

PRODUÇÃO DE FRICATIVAS POR SUJEITOS DISÁRTRICOS: ANÁLISE DA TRANSIÇÃO DE F2 COMO PISTA ACÚSTICA PARA LOCAL DE CONSTRIÇÃO

Maria Francisca de Paula SOARES

ABSTRACT: The speech of subjects with Parkinson's disease is characterized by articulatory imprecision due to the motor difficulty. This work analyzed the production of fricatives by disarthric's subjects through acoustic analysis. The locus of F2 is considered a secondary track in the discrimination of place of constriction. Twelve subjects, speakers of Brazilian Portuguese, participated in this study, six formed the target group, composed of individuals with PD and six others, with no neurological disorders, comprised the control group. The analysis consisted in the measurement of F2 locus at the first glottal pulse of the vowel following the fricative. The results showed that the locus of F2 transition in the vowel was a robust parameter to distinguish non-sibilant to sibilants fricatives. The locus of F2 transition is robust cue in the discrimination of place of constriction and can be largely preserved in cases of degeneration articulatory.

KEYWORDS: Speech analysis; fricatives; F2 transition; dysarthria, Parkinson's disease

1.Introdução

A precisão da articulação da fala tem relação direta com a inteligibilidade da fala (TJADEN e TURNER, 1997; FRASS, 2003) sendo que esta é condição fundamental para o estabelecimento da comunicação oral. A imprecisão articulatória pode ser considerada um reflexo do “undershoot” articulatório, ou seja, a falha do articulador em atingir o alvo acústico-articulatório ou diminuição do tempo de contato dos articuladores (LOGEMANN; FISHER, 1981). O *undershoot* é considerado um fato fonético-fonológico natural, para certos elementos fônicos em ambientes específicos, presente nos processos alofônicos, não sendo, necessariamente, ligado à fala patológica (LINDBLON, 1963). Contudo, na fala de sujeitos portadores de disartria o fenômeno de *undershoot* pode encontrar-se generalizado para todos os elementos fônicos, em qualquer posição da palavra e da sentença, constituindo-se, assim, um indicador de alteração na produção da fala.

A avaliação da produção de segmentos consonantais e vocálicos, relacionados aos fenômenos de *undershoot*, pode ser útil para a investigação dos mecanismos de produção da fala patológica. A compreensão das estratégias de adaptação motora da produção da fala em sujeitos portadores de disartria, é fator importante para entendimento dos ajustes fonético-fonológicos realizados com o objetivo de manter as condições comunicativas e, ainda, para o estabelecimento de diretrizes mais objetivas no tratamento fonoaudiológico dos sujeitos disártricos.

A análise acústica é uma ferramenta poderosa para a investigação da realização do alvo acústico-articulatório, constituindo uma robusta forma de avaliação da produção da fala. Os segmentos consonantais e vocálicos podem ser descritos através de parâmetros acústicos, muitos destes parâmetros já foram consolidados pela literatura (KENT e REED, 1992). A produção das obstruintes pode ser avaliada sob dois aspectos: a realização do local de constrição e do vozeamento. Os principais parâmetros acústicos para a descrição das obstruintes fricativas são: (1) espectro do ruído, (2) amplitude, (3) duração e (4) transição formântica. Alguns desses parâmetros são úteis para a análise do local de constrição, tais

como: espectro do ruído, amplitude, duração e transição formântica, enquanto outros, como amplitude e duração, são úteis, também, para a descrição da realização do vozeamento.

A análise do espectro do ruído das fricativas é um parâmetro importante na diferenciação dos locais de contração das fricativas. Para tal, espera-se que a frequência do pico espectral caia à medida que o local de contração se move em sentido posterior. Desta forma, fricativas mais posteriores, tais como as palatais e velares, tendem a ter picos espectrais em frequências mais baixas do que as fricativas mais anteriores labiodentais e alveolares. Hughes e Halle (1956) encontraram valores de frequência para os picos espectrais mais altos para as alveolares /s, z/ do que as palatais /S, Z/, enquanto as labiodentais /f, v/ não apresentaram picos proeminentes.

