

O USO DA ELETROGLOTOGRAFIA NA INVESTIGAÇÃO DO VOZEAMENTO EM ADULTOS SEM QUEIXA DE FALA¹

Fabiana Nogueira GREGIO

Laboratório de Análise Acústica e Cognição e Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
fabiana@gregio.com.br

Renata de Moraes QUEIROZ

Laboratório de Análise Acústica e Cognição e Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
fga.renataqueiroz@gmail.com

Andrea Baldi de Freitas SACCO

Laboratório de Análise Acústica e Cognição e Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
fonoandreasacco@gmail.com

Zuleica CAMARGO

Laboratório de Análise Acústica e Cognição e Programa de Estudos Pós-Graduados em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
zcamargo@pucsp.br

RESUMO: Em prol de estudos de fala, encontram-se, dentre outras tecnologias, a análise acústica e a eletroglotografia (EGG). Com o objetivo de verificar a contribuição da EGG, em associação ao instrumental acústico, escolheu-se o contraste fônico de vozeamento, em situação de fala sem alteração, para ser investigado. Participaram do estudo três falantes do português brasileiro. As amostras analisadas contemplaram gravação simultânea dos sinais acústico e eletroglotográfico com pares de consoantes plosivas não vozeadas e vozeadas. Este estudo indicou ser a EGG uma técnica eficiente para analisar e caracterizar a fala, no que se refere ao contraste fônico de vozeamento em situação de fala sem alteração.

¹ AGRADECIMENTOS: Ao CNPq pelo auxílio financeiro.

Ao Professor Dr. Maurílio Nunes Vieira pela disponibilização dos softwares para filtragem e análise dos estímulos da eletroglotografia.

PALAVRAS-CHAVE: Fonética; Fonação; Fonoaudiologia; Medida da produção da fala; Eletrodiagnóstico.

ABSTRACT: In favour of speech studies one may find, among other technologies, the acoustic analysis and the electroglottography (EGG). In order to verify EGG's contribution, in association with the acoustic tools, we have chosen the phonic contrast of voicing of speech with no alteration to perform the investigation. The participants chosen for this study were 3 speakers of Brazilian Portuguese. The analysed samples contemplated simultaneous recording of acoustic and electroglottographic signals with pairs of voiced and voiceless plosive consonants. This study indicates that EGG is an efficient technique for the analysis and characterisation of speech in the realm of phonic contrast of voicing of speech with no alteration.

KEYWORDS: Phonetics; Phonation; Speech, Language and Hearing Sciences; Speech Production Measurement; Electro diagnosis.

1. Introdução

Os estudos fonéticos têm sido beneficiados pelos instrumentais e tecnologias de fala. Com o avançar da tecnologia, destacou-se a análise acústica como um método não invasivo para avaliar o sinal de fala (ARAÚJO et. al., 2002; FELIPPE et. al., 2006). Com isso, a análise torna-se mais refinada, pois avalia a situação de fala, podendo ajudar a revelar mecanismos compensatórios, além de fornecer informações a respeito da evolução da função fonatória (GREGIO e CAMARGO, 2005). Com esse avanço, modificou-se, de forma considerável, o campo de estudos e de possibilidades de atividades clínicas na área de voz, fala e linguagem ampliando de forma significativa as possibilidades de atuação do fonoaudiólogo (CAMARGO E MADUREIRA, 2008) e de estudiosos das línguas. Por meio de programas de análise acústica, que congregam técnicas de processamento de sinais e algoritmos, um único sistema pode realizar várias funções analíticas (KENT e READ, 1992), permitindo descrever quase completamente os eventos da fala e da voz humana.

Um dos parâmetros acústicos amplamente utilizados para a análise da fala é o VOT (Voice Onset Time), conhecido como tempo de início de vozeamento ou tempo de ataque do vozeamento, o qual representa o intervalo de tempo entre o início do vozeamento e a soltura da articulação (LISKER e ABRAMSON, 1964; GREGIO e CAMARGO, 2005).

A medida de VOT revela a demanda por um controle motor fino, visto que a diferença entre a produção do segmento vozeado e a do não-vozeado é a participação ou não da fonte glótica (vozeamento) em

sincronia com eventos supraglóticos (obstrução da corrente de ar e soltura da oclusão, características das consoantes plosivas) (SWEETING e BAKEN, 1982; SHIMIZU, 1996; CAMARGO, 1998; PINHO e CAMARGO, 1998; RYALL et. al. 1999; MADUREIRA et. al., 2004).

A literatura fonética aponta ser o VOT dependente de língua (SHIMIZU, 1996; ROCCA, 2002) e fornecer pistas acústicas na identificação auditiva de consoantes plosivas não-vozeadas e vozeadas, juntamente com as características acústicas da fonte de ruído transiente (burst) e das transições das frequências formânticas para a vogal seguinte (DELLATRE et al, 1955; FICKER, 2003; GREGIO e CAMARGO, 2005).

Estudos fonético-acústicos no português brasileiro, utilizando a extração de medidas de VOT, têm sido conduzidos nos estudos com patologias de voz (CAMARGO, 1998; CAMARGO, 2002; GREGIO e CAMARGO, 2005) alterações de fala (LEVY, 1993; GREGIO et al, 2005; GURGUEIRA, 2006), deficiência auditiva (MADUREIRA et. al., 2002; FICKER, 2003; PEREIRA, 2007), bilinguismo (ROCCA, 2003) e aquisição (BEHLAU, 1986; BONATTO, 2004; BONATTO 2007).

