

**EFEITO DO ARREDONDAMENTO VOCÁLICO SOBRE O CONTEXTO  
CONSONÂNTICO:  
NOTÍCIA DE UMA INVESTIGAÇÃO EM CURSO\***

A. ANDRADE, I. SIMAS & D. SARROEIRA  
(Centro de Linguística da Universidade de Lisboa)

**Introdução**

No presente poster, faz-se a apresentação da primeira fase do estudo acústico e perceptivo do efeito do arredondamento vocálico sobre o contexto fonético precedente, em curso no âmbito do projecto "Efeitos de co-produção inter- e intra-silábicos em Português Europeu".<sup>1</sup> Constituem a equipa que realiza este estudo Iva Simas, Dulce Sarroeira e Amália Andrade (investigadora responsável).

Podemos enquadrar o trabalho em questão na área tradicionalmente designada por coarticulação<sup>2</sup> antecipatória. No âmbito deste estudo, à partida, partilha-se da ideia com outros autores de que coarticulação e assimilação se distinguem pelo facto de esta ser categorial e aquela quantitativamente variável. Quanto à distinção entre coarticulação e assimilação, aponta-se o seguinte. Durante largos tempos dominou a ideia de que o termo coarticulação designava fenómenos independentes das línguas, do foro da fonética universal, determinados apenas por factores não intencionais, inerentes ao mecanismo de produção da fala. Os fenómenos coarticulatórios distinguiam-se sem dificuldade dos processos assimilatórios, dado o facto de, ao contrário destes, não fazerem parte das gramáticas das línguas e não serem, por isso, programáveis e controláveis; a distinção entre coarticulação e assimilação também não seria problemática ao nível da sua manifestação acústica: enquanto a primeira se localizaria nas regiões de transição entre as configurações-alvo associadas a unidades abstractas segmentais adjacentes, a segunda teria sempre uma extensão maior. É esta a posição adoptada em Chomsky e Halle (1968), por exemplo. Rever

tais ideias tornou-se necessário, no entanto, perante os resultados de estudos experimentais que vieram mostrar que uma parte substancial dos padrões coarticulatórios varia de língua para língua e que a extensão dos efeitos coarticulatórios é também bastante variável (e.g. Öhman, 1966; Ladefoged, 1967; Benguerel & Cowan, 1974). Verificava-se, assim, que grande parte do que se identificava como sendo do foro da coarticulação não podia ser atribuída a epifenómenos ou acidentes decorrentes das limitações e da organização do mecanismo de produção da fala (Kozhevnikov & Chistovich, 1965; Bladon & Al-Bamerni, 1976; Manuel, 1990; Whalen, 1990; Farnetani, 1997).

No que respeita ao efeito do arredondamento vocálico sobre o contexto, é notória a não convergência dos resultados de estudos baseados em diferentes línguas. Por exemplo, quanto à extensão temporal do arredondamento, McAllister (1978) e Bell-Berti & Harris (1982) concluíram das suas observações, para o Sueco e para o Inglês, respectivamente, que é relativamente independente do contexto; já Benguerel e Cowan (1974) concluíram o oposto na sua análise acústica de dados do Francês. Alguns autores observaram que a antecipação da actividade labial (ou outra) podia ter uma configuração bimodal, sendo mais atenuada em associação com determinados segmentos. Segundo Engstrand (1981), esse facto é sobretudo evidente em associação com a fricativa coronal [ʃ] e deve-se, não a factores de natureza articulatória, mas antes a restrições acústico/auditivas e/ou aerodinâmicas.

Quanto ao PE, não temos conhecimento da extensão e do grau do efeito do arredondamento implementado pelos falantes e não sabemos em que medida esse feito é condicionado pelo acento e outros factores linguísticos e não linguísticos, tais como o registo ou o débito. Desconhecemos, além disso, quais são os requisitos, quer em termos da duração do efeito no sinal, quer em termos da natureza dinâmica (vs estática) das propriedades fonéticas para a percepção dessa distinção por parte dos ouvintes nativos do PE.

O presente trabalho tem um pendor descritivo. Justifica-se tal opção pela carência de uma descrição detalhada dos padrões coarticulatórios para o Português europeu (PE). O aprofundamento do conhecimento nesta área é necessário para a modelização desses mesmos padrões, para a melhoria da qualidade de sistemas de síntese e reconhecimento do PE ou para a fonologia/fonética clínicas e terapia da fala para falantes nativos desta língua; é, além disso, um requisito para a pesquisa de questões de interesse teórico que nos motivam, nomeadamente a natureza dos factores que restringem a variação dos padrões coarticulatórios de língua para língua.