Além da medida dos picos do espectro, outra forma de análise do espectro do ruído fricativo é considerar o espectro de FFT como uma função probabilística de densidade. A partir dessa função, é possível calcular medidas estatísticas. Essas medidas são chamadas de momentos espectrais e caracterizam a distribuição de energia dentro do espectro, relacionando: concentração de energia, inclinação do espectro e formato dos picos espectrais. São considerados quatro momentos espectrais, a saber: (1) centróide - primeiro momento, (2) variância - segundo momento, (3) assimetria - terceiro momento e (4) curtose - quarto momento (Forrest *et al.*, 1989). Vários trabalhos comprovam a eficácia desses parâmetros em discriminar as sibilantes de não sibilantes (FORREST *et al.*, 1989; TOMIAK 1990 *apud* JONGMAN *et al.*, 2000; NISSEN, 2003) e diferenciá-las pelo local de contração (NITTROUER *et al.*, 1989; NISSEN, 2003). Uma das dificuldades no uso dessa metodologia de análise é a definição do tamanho e localização da janela para extração do FFT (SHADLE e MAIR, 1996). Shadle e Mair (1996) criticam o uso dos momentos espectrais, argumentando que esses parâmetros são altamente afetados pela extensão de frequência usada em sua análise e, por isso, suas medidas podem variar muito entre as produções de diferentes *tokens* de uma mesma fricativa.

A amplitude é um parâmetro bastante utilizado na avaliação da produção das fricativas. De forma geral, a amplitude é um parâmetro que se correlaciona com o vozeamento. As vozeadas, por estarem acopladas à fonte laríngea, apresentam maior energia no espectro, comparadas às desvozeadas. Portanto, é possível distinguir entre fricativas vozeadas e desvozeadas através da análise desse parâmetro. A amplitude pode, ainda, fornecer pistas de distinção entre as fricativas sibilantes e não sibilantes, tendo em vista que as sibilantes apresentam mais energia em sua produção do que as não-sibilantes (JONGMAN *et al.*, 2000), entretanto esse parâmetro não distingue as fricativas entre os diferentes locais de contração.

A duração do tempo de realização do ruído fricativo é uma pista acústica relevante para a discriminação entre os locais de contração e para a realização do vozeamento (KENT e READ, 1992). A duração do ruído fricativo varia conforme o local da contração. De forma geral, a duração aumenta na seguinte ordem: dentais, labiais, alveolares e palatais (YOU, 1979 *apud* KENT e READ, 1992). Com relação ao vozeamento, as consoantes vozeadas tendem a ter menor duração do que as consoantes desvozeadas (KENT e READ, 1992). No entanto, a duração é muito influenciada por vários fatores contextuais. Por exemplo, a fricativa /s/ pode ter duração de 50 ms a 200 ms, a depender do seu posicionamento dentro da sentença e do tipo de sílaba em que está inserida (KLATT, 1975). Fato que enfraquece o uso desse parâmetro na análise da produção de fricativas, a não ser que o ambiente fonético-fonológico seja bastante controlado.

Por fim, tem-se o valor de F2 na transição formântica. O valor do *locus* de F2 na transição da consoante com o início da vogal seguinte representa a ressonância acústica da cavidade atrás da contração e, portanto, indica o posicionamento do corpo da língua, no

momento da soltura da consoante, o que revela pistas sobre o local de constrição da consoante alvo (NITTROUER, MUNHALL *et al.*, 1988; KENT e READ, 1992). Este parâmetro é considerado, depois do ruído fricativo, o parâmetro que mais carrega pistas sobre o local de constrição, sendo mais importante para as não-sibilantes do que para as sibilantes, visto que não-sibilantes apresentam o ruído espectral mais fraco carregando desta forma menos pistas acústicas.

Wagner e Ernetus (2002) apontam para o fato de que a relevância do uso da transição de F2 como pista acústica na percepção das fricativas é dependente da língua. Sendo assim, deve-se considerar que a maioria dos trabalhos disponíveis na literatura referentes a análise da transição de F2 (MORRONGIELLO *et al.*, 1984; Nittrouer, Munhall *et al.*, 1988; Kent e Read, 1992; NITTROUER e MILLER, 2000) é realizado para o inglês, portanto, é possível haver para o português brasileiro (doravante PB) outro peso das pistas acústicas na discriminação das fricativas.

Este trabalho propõe analisar acusticamente a produção de fricativas de falantes do PB, a partir da investigação de pistas acústicas relativas ao local de constrição, especificamente o valor do locus de F2 na transição. Para tal, analisamos a produção da fala de sujeitos portadores de disartria e de sujeitos idosos sem transtorno neurológico.