Da mesma maneira que a análise acústica do sinal de fala, o instrumental da eletroglotografia (EGG) figura como um método não-invasivo de análise, fornecendo informações precisas da esfera fisiológica subjacente ao sinal de fala, especificamente, o detalhamento da atividade glótica (vibração de pregas vocais) (CAMARGO, 2002). Esta técnica, desenvolvida por Fabre (1940) para estimar a variação da área de contato entre as pregas vocais durante a produção da voz, registra o sinal (onda) EGG, por meio de uma corrente alternada de alta frequência e intensidade fraca que percorre a laringe devido ao posicionamento de dois eletrodos de contato acoplados nas alas da cartilagem tireóide (COLTON e CONTURE, 1990; BAKEN, 1992; HENRICH, 2001).

O traçado da onda Lx, resultado da filtragem da onda EGG inicialmente registrada (processo necessário para atenuar as flutuações de linha base existentes na onda EGG decorrentes de movimentos de estruturas cervicais sem causar distorção de fase) seria o dado relevante ao estudo da sonoridade (VIEIRA et. al., 1997). A filtragem de alta frequência realizada detecta apenas os movimentos de pregas vocais, em detrimento de outros movimentos mais lentos que ocorrem simultaneamente no pescoço. Seu traçado permite, portanto, estimar as medidas de comportamento glótico, fornecendo indicações que dependeriam de conhecimento de se e quanto ao fato de a glote estar aberta ou fechada. As justificativas para seu uso residiriam na necessidade de avaliar o quanto as pregas vocais estão aduzidas firme ou frouxamente, o tipo de contato e o quão regular é o padrão de contato de pregas vocais (ORLIKOFF, 1998). Deste modo, o ciclo

vibratório das pregas vocais é representado e descrito no sinal eletroglotográfico (resultante da análise da onda Lx) por meio de quatro fases: fase de fechamento que se estende desde área glótica máxima até a área zero (momento do fechamento glótico); fase fechada que corresponde ao momento de fechamento máximo das pregas vocais, fase de abertura em que as margens das pregas vocais começam a separar-se gradualmente e fase aberta, momento em que as pregas vocais estão afastadas (BAKEN, 1992; CAMARGO, 2002).

A avaliação da onda Lx envolve a proposta de classificação semi-automática como etapa prévia à tentativa de extração de medidas de f_0 , perturbação, coeficiente de fechamento e índice de velocidade (VIEIRA et. al., 1997). A avaliação consta de atribuição de uma nota à onda Lx, variando em escala de 1 a 4, na qual: 1 representa onda impossível de análise numérica e altamente sugestiva de inexistência de contato de pregas vocais; 2 indica sinal contendo excessivo ruído e fraca amplitude, portanto pouco recomendadas para fins de extração de valores automáticos; 3 representa onda de amplitude aumentada, porém com ruído visível e; 4 para aquelas que não apresentam problemas à inspeção. Apenas as duas últimas seriam recomendadas para o processamento e extração de medidas com extração automática (VIEIRA et. al., 1997).

A partir desta avaliação, seguiram-se propostas para avaliar os dados do registro EGG, como medidas semi-automáticas e automáticas. Neste contexto, destacam-se as medidas automáticas de frequência fundamental (f_0) – cálculo do intervalo dos ciclos vibratórios; coeficiente de contato (CQ) – razão entre a duração da fase fechada/contato e a duração total do ciclo e; índice de velocidade (IV) – razão da diferença de duração entre as fases do ciclo glótico, de contato-fechamento e de contato-abertura e duração total da fase de contato. Destaca-se ainda a possibilidade de extração do VOT-Lx (VIEIRA et. al., 1997; CAMARGO, 2002).

Alguns estudos conduzidos com a investigação do instrumental EGG em situações de patologias laríngeas demonstraram a eficácia de medidas automáticas na caracterização de grupos com alterações glóticas em comparação com falantes sem alterações (COLTON e CONTURE, 1990; BAKEN, 1992; HENRICH, 2001; ZAGÓLSKI e CARLSON, 2002; CAMARGO, 2002; CUKIER, 2006). Tal instrumental tecnológico tem seu uso difundido mais especificamente no campo da voz e das patologias vocais.

Deste modo, as informações referentes à dinâmica do ciclo vibratório de pregas vocais, obtidas por meio da EGG, podem contribuir para revelar a eficiência do contato de pregas vocais em curto intervalo de tempo. Neste contexto, tais dados apontam também características da produção dos sons da fala, especificamente, do contraste fônico de

vozeamento, o qual envolve uma refinada coordenação de ajustes glóticos e supraglóticos para sua realização.

Na literatura pesquisada não foram encontrados trabalhos que correlacionem a análise acústica, por meio do parâmetro acústico do VOT, aos registros de EGG para investigação dos sons de fala, especificamente, de plosivas não-vozeadas e vozeadas. Os trabalhos com EGG, apesar da contribuição em apontar o refinamento da atividade glótica, não se encontram voltados para investigações e descrições segmentais de características dos sons de fala.

O objetivo do presente estudo foi investigar a contribuição do instrumental articulatório (EGG – por meio de medidas de frequência fundamental, coeficiente de contato, índice de velocidade e VOT-Lx), em associação ao instrumental acústico (análise acústica – medidas de VOT-acústico) na investigação do contraste fônico de vozeamento em situação de fala sem alteração.

2. Métodos

Participaram deste estudo três falantes do português brasileiro, adultos, do gênero feminino, na faixa etária de 24 a 46 anos, com grau de escolaridade superior completo, sem queixas de alteração de fala/voz, audição e/ou linguagem. Os sujeitos, designados para este estudo como S1, S2 e S3, não eram usuários de dispositivos eletrofisiológicos, como marca-passo e implante coclear, o que impossibilitaria a realização do exame eletroglotográfico.

