



ESTUDO ACÚSTICO DO DITONGO FORMADO PELA INSERÇÃO DO GLIDE [I]
DIANTE DE [σ] A PARTIR DO EMPREGO DE FFT E LPC
(ACOUSTIC STUDY OF THE DIPHTHONG FORMED BY THE INSERTION OF
THE GLIDE {I} BEFORE {S}, FROM DE USE OF *FFT* AND *LPC*)

Vera PACHECO (Universidade Estadual de Campinas)

Eleonora Cavalcante ALBANO (Universidade Estadual de Campinas)

ABSTRACT: This is an acoustic study of the diphthong formed by the insertion of the glide [I] before non-palatalized [s]. Fast Fourier Transform (FFT) and Linear Predictive Coding (LPC) are compared as to their ability to distinguish the formant frequencies of the epenthetic glide of 'mas' from those of the established diphthong of 'mais'.

KEYWORDS: epenthesis; glide; diphthongization; Brazilian Portuguese

0. Introdução

A inserção do glide palatal antes de [s]/[Σ] de coda em alguns dialetos do Português do Brasil é muito recorrente. Poucos são os estudos sobre esse fenômeno e praticamente todos eles focalizando somente os dialetos da fricativa palatalizada. Dentre os trabalhos realizados encontram-se os de BISOL (1989; 1994), em que explica o fenômeno sob o prisma da teoria fonológica não-linear e o de CALLOU (1998), numa perspectiva sociolingüística. PACHECO (1999) constatou auditivamente a efetiva epêntese no dialeto paulista, onde a fricativa não é palatalizada e atesta estatisticamente a associação e correlação desse fenômeno com o acento frasal. ALBANO (1999), num trabalho de caráter fonético-acústico, estuda a inserção também no dialeto paulista, tendo por arcabouço teórico a Fonologia de Gestos.

O objetivo deste trabalho é estudar acusticamente o ditongo emergente através da comparação entre seus padrões formânticos com aqueles do ditongo estabelecido na língua, empregando-se análises estatísticas das médias dos formantes obtidas por meio das técnicas de FFT e LPC.

1. Material e Métodos

1.1 - *Material*: para a realização desse trabalho foram utilizadas gravações em fita DAT do telejornal da TV Cultura de São Paulo, realizadas em estúdio. Para efeito de análise foram consideradas as falas dos repórteres cuja fricativa não era palatalizada e que efetivamente realizavam a ditongação. Levando-se em conta as características acústicas particulares a cada falante, tomou-se o cuidado de avaliar as ocorrências realizadas pelo mesmo falante, sendo obtidas cinco ocorrências de cada palavra.



1.2 - *Digitalização*: objetivando comparar o ditongo emergente com o ditongo já estabelecido na língua, foram digitalizadas a uma taxa de 16 kHz, somente os enunciados desses repórteres que continham a palavra *mas* monotongada/ditongada e da palavra *mais*.

1.3 - *Extração do espectograma*: foram extraídos espectogramas de banda larga dessas palavras num intervalo de tempo de aproximadamente 300ms.

1.4 - *Ponto de medida*: dada a natureza transicional do ditongo, não foi possível medir os formantes a partir do estado estacionário. Assim, adotou-se o procedimento descrito por ALBANO (1999), que considera, para efeito de mensuração, três períodos a esquerda do ruído da fricativa. Esse ponto marca a transição desse elemento de características vocálicas para a consoante.

1.5 - *Mensuração de F_1 , F_2 e F_3* : as medidas foram obtidas através do uso de LPC, ajustados a 16 filtros, sobreposto ao espectro FFT.

1.5.1 *As medidas pelo FFT*: o FFT é um algoritmo usado para se calcular o espectro de Fourier, que mostra os harmônicos da fundamental, permitindo identificar propriedades especiais do som da fala (Kent & Read, 1992). As medidas são obtidas manualmente, a partir da identificação visual de picos num espectro de banda estreita derivado através de uma versão digital rápida da Análise de Fourier.

1.5.2 *As medidas pelo LPC*: O LPC é um conjunto de métodos usado na obtenção de espectro. Difere do FFT, essencialmente, por não representar os harmônicos da fundamental, mas sim as frequências dos formantes e amplitude (Kent & Read, 1992). No LPC, as medidas são obtidas automaticamente, através de uma equação que estima apenas os pólos da função de transferência do trato vocal.