A opção por analisar a produção de sujeitos portadores de disartria baseia-se no conhecimento prévio da literatura sobre as alterações articulatórias apresentadas por esse grupo (DUFFY, 1995) e a necessidade de compreender as estratégias linguísticas subjacentes ao processo de adaptação motora, em decorrência da limitação imposta pelo transtorno neurológico. A Doença de Parkinson (doravante DP) tem como consequência da alteração motora global, um impacto importante na produção da fala, podendo afetar todos os subsistemas da fala: respiratório, fonatório, ressonantal e articulatório. Atualmente, estima-se que de 70 a 80% dos sujeitos portadores de DP apresentem distúrbios da comunicação (RAMIG *et al.*, 1996). A disartria apresentada por esse grupo é classificada como disartria hipocinética e pode gerar impacto na produção da fala em suas características vocais, articulatórias e prosódicas.

Longeman e Fischer (1981) analisaram fonético-fonologicamente alterações articulatórias, elencadas a partir da avaliação de ouvintes, da fala de duzentos sujeitos portadores de DP. Do grupo avaliado, 89% dos sujeitos parkinsonianos apresentaram algum sinal de disartria hipocinética e 45% apresentaram, especificamente, alterações articulatórias. As distorções apresentadas pelas fricativas foram classificadas como: 56,7% de imprecisões na produção de /s/ e /z/; 38,7% em /S/ e /Z/

e 18,9% em /f/ e /v/. As fricativas velares não foram identificadas como imprecisas em nenhum caso. A descrição das fricativas apontou redução de nitidez, como se a constrição estivesse frouxa. Fonologicamente as alterações das alveolares e palatais foram tratadas, pela fonologia de traços, como [+ estridente] para [- estridente], enquanto as alterações das labiodentais foram formalizadas como: [+labiodental] para [+bilabial] e ainda, [+ fricativa] para [- fricativa]. As autoras reforçam que a natureza das imprecisões articulatórias nas fricativas é bastante consistente entre os sujeitos. Contudo, poucas são as investigações, na literatura, que abordam as características acústicas da articulação de fricativas na fala de sujeitos portadores de DP (WEISMER, 1984).

A partir do estudo comentado nos parágrafos acima pode-se hipotetizar que sujeitos portadores de disartria hipocinética em decorrência da DP, fariam recorrentemente *undershoot* articulatório o que dificultaria a distinção dos locais de constrição das obstruintes fricativas. A partir dessa premissa conduziu-se este estudo com intuito de investigar acusticamente pistas de produção do local de constrição de obstruintes fricativas em sujeitos disártricos portadores de DP.

Levando em consideração os possíveis parâmetros para a descrição da produção das fricativas, já discutidos em parágrafos anteriores, optou-se por utilizar o locus de F2 para investigar a produção dos locais de constrição de fricativas. Essa decisão baseou-se na dificuldade metodológica no uso dos momentos espectrais apresentada por Shadle e Mair (1996) e na hipótese de que em casos de menor controle motor a pista acústica mais relevante para a discriminação do local de constrição das fricativas seria a transição de F2 (MORRONGIELLO *et al.*, 1984; NITTROUER E MILLER, 1997). Este estudo é pioneiro em propor a utilização do parâmetro de F2 na investigação da produção da fala disártrica e em falantes de PB, tendo em vista que na literatura não há referência de nenhum estudo que aplique esse parâmetro em nenhum desses dois contextos.

2. Material e Método

Esta pesquisa foi registrada no CONEP e aprovada pelo Comitê de Ética da UNICAMP, projeto 255/2007.

Sujeitos

Dois grupos fazem parte deste estudo: um grupo, formado por sujeitos portadores de Doença de Parkinson, considerado o grupo alvo (referenciado como A), e outro, composto por sujeitos sem transtorno neurológico, chamado de grupo controle (referenciado como C). Participam do grupo alvo seis sujeitos, sendo três homens e três mulheres, todos com idade acima de cinquenta anos (média 65.33). Da mesma forma, o grupo controle é composto por seis participantes, sendo três homens e três mulheres, com idade acima de cinquenta anos (média 66.83). Todos os participantes falam português brasileiro como primeira língua e referem domínio de leitura e escrita. Todos os sujeitos portadores de DP estavam sob efeito da medicação no momento da gravação. O quadro 1 mostra a descrição dos sujeitos participantes deste estudo. A formação dos grupos obedeceu aos seguintes critérios:

Grupo alvo: (1) ser portador de DP; (2) não haver referido distúrbios da comunicação, anteriores à DP; (3) ser classificado na Escala de Hoehn & Yarh (1967) entre estágio 2 e 3 da DP, de acordo com avaliação neurológica; (4) apresentar disartria moderada ou severa, de acordo com teste de percepção realizado por fonoaudiólogas e (4) apresentar estado cognitivo apto a desempenhar a tarefa experimental.

