

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/264287783>

# Estudo Acústico das Consoantes Líquidas do Português Europeu: Primeiras Evidências Temporais e Espectrais

Conference Paper · January 2012

CITATION

1

READS

175

3 authors:



**Susana Rodrigues**

Universidade do Algarve

8 PUBLICATIONS 3 CITATIONS

SEE PROFILE



**Fernando Martins**

University of Lisbon

30 PUBLICATIONS 89 CITATIONS

SEE PROFILE



**Luis M. T. Jesus**

University of Aveiro

90 PUBLICATIONS 435 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



PhD on Information and Communication in Digital Platforms [View project](#)



FreP - Frequency Patterns of Phonological Objects in Portuguese: Research and Applications [View project](#)

# Estudo acústico das consoantes líquidas do Português Europeu: evidências temporais e espectrais

*Susana Rodrigues<sup>1</sup>, Fernando Martins<sup>2</sup> & Luis M. T. Jesus<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa; Escola Superior de Saúde da Universidade do Algarve

<sup>2</sup> Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa

<sup>3</sup> School of Health Sciences (ESSUA) and Institute of Electronics and Telematics Engineering of Aveiro (IEETA), University of Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal

## Abstract

In this paper, we present data resulting from a temporal and spectral analysis of European Portuguese liquid consonants (/l, ʎ, r, ʀ/) produced in onset position by two native speakers. The results obtained for the alveolar lateral indicate a velarized /l/ in onset position, as other studies for European Portuguese had already showed. It was also observed that /r/ is a liquid with highest values of F1 frequency and is the consonant with the shortest duration. The highest frequency of F2 was obtained for the palatal lateral. In this study, the values of F3 and F4 frequency suggest no major differences between liquid consonants. There was some inter-speaker variability.

**Keywords:** European Portuguese; liquid consonants; acoustic analysis.

**Palavras-chave:** Português Europeu; consoantes líquidas; análise acústica.

## 1. Introdução

As consoantes líquidas constituem uma classe de sons difícil de descrever acusticamente, pois partilham características com as vogais, glides e outras consoantes (Ladefoged & Maddieson, 1996; Stevens, 1998; Kent & Read, 2002).

Grande parte da bibliografia sobre o estudo das líquidas é referente ao Inglês. Exemplos disso são os trabalhos de Lehiste (1964), Dalston (1975), Lindau (1980), Sproat e Fujimura (1993), Hagiwara (1995) e Espy-Wilson et al., (1992, 2000). Para o Catalão, os estudos de Recasens e colaboradores (1991a, 1991b, 1995a, 1995b, 1996) são também uma referência, evidenciando o efeito coarticulatório entre líquidas e o contexto vocálico adjacente, associando dados acústicos e articulatórios.

Quanto ao Português Europeu (PE), esta é uma temática pouco explorada e os trabalhos de caráter acústico incidem essencialmente sobre a realização fonética da lateral alveolar, referindo a possibilidade de se encontrarem evidências da velarização do /l/ em ataque e não apenas em coda silábica (Andrade, 1998, 1999; Marques, 2010;

Monteiro, 2012), como é tradicionalmente descrito. Para além dos estudos acústicos, nos últimos anos têm também surgido estudos de cariz articulatorio não só sobre a lateral alveolar, mas também sobre os restantes elementos da classe das líquidas (Oliveira et al., 2010; Martins et al., 2010; Teixeira et al., 2012a, 2012b). Contudo, informação acústica e articulatoria sobre as líquidas em geral, e as vibrantes em particular, é ainda escassa para o PE.

### 1.1. Características acústicas das consoantes líquidas

As líquidas, em conjunto com as nasais, vogais e semivogais são classificadas como segmentos soantes, característica relacionada com a passagem do ar pelo trato vocal e a existência de vozeamento espontâneo (Faria et al., 1996; Mateus et al., 2005), uma vez que para a produção destes segmentos não existe uma obstrução total/completa no trato vocal. No entanto, o grau de constricção ao nível do trato vocal é menor para as líquidas do que para as obstruintes (oclusivas e fricativas), mas maior do que para as vogais (Kent & Read, 2002).

Os dados acústicos das consoantes líquidas, à semelhança do que acontece com as propriedades articulatorias, apresentam um grau de variação importante que depende de factores como: contexto vocálico adjacente (Lehiste, 1964; O’Shaughnessy, 1981; Silva, 1996; Sproat & Fujimura, 1993; Andrade, 1999); posição na palavra (Lehiste, 1964; Sproat & Fujimura, 1993; Recasens & Espinosa, 2005); complexidade silábica (Andrade, 1999; Recasens et al, 1996); acento de palavra (Silva, 1996; Boyce & Wilson, 1997); sexo dos informantes (Lee et al, 1999; Hagiwara, 1995).

#### 1.1.1. Lateral alveolar

Globalmente, a lateral alveolar apresenta uma clara definição da estrutura de formantes (Ladefoged & Maddieson, 1996; Kent & Read, 2002), o que a aproxima das vogais, mas também exhibe zonas dinâmicas tipicamente associadas ao comportamento das consoantes (Andrade, 1999).

Um dos factores que contribuem para a complexidade acústica desta consoante é a presença de anti-formantes entre o segundo e terceiro formante. Esta é uma característica própria e originada pelos “canais” laterais que se formam na cavidade oral decorrentes da constricção central provocada pelo contacto da língua com a região alveolar (Stevens, 1998; Kent & Read, 2002; Johnson, 2012)<sup>1</sup>. No entanto, em algumas línguas, a constricção central completa pode nem sempre estar presente (Ladefoged & Maddieson, 1996, p. 193). Esta situação ocorre em particular para as laterais pós-vocálicas do Inglês e do Português, o que as aproxima, articulatoria e acusticamente, das vogais. Este fenómeno é designado de vocalização (Giles & Moll, 1975; Narayanan, Alwan & Haker, 1997; Nakamura, 2009).

---

<sup>1</sup> A presença de anti-formantes no espectrograma das consoantes nasais é também uma realidade. Neste caso, o “canal extra”, que divide o tubo simples é a cavidade nasal (Stevens, 1998; Johnson, 2012).

Em termos acústicos, as consoantes líquidas laterais podem ainda caracterizar-se, de modo genérico, por valores da frequência de F1 baixos e de F3 altos. Quanto aos valores do segundo formante, estes variam de acordo com o ponto articulatorio e com a forma adoptada pela língua, podendo ocupar valores dentro de um intervalo amplo de frequências (Ladefoged & Maddienson, 1996, p. 193).