As gravações foram realizadas no Laboratório de Fala e Voz do Instituto CEFAC, o qual mantém parceria com pesquisadores do Laboratório de Análise Acústica e Cognição da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (LIAAC-PUCSP) e disponibiliza recursos e instrumentos de tecnologia plausíveis para a realização da pesquisa: cabina acústica, computador de mesa, mesa de som (Behringer BCA 2000), microfone unidirecional headset (AKG C410), Software Sound Forge Edit (versão 7) e eletroglotógrafo EG2 (Glottal Enterprises).

O corpus contemplou a gravação simultânea dos sinais acústico e eletroglotográfico de trechos de fala com vocábulos dissílabos contendo os pares de consoantes plosivas não-vozeadas e vozeadas do português brasileiro em posição tônica (**papa**, **baba**, **tata**, **dada**, **caca**, **gaga**) inseridas em sentenças-veículo (Diga ____ para fazermos o teste de gravação) que contou com a produção de três repetições aleatórias de cada trecho por falante.

Os sujeitos mantiveram-se sentados em uma cadeira durante processo de gravação dos dados. O microfone foi posicionado do lado esquerdo da cabeça e os eletrodos de contato do EGG, os quais receberam uma camada de gel condutivo, foram acoplados às alas da

cartilagem tireóide da laringe, tendo os sujeitos retirado anteriormente objetos metálicos que pudessem interferir no circuito de corrente elétrica.

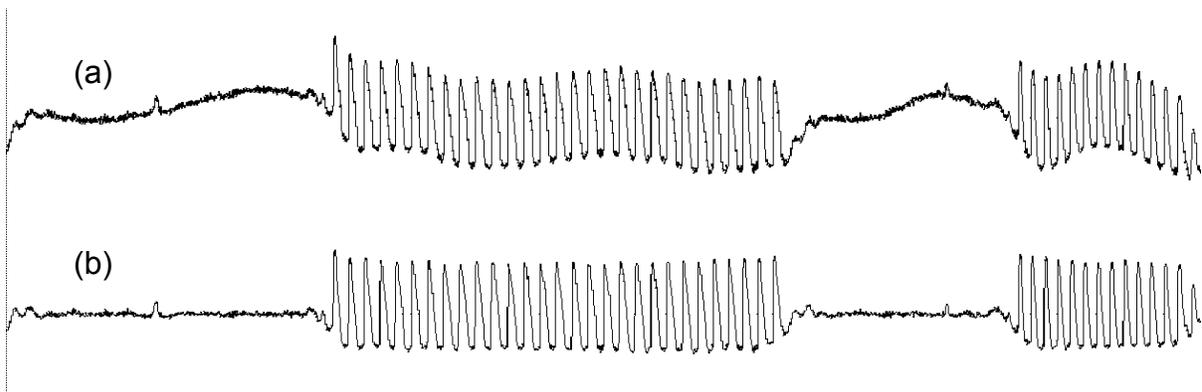
Os sinais de fala captados pelo microfone e EGG foram digitalizados, simultaneamente, em frequência de amostragem de 22050 Hz, 16 bits, padrão estéreo e extensão wav.

Os registros dos sinais de áudio, captados pelo microfone, foram utilizados para a análise no plano acústico (características de sonoridade, como presença, interrupção ou ausência da barra de sonoridade e medidas de VOT-Acústico), enquanto os registros eletroglotográficos, captados pelo EGG, foram utilizados para a análise no plano fisiológico (medidas de frequência fundamental - f_0 , coeficiente de contato -CQ, índice de velocidade e VOT-Lx), conforme descrito na sequência da metodologia empregada.

Caracterizando-se como uma etapa de procedimento de tratamento e edição das amostras, cada amostra de fala estéreo registrada foi separada em duas amostras mono, uma referente ao sinal de áudio e outra ao sinal eletroglotográfico, por meio do software PRAAT, disponível livremente em <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>, de modo a permitir a filtragem do sinal EGG.

O sinal EGG, decomposto do sinal estéreo, foi submetido a processo de filtragem passa-altas, eliminando frequências baixas relativas a movimentos de estruturas que não sejam as pregas vocais e resultando em uma onda eletroglotográfica filtrada sem flutuações da linha de base, denominada de onda Lx (Ilustração 1). Tal processo foi realizado por meio do programa delay0bat.exe, desenvolvido e disponibilizado por Vieira et. al. (1997) para uso no LIAAC-PUCSP e Instituto CEFAC, mediante autorização prévia.

Ilustração 1 - Onda EGG registrada apresentando flutuação de linha de base (a) e onda Lx (filtrada) (b) para a mesma produção de trecho de fala [papa]



A onda Lx foi submetida à avaliação semi-automática do traçado, conforme Vieira et. al. (1997) e, posteriormente, ao programa egg.exe (VIEIRA et. al., 1997), o qual gerou os arquivos com a extração das medidas automáticas de frequência fundamental, coeficiente de contato e índice de velocidade. Tais medidas foram extraídas de trecho inicial da vogal seguinte às consoantes plosivas.