Grupo controle: (1) não ser portador de transtorno neurológico; (2) não haver referido dificuldades de comunicação ou distúrbios de comunicação; (3) não haver referido problemas cognitivos e (4) ter idade semelhante aos sujeitos do grupo alvo.

sujeitos	grupo	sexo	idade	estágio da doença	tempo da doença
A3	Parkinson	masculino	68 anos	2	8 anos
A4	Parkinson	feminino	57 anos	2	7 anos
A5	Parkinson	masculino	62 anos	2.5	8 anos
A6	Parkinson	feminino	69 anos	2.5	19 anos
A7	Parkinson	masculino	74 anos	2.5	13 anos
A10	Parkinson	feminino	62 anos	2.5	2 anos
C1	Controle	masculino	66 anos	-	-
C2	Controle	feminino	64 anos	-	-
C3	Controle	masculino	62 anos	-	-
C4	Controle	feminino	72 anos	-	-
C5	Controle	masculino	69 anos	-	
C6	Controle	feminino	68 anos	-	

Quadro 1 - Descrição dos sujeitos dos grupos alvo e controle

Todos os sujeitos participaram voluntariamente desta pesquisa. Os sujeitos do grupo alvo foram recrutados na sede da Associação Paranaense dos Portadores de Parkinsonismo (doravante APPP). Os sujeitos controle foram recrutados dentro do círculo social da pesquisadora.

A classificação da disartria foi feita a partir de uma escala de severidade. Para tal, aplicou-se um teste de percepção, a um grupo de fonoaudiólogos, utilizando uma escala de estimativa direta de magnitude (DMD-M). A partir dos resultados numéricos do teste de percepção, classificou-se o grau de severidade da disartria.

Com base na classificação da severidade da disartria selecionou-se os sujeitos para constituir os dois grupos experimentais. Os sujeitos A4 e A5 foram classificados como tendo disartria moderada, enquanto os sujeitos A3, A7, A6 e A10 foram classificados como portadores de disartria severa. Ainda, os sujeitos do grupo controle foram classificados como não disártricos.

Corpus

O corpus constou do conjunto de seis obstruintes fricativas do PB, a saber: labiodentais /f, v/; alveolares /s, z/ e palatais /ʃ, ʒ/. Para tal, foram selecionadas duas palavras contendo o elemento fônico alvo em posição intervocálica, na posição tônica e entre a vogal /a/, o quadro 2 apresenta as palavras selecionadas. Foram elaboradas quatorze sentenças contemplando todos os segmentos alvo (em anexo 1). A partir da lista um, foram geradas outras sete listas, aleatorizando a posição das sentenças, totalizando, assim, oito listas contendo as quatorze sentenças.

Palavra 1	Palavra 2
afaga	safári
cavalo	javali
passada	assado
casaco	casados
xaxado	cachaça
rajada	rajados

Quadro 2 - Lista de palavras alvo

A tarefa experimental proposta foi a repetição de sentenças. A tarefa consistiu na repetição de oito listas escolhidas aleatoriamente, totalizando cento e doze sentenças gravadas por sujeito. Do conjunto de oito repetições utilizou-se cinco repetições de cada sentença para análise. Descartou-se as gravações que apresentaram falhas técnicas, como interferências ou falhas no sinal, e que, por algum outro motivo, não apresentaram bom sinal acústico. Afora este critério para exclusão, as sentenças para análise foram escolhidas a esmo. Assim, foi analisado um total de setenta sentenças por sujeito. A gravação da tarefa experimental teve duração média de 15 minutos. Os participantes foram orientados a repetir as sentenças, utilizando volume e velocidade habituais da sua fala.

As gravações foram feitas diretamente no *hard drive* de um *laptop MacBook*, com uso de placa de pré-amplificação, *M-audio mobile pré USB* e microfone de cabeça AKG C 420. O microfone foi posicionado a 10 cm dos lábios em posição diagonal. O *software Audacity* (versão 1.2.6) foi utilizado como interface de gravação e o *software Praat* (versão 5.0) (Boersma & Weenink, 2007) para análise acústica do sinal. As gravações foram feitas usando taxa de amostragem de 44.1 kHz, com quantização a 16 bits.