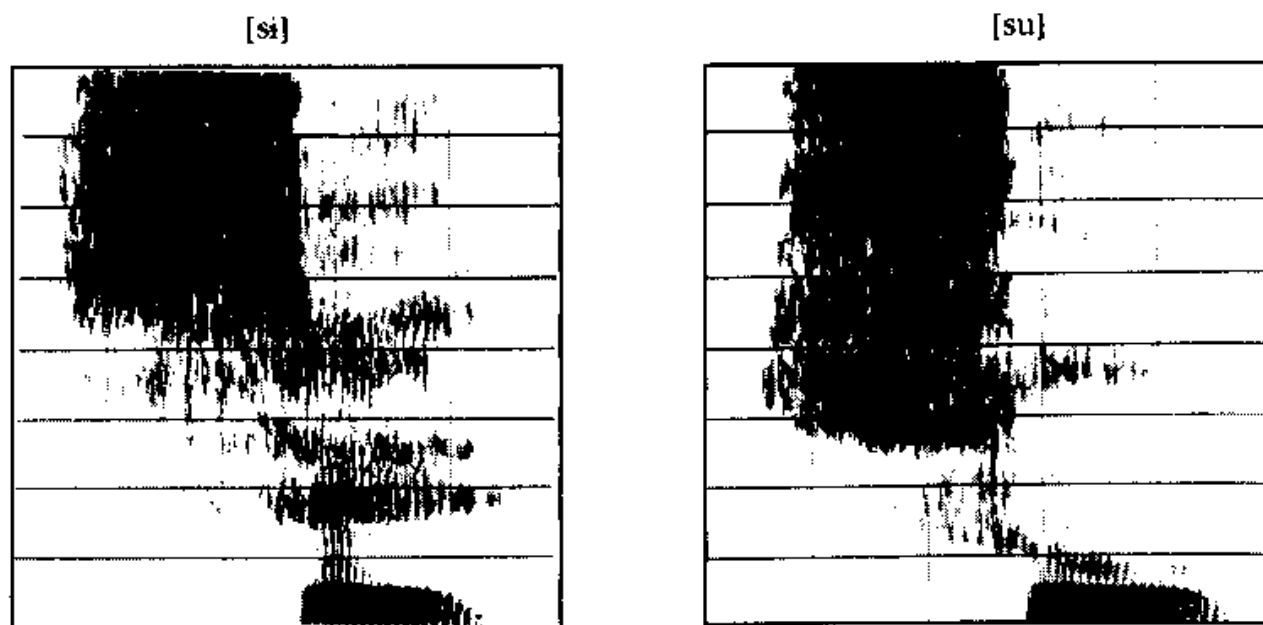
Na variedade europeia do Português, como se sabe, a manifestação fonética da vogal /u/ em sílaba átona não envolve, frequentemente, a ocorrência de vozeamento; na maioria dos dialectos do PE, no entanto, a distinção arredondado/não-arredondado tende a ser preservada de forma audível (e.g.

Gonçalves Viana, 1892; Companys Maldonado, 1954; Delgado Martins, 1986; Lacerda & Hammarström, 1952; Mateus & Delgado Martins, 1982; Andrade, 1996). Tendo estes factos em conta, o presente estudo parte da hipótese de que o requisito sistémico de assegurar o contraste arredondado/não-arredondado na ausência de segmento vocálico vozeado condiciona a extensão e localização do efeito de arredondamento vocálico em PE: ao contrário do que foi encontrado para o Francês (Benguerel & Cowan, 1974), em PE, o efeito de arredondamento tenderá a não se espriar significativamente para além da região do sinal associada à sílaba que contém a vogal arredondada. Se se verificar que a duração do efeito em causa é relativamente constante independentemente do acento, os resultados serão compatíveis com o modelo de co-produção da fala (e.g. Browman e Goldstein, 1986, 1990; Boyce, Krakow, Bell-Berti & Gelfer 1990; Boyce, Krakow & Bell-Berti 1991).

## 1. Estudo 1 (em curso)

### 1.1 Análise acústica

Procedeu-se à análise espectral detalhada de realizações das fricativas coronais [s] e [ʃ] seguidas de [i], [ɛ] ou [u] de um falante do sexo masculino e compararam-se essas realizações CV com as de outros dois falantes. O que se apresenta a seguir diz somente respeito à fricativa anterior.



**Fig. 1** - Espectrogramas de banda larga de realizações de [si] e [su], produzidas isoladamente por um falante adulto do sexo masculino.

