal use of probabilistic speech cues. *Cognition*. 2008; 108(3): 804-9.
- Catts H, Jensen P. Speech timing of phonologically disordered children: voicing contrasts of initial and final stop consonants. *J Speech Hear Res*. 1983; 26(4): 501-10.
- Bonato MTRL, Madureira S. Estudo sobre a percepção e a produção do contraste de vozeamento da fala de crianças de 3 anos. *Rev CEFAC*. 2009; 11(1): 67-77.
- Barzaghi L, Barbosa K, El Malt SM. Deficiência de audição e contraste de vozeamento em oclusivas do português brasileiro: análise acústica e perceptiva. *Distúrb Comun*. 2007; 19(3): 343-55.
- Arnaut MA, Ávila CRB. Ensurdimento de fonemas plosivos na fala de crianças disfônicas. *Rev Soc Bras Fonoaudiol*. 2008; 13(1): 37-44.

15. Yavas M, Hernandorena CLM, Lamprecht RR. Avaliação fonológica da criança: reeducação e terapia. Porto Alegre: Artes Médicas; 1991.
16. Grigos MI, Saxman JH, Gordon AM. Speech motor development during acquisition of the voicing contrast. *J Speech Lang Hear Res.* 2005; 48(4): 739-52.
17. Lowenstein JH, Nittrouer S. Patterns of acquisition of native voice onset time in English-learning children. *J Acoust Soc Am.* 2008; 124(2): 1180-91.
18. Grigos MI. Changes in articulator movement variability during phonemic development: a longitudinal study. *J Speech Lang Hear Res.* 2009; 52(1): 164-77.
19. Bonatto MTRL. A produção de plosivas por crianças de três anos falantes do português brasileiro. *Rev CEFAC.* 2007; 9(2): 199-206.
20. Kim M, Stoel-Gammon C. The acquisition of Korean word-initial stops. *J Acoust Soc Am.* 2009; 125(6): 3950-61.
21. Theodore RM, Miller JL, DeSteno D. Individual talker differences in voice-onset-time: contextual influences. *J Acoust Soc Am.* 2009; 125(6): 3974-82.
22. Rodrigues LL, Freitas MCC, Albano EC, Berti LC. Acertos gradientes nos chamados erros de pronúncia. *Revista do Programa de Pós-graduação em Letras (PPGL/UFSM).* 2008; 36: 85-112.
23. Brasil BC, Melo RM, Mota HB, Dias RF, Mezzomo CL, Giacchini V. O uso da estratégia de alongamento compensatório em diferentes gravidades do desvio fonológico. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.* 2010; 15(2): 231-7.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-18462011005000083>

RECEBIDO EM: 01/09/2010

ACEITO EM: 21/02/2011

Endereço para correspondência:

Roberta Michelon Melo

Rua Tuiuti, nº 1850, Apto 501A – Centro

Santa Maria, RS, Brasil

E-mail: roberta_m_melo@hotmail.com