Análise acústica

A segmentação da fricativa alvo foi realizada através da inspeção da forma da onda e do espectrograma, a partir da seguinte padronização:

onset - após o último pulso glótico da vogal precedente

offset - primeiro pulso glótico da vogal seguinte

O locus de F2 na transição formântica foi calculado manualmente, pois nem sempre a trajetória formântica era totalmente estável, não sendo, portanto, confiável para cálculo automático. Para tal, foi extraído a medida de F2 no primeiro pulso glótico da vogal seguinte à fricativa.

A análise estatística dos resultados foi feita no programa *Statistica*, versão 6.0. Para tal, utilizou-se como teste estatístico a ANOVA de medidas repetidas, modelo GLM. Estabeleceu-se três variáveis independentes, a saber: local de constrição, palavra e vozeamento. As condições de cruzamento foram as seguintes: três locais de constrição: (1) labiodental; alveolar e palatal; (2) duas palavras para cada local de constrição: palavra 1 e palavra 2 e (3) duas possibilidades de vozeamento: vozeado e desvozeado. Utilizou-se a média de cinco produções de cada palavra, para cada falante. O parâmetro foi avaliado separadamente para cada grupo experimental (A e C) e depois, comparativamente. O parâmetro do locus de F2 na transição também foi avaliado de acordo com os dois sexos (M e F).

3. Resultados e discussão

A transição de F2 é considerada uma pista acústica secundária importante na discriminação dos locais de constrictão. Espera-se maior valor do locus de F2 quanto mais posterior for a fricativa (KENT e READ, 1992). Portanto, as fricativas palatais devem apresentar valor maior do locus de F2 do que as alveolares e as alveolares valor maior do que as linguodentais. Vale pontuar que a vogal seguinte a consoante fricativa exerce papel importante nos valores da transição, sendo essa medida dependente da qualidade da vogal. Para neutralizar esse fenômeno neste trabalho, restringiu-se o contexto fonético a vogal /a/, precedente e seguinte a fricativa alvo. Desta forma, foi possível julgar os valores do locus de F2 transição como dependentes unicamente do local de constrictão da fricativa.

Os valores do locus de F2 não foram significativos para diferenciar os grupos de sujeitos disártricos portadores de DP do grupo sem transtorno neurológico – (F (2,20)=2.4149, p=.1512) – vide quadro 3. Isso significa que apesar da presença do transtorno neurológico, e seu consequente impacto no desempenho motor, a pista acústica do locus de F2 é suficientemente robusta para não diferenciar os dois grupos. Há que se levar em consideração que todos os sujeitos componentes do grupo alvo apresentam um índice de disartria variando de moderado a severo, o que certamente deve-se a instabilidade motora e diminuição da amplitude dos movimentos articulatorios e acarreta um comprometimento na inteligibilidade desses sujeitos. Contudo, apesar de todos os indícios de alteração no desempenho motor, a pista acústica do valor do locus de F2 apresenta-se consistente. Fato que pode indicar que em condições de menor controle motor, a pista acústica relativa a posição da língua seja mais relevante do que a pista acústica relacionada a energia do espectro, visto que nesses casos o controle aerodinâmico, fonatório e articulatorio podem estar comprometendo a energia acústica do espectro, diminuindo sua relevância.

	GRUPO	
	F	p
Intercept	934.349	0.000
grupo	2.415	0.151
LOCAL*grupo	1.888	0.177
PALAVRA*grupo	4.585	0.058
VOZ*grupo	3.349	0.097
LOCAL*PALAVRA*grupo	0.663	0.526
LOCAL*VOZ*grupo	0.966	0.398
PALAVRA*VOZ*grupo	0.179	0.681
LOCAL*PALAVRA*VOZ*grupo	0.824	0.453

Quadro 3 - Apresenta os resultados estatísticos da ANOVA GLM para análise de F2 entre os grupos