Observou-se que o início do efeito de arredondamento vocálico, neste tipo de material de fala, tem lugar no início da consoante. Como se pode observar na

figura.1, atrás, em [su] relativamente a [si], a "frequência de corte inferior" da região relevante da consoante contínua é mais baixa cerca de 1 kHz logo no ataque da consoante, baixando um pouco com a evolução da consoante para a vogal arredondada; possivelmente, a emergência de um formante labial, contribui para a definição de frequência de corte. Como se pode observar também, o abaixamento dos formantes da fricativa resulta numa configuração mais difusa sob o efeito de arredondamento do que na ausência desse efeito. De acordo com as observações de outros autores (e.g. Engstrand, 1981), globalmente, observou-se a atenuação da amplitude da fricativa sob o efeito do arredondamento relativamente aos valores correspondentes nas outras condições contextuais.

Estas observações gerais obtiveram apoio em dados ocorrentes no interior de palavra (e.g. en[sɨ]nadas/en[sʉ]nadas), em contexto frásico, os quais foram examinados de forma informal.

### 1.2. Análise por síntese

Complementou-se a análise acústica com a síntese de exemplares de [si] e [su], utilizando o método da cópia de sinais naturais. Utilizou-se para esse fim o sintetizador de Klatt *Klsyn88*, adaptado para PC pela Sensimetrics Co.

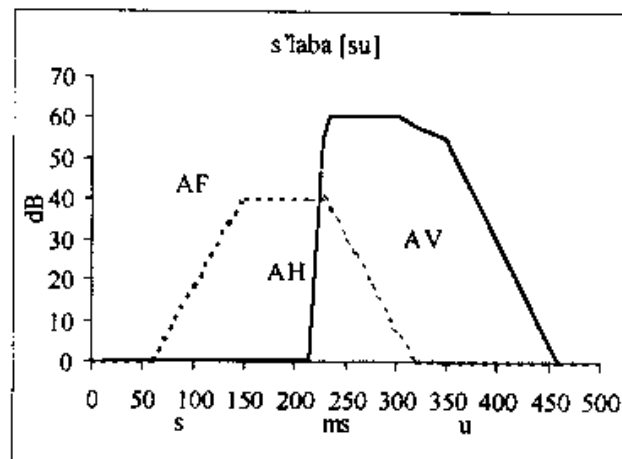


Fig. 2- Funções temporais dos parâmetros de fonte utilizados na síntese de um subconjunto de seqüências [su].

Tendo por objectivo uma boa aproximação dos itens naturais, mesmo no que respeita à qualidade de voz, tem sido desenvolvido um trabalho cuidado a nível dos parâmetros de fonte e bandas; as figuras de 2 e 3 e o gráfico inferior da figura 4 ilustram a variação em função do tempo de parâmetros correspondentes a um [su] sintético. Os dois gráficos da figura 4, por sua vez, permitem comparar a variação de  $F_n$  em função do tempo de sinais sintéticos correspondentes a [si] e [su].

Convém notar que os valores seleccionados, sobretudo no que respeita aos três formantes mais elevados da fricativa, reflectem um compromisso entre os valores extraídos na análise e as restrições do sintetizador.