Na sequência, o sinal EGG filtrado foi composto novamente na modalidade estéreo junto ao sinal de áudio, permitindo a análise simultânea das características de sonoridade (presença, interrupção ou ausência da barra de sonoridade) e extração de medidas manuais de VOT Acústico-Lx, por meio das análises de forma da onda e do espectrograma de banda larga, com o auxílio do software PRAAT. A onda acústica indicou o instante da soltura da articulação e a onda Lx registrou precisamente o início da atividade de vibração das pregas vocais. A extração dos valores de VOT acústico foi realizada conforme proposto por Ficker (2003), em que foram extraídas as medidas de: manutenção da barra de sonoridade (MBS), interrupção da barra de sonoridade (IBS) e VOT.

Os resultados foram submetidos à análise estatística (comparação de médias por meio do teste ANOVA fator único, com significância em 0,05) e este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do CEFAC, sob número 077/11.

2. Resultados

Os dados da análise qualitativa da onda Lx mostraram traçados classificados com nota 4, intensidade adequada, ruído ausente e fases de fechamento, fechada e abertura adequadas em todos os enunciados produzidos por S1, S2 e S3.

Os dados obtidos quanto às medidas frequência fundamental, coeficiente de contato e índice de velocidade encontram-se apresentados nos Quadros 1 a 3 e nas Ilustrações 2 a 5.

As informações referentes ao VOT Acústico-Lx encontram-se nos Quadros 4 e 5 e nas Ilustrações 6 e 7. Primeiramente são apresentados os valores de VOT Acústico-Lx quanto à média por consoante plosiva estudada e, na sequência, são apresentados os valores de manutenção da barra de sonoridade (MBS), interrupção da barra de sonoridade (IBS) e VOT, para as amostras em que se encontrou uma interrupção do vozeamento nas plosivas vozeadas.

Tais achados são apresentados em um número de nove amostras, representativas de três repetições por cada um dos três sujeitos, sinalizando um total de 54 amostras de fala analisadas.

Quadro 1 - Número de amostras (N), média, desvio-padrão (DP) e dados de análise estatística (F, P-valor e F crítico) da comparação da medida automática de frequência fundamental (f0) da vogal seguinte aos pares de consoantes plosivas não-vozeadas – vozeadas

Consoantes	N	Média	DP	F	P-valor	Fcrítico
[p]	9	183	26	1,194	0,291	4,494
[b]	9	170	23			
[t]	9	187	30	1,758	0,204	4,494
[d]	9	170	24			
[k]	9	186	27	2,125	0,164	4,494
[g]	9	170	20			

* $p \leq 0,05$

Quadro 2 - Número de amostras (N), média, desvio-padrão (DP) e dados de análise estatística (F, P-valor e F crítico) da comparação da medida automática de coeficiente de contato (CQ) da vogal seguinte aos pares de consoantes plosivas não-vozeadas – vozeadas

Consoantes	N	Média	DP	F	P-valor	Fcrítico
[p]	9	58	3	1,647	0,218	4,494
[b]	9	60	3			
[t]	9	55	5	10,114	0,006*	4,494
[d]	9	61	3			
[k]	9	55	5	7,983	0,012*	4,494
[g]	9	60	2			

* $p \leq 0,05$

Quadro 3 - Número de amostras (N), média, desvio-padrão (DP) e dados de análise estatística (F, P-valor e F crítico) da comparação da medida automática de índice de velocidade (IV) da vogal seguinte aos pares de consoantes plosivas não-vozeadas – vozeadas

Consoantes	N	Média	DP	F	P-valor	Fcrítico
[p]	9	-0,64	0,18	0,1152	0,739	4,494
[b]	9	-0,61	0,18			
[t]	9	-0,61	0,18	0,0007	0,979	4,494
[d]	9	-0,62	0,17			
[k]	9	-0,56	0,24	0,0482	0,829	4,494
[g]	9	-0,59	0,21			

* $p \leq 0,05$

Ilustração 2 - Gráfico representativo da média dos valores da medida automática de frequência fundamental (f0) da vogal seguinte às consoantes plosivas não-vozeadas – vozeadas

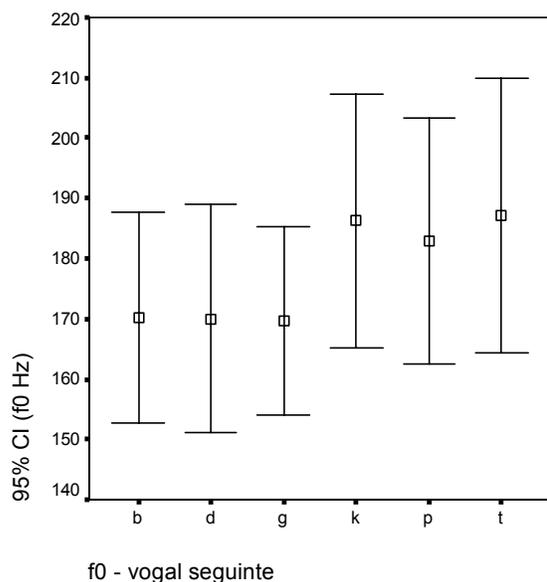


Ilustração 3 - Gráfico representativo da média dos valores da medida automática de coeficiente de contato da vogal seguinte às consoantes plosivas não-vozeadas – vozeadas