Num trabalho de Recasens (2012, p. 369), onde são analisadas diferentes realizações do /l/ em 23 línguas e dialetos com variantes velarizadas e não-velarizadas da lateral, é referido que a variante velarizada apresenta valores da frequência de F2 entre 800-1200 Hz e para a variante não-velarizada valores da frequência de F2 entre os 1500-2000Hz.

No quadro 1 apresentam-se os valores médios das frequências dos formantes obtidos por diferentes autores: Espy-Wilson (1992) para o inglês americano; Andrade (1999), Marques (2010) e Monteiro (2012) para o PE; Silva (1996) para o Português do Brasil (PB).

	Posição	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
<b>Espy-Wilson (1992)</b>	Pré-vocálica	399	1074	2533	3767
	Intervocálica	445	1060	2640	3762
	Pós-vocálica	465	898	2630	3650
<b>Andrade (1999)</b>	Ataque	-	836-1375*	-	-
	Ataque ramificado	-	829-1537**	-	-
<b>Marques (2010)</b>	Ataque	346	957	-	-
	Coda	319	1157	-	-
	Coda em final de palavra	298	919	-	-
<b>Monteiro (2012)</b>	Ataque	359	973	-	-
	Ataque ramificado	388	982	-	-
	Coda	349	1006	-	-
<b>Silva (1996)</b>	Inicial	334	1313	2194	-
	Intervocálica	333	1308	-	-
	Final	340	829	-	-

Quadro 1: valores médios das frequências dos formantes da lateral alveolar de acordo com Espy-Wilson (1992), Andrade (1999), Marques (2010), Monteiro (2012) e Silva (1996). A gama de valores assinalada com \* diz respeito aos resultados obtidos para a lateral, seguida por diferentes vogais, produzida por diferentes informantes. A gama de valores marcados com \*\* refere-se à lateral alveolar seguida da vogal /i/, produzida por diferentes informantes.

Importa ainda fazer referência ao facto de que Recasens e Espinosa (2005, p.5) inseriram o PE no grupo das línguas com uma produção da lateral alveolar

predominantemente velarizada tendo por base o trabalho de Andrade (1999), que apresenta valores da frequência de F2 na ordem de grandeza dos 1000 Hz.

Num estudo sobre a natureza velarizada e não-velarizada da lateral alveolar em variantes do inglês, a variável *duração* é colocada em evidência na distinção entre as duas realizações fonéticas, sendo que o /l/ velarizado apresenta maior duração do que o /l/ não velarizado (Newton, 1996). Este autor apresenta valores de duração entre 47 ms e 52 ms para a lateral alveolar não-velarizada e valores de 70 ms para a variante velarizada.

No trabalho de Silva (1996), relativo ao PB, os valores de duração da lateral são apresentados em função da posição que ocupam na palavra: 91 ms para a posição intervocálica e 82 ms para a posição final.

Relativamente ao PE, Marques (2010) obteve valores de duração para o /l/ distintos, em função da posição silábica ocupada. Assim, a lateral em ataque simples apresenta um valor de duração de  $89 \pm 15$  ms, em coda o valor de duração é de 72 ms  $\pm 17$  ms e em coda em final de palavra o valor de duração é de  $115 \pm 32$  ms. Os resultados da duração do /l/ revelados pelo estudo de Monteiro (2012) são os seguintes:  $80 \pm 21$  ms em ataque,  $57 \pm 9$  ms em coda e  $98 \pm 23$  ms em coda em final de palavra.

### 1.1.2. Lateral palatal

Descrições sobre o comportamento acústico da lateral palatal são escassas na literatura.

Para o PE surgiu, recentemente, um trabalho que se apresenta como o primeiro estudo acústico sobre a lateral palatal desta língua (Monteiro, 2012).

O quadro 2 mostra os valores das frequências dos formantes disponíveis para o Italiano (Bladon & Carbonaro 1978), o Espanhol (Quillis 1979), o PB (Silva 1996) e o PE (Monteiro 2012).

	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
<b>Bladon &amp; Carbonaro (1978)</b>	-	2273-2666*	-
<b>Quillis (1979)</b>	290	2000	2540-2766*
<b>Silva (1996)</b>	300	1870	2847
<b>Monteiro (2012)</b>	290-352*	1851-2241*	2864-2978*

Quadro 2: valores médios das frequências dos formantes do /ʎ/ disponíveis para o Italiano (Bladon & Carbonaro, 1978), Espanhol (Quillis, 1979), Português do Brasil (Silva, 1996) e Português Europeu (Monteiro, 2012). Nas células assinaladas com \* é apresentada uma gama de valores tendo em conta o contexto vocálico adjacente, utilizado nos diferentes estudos.

No que à duração deste segmento diz respeito, é consensual o facto de que a lateral palatal apresenta maior duração face às consoantes no geral, e às restantes consoantes líquidas, em particular. No estudo de Bladon e Carborano (1978), são apresentados valores de duração da palatal entre os 198 e 217 ms. Para o PB, o valor médio de duração obtido para a porção estável da lateral palatal é de 78 ms, mas, se considerarmos a duração das transições associadas a este segmento, temos valores médios de duração na ordem dos 198 ms (Silva, 1996). Já para o PE, os valores de duração variam, aproximadamente, entre 82 e 76 ms (Monteiro, 2012), valores estes que se encontram mais próximos dos apresentados para a porção estável da palatal do PB. Relativamente a este parâmetro, devem ser cautelosas as comparações não só entre línguas, mas dentro da mesma língua, pois é necessário que seja controlado o débito de fala dos participantes. Nos trabalhos aqui apresentados, não é feita referência ao controlo desta variável.

### 1.1.3. Vibrante alveolar

De modo geral, a propriedade acústica mais saliente do [r] do inglês americano é o valor da frequência de F3 que se apresenta muito baixo, chegando mesmo a aproximar-se de F2 (Lehiste, 1964; Dalston, 1975). Já o padrão formântico de F1 e F2 aproxima-se das características típicas de uma vogal central arredondada (Espy-Wilson, 1992). No quadro 3 são apresentados os valores médios das frequências dos quatro primeiros formantes do [r] do inglês americano referidos por Espy-Wilson (1992).