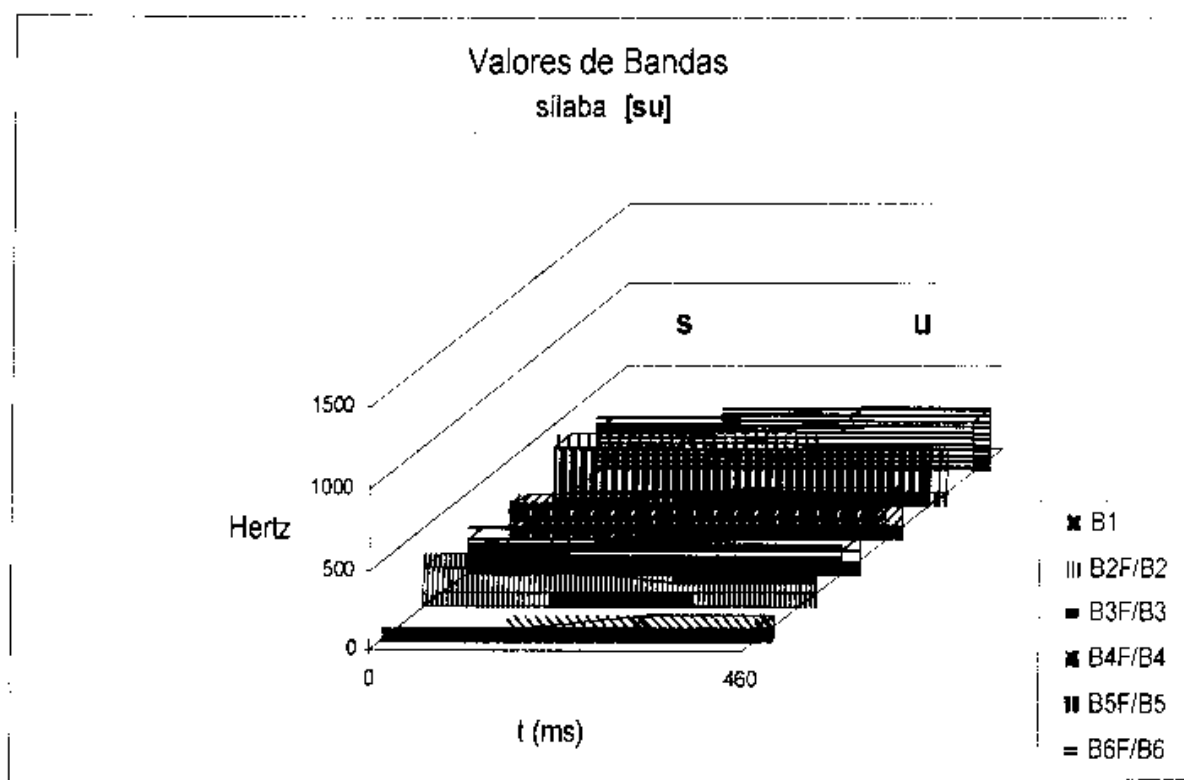


Fig. 3 - Valores de bandas (em Hertz) da sílaba sintética [su].

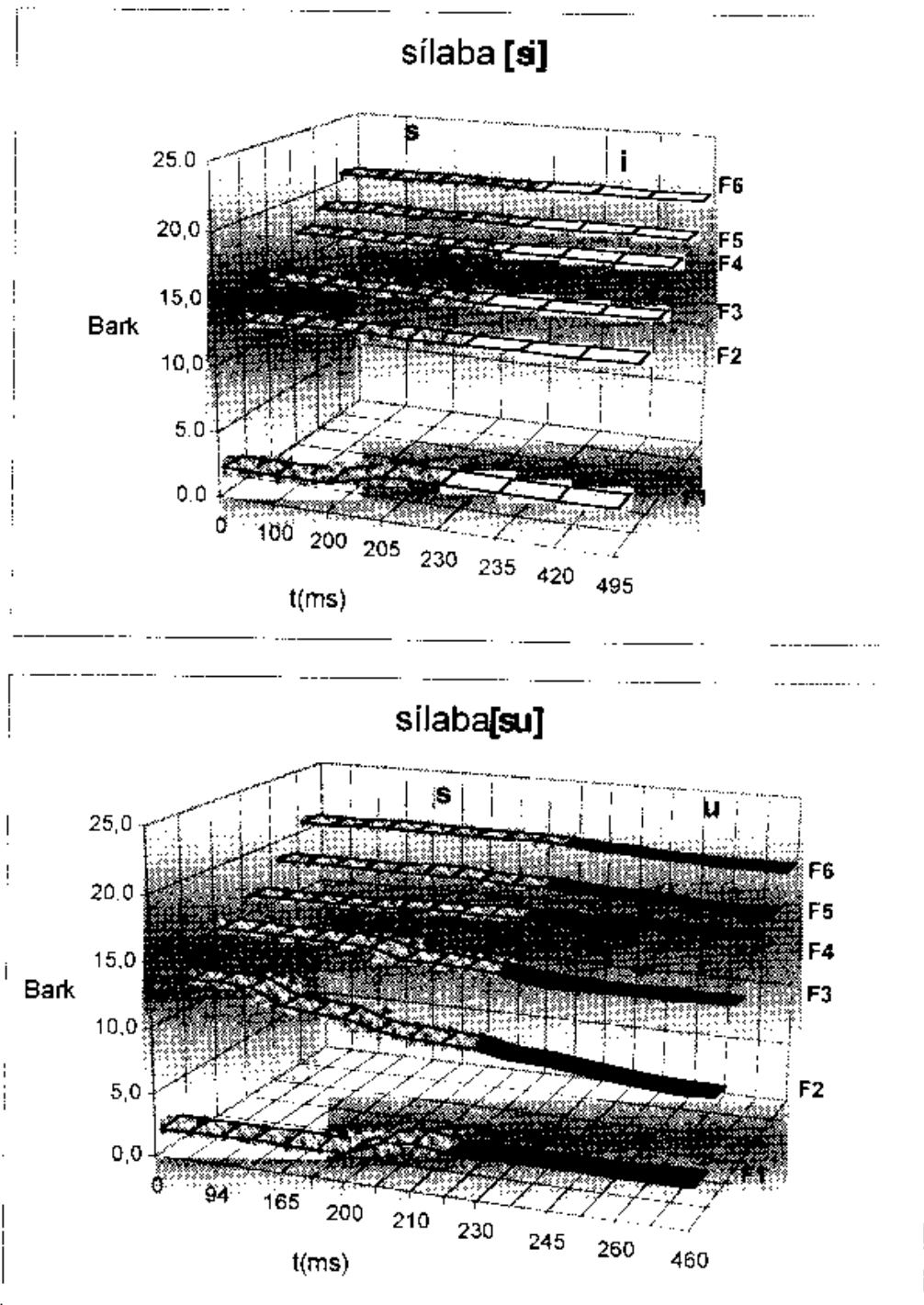
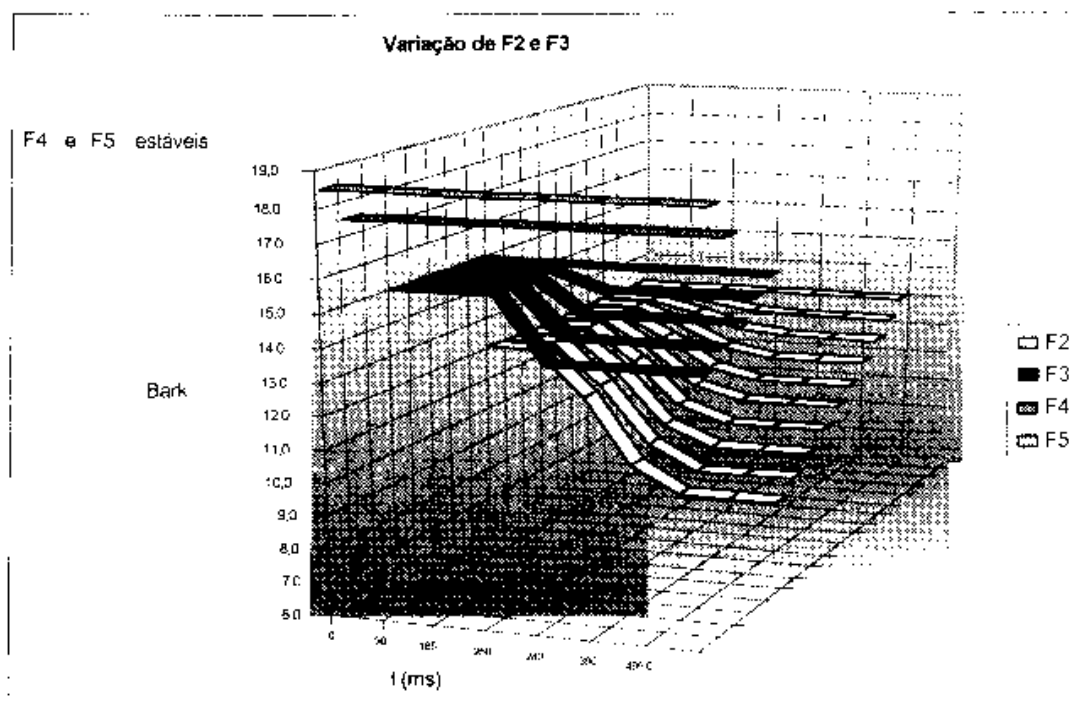