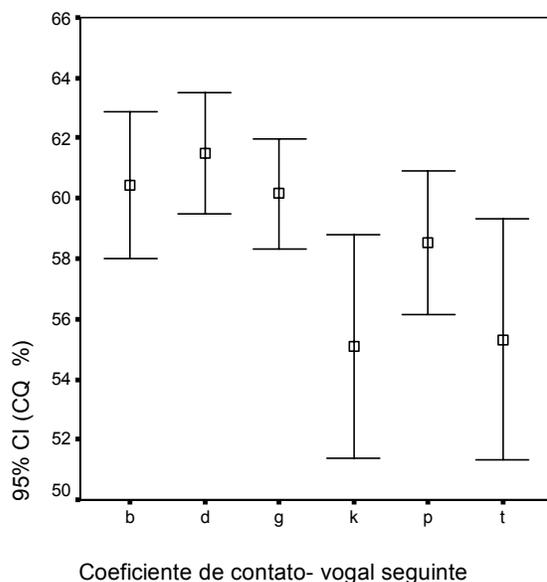
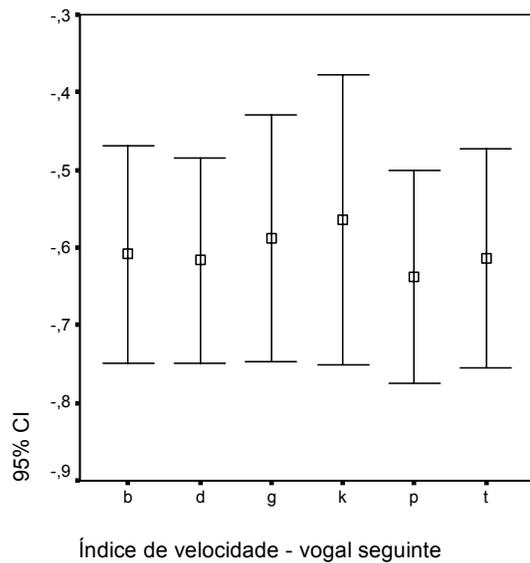


Ilustração 4 - Gráfico representativo da média dos valores da medida automática de índice de velocidade da vogal seguinte às consoantes plosivas não-vozeadas – vozeadas



Quadro 4 - Número de amostras (N), percentual de ocorrência (%) e média das medidas de *VOT* Acústico-Lx das consoantes plosivas vozeadas e não-vozeadas

Plosiva	<i>VOT</i> (ms)	N	(%)
[p]	+ 9	9	100%
[b]	- 95	8	88,9%
[t]	+ 14	9	100%
[d]	- 69	7	77,8%
[k]	+ 42	9	100%
[g]	- 64	5	55,6%

Quadro 5 - Número de amostras (N), percentual de ocorrência (%) e média das medidas de manutenção da barra de sonoridade (MBS), interrupção da barra de sonoridade (IBS) e *VOT* das plosivas vozeadas produzidas com interrupção do vozeamento

Plosiva	MBS(ms)	IBS(ms)	<i>VOT</i> (ms)	N	%
[b]	31	46	- 29	1	11,1%
[d]	69	8	+ 12	2	22,2%
[g]	59	17	+ 14	4	44,4%

Ilustração 5 - Média dos valores da medida de *VOT* Acústico-Lx das consoantes plosivas não-vozeadas

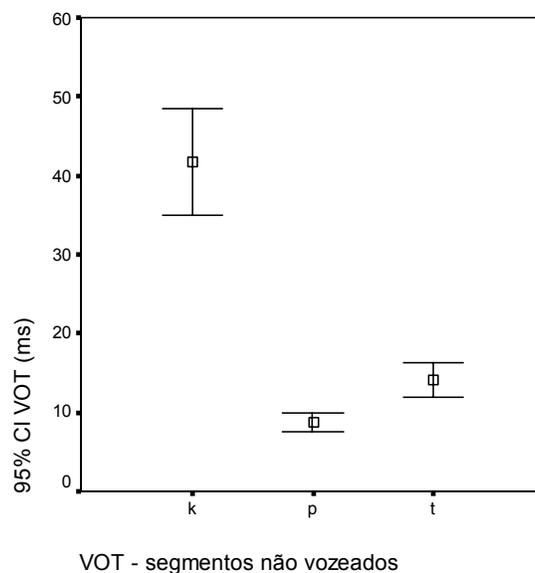


Ilustração 6 - Média dos valores da medida de *VOT* Acústico-Lx consoantes plosivas vozeadas