Posição	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
Pré-vocálica	419	1285	1779	3350
Intervocálica	460	1240	1720	3433
Pós-vocálica	503	1300	1830	3391

Quadro 3: valores médios da frequência dos primeiros quatro formantes do /r/ do inglês americano segundo Espy-Wilson (1992).

Lindau (1980) recolheu dados de 64 informantes representantes de quatro línguas indo-europeias e sete línguas da África Ocidental, para estudar o comportamento acústico do /r/, e faz uma comparação interessante quanto ao comportamento de F3 nas diferentes línguas em estudo. A autora explica que, embora em algumas línguas estes segmentos possam ser caracterizados por um F3 baixo, podendo aproximar-se de F2 no caso do Inglês, o mesmo pode não ser verdade para outras línguas. No caso do Inglês e do Espanhol<sup>2</sup>, apesar dos diferentes mecanismos de produção que caracterizam as

<sup>2</sup> Apresenta duas vibrantes (a vibrante simples /r/ e a vibrante múltipla /r/), que implicam realizações fonéticas diferentes.

vibrantes destas duas línguas, acusticamente elas aproximam-se, na medida em que ambas apresentam valores de F3 baixos. Contudo, a vibrante múltipla do Sueco, a vibrante simples e a aproximante do Degema<sup>3</sup> não apresentaram valores baixos de F3. Especificamente, no Degema os valores da frequência de F3 revelaram-se elevados, aproximando-se dos valores de F4.

A curta duração associada à produção da vibrante alveolar é descrita por vários autores, para várias línguas do mundo (Ladefoged & Maddieson, 1996; Silva, 1996; Quillis, 1999; Mateus *et al.* 2005). No caso particular do PB, a duração média da vibrante em posição intervocálica é de 37 ms, de 30 ms em grupo consonântico e de 26 ms em posição final (Silva, 1996).

#### 1.1.4. Vibrante uvular

Segundo Mateus e Andrade (2000, p. 11), no PE a vibrante uvular /ʀ/ pode ser realizada como uma fricativa uvular não vozeada [χ] ou vozeada [ʁ], sendo consideradas apenas como uma variante regional desta língua. Com efeito, a fricativa uvular [χ] é ainda mencionada como um segmento existente no PB (Callou, Moraes & Leite, 1994; Mateus & Andrade, 2000).

Jesus e Shadle (2005) verificaram que algumas consoantes líquidas vibrantes /ʀ, r/, do PE, pertencentes ao corpus que estudaram, eram frequentemente realizadas como fricativas [χ, ʁ, ʀ]. As conclusões a que estes autores chegaram indicam que o fonema /r/ é muitas vezes produzido como [ʀ] em posição final de palavra e aparenta ser muito comum no PE. Em dois dos participantes do estudo, o /ʀ/ foi, maioritariamente, realizado como [χ] em posição inicial de palavra. Já o [ʁ] é utilizado muito raramente.

Mais recentemente, foram descritas cinco realizações fonéticas diferentes para o /ʀ/ do PE, com base no *corpus* de Português Europeu dialetal, pertencente ao arquivo dialetal do Centro de Linguística da Universidade do Porto: [x], [χ], [r], [ʁ] e [ʀ]. A realização com maior percentagem de ocorrência é [ʁ] (76%) (Rennicke & Martins, 2012).

A realização de vibrantes como fricativas é um fenómeno também relatado no trabalho de Silva (1996, p. 96), referente ao PB, que, ao analisar as produções do único informante do seu estudo, verificou que a vibrante /r/ nem sempre era produzida como tal. Em algumas das produções, o segmento em causa foi realizado como uma fricativa uvular [χ] e noutras o segmento apresentava inicialmente características da vibrante e terminava como fricativa.

---

<sup>3</sup> Língua falada em duas comunidades autónomas da ilha Degema, na Nigéria.

## 2. Método

### 2.1. Instrumento para recolha de dados

O conjunto de palavras selecionadas para a recolha dos dados apresentados tem as seguintes características linguísticas: palavras trissilábicas, de modo a permitir que todos os segmentos em análise ocupem a mesma posição na palavra, embora esta não seja a extensão de palavra mais frequente; padrão acentual paroxítono, por ser o mais frequente na língua (Vigário *et al.*, 2004)<sup>4</sup>; contexto vocálico adjacente (varia entre sete vogais orais do PE – /i, u, e, o, ε, a, ə/).

### 2.2. Participantes

Neste estudo foi utilizado um plano de amostragem não-probabilística, selecionada por conveniência, composta por dois indivíduos do sexo masculino, com 28 e 38 anos de idade, naturais e residentes na cidade de Faro e que cumprem os seguintes critérios de inclusão na amostra:

- Falante monolíngue do PE, variante do sul do País;
- Sem historial de alterações de fala e/ou linguagem;
- Sem alterações auditivas (resultado do audiograma realizado previamente);
- Sem acompanhamento prévio em terapia da fala;
- Ausência de alterações orofaciais que possam influenciar a produção articulatória;
- Ausência de alterações de articulação verbal com base na avaliação informal efetuada *a priori*;
- Sem formação na área de fonética e/ou terapia da fala.

Tendo em conta os critérios apresentados, a seleção dos participantes deste estudo passou por quatro fases:

- Preenchimento de um questionário, com perguntas fechadas para caracterização da amostra do estudo;
- Realização de um audiograma, para despiste de alterações auditivas;
- Avaliação das estruturas orofaciais dos sujeitos da amostra, a partir da utilização do Protocolo de Avaliação Orofacial - PAOF (Guimarães, 1995). Este protocolo é um instrumento utilizado, por terapeutas da fala, e tem como objetivo a obtenção de informação relativa a quaisquer alterações que possam interferir na correta produção articulatória dos sons da fala e, em particular, na produção das consoantes líquidas.
- Avaliação informal das produções articulatórias, de modo a garantir que os dados acústicos obtidos correspondem a produções que, perceptivamente, digam respeito às líquidas do PE.

---

<sup>4</sup> Neste estudo consideraram-se somente os estímulos com as consoantes líquidas em ataque simples, por ser o constituinte silábico que pode ser ocupado por todas as líquidas em estudo.