Fig. 4 - Frequências (em Bark) dos formantes das sílabas sintéticas [si] (gráfico superior) e [su] (gráfico inferior).

### 1.3. Estudo perceptivo piloto

Nesta fase do trabalho, pretende-se o seguinte: para a condição "presença de segmento vocálico vozeado", (i) comparar a localização da fronteira perceptiva

entre [i] e [su], encontrada para o PE em estudos anteriores (Andrade, 1987, 1995, 1996), (ii) examinar a importância relativa da variação dinâmica de características espectrais da fricativa versus a sua configuração estática para a percepção da distinção de arredondamento.



**Fig. 5** - Representação das trajetórias de F2 e F3 dos estímulos com F4 e F5 constantes: subconjunto (a).

Foi gerado um conjunto de 120 sílabas sintéticas [s]V que constituem quase-contínuos no espaço acústico-auditivo delimitado pelos valores de  $F_n$  correspondentes a realizações possíveis de [i] e de [su], do falante estudado mais detalhadamente (cf. 1.1 e 1.2). Os valores seleccionados para os formantes dos sinais sintéticos são idênticos a valores utilizados em Andrade (1987) e, tal como nesse estudo, a variação dos valores-alvo na fricativa e na vogal obedece a intervalos de 0.5 Bark. Um sub-conjunto (a) de estímulos caracteriza-se por valores fixos de F4 e de F5; num segundo subconjunto (b), estes dois formantes apresentam variação dinâmica na evolução da consoante para a vogal (cf. figuras 5 e 6).