Os resultados da análise da transição de F2 mostram significância marginal entre os sexos (feminino e masculino) comparando-se os dois grupos experimentais (F (2,20)=3.0114, p=.071). A literatura aponta para a diferenciação dos valores da transição formântica, relacionados ao sexo, quando analisados adultos, jovens e crianças (Nittrouer, 1989; Jongman *et al.*, 2000; Nissen, 2003). Sendo assim, poder-se-ia esperar valores de transição diferentes entre os sexos. Entretanto, com relação a sujeitos idosos, não se encontra informação

pertinente. É sabido que devido ao envelhecimento vocal, mulheres idosas apresentam diminuição de F0, enquanto homens aumentam os valores de F0 (HERTRISH e ACKERMANN, 1995). Sendo assim, a frequência fundamental de homens e mulheres idosos se aproximam, o que explicaria a não diferenciação dos valores da transição formântica entre os sexos. Soares, 2009 mostra a diferença da produção da frequência fundamental entre grupos de adultos jovens, idosos e sujeitos portadores de DP. A medida em que aumenta a idade do grupo há uma aproximação dos valores da frequência fundamental entre os sexos e, ainda, o grupo de sujeitos portadores de DP apresenta maior confluência dos valores de F0 entre os sexos.

A análise da diferenciação dos três locais de constrição das fricativas – palatal, alveolar e linguodental – verificou que o grupo de sujeitos portadores de disartria estabelece diferença significativa para as variáveis: local de constrição e palavra. O teste *post-hoc* Scheffé confirma a diferenciação significativa entre os locais: labiodental vs. palatal e alveolar vs. palatal e, ainda, marginal para labiodental vs. alveolar, para alguns cruzamentos de palavras (gráfico 1). Reflexões com relação à direção da degeneração articulatória, podem ser bastante úteis no estabelecimento de diretrizes no trabalho fonoaudiológico.

	ALVO		CONTROLE	
	F	p	F	p
Intercept	701.131	0.000	332.919	0.000
LOCAL	16.745	0.001	72.017	0.000
PALAVRA	48.438	0.001	0.682	0.447
VOZEAMENTO	0.088	0.778	5.161	0.072
LOCAL*PALAVRA	0.544	0.597	3.146	0.087
LOCAL*VOZ	0.230	0.799	1.429	0.284
PALAVRA*VOZ	0.074	0.797	0.106	0.758
LOCAL*PALAVRA*VOZ	0.063	0.939	1.538	0.262

Quadro 4 - Apresenta os resultados estatísticos da ANOVA GLM para análise de F2 grupos alvo e controle

O grupo controle apresenta diferença estatisticamente significativa para local de constrição e significância marginal para vozeamento e local* palavra. O teste *post-hoc* Scheffé demonstra diferenciação significativa para labiodental vs. palatal e labiodental vs. alveolar para alguns cruzamentos de palavras. Ainda, apresentam significância marginal palatal vs. alveolar para outros cruzamentos de palavras (gráfico 1). Verifica-se, portanto, que não é possível distinguir os locais de constrição na totalidade das ocorrências, pelo menos na análise deste parâmetro isolado, mesmo no grupo controle. Apesar da não diferenciação de todos os locais de constrição analisados via locus de F2 na transição, não há nenhum indício de indiferenciação articulatória ou qualquer referência a alteração na produção da fala do grupo controle, tendo como base o julgamento perceptivo da presença de disartria. Fato esse pode sugerir que a distinção dos locais de constrição seja realizada pela sobreposição de pistas acústicas, não se restringindo apenas a uma delas, no caso locus de F2. Um outro ponto a ser levado em consideração é a possível degeneração articulatória decorrente do envelhecimento fisiológico. Vale ressaltar que o grupo controle apesar de não apresentar nenhuma característica perceptiva de disartria, pode apresentar pequenas modificações acústico-articulatórias em virtude de adaptação fisiológica ao processo de envelhecimento. Para

investigação da hipótese de que na população geriátrica seria necessária mais de uma pista acústica para a distinção dos locais de constrição das fricativas, seria necessário fazer o mesmo procedimento de análise em um grupo de sujeitos adultos não portadores de transtorno neurológico ou disartria.

Ainda constatamos, no gráfico 1, que ambos os grupos – alvo e controle – apresentam o aumento dos valores do locus de F2 correspondente à posteriorização do local de constrição na cavidade oral, corroborando premissas da literatura de que quanto mais posterior a posição da língua no momento da soltura da constrição maior o valor de F2 (KENT e READ, 1992). Esse dado revela a movimentação da língua em sentido posterior, conforme a posteriorização do local de constrição.