### 2.3. Procedimento para a recolha de dados

A recolha dos dados decorreu no Laboratório de Audição e Terapia da Fala (L.A.T.F.) da Universidade do Algarve, numa cabine com isolamento sonoro D2m de 63.2 dB na oitava de 2000 Hz entre o exterior e o interior da cabine de gravação. Esta cabine foi construída pela empresa SILÊNCIO – insonorizações profissionais, Lda. e tem uma porta acústica, patenteada pela mesma empresa (SILENTIUM PM 49 - Porta acústica,  $R_w = 52$  dB). Para a realização das gravações, o participante permaneceu de pé, em frente a um microfone DPA 4006-TL P48 (localizado a cerca de 30 cm de distância dos seus lábios), conectado a uma interface áudio (TASCAM US-800) e a um computador de secretária, no exterior da cabine. O sinal acústico foi gravado a 16 bits e com uma frequência de amostragem de 44100 Hz, no software Audacity 2.0.

No total, foram gravadas 275 produções (5 repetições de 55 palavras diferentes).

Cada um dos estímulos do *corpus* foi inserido numa frase de suporte (“Diga a palavra \_\_\_\_\_ por favor”) de modo a garantir um controlo efetivo sobre o contexto de produção.

Os estímulos foram organizados de forma aleatória, em cinco listas distintas criadas a partir do *Excel* e posteriormente apresentadas em *PowerPoint*, incluindo-se uma frase em cada slide de modo a evitar uma leitura com “efeito de lista”. Cada frase permanecia 6 segundos no monitor.

Antes de se iniciarem as gravações, foi solicitado aos informantes que lessem as frases o mais naturalmente possível. Entre cada uma das 5 repetições, procedeu-se a uma pequena pausa para descanso do informante. O tempo total de gravação não excedeu os 35 minutos.

### 2.4. Segmentação e anotação dos dados

A segmentação do sinal acústico foi feita utilizando o programa Praat 5.3.30 (Boersma, 2001) e de acordo com métodos propostos por vários autores (Kent & Read, 2002; Brunner, et al 2003; Carter & Local, 2007; Punnoose, 2010). Na figura 1, estão representados não só os limites definidos para a segmentação do sinal acústico, mas também as anotações realizadas.

Foram definidos três níveis de anotação no Praat: *word*; *phones*; *transitions*. O primeiro inclui a representação ortográfica da palavra alvo e no segundo nível estão representadas as realizações fonéticas das consoantes líquidas e segmentos adjacentes, utilizando o alfabeto SAMPA (Wells, 1997). No terceiro nível, são identificadas as transições dos formantes entre cada segmento.

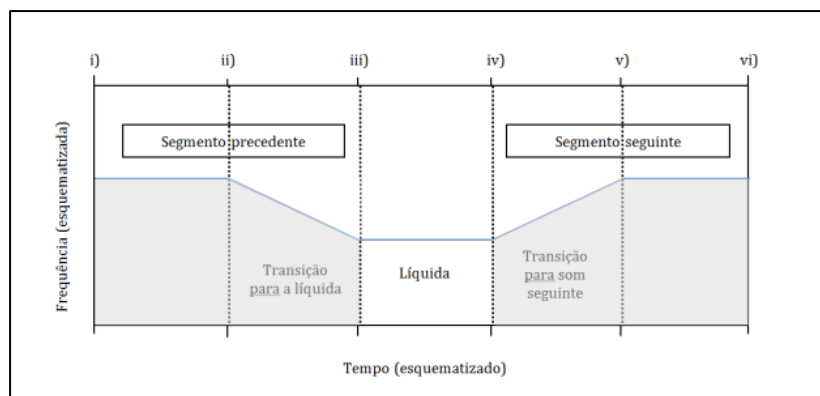


Figura 1: Representação dos limites para a segmentação do sinal acústico. A linha azul contínua representa, esquematicamente, a trajetória dos formantes e as linhas tracejadas verticais representam os limites definidos. Adaptado de Carter & Local (2007, p.187).

Os ficheiros anotados foram utilizados por um *script* específico do Praat através do qual foram calculadas as durações e a frequência de F1, F2, F3 e F4 nos pontos médios das líquidas e fones adjacentes utilizando o seguinte programa e respetivas parametrizações (coeficientes LPC - Algoritmo de Burg [In Proc. 37th Meeting Soc. Exploration Geophys. (1967)]):

```
To Formant (burg)... 0.0 5 5500 0.025 50
```

### 3. Resultados

As consoantes líquidas estão identificadas entre as linhas verticais tracejadas nas figuras que ilustram os resultados obtidos neste estudo (figuras 2, 3, 4, 5 e 6). Importa referir que as informações apresentadas na porção superior e inferior estão alinhadas e correspondem à seleção de 1 segundo da frase (“Diga a palavra \_\_\_ por favor”).

A identificação da lateral alveolar é feita a partir da definição clara do padrão das frequências dos formantes (ver figura 2), com uma redução da energia face aos segmentos adjacentes, permitindo a distinção relativamente às vogais.

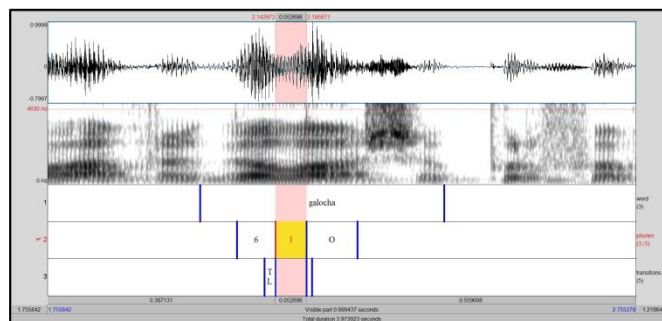


Figura 2: Forma de onda e espectrograma da palavra <galocha>, destacando [l] em ataque simples, produzido pelo informante FS.

Uma vez que as transições dos formantes estão relacionadas com mudanças do ponto articulatorio e considerando que os valores de F2 estão associados à anteriorização/posteriorização da língua, o comportamento descendente da transição de F2 da vogal precedente para a lateral é um indicador de que esta consoante líquida é produzida com recuo da língua.

À semelhança do observado para a líquida lateral alveolar, também a lateral palatal pode ser identificada pela continuidade espectral demonstrada, assim como pela trajetória dos formantes bem definida e pela regularidade da forma de onda (ver figura 3). Quanto à amplitude da forma de onda, verifica-se igualmente uma menor amplitude/energia em relação às vogais adjacentes. Um dos aspetos que permite distinguir as duas laterais é o facto de existir uma maior distância entre F1 e F2 nos espectros da consoante palatal.