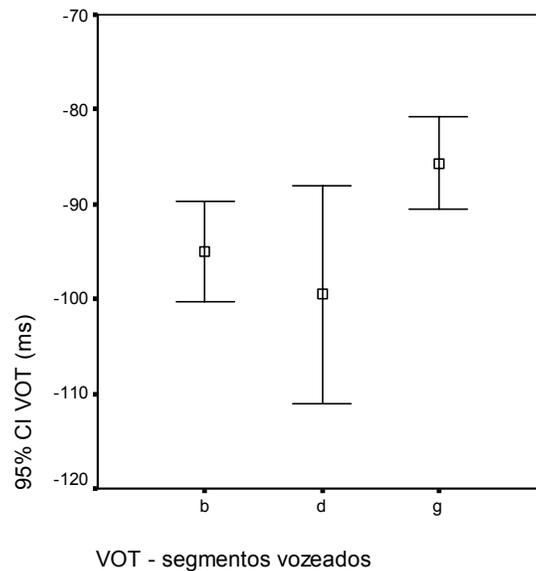
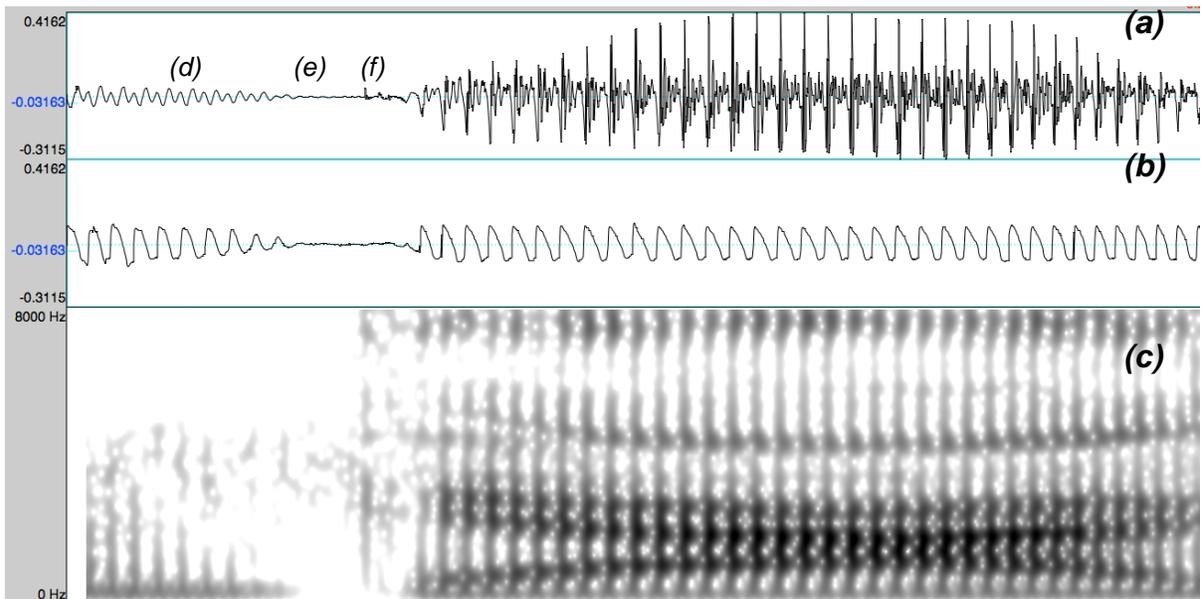


Ilustração 7 - Traçado da forma da onda acústica (a), da onda Lx (b) e espectrograma de banda larga (c) da produção do trecho de fala [ga] ilustrativo de trechos referentes a medidas de MBS (d), IBS (e) e *VOT* positivo (f)



4. Discussão

A inspeção da onda Lx revelou traçados classificados com nota 4, intensidade adequada, ruído ausente e fases de fechamento, fechada e abertura adequadas em todas as amostras analisadas. Tais achados são compatíveis com o esperado para um comportamento de atividade glótica sem patologias, além de ser um pré-requisito para qualificar a onda como passível de extração de medidas automáticas (VIEIRA et al, 1997; CAMARGO, 2002).

De um modo geral, as medidas extraídas do sinal eletroglotográfico mostraram diferenças estatisticamente significativas quanto ao contraste de vozeamento entre os pares [p,t,k] e [b,d,g].

As medidas de frequência fundamental (f0) produzidas após segmentos vozeados apresentaram-se ligeiramente menores em todas as produções dos três sujeitos (Quadro 1), o que permitiu diferenciar o grupo de segmentos vozeados daquele dos não-vozeados (Ilustração 2). Estes dados encontram correlação positiva com estudos fonético-acústicos da literatura, em que os valores de f0 no início da vogal seguinte à consoante sofrem um rebaixamento para uma faixa mais baixa na produção das plosivas vozeadas em comparação aos seus pares não-vozeados. Tais achados encontram respaldo em explicações do funcionamento aerodinâmico da fonação (SHIMIZU, 1996; FICKER, 2003).

As medidas de coeficiente de contato (CQ), assim como as medidas de f0, apontaram para uma diferenciação dos grupos de consoantes vozeadas e não-vozeadas (Quadro 2 e Ilustração 3). O coeficiente de contato mostrou-se maior nas vogais seguintes às consoantes plosivas vozeadas, indicando a manutenção da atividade de vibração de pregas vocais num intervalo de tempo maior em comparação às suas correspondentes não-vozeadas. Do mesmo modo, pôde-se observar que as vogais seguintes aos segmentos não-vozeados possuem um tempo maior de fase aberta (contrário da fase fechada). Tal dado também é confirmado com os achados das medidas de VOT das consoantes (Quadro 4), abordadas detalhadamente mais abaixo, e reforçado pelos dados fonético-acústicos da literatura pesquisada, bem como pela fisiologia do vozeamento. Para a produção da plosiva vozeada, a atividade de vibração de prega vocal ocorre antes e durante a soltura da articulação (SWEETING e BAKEN, 1982; BEHLAU, 1986; SHIMIZU, 1996; CAMARGO, 1998; PINHO e CAMARGO, 1998; RYALL et. al. 1999; MADUREIRA et. al., 2004; GREGIO e CAMARGO, 2005).

O índice de velocidade (IV) (Quadro 3), ao contrário das medidas de f0 e CQ, não se mostrou estatisticamente significante para a diferenciação dos grupos de vogais adjacentes às consoantes vozeadas e não-vozeadas (Ilustração 4). Nos estudos com patologias laringeas, tal

medida mostrou-se alterada e indicativa de irregularidades na atividade glótica (CAMARGO, 2002; CUKIER, 2006). Como as amostras avaliadas foram originadas de sujeitos sem alteração do mecanismo laríngeo, tal dado mostrou-se compatível com o esperado, sugerindo reflexões futuras por meio de investigações desta medida para os casos de alteração de fala caracterizada por dificuldades em sonorizar as plosivas vozeadas.