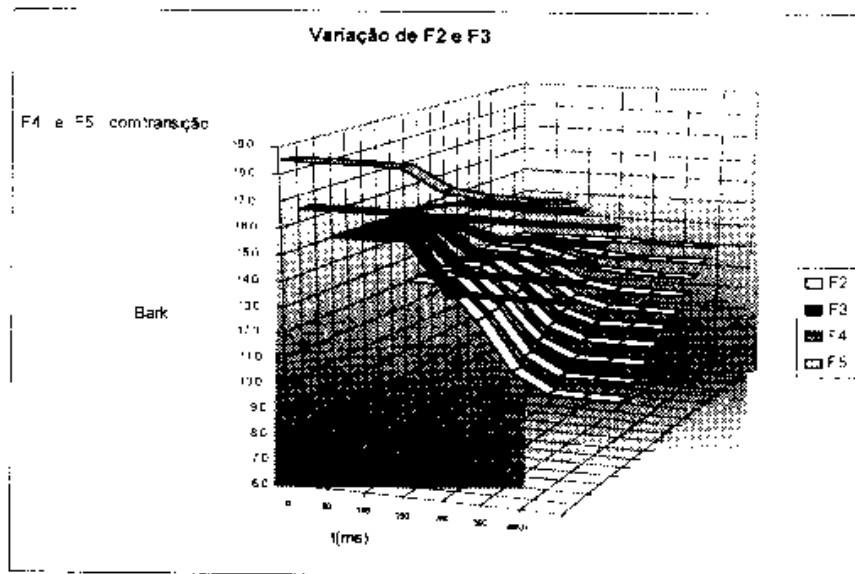


Fig. 6 - Representação das trajectórias de F2, F3, F4 e F5 do subconjunto de estímulos (b).

O quadro 1 contém os valores extremos de  $F_n$  das regiões alvo dos segmentos vocálicos sintéticos.

	F1	F2	F3	F4	F5
i	3.1	12.0	15.0	17.5	18.5
u	3.1	7.5	12.5	17.0	17.5

Quadro 1: Valores de  $F_n$  (em Bark) dos estímulos extremos do (quase)-contínuo

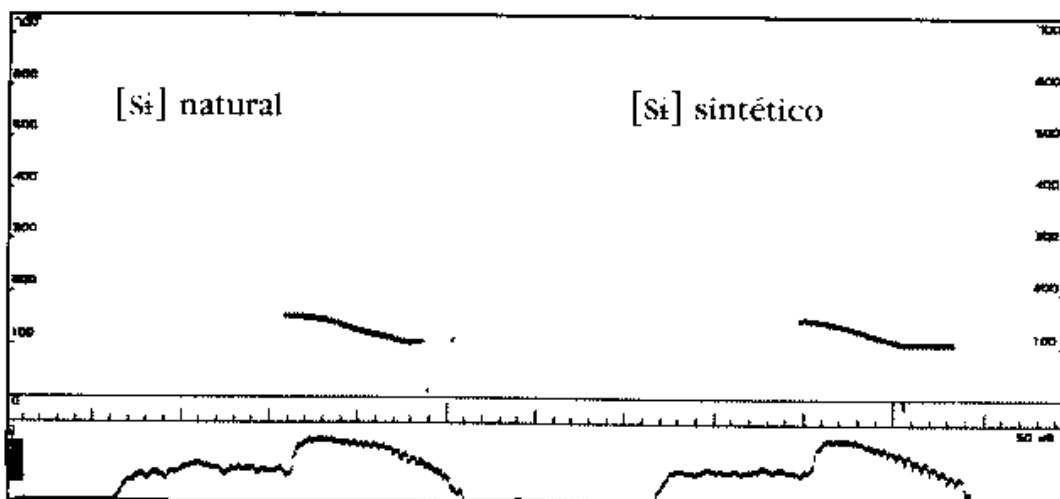


Fig. 7 - Curvas de  $F_0$  e de energia global de uma realização natural da sílaba [si] e os valores correspondentes de um estímulo sintético.



## EFEITO DO ARREDONDAMENTO VOCÁLICO SOBRE O CONTEXTO CONSONÂNTICO

A figura 7 permite comparar os valores de energia global (curvas inferiores) e de  $F_0$  (curvas superiores) correspondentes a um sinal natural e ao sinal sintético que constituiu ponto de partida para a geração dos estímulos.

Aplicou-se um teste de identificação piloto a 5 ouvintes. Os resultados reflectem a robustez da variação de  $F_2$  como índice da distinção entre [si] e [su] e a irrelevância (ou fraca importância) da variação de  $F_4$  e  $F_5$  (cf. figura 8); quanto à localização da fronteira propriamente dita, os resultados convergem com os de Andrade (1987), na região dos 8-8.5 Bark.