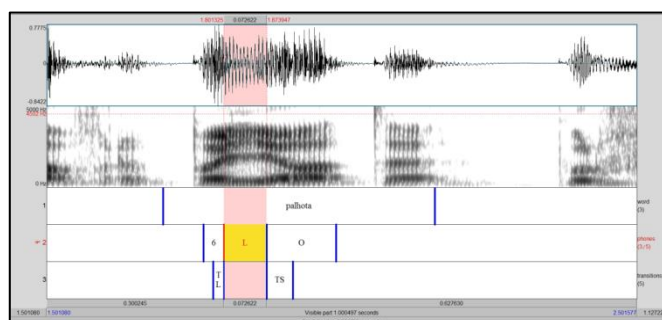


Figura 3: Forma de onda e espectrograma da palavra <palhota>, destacando [ʎ] em ataque simples, produzido pelo informante FS.

Relativamente ao comportamento das transições de F2, observa-se uma transição ascendente da vogal precedente para a palatal, indicando que esta consoante é produzida numa região mais anterior da cavidade oral. Já na transição de F2 para a vogal seguinte, observa-se um comportamento descendente, o que ocorre de acordo com o esperado, na medida em que a vogal seguinte é recuada.

A diminuição da energia face aos segmentos adjacentes continua a ser uma pista importante para identificar a vibrante alveolar (ver figura 4). Outro aspeto também saliente no espectrograma destes segmentos é a curta duração que apresentam por comparação às restantes líquidas em estudo.

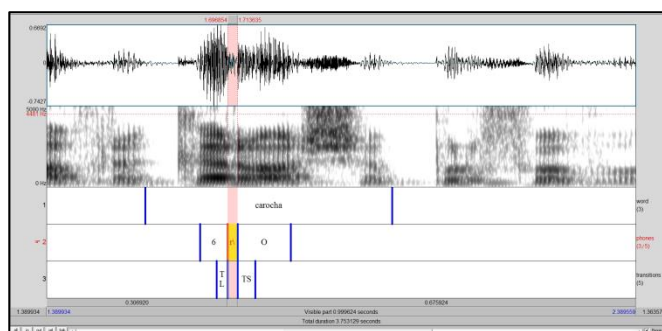


Figura 4: Forma de onda e espectrograma da palavra <carocha>, destacando [ɹ] em ataque simples, produzido pelo informante FS.

No exemplo específico apresentado na figura 4, o símbolo utilizado para anotação da realização fonética do fonema /r/ foi o de uma aproximante alveolar vozeada [ɹ], uma vez que a realização em causa não apresenta características compatíveis com o descrito tradicionalmente para a vibrante alveolar simples ou *tap* (Ladefoged & Maddieson, 1996; Punnoose, 2010).

Na figura 5, observa-se uma notória diminuição da forma de onda face aos segmentos adjacentes (característica partilhada por todas as líquidas), mas também pelo surgimento de um padrão assinalado pela quebra inicial da amplitude, seguido de novo aumento (correspondente às manchas verticais mais escuras presentes no espectrograma).

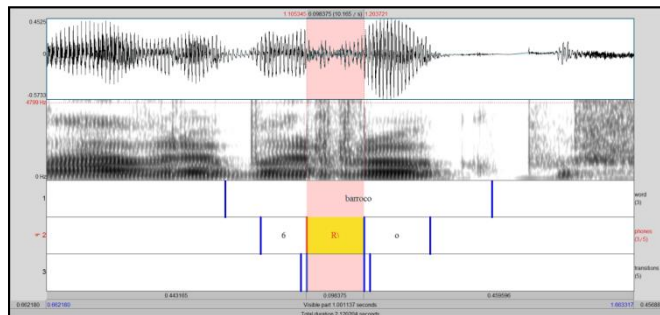


Figura 5: Forma de onda e espectrograma da palavra <barroco>, destacando [r] em ataque simples, produzido pelo informante LP.

Na figura 6, verifica-se uma indefinição da trajectória dos formantes e a ausência do padrão cíclico de oscilação da amplitude da onda exibido na figura 5. Pelas características espectrais evidenciadas na figura 6, parece que a vibrante uvular é foneticamente realizada como uma fricativa uvular vozeada [ʁ].

Estas realizações fonéticas parecem ocorrer independentemente do contexto vocálico adjacente.

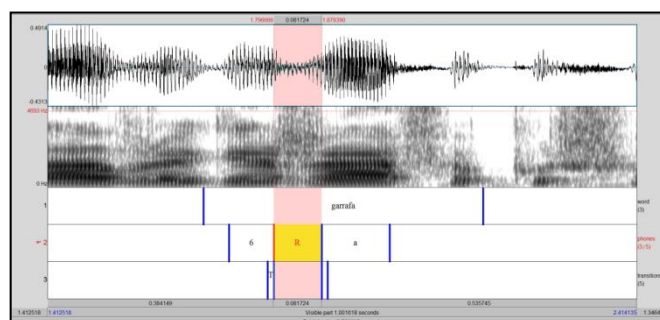


Figura 6: Forma de onda e espectrograma da palavra <garrafa>, destacando [ʁ] em ataque simples, produzido pelo informante LP.

Em seguida, apresentam-se os valores médios para as frequências dos quatro primeiros formantes e para a duração das líquidas e das transições para os segmentos seguintes.

Não são apresentados resultados relativos à análise no domínio da frequência das líquidas uvulares pois para 64% (45/70) dos estímulos foram produzidas fricativas uvulares (ver figura 6). Também não são apresentados resultados relativos à análise no domínio do tempo, pois apenas LP produziu 25 líquidas uvulares (ver figura 5) não sendo possível a comparação com o outro informante (FS) e com as outras líquidas (cada uma com 70 produções).

A comparação entre médias dos diferentes fonemas foi feita utilizando o teste ANOVA simples. Para o estudo da variação inter-sujeito foi utilizado o Teste t de Student para amostras independentes. A análise dos dados foi feita utilizando o programa SPSS para Windows, versão 17.0 (SPSS Inc., Chicago, EUA).<sup>5</sup>

Nas figuras 7, 8, 9 e 10 são apresentados os valores médios para a frequência dos quatro primeiros formantes. Nas figuras 11 e 12 são apresentados os dados temporais.