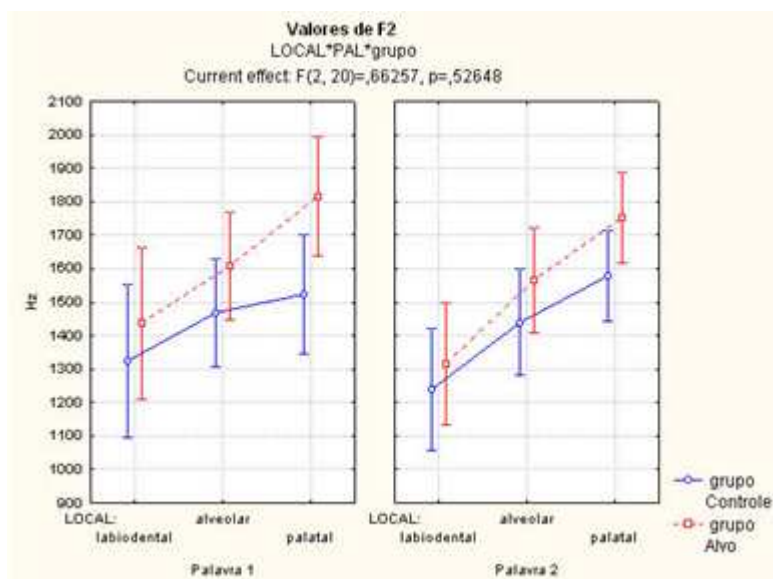


Gráfico 1 - Valores de F2, em Hz, para as variáveis: local*palavra*grupo

Por fim, vale comentar que a variável palavra apresentou significância estatística para todos os locais de constrição, em ambos os grupos, demonstrando que o contexto linguístico é altamente suscetível variações. Esse fato é esperado na literatura (Klatt, 1975) mas torna-se de especial importância quando analisamos a fala de sujeitos portadores de disartria hipocinética na qual poderia-se esperar, em decorrência da restrição motora, uma repetição dos parâmetros acústicos-articulatórios. Não há confirmação dessa hipótese, ao contrário, apesar da restrição motora os sujeitos disártricos buscam adaptações motoras no sentido de atingir o alvo acústico-articulatório e manter as condições de inteligibilidade da fala.

O uso do locus de F2 na transição formântica provou ser um parâmetro de aplicação metodológica simples e de fácil análise, apesar da necessidade de análise manual dos dados devido às inconstâncias características da fala patológica, o que resultou na não confiabilidade da análise automática. Futuramente, é desejável a elaboração de uma rotina de trabalho automática que possa tornar confiável a extração automática dos dados para, assim, suportar análise de maior corpus e de maior quantidade de sujeitos.

4. Conclusão

Este trabalho investigou a produção de fricativas em um grupo de sujeitos disártricos portadores de DP e outro sem transtorno neurológico. Os achados referentes à distinção do

local de constrictão denotam que o locus de F2 na transição provou ser um parâmetro bastante robusto para distinção dos locais de constrictão. Foi possível comprovar a distinção das sibilantes de não sibilantes nos dois grupos. A priori, a não comprovação significativa das distinções entre os locais de constrictão pelo parâmetro acústico analisado não significa que os sujeitos não o façam, já que o uso de sobreposição de pistas acústicas é reconhecido na produção da fala.

O uso do parâmetro do locus de F2 parece ser promissor na análise da fala patológica, principalmente em casos de redução do controle motor, nos quais a energia do espectro pode estar reduzida.

É necessário, ainda, a produção de outros trabalhos científicos que envolvam falantes do Português Brasileiro em diversas fases da vida – infância, adulto e na geriatria – para que se possa compreender o funcionamento da língua e o uso das pistas acústico-articulatórias na produção da fala.

Agradecimentos

Agradeço a Prof^a Eleonora Cavalcante Albano pelo apoio e orientação no decorrer deste trabalho e a CAPES pela bolsa que subsidiou esta pesquisa

Anexo

Lista de sentenças

	Sentenças - Lista 1
1	A forte rajada de vento virou a fragata
2	A garota danada roubou a peteca do moleque
3	A tarifa de exportação da cachaça é alta
4	Adoro comer javali assado com farofa
5	Coloquei na bagagem um sapato e uma gravata
6	Gosto de dançar xaxado com minha saia de babados
7	Este safári está fadado ao fracasso
8	Hoje acaba a procura pelo cadáver
9	O cavalo galopa veloz pela colina
10	Os rapazes casados trabalham no famoso boteco
11	O tratado provocou a subida das ações
12	Semana passada comi quitutes de batata
13	Sempre esqueço a chupeta no bolso do casaco
14	Tio Zacarias sempre afaga meu gato rajado