1.6 - *Análise estatística*: o teste estatístico adotado na análise dos dados foi o teste *t* de "Student", com o intuito de se certificar se as médias dos três primeiros formantes de *ma(I)s/mais*, *mas/ma(I)s* diferem significativamente entre si. A diferença entre as médias foi considerada significativa para $p < 0,05$.

2. Resultados e discussão

2.1- Análises espectrográficas

Os espectogramas das palavras *mais* e *mas* ditongada, ambas realizadas pelo mesmo jornalista, encontram-se nas Figuras 1 e 2, respectivamente.



palavra *mas* auditivamente ditongada.

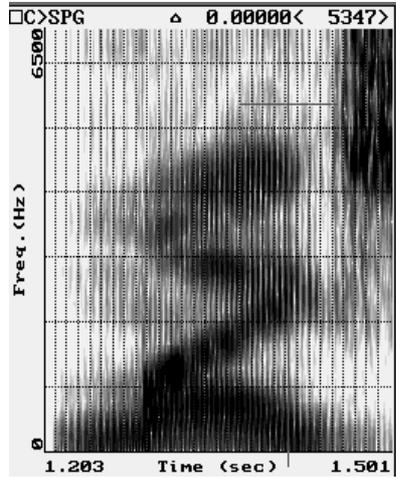


Figura 1- Espectrograma da palavra *mais* .

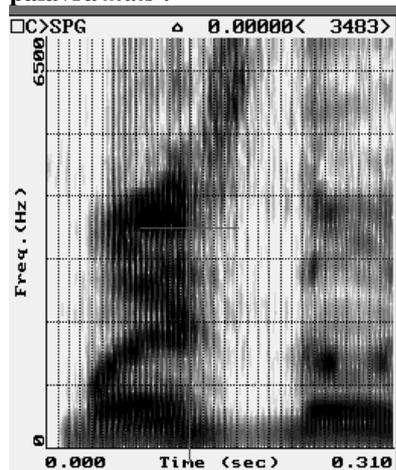


Figura 2- Espectrograma da

A análise acústica dessas duas palavras evidencia características ligeiramente diferentes entre elas, não sendo, portanto, homônimos perfeitos, como sugere uma análise puramente outiva. Apesar do espectrograma da palavra *mas* ditongada apresentar uma “rampa” que caracteriza espectrograficamente um ditongo, essa “rampa” apresenta aspecto mais arredondado, não equivalendo a do espectrograma da palavra *mais*, que é mais íngreme.

Frente à essa constatação espectrográfica da semelhança e diferença entre os ditongos, pode-se supor que efetivamente ocorre uma inserção do glide palatal. O ditongo formado pode não ser, porém, similar ao ditongo já estabelecido na língua.

2.2- Análises estatísticas



As médias dos formantes das palavras *mais* e *mas*, auditivamente ditongada, obtidas via FFT e LPC são apresentadas na tabela 1.

	FORMANTE	FFT (Hz)	LPC (Hz)	p
MAIS	F1	294	291,6	0,83 ^{ns [1]}
	F2	1791,4	2085,6	0,12 ^{ns}
	F3	2492,2	2794,4	0,28 ^{ns}
MA(I)S	F1	291,3	281,6	0,31 ^{ns}
	F2	1822,3	1895	0,23 ^{ns}
	F3	2740,3	2697	0,21 ^{ns}

Tabela 1- As palavras *mais* e *ma(I)s*, seus formantes e respectivas médias obtidas pelas técnicas FFT e LPC e os valores de p , de acordo com o teste t . ^[1] não significativo ($p > 0,05$).

Conforme é apresentado na tabela 1 os valores de probabilidade (p) indicam que as diferenças das médias entre os métodos são não significativas, de acordo com o teste t . Esses resultados permitem concluir, que para se comparar os dois ditongos, as medidas de qualquer um dos formantes podem ser obtidas indistintamente por qualquer um dos métodos.

No entanto, detectou-se diferença significativa entre as médias do terceiro formante dessas palavras, obtidas por ambos os métodos, conforme apresentado na tabela 2.

Formante	FFT			LPC		
	Mais	Ma(I)s	p	Mais	Ma(I)s	p
F1	294	291,3	0,724 ^{ns [1]}	291,6	281,6	0,601 ^{ns}
F2	1791,4	1822,3	0,504 ^{ns}	2085,6	1895	0,457 ^{ns}
F3	2492,2	2740,3	0,001 ^{s [2]}	2794,4	2697	0,778 ^{ns}

Tabela 2- Médias de F1, F2 e F3 de *mais* e *ma(I)s* obtidas pelas técnicas FFT e LPC e os valores de p , de acordo com o teste t . ^[1] não significativo ($p > 0,05$); ^[2] significativo ($p < 0,05$).