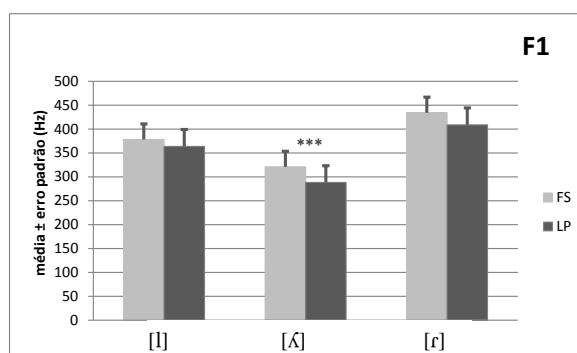


Figura 7: Valores médios  $\pm$  erro padrão de F1, para as consoantes líquidas em estudo, produzidas pelos informantes FS e LP.

<sup>5</sup> \* médias significativamente diferentes entre informantes para  $p < 0,10$

\*\* médias significativamente diferentes entre informantes para  $p < 0,05$

\*\*\*médias significativamente diferentes entre informantes para  $p < 0,001$

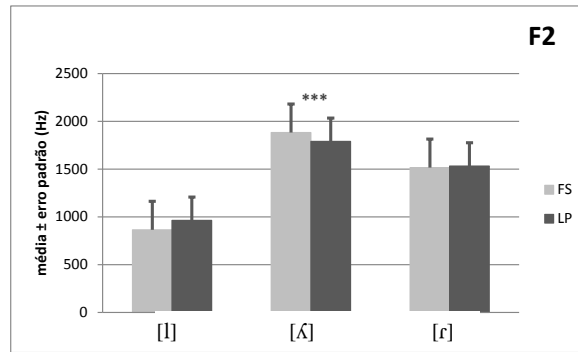


Figura 8: Valores médios  $\pm$  erro padrão de F2, para as consoantes líquidas em estudo, produzidas pelos informantes FS e LP.

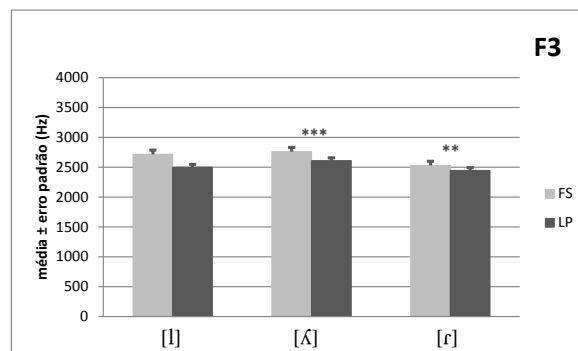


Figura 9: Valores médios  $\pm$  erro padrão de F3, para as consoantes líquidas em estudo, produzidas pelos informantes FS e LP.

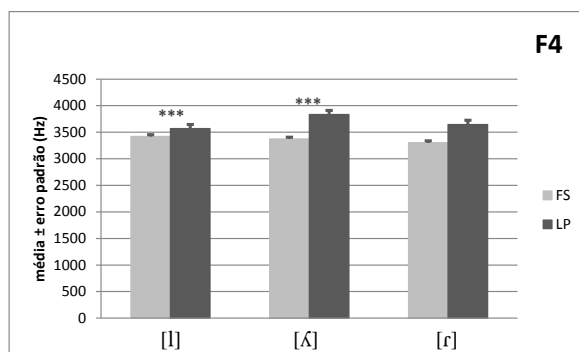


Figura 10: Valores médios  $\pm$  erro padrão de F4, para as consoantes líquidas em estudo, produzidas pelos informantes FS e LP.

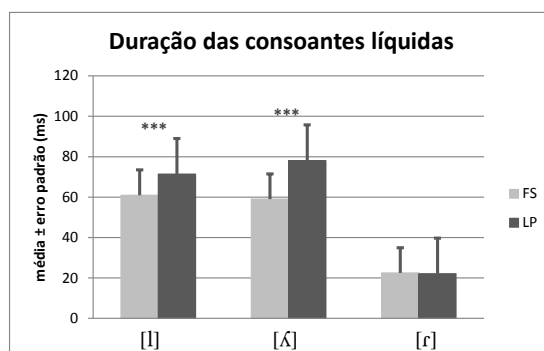


Figura 11: Valores médios  $\pm$  erro padrão da duração das consoantes líquidas, para as consoantes líquidas em estudo, produzidas pelos informantes FS e LP.



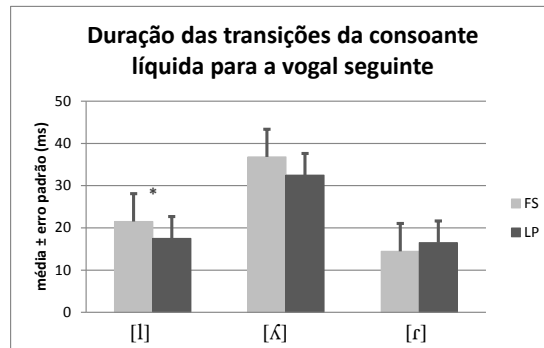


Figura 12: Valores médios  $\pm$  erro padrão da duração das transições da consoante líquida para a vogal seguinte, para as consoantes líquidas em estudo, produzidas pelos informantes FS e LP.

#### 4. Discussão dos resultados

Para facilitar a compreensão da análise e comparação dos resultados obtidos com dados de outros estudos, esta secção será organizada em quatro partes, iniciando-se pela discussão dos resultados da lateral alveolar, lateral palatal, vibrante alveolar e por fim da vibrante uvular.

##### 4.1. Lateral alveolar

Os resultados obtidos para as frequências dos dois primeiros formantes do /l/ em ataque simples vão ao encontro do verificado em estudos anteriores relativos ao PE (Andrade, 1999; Marques, 2010; Monteiro, 2012), que apontam para valores da frequência de F1 na ordem de grandeza dos 350 Hz e valores de F2 que rondam os 1000 Hz. Neste sentido, os nossos dados vêm corroborar a ideia de existência de uma lateral velarizada em ataque simples, uma vez que os valores de F2 se encontram abaixo de 1500 Hz (Recasens, 2012).

Também os valores de duração da lateral alveolar em ataque simples estão de acordo com os resultados obtidos noutros estudos para o PE (Marques, 2010; Monteiro, 2012).

#### 4.2. Lateral palatal

Quanto aos valores obtidos para a frequência de F1 no nosso estudo, na ordem de grandeza dos 300 Hz, podemos verificar que estes vão ao encontro do referido no trabalho de Monteiro (2012) para o PE, mas também no de Silva (1996) para o PB.