Referências

- BOERSMA, P e WEENINK, D. (2007):*Praat: doing phonetics by computer (Version 5.0)* [Computer program]. Retrieved DEC 9, 2007, from <http://www.praat.org/>
- Duffy, J. R. Hypokinetic Dysarthria. In: Duffy, J. R (Ed.). *Motor Speech disorders substrates, differential diagnosis and management*. Rochester: Mosby, 1995 p.166-188.
- Fraas, M. R. *Towards intelligibility testing in dysarthria: A study of motor speech deficits in native Spanish speakers with Parkinson's disease*. Thesis presented to obtain degree of doctorate of Philosophy. Departament of Communication Sciences and Disorders. University

- of Cincinnati. Cincinnati. 2003.
- Forrest, K.; Weismer, G. *et al.* Kinematic, acoustic, and perceptual analyses of connected speech produced by parkinsonian and normal geriatric adults. *J Acoust Soc Am*, v.85, n.6, Jun, 1989. p.2608-22.
- Hedrick, M. Effect of acoustic cues on labeling fricatives and affricates. *J Speech Lang Hear Res*, v.40, n.4, Aug, 1997. p.925-38.
- Hughes, G. W. e Halle, M. Spectral properties of fricative consonants. *J Acoust Soc Am*, v.28, 1956. p.303-310.
- Jongman, A.; Wayland, R. *et al.* Acoustic characteristics of English fricatives. *J Acoust Soc Am*, v.108, n.3 Pt 1, Sep, 2000. p.1252-63.
- Kent, R. D. e. Read, C. *The acoustic analysis of speech*. San Diego, Calif.: Singular Pub. Group. 1992.
- Klatt, D. H. Voice onset time, friction, and aspiration in word-initial consonant clusters. *J Speech Hear Res*, v.18, n.4, Dec, 1975. p.686-706.
- Lindblom, B. E. F. Spectrographic of vowel reduction. *J Acoust Soc Am*, v.35, 1963. p.1773-1781.
- Logemann, J. A. e Fisher, H. B. Vocal tract control in Parkinson's disease: phonetic feature analysis of misarticulations. *J Speech Hear Disord*, v.46, n.4, Nov, 1981. p.348-52.
- Morrongiello, B. A.; Robson, R. C. *et al.* Trading relations in the perception of speech by 5-year-old children. *J Exp Child Psychol*, v.37, n.2, Apr, 1984. p.231-50.
- Nissen, S. *An acoustic analysis of voiceless obstruents produced by adults and typically developing children*. Thesis presented to obtain degree of doctorate of Philosophy. Speech and Hearing Science, School of the Ohio State University, Ohio, 2003.
- Nittrouer, S.; Munhall, K. *et al.* Patterns of interarticulator phasing and their relation to linguistic structure. *J Acoust Soc Am*, v.84, n.5, Nov, 1988. p.1653-61.
- Nittrouer, S., MILLER, M. E. *et al.* The effect of segmental order on fricative labeling by children and adults. *Percept Psychophys*, v.62, n.2, Feb, 2000. p.266-84.
- RamiG, L. O.; Countryman, S. *et al.* Intensive speech treatment for patients with Parkinson's disease: short-and long-term comparison of two techniques. *Neurology*, v.47, n.6, Dec, 1996. p.1496-504.
- Shadle, C. H., Mair, S. J. Quantifying spectral characteristics of fricatives. *Proc. Int. Conf. Spoken Lang, Proc.1996*. //www.asel.udel.edu/icslp/cdrom/vol3/951/a951.pdf
- SOARES, M.F. de P. *Estratégias de produção de vogais e fricativas : Análise acústica da fala de sujeitos portadores de Doença de Parkinson*. Tese apresentada como pré requisito para obtenção do título de Doutor, no Instituto de Estudos da Linguagem, UNICAMP, 2009. p. 163.
- Tjaden, K. e Turner, G. S. Spectral properties of fricatives in amyotrophic lateral sclerosis. *J Speech Lang Hear Res*, v.40, n.6, Dec, 1997. p.1358-72.
- Wagner, A. e Ernestus, M. Language-specific relevance of formant transitions for fricative. *J Acoust Soc Am*, v.115, 2004. p.2392.
- Weismer, G. Articulatory characteristics of parkinsonian dysarthria: Segmental and phrase-level timing, spirantization, and glottal-supraglottal coordination In: Mcneil, M. R.; Rosenbek, J. C *et al* (Ed.). *The dysarthrias: physiology, acoustics, perception, management*. San Diego: College-Hill Press. 1984. p.101-130.