As diferenças entre as médias em F1 e F2, mensurados pelas técnicas FFT e LPC, se devem ao acaso ($p > 0,05$), portanto são estatisticamente iguais. Contudo, para o terceiro formante detectou-se diferença significativa ($p = 0,001$) em FFT e não significativa ($p = 0,778$) em LPC.

A diferença estatística detectada entre as médias de F3 das palavras *ma(I)s/mais* pela técnica FFT, possivelmente deve-se ao fato de que nesta metodologia as medidas são obtidas manualmente, a partir da identificação visual de picos num espectro, e por isso, são mais homogêneas, ao considerar somente as frequências mais características do som em estudo, resultando medidas mais homogêneas.

Na LPC, ao contrário, as medidas são obtidas automaticamente e segundo Kent & Read (1992) podem muitas vezes serem menos confiáveis por levar em conta os anti-formantes introduzidos pelo trato vocal na produção de um som, considerando, assim,



freqüências que na verdade deveriam ser descartadas, apresentando, com isso, medidas menos homogêneas. Desse modo, as medidas de F3 via LPC tendem a apresentar maior variância (s^2), o que é capitalizado no cálculo do teste t , resultando em não significância entre as médias dessas palavras.

Os resultados de FFT, então, indicam a ocorrência de um ditongo emergente com um padrão acústico um pouco diferente do ditongo “verdadeiro”, corroborando os dados encontrados por ALBANO (1999).

Essa pequena diferença acústica encontrada entre os ditongos sugere que a ditongação é um fenômeno gradiente, ainda está em processo de expansão na língua e, por isso, é de grande interesse para os estudos da Fonética atual, no âmbito da discussão da fronteira Fonética-Fonologia.

3. Conclusões:

Frente aos resultados obtidos, conclui-se que apesar de o ditongo emergente ser auditivamente igual ao ditongo estabelecido na língua, em níveis acústicos esses ditongos apresentam uma pequena diferença, como indicam os espectrogramas das palavras *mais* e *ma(I)s*.

Muito embora os testes estatísticos atestam diferença não significativa entre as médias obtidas via FFT e LPC, e por conta disso, num primeiro momento seja indiferente o uso das duas técnicas na obtenção dos padrões formânticos do ditongo epentético, não é o que se observa quando se aplica o teste nas médias dos formantes em cada método, tendo em vista ter sido detectada diferença significativa para F3 em FFT.

A diferença entre as médias de F3 obtida pelo técnica FFT indica que se trata de dois ditongos diferentes, corroborando o que se observa nos espectrogramas. A diferença ao nível acústico entre os dois ditongos é uma forte evidência de que a ditongação seja um processo gradiente, e que ainda está passando por um processo de solidificação na língua. O ditongo emergente, em nível acústico, não é igual ao ditongo “verdadeiro”.

RESUMO: Estudo acústico do ditongo formado pela inserção do glide [I] diante de [s] não palatalizado a partir do uso das técnicas Fast Fourier Transform (FFT) e Linear Predictive Coding (LPC). Obtenção dos padrões formânticos do ditongo epentético *ma(I)s*, comparando-os com padrões do ditongo estabelecido na língua *mais*.

PALAVRAS-CHAVE: epêntese; glide; ditongação; Português do Brasil

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



- ALBANO, E. C. A gestural solution for some glide epenthesis problems. *Proceedings of the XIVth International Congress of Phonetic Sciences*, San Francisco, 1785-9, 1999.
- BISOL, L. O ditongo na perspectiva da fonologia atual. *D.E.L.T.A.*, v. 5, n.2, p.185-224, 1989.
- _____. Ditongos Derivados. *D.E.L.T.A.*, v.10, nº especial, v. 123-140, 1994.
- CALLOU, D. *A ditongação no português do Brasil: Estudo de Dois casos*. (manuscrito) 1998.
- KENT, R.D. & READ, C. *The acoustic analysis of speech*, California, Singular Publishing Group. 1992.
- PACHECO, V. Estudo da inserção do glide [ɸ] diante de /s/ de coda num *corpus* de noticiários televisivos, *Caderno de Resumos do XLVII Seminário Gel*. Bauru, 1999.

AGRADECIMENTOS

À TV Cultura de São Paulo pelas fitas cedidas, a Paulo Rehder pelo auxílio nas análises estatísticas, e ao CNPq (proc. PIBIC nº 113646/99-2).