Relativamente à frequência do segundo e terceiro formantes, é possível constatar que os dados alcançados no presente estudo estão também de acordo com o descrito na literatura para o PB e o PE (Silva, 1996; Monteiro, 2012).

No que se refere à duração, os nossos dados atestam que esta parece estar mais próxima dos valores obtidos por Monteiro (2012) e Silva (1996), na ordem de grandeza dos 80 ms.

Deve ainda ser referido que as médias obtidas para a duração da palatal são significativamente diferentes ( $p < 0,001$ ) entre os dois informantes para, o que reflecte a existência de alguma variabilidade inter-participantes. Estes dados devem ser analisados com as devidas reservas, uma vez que não houve controlo do débito de fala dos participantes.

#### 4.3. Vibrante alveolar

Os resultados de F1 obtidos para a vibrante alveolar parecem indicar que este fonema é produzido com alguma elevação do corpo da língua face às restantes líquidas em estudo, visto que é a líquida que apresenta valores mais elevados da frequência de F1.

No que se refere à duração, os nossos dados atestam que esta vibrante é a mais curta das consoantes líquidas, muito embora os valores que obtivemos (cerca de 20 ms) se encontram um pouco abaixo do descrito por Silva (1996) para o PB em posição intervocálica (37 ms).

A ausência de dados acústicos para o PE e a variabilidade de metodologias utilizadas para a análise de dados acústicos destes segmentos em outras línguas condicionam uma discussão mais completa e exaustiva dos dados referentes à vibrante alveolar.

#### 4.4. Vibrante uvular

A análise dos dados permite reconhecer a existência de variabilidade inter e intra participantes, já descrita por outros autores não só para as vibrantes, mas para as líquidas no geral e que fica também patente neste trabalho.

O padrão cíclico de oscilação da amplitude da forma de onda descrito na secção dos resultados parece estar de acordo com o que teoricamente é referido sobre a realização fonética da vibrante uvular, que se destaca pela presença de mais do que um contacto entre os articuladores, assemelhando-se a uma sequência de batimentos (Mateus et al., 2005). Contudo, este comportamento não é observado para todas as produções dos dois participantes deste estudo.

A realização fonética da vibrante uvular como fricativa uvular afigura-se como uma realidade, em conformidade com estudos como os de Jesus e Shadle (2005) e de Rennie e Martins (2010) para o PE.

## 5. Conclusões

O presente trabalho é, tanto quanto se sabe, o primeiro a considerar as características acústicas das quatro consoantes líquidas do Português Europeu.

Pela análise dos resultados e comparação com estudos prévios sobre esta temática é possível obter as seguintes principais conclusões:

- Existe alguma variabilidade inter-sujeitos em relação às características estudadas neste trabalho;

- O /r/ é a líquida com valores da frequência de F1 mais elevados ([ʎ] < [l] < [r]);

- Os valores mais elevados da frequência de F2 foram obtidos para a lateral palatal ([l] < [r] < [ʎ]);

- Os valores da frequência de F3 e F4 sugerem não haver grandes diferenças entre as líquidas [l, ʎ, r];

- A vibrante alveolar é a líquida com menor duração ([r] < [l] < [ʎ]);

- A transição da lateral palatal para a vogal seguinte é a mais longa ([r] < [l] < [ʎ]);

- A vibrante uvular /ʀ/ é, frequentemente, realizada como fricativa uvular ([ʁ, χ]).

Importa referir que estes dados apresentados dizem apenas respeito a dois informantes, pelo que a sua análise e interpretação devem ter este aspeto em consideração.

## 6. Agradecimentos

Este trabalho foi desenvolvido no âmbito do programa Doutoral Voz, Linguagem e Comunicação da Universidade de Lisboa.

This work was partially funded by FEDER through the Operational Program Competitiveness Factors (COMPETE) and by National Funds through FCT (Foundation for Science and Technology) in the context of Project FCOMP-01-0124-FEDER-022682 (FCT Reference PEst-C/EEI/UI0127/2011).

Gostaríamos ainda de agradecer aos participantes do estudo, bem como aos avaliadores pelas sugestões apresentadas.

## Referências

Andrade, A. (1998). Variação fonética do /l/ em ataque silábico em Português Europeu. In *Atas do IX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística*, 55-76. Lisboa – Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.

- Andrade, A. (1999). On /l/ velarization in European Portuguese. In Proceedings of the 14th International Congress on Phonetic Sciences (ICPhS 99), Volume 1, San Francisco, USA, pp. 543-546.
- Bladon, R.A. & Carbonaro, E. (1978). Lateral Consonant in Italian. *Journal of Italian Linguistics*, 3; pp. 43-55.
- Boersma, P. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International*, 5, 341-345.
- Boyce, S. & Espy-Wilson, C.Y. (1997). Coarticulatory stability in American English /r/. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101(6); pp. 3741-3752.
- Brunner, J., Fuchs, S., Perrier, P. & Kim, H. (2003). Mechanisms of contrasting Korean velar stops: A catalogue of acoustic and articulatory parameters. *Zas papers in Linguistics*, 32; pp. 15-30.
- Callou, D., Moraes, J.A. & Leite, Y. (1995). Aspectos fonéticos do Português do Brasil: Pluralidade de normas. In *Actas do XI Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística* (vol.3), 186-194. Lisboa – Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa.
- Carter, P. & Local, J. (2007). F2 variation in Newcastle and Leeds English liquid systems. *Journal of the International Phonetic Association*, 37; pp. 183-199.
- Dalston, R.M. (1975). Acoustic characteristics of English /w, r, l/ spoken correctly by young children and adults. *Journal of the Acoustical Society of America*, 57(2), pp. 462-469.
- Espy-Wilson, C.Y. (1992). Acoustic measures for linguistic distinguishing the semivowels /w j r l/ in American English. *Journal of the Acoustical Society of America*, 92(2); pp. 736-757.
- Espy-Wilson, C.Y., Boyce, S., Narayanan, S. & Alwan, A. (2000). Acoustic modeling of American English /r/. *Journal of the Acoustical Society of America*, 108(1); pp. 343-356.
- Giles, S.B. & Moll, K.L. (1975). Cinefluorographic Study of Selected Allophones of English /l/. *Phonetica*, 31, 206-227.
- Guimarães, I. (1995). *Protocolo de Avaliação Orofacial – PAOF*. Lisboa: Edições Eupraxis.
- Hagiwara, R. (1995). Acoustic Realizations of American /r/ as Produced by Women and Men. *UCLA Working Papers in Phonetics*, No.90.
- Jesus, L. M. T. & C. H. Shadle (2005). Acoustic analysis of European Portuguese uvular [χ, ʁ] and voiceless tapped alveolar [ç] fricatives. *Journal of the International Phonetic Association* 35(1), 1-18.
- Johnson, K. (2012). *Acoustic and Auditory Phonetics*. (3rd Edition). Oxford: Wiley-Blackwell.
- Kent, R.D. & Read, C. (2002). *Acoustic analysis of Speech*. (2nd edition). California: Singular Publishing Group.
- Ladefoged, P. & Maddieson, I. (1996). *The Sounds of the World's Languages*. Oxford: Blackwell Publishing.