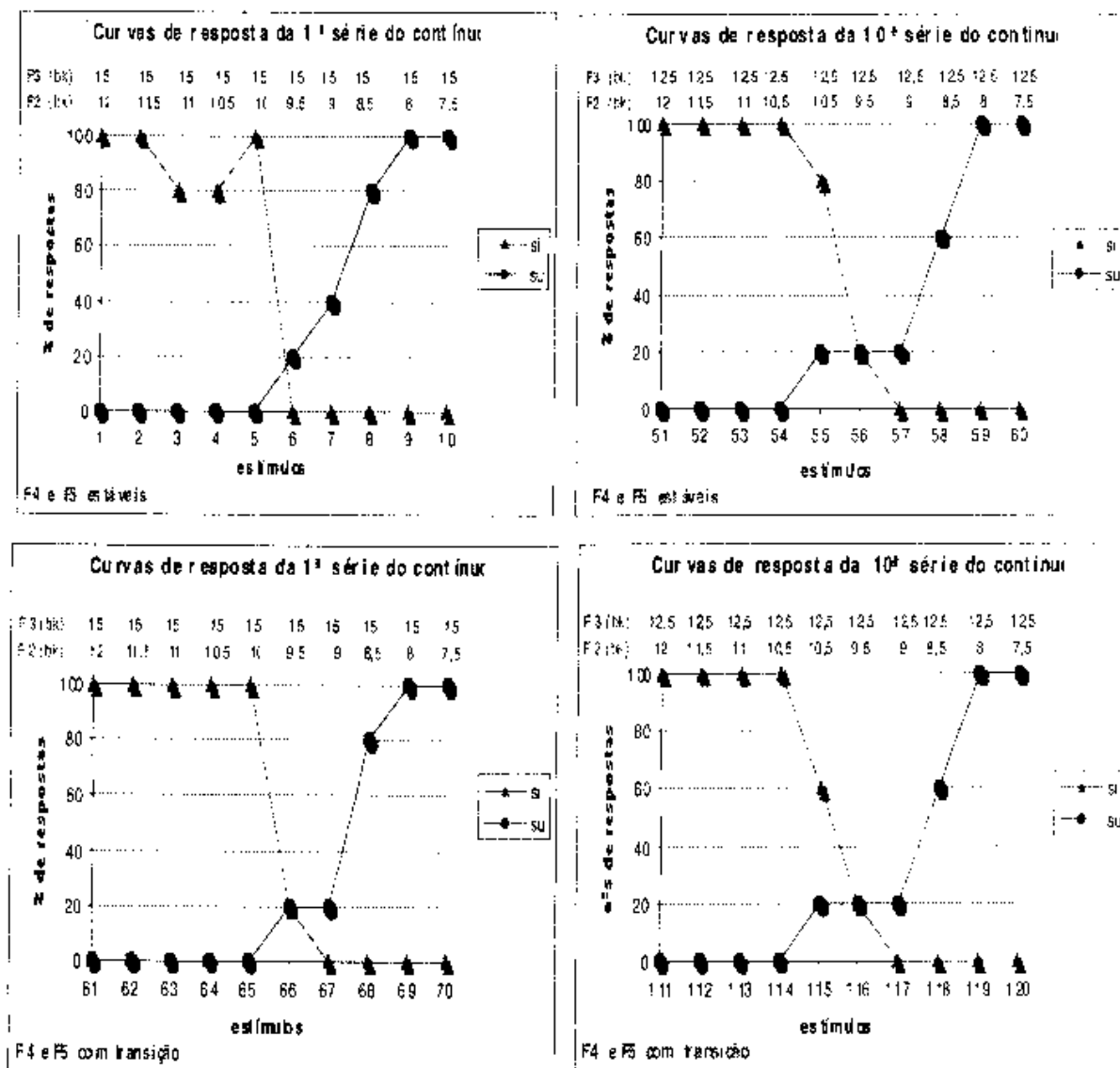


Fig. 8 - Curvas de resposta obtidas no teste piloto (valores médios em %).

## 2. Etapas seguintes

### 2.1. Análise acústica

No âmbito do presente projecto, será alargada a amostragem de falantes e será estudada a influência do acento lexical sobre o efeito antecipatório do arredondamento vocálico em palavras encaixadas em frase de suporte.

Os resultados serão discutidos à luz de teorias de produção da fala hoje em debate.

### 2.2. Estudo perceptivo

Será levado a cabo um estudo perceptivo que visa determinar em que medida as propriedades dinâmicas da consoante são necessárias à percepção do arredondamento, na ausência de segmento vocálico vozeado.

## Notas

\* Por motivos de natureza técnica, este texto, correspondente a um *poster* apresentado no XIV Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística, só agora pode ser publicado.