O VOT Acústico-Lx apontou para a diferenciação entre os pares de consoantes vozeadas e não-vozeadas e, no que se refere ao ponto de articulação, diferenciou os pontos de articulação bilabial ([p],[b]), alveolar ([t],[d]) e velar ([k],[g]) (Ilustrações 5 e 6). Este dado encontra-se congruente com a literatura fonético-acústica sobre o VOT, uma vez que os valores variam de acordo com o ponto de articulação e o contraste entre segmentos vozeado e não-vozeado seria marcado pela presença do pré-vozeamento, ou seja, VOT negativo nas plosivas vozeadas (BEHLAU, 1986; LEVY, 1993; SHIMIZU, 1996; CAMARGO, 1998; CAMARGO, 2002; MADUREIRA et. al., 2002; ROCCA, 2003; BONATTO, 2004; GREGIO e CAMARGO, 2005; GREGIO et al, 2005; GURGUEIRA, 2006; BONATTO 2007; PEREIRA, 2007). As médias dos valores encontraram-se na faixa dos valores tidos como referência em estudo do português brasileiro (FICKER, 2003).

Neste âmbito, observa-se na Ilustração 6 que a faixa de distribuição das medidas do segmento [d] ocupa parte da faixa referente ao segmento [b]. Tal dado justifica-se por um dos falantes ter produzido, em uma das repetições, este vocábulo como [t]. E, em uma outra produção desta plosiva, encontrou-se a diminuição da amplitude do vozeamento, porém sem a interrupção do mesmo, tendo valores de VOT diferenciados em relação às outras produções do grupo estudado.

Ainda em relação aos valores de VOT, considerou-se relevante observar que em cinco das produções de segmentos vozeados analisados (duas em [g], duas em [d] e uma em [b]), os falantes interromperam o vozeamento antes da soltura da articulação, voltando a vozear em seguida (Ilustração 7). Nestes casos, foram extraídas medidas de manutenção da barra de sonoridade (MBS), de interrupção da barra de sonoridade (IBS) e de VOT (Quadro 5), conforme estudo fonético-acústico desenvolvido por Ficker (2003). As duas amostras de [g] e [d] referidas acima apresentaram MBS maior em relação ao período curto de IBS e, a amostra de [b] apresentou uma retomada do vozeamento.

Apesar de tal interrupção ou diminuição da atividade vibratória de prega vocal nestas cinco amostras, as mesmas não tiveram comprometimento da identificação auditiva do som, as quais foram identificadas como sons vozeados. Este dado é justificado pela presença de outra pista responsável pela característica do vozeamento, uma vez

que estas cinco produções apresentaram medidas de f_0 com comportamento de segmentos vozeados. Este achado encontra respaldo na literatura, ao indicar que o VOT é um parâmetro relevante para o contraste do vozeamento, porém não isoladamente, mas sim em conjunto com demais informações acústicas do sinal de fala (FICKER, 2003).

O parâmetro acústico VOT, assim como esperado e descrito na literatura (SWEETING e BAKEN, 1982; BEHLAU, 1986; LEVY, 1993; SHIMIZU, 1996; CAMARGO, 1998; PINHO e CAMARGO, 1998; RYALL et. al. 1999; CAMARGO, 2002; MADUREIRA et. al., 2002; FICKER, 2003; ROCCA, 2003; BONATTO, 2004; MADUREIRA et. al., 2004; GREGIO e CAMARGO, 2005; GREGIO et. al., 2005; GURGUEIRA, 2006; BONATTO 2007; PEREIRA, 2007), contribuiu na análise da ação vibratória da laringe, destacando-se a contribuição da análise simultânea da onda Lx à onda acústica (VOT Acústico-Lx), permitindo a mensuração precisa do tempo de vozeamento, bem como um detalhamento da ação vibratória.

Deste modo, pôde-se verificar que as medidas obtidas por meio do sinal EGG e investigadas neste estudo mostraram-se representativas da dimensão fisiológica ao registrar o grau de contato das pregas vocais, apontando para comportamentos diferenciados e característicos de produção de sons vozeados em contraposição aos sons não-vozeados, detalhando o contraste fônico de vozeamento em situação de fala sem alteração. Vale notar a existência de produções de plosivas vozeadas com interrupção da vibração de pregas vocais por sujeitos sem alterações e dificuldades de fala e voz, mas, no entanto, com outras pistas características responsáveis por marcar o vozeamento em tais sons.

Tais achados sugerem a relevância do instrumental EGG na verificação da dinâmica glótica durante a fala de sujeitos com queixa de dificuldade em vozear consoantes obstruentes, visando fomentar reflexões sobre os mecanismos de coordenação de ajustes glóticos e supraglóticos, especificamente no que se refere à singularidade das manifestações clínicas da fala.

Conclusão

A eletroglotografia, em associação com os dados da análise acústica, mostrou potencial para analisar e caracterizar a fala no que se refere ao contraste fônico de vozeamento em situação de fala sem alteração. Considera-se que, outras medidas acústicas, além do VOT, podem complementar a investigação do vozeamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, A.S. GRELLET M.; PEREIRA J.; ROSA, M. O. Normatização de medidas acústicas da voz normal. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*, 68(4): 540-4, 2002.

BAKEN, R.J. Electroglottography. *Journal of Voice*, 6:98-110, 1992.

BEHLAU, M. Análise de tempo de início de sonorização na discriminação dos sons do português. Tese de doutorado. São Paulo: Escola Paulista de Medicina, 1986.

BONATTO, M. T. L. Aquisição de contrastes de vozeamento em língua portuguesa [resumo] *Anais do 14o Intercâmbio de Pesquisas em Linguística Aplicada*, 2004. LAEL – PUC-São Paulo.