- Lee, S.; Potamianos, A. & Narayanan, S. (1999). Acoustics of children's speech: Developmental changes of temporal and spectral parameters. *Journal of the Acoustical Society of America*, 105 (3); 1455-1468.
- Lehiste, I. (1964). *Acoustical characteristics of selected English consonants*. The Hague: Mouton.
- Lindau, M. (1980). The Story of /r/. *UCLA Working Papers in Phonetics*, No. 51; pp. 114-119.
- Marques, I.M.B. (2010). *A Variação Fonética da Lateral Alveolar no Português Europeu*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Portugal.
- Martins, P., Oliveira, C., Silva, A., & Teixeira, A. (2010). Articulatory Characteristics of European Portuguese Laterals: a 2D & 3D MRI Study. *VI Jornadas en Tecnología del Habla and II Iberian SLTech Workshop*. 10-12 November 2010, Vigo.
- Mateus, M.H. & Andrade, E. (2000). *The Phonology of Portuguese*. Oxford: Oxford University.
- Mateus, M.H.M., Falé, I. & Freitas, M.J. (2005). *Fonética e Fonologia do Português*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Monteiro, Diana. (2012). *Variação Dialectal das Laterais do Português Europeu*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Aveiro, Portugal.
- Nakamura, M. (2009). Exploring vocalization for /l/ in English: na EPG and EMA study. In *Proceedings of Interspeech 2009*, Brighton, UK, pp. 2311-2314.
- Narayanan, S., Alwan, A. & Haker, K. (1997). Toward articulatory-acoustic models for liquids approximants based on MRI and EPG data. Part I. The Laterals. *Journal of the Acoustical Society of America*, 101(2); pp.1064-1077.
- Newton, D.E. (1996). The Nature of Resonance in English: An Investigation into Lateral Articulation. *York Papers in Linguistics*, 17; pp. 167-190.
- Oliveira, C., Teixeira, A., & Martins, P. (2010). Towards an articulatory characterization of European Portuguese /l/. In *Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics*., Athens, Greece, pp. 25-27.
- O'Shaughnessy, D. (1991). A study of French vowel and consonant duration. *Journal of Phonetics*, 9; 385-406.
- Punnoose, R. (2010). *An Auditory and Acoustic Study of Liquids in Malayalam*. PhD Thesis, Newcastle University, UK.
- Quilis, A. (1999). *Tratado de Fonología y Fonética Españolas*. (segunda edición) Madrid: Editorial Gredos, S.A.
- Recasens, D. (1991a). On the production characteristics of apicoalveolar taps and trills. *Journal of Phonetics*, 19; pp. 267-280.
- Recasens, D. (1991b). An eletropalatographic and acoustic study of consonant-to-vowel coarticulation. *Journal of Phonetics*, 19; pp. 177-192.
- Recasens, D., Fontdevila J. & Pallarès, M.D. (1995a). Velarization degree and coarticulatory resistance for /l/ in Catalan and German. *Journal of Phonetics* (23); pp. 37-52.

- Recasens, D., Pallarès, M.D. & Fontdevila, J. (1995b). Coarticulatory variability and articulatory-acoustic correlations for consonants. *European Journal of Disorders of Communication*, 30; 203-212.
- Recasens, D., Fontdevila, J. & Pallarès, M.D. (1996). Linguopalatal coarticulation and alveolar-palatal correlations for velarized and non-velarized /l/. *Journal of Phonetics*, 24; pp.165-185.
- Recasens, D. & Espinosa, A. (2005). Articulatory, positional and coarticulatory characteristics for clear /l/ and dark /l/: evidence from two Catalan dialects. *Journal of the International Phonetic Association*, 35 (1); pp.1-25.
- Recasens, D. (2012). A cross-language study of initial and final allophones of /l/. *Speech Communication*, 54; pp. 368-383.
- Rennicke, I. & Martins, P. (2012). *Algumas considerações sobre as realizações fonéticas de /R/ em português europeu*. Comunicação oral no XXVIII Encontro Nacional Associação Portuguesa de Linguística.
- Silva, A.H.P.S. (1996). *Para a descrição fonético-acústica das líquidas no português brasileiro: dados de um falante paulistano*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.
- Sproat, R. & Fujimura, O. (1993). Allophonic variation in English /l/ and its implication for phonetic implementation. *Journal of Phonetics*, 21; pp. 291-311.
- Stevens, K.N. (1998). *Acoustic Phonetics*. London: The MIT Press.
- Teixeira, A., Martins, P., Oliveira, C., Ferreira, C., Silva, A. & Shosted, R. (2012a). Real-Time MRI for Portuguese – Database, Methods and Applications. In H. Caseli, A. Villavicencio, A. Teixeira, and F. Perdigão (Eds.), *Computational Processing of the Portuguese Language*, pp. 306-317. Berlin: Springer -Verlag.
- Teixeira, A., Martins, P., Oliveira, C., Ferreira, C. & Silva, A. (2012b). Production and Modeling of the European Portuguese Palatal Lateral. In H. Caseli, A. Villavicencio, A. Teixeira, and F. Perdigão (Eds.), *Computational Processing of the Portuguese Language*, pp. 318-328. Berlin: Springer -Verlag.
- Wells, J.C. (1997) "SAMPA computer readable phonetic alphabet," in *Handbook of Standards and Resources for Spoken Language Systems*, D. Gibbon, R. Moore, and R. Winski, Eds., ed Berlin: Mouton de Gruyter, pp. 684-732.
- Vigário, M., Martins, F. & Frota, S. (2004). Frequências no Português Europeu: a Ferramenta FreP. *Atas do XX Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística*, pp. 897-908.