1 Este projecto é financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia (PCSH/C/LIN/930/95).

2 A criação deste termo é atribuída a Menzerath e Lacerda (1933).

## Bibliografia

- ANDRADE, A. (1987) - *Um estudo experimental das vogais anteriores e recuadas em Português. Implicações para a teoria dos traços distintivos*. Diss. para Progressão na Carreira de Investigação. INIC, Lisboa, 1989.
- ANDRADE, A. (1995) - "A pilot study of the role of fine spectral characteristics in the perception of [u] and of the [u]/[o] distinction in EP", *Relatórios do Grupo de Fonética e Fonologia, CLUL*, 16, 2, pp. 1-58.
- ANDRADE, A. (1996) - "Reflexões sobre o 'e mudo' em Português europeu" - *Actas do Congresso Internacional sobre o Português, Lisboa, 11-15 de Abril de 1994, II*, 1. Duarte & I. Leiria, org.s, APL-Edições Colibri, pp. 303-344.
- BENQUEREL, A. & H. COWAN (1974) - "Coarticulation of upper lip protrusion in French", *Phonetica*, 30, 41-55.
- BOYCE, S. R. KRAKOW, F. BELL-BERTI & C. GELFER (1990) - "Converging sources of evidence for dissecting articulatory movements into core gestures", *J. Phonetics*, 18, pp. 173-88.
- BOYCE, S., R. KRAKOW & F. BELL-BERTI (1991) - "Phonological underspecification and speech motor organisation", *Phonology*, 8, pp. 219-236.

## EFEITO DO ARREDONDAMENTO VOCÁLICO SOBRE O CONTEXTO CONSONÂNTICO

- BELL-BERTI, F. & K. HARRIS (1982) - "Temporal patterns of coarticulation", *JASA*, 71, pp. 449-454.
- BROWMAN, C. & L. GOLDSTEIN (1986) - "Towards an articulatory phonology", *Phonology Yearbook*, 3, 219-252.
- BROWMAN, C. & L. GOLDSTEIN (1990) - "Gestural specification using dynamically-defined articulatory structures", *J. Phonetics*, 18, 299-320.
- CHOMSKY, N. & M. HALLE (1968) - *The sound pattern of English*. Harper and Row. New York.
- DELGADO MARTINS, M. R. (1986) - *Sept études sur la perception*. Linguística 10, INIC. Lisboa.
- ENGSTRAND, O. (1981) - "Acoustic constraints of invariant output representation? An experimental study of selected articulatory movements and targets", *Report of the Uppsala University Dept. of Linguistics*, 7, pp. 67-94.
- FARNETANI, E. (1997) - Coarticulation and connected speech processes. In W. Hardcastle & J. Laver (eds.), *The Handbook of Phonetic Sciences*, Blackwell Publishers, Oxford. pp. 371-404.
- KOZHEVNIKOV, V.A. & L. CHISTOVICH (1965) - *Speech articulation and perception*. Joint Publications Research Service, Washington. (Trad. do russo).
- LACERDA, A. & G. HAMMARSTRÖM (1952) - "Transcrição fonética do Português normal", *Revista do laboratório de fonética experimental da Fac. de Letras da Univ. de Coimbra*, 1, 1952, pp. 119-135; separata, Coimbra, 1953.
- LADFOGED, P. (1967) - "Linguistic Phonetics", *UCLA Working Papers in Phonetics*, 6.
- MANUEL, S. (1990) - "The role of contrast in limiting vowel-to-vowel coarticulation in different languages", *JASA*, 88, 3, 1286-1298; também em *Haskins Lab's Status Report on Speech Research*, 103-104, pp. 1-20.
- MANUEL, S. & R. KRAKOW (1984) - "Universal and language particular aspects of vowel-to-vowel coarticulation". *Haskins Lab's Status Report on Speech Research*. SR77/78. 69-78.
- MATEUS, M. H. E. M. R. DELGADO MARTINS (1982) - "Contribuição para o estudo das vogais átonas [ʔ] e [ ] no Português Europeu", *Biblos*, 18, pp.111-125.
- MCALLISTER, J. (1978) - "Temporal asymmetry in labial coarticulation", *Working Papers, Stockholm Institute of Linguistics*, 35, pp. 1-29.
- MENZERATH, P. & A. LACERDA (1933) - *Koartikulation, Steuerung und Lautabgrenzung*. Phonetische Studien 1, Dumler, Berlin.
- ÖILMAN, S. (1966) - "Coarticulation in VCV utterances: spectrographic measurements", *JASA*, 39, pp. 151-168.
- WHALEN, D.H (1990) - "Coarticulation is largely planned", *J. Phonetics*, 18, pp.3-35.