_____. Vozes Infantis: a caracterização do contraste do vozeamento das consoantes plosivas do português brasileiro na fala de crianças de 3 a 12 anos. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

CAMARGO, Z.A. Tempo de início de sonorização VOT: como importante parâmetro de análise de incompetência glótica e suas implicações articulatórias [resumo]. *Anais do 8º Intercâmbio de Pesquisas em Linguística Aplicada*. São Paulo: INPLA, 1998.

_____. Análise da qualidade vocal de um grupo de indivíduos disfônicos: uma abordagem interpretativa e integrada de dados de natureza acústica, perceptiva e eletroglotográfica. Tese de doutorado. São Paulo: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2002.

_____; MADUREIRA, S. Avaliação vocal sob a perspectiva fonética: investigação preliminar. *Dist Comunic*, 20(1):77-96; 2008.

COLTON, R.H.; CONTURE, E.G. Problems and pitfalls of electroglottography. *Journal of Voice*, vol. 4, n. 1: 10-24, 1990.

CUKIER, S. Qualidade vocal em indivíduos asmáticos com e sem disfunção paradoxal de pregas vocais: correlatos perceptivo-auditivos, acústicos e fisiológicos. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.

DELLATRE, P.; LIBERMAN, A. M.; COOPER, F.S. Acoustic Loci and transitional cues for consonants. *J. Acoustic Soc Am*, 27: 769-73, 1955.

FABRE, P. Sphygmographie par simple contact d électrodes cutanées, introduisant dans l arterè de faibles courants de haute fréquence détecteurs de ses variations volumétriques. *Comptes Rendus Soc. Biol.*, vol. 133: 639-641, 1940.

FELIPPE, A.C.N.; GRILLO, M.H.M.; GRECHI, T.H. Normatização de medidas acústicas para vozes normais. *Rev. Bras. Otorrinolaringol*; 72(5): 659-64, 2006.

FICKER, L.B. Estudo da produção e percepção das plosivas do português brasileiro por um sujeito com deficiência auditiva. Tese de doutorado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2003.

GREGIO, F.N.; CAMARGO, Z.A. Dados de tempo de início do vozeamento (VOT) na avaliação do sinal vocal de indivíduos com paralisia unilateral de prega vocal. *Dist Comunic*, 17(3):289-97, 2005.

GREGIO, F.N.; CUKIER, S.; CAMARGO, Z.A.; MADUREIRA, S. Dados de (in)coordenação de ajustes glóticos e supraglóticos em um grupo de falantes sem queixas de sonoridade [resumo]. *Rev Soc Bras Fonoaudiol.*, suplemento especial [CD-ROM], 2005.

GURGUEIRA, A.L. Estudo acústico do voice-onset-time e da duração da vogal na distinção da sonoridade dos sons plosivos em crianças com transtorno fonológico. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, 2006.

HENRICH, N. Etude de la source glottique en voix parlée et chantée: modélisation et estimation, mesures acoustiques et électroglottographiques, perception. Thèse de doctorat de l Université Paris 6, PhD thesis, pp. 87-96, 2001.

KENT, R. D.; READ, C. The acoustic analysis of speech. *Singular*. San Diego, CA, 1992.

LEVY, I. P. Uma nova face da nau dos insensatos: a dificuldade de vozear obstruintes em crianças de idade escolar. Tese de doutorado. Campinas: UNICAMP, 1993.

LISKER, L.; ABRAMSON AS. A cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. *Word*, 20:384-422, 1964.

MADUREIRA S, BARZAGHI-FICKER L, MENDES B. Voicing contrasts and the deaf: production and perception issues. In: Windsor F, Kelly ML, Hewlett N. *Investigations in clinical phonetics and linguistics*. Mahwah:

Lawrence Erlbaum, 2002.

MADUREIRA, S.; CAMARGO, Z.A.; FONTES, M.A.S. Introdução ao estudo dos sons da fala. Apostila. Disciplina de Fonética e Fonologia do Curso de Fonoaudiologia. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2004.

ORLIKOFF, R. F. Scrambled EGG: the use and abuses of electroglottography. *Phonoscope*, 1:37-53, 1988.

PEREIRA, L.K. A percepção de plosivas alveolares na produção de um sujeito com deficiência auditiva: um estudo fonético acústico. Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2007.

PINHO, S.M.; CAMARGO, Z.A. Laboratório de voz e fala. In: Foz FB, 1998.

PICCARONE, M. L. C. D.; BURSZTYN, C. S. *A tecnologia informática na fonoaudiologia*. São Paulo: Plexus, 1998.

ROCCA, P. D. A. O Desempenho de falantes bilíngues: evidências advindas da investigação do VOT de oclusivas surdas do inglês e do português. *Revista DELTA*, 19(2): 303-28, 2003.

RYALLS, J.; GUSTAFSON, K.; SANTINI, C. Preliminary investigation of voice onset time production in persons with dysphagia. *Dysphagia*, 14:169-75,1999.

SHIMIZU, K. A cross-language study of voicing contrasts of stop consonants in Asian languages. *Seibido*. Tokyo, 1996.

SWEETIN, G.P.M.; BAKEN, R.J. Voice onset time in a normal-aged population. *J Speech Hear Res*, 25(1): 129-34,1982.

VIEIRA, M.N.; McLNESS, F.R.; JACK, M.A. Comparative assessment of electroglottographic and acoustic measures of jitter in pathological voices. *J Speech Hear Res*, 40:170-82,1997.

ZAGÓLSKI, O.; CARLSON, E. Electroglottographic measurements of glottal function in vocal fold paralysis in women. *Clin. Otolaryngol.* 27: 246-253, 2002.