

A Realização do Schwa no Português Europeu

Sara Candeias¹, Arlindo Veiga^{1,3}, Carla Lopes^{1,2}, Fernando Perdigão^{1,3}

¹Instituto de Telecomunicações, polo de Coimbra, P-3030-290 Coimbra, PORTUGAL

²Instituto Politécnico de Leiria - ESTG, Campus 2, P-2411-901 Leiria, PORTUGAL

³Universidade de Coimbra – DEEC, Polo II, P-3030-290 Coimbra, PORTUGAL

{saracandeias, aveiga, calopes, fp}@co.it.pt

Resumo. Este artigo descreve a realização do schwa no português europeu, usando um sistema de reconhecimento automático de fones como método de análise. A abordagem é baseada na análise da sequência de fones com máxima verosimilhança, admitindo diferentes realizações fonéticas do schwa ([@], [Ø] e [i]: SAMPA). Neste estudo, 22627 locuções provenientes da leitura de 208 frases (cerca de 31,5 horas de fala) foram examinadas. Nas locuções foram observadas ocorrências da presença de schwa [@] versus o seu apagamento [Ø] e versus a alternância com outro fone [i]. Esta análise gerou informação linguística, suportada por uma avaliação estatística, sobre a frequência de ocorrência do schwa e da sua realização fonética. Dos resultados a que se chegaram, pode concluir-se que [@], [Ø] e [i] são realizações alofônicas de /@/. Ainda que observados alguns condicionamentos à multirrealização não foi encontrado, num contexto menos alargado, qualquer tipo de sistematicidade contextual que torne a realização em [@], em [Ø] ou em [i] objeto de normalização irrefutável.

Abstract. This paper describes the realization of the schwa in European Portuguese, using a system of automatic phones recognition as method of analysis. The approach is based on the analysis of the sequence of phones with maximum likelihood, assuming different phonetic realizations of the schwa (such as ([@], [Ø] and [i]: SAMPA). In this study 22,627 phrases from 208 read sentences (about 31.5 hours of speech) were examined. The presence of the schwa [@] versus schwa-deletion [Ø] and versus schwa switching with the phone [i] was examined in the utterances. This analysis generated linguistic information supported by a statistical analysis of the frequency of the schwa occurrence and its phonetic realization. From the results, we could conclude that [@], [Ø] and [i] are /@/ allophones. However, although some restrictions to the multi realization of schwa were observed we did not find any rule which systematically renders [@], [Ø] and [i] obligatory.

1. Introdução

Este estudo enquadra-se no domínio da descrição linguística do schwa (SAMPA: [@]; IPA: [ə]), considerando a língua portuguesa falada na sua vertente europeia (PE). A realização do /@/, que pode advir da pronúncia de vogais como <e> ou <i> (como por exemplo <de> -> [d@] ou <história> -> [@StOri6]), tem representado um problema de resolução complexa em especial quando é necessário fazer uma transcrição precisa do sinal da fala. A coocorrência de realizações do schwa em [@], em [Ø] (apagamento) e em [i], designadas, por isso, como multirrealizações e já descritas na literatura da área (cf. [Andrade 1996], do ponto de vista mais fonético e [Veloso 2007], do ponto de vista

mais fonológico), pode ser responsável por consideráveis taxas de erro no reconhecimento automático do PE falado em contínuo. A categorização do schwa tem sido um assunto questionado, mas não encerrado, à luz quer da teoria funcionalista [Barbosa 1965], quer da teoria gerativista [Mateus et d'Andrade 2000: 10-37] em especial no que respeita à associação com o núcleo vazio de sílaba [Mateus et d'Andrade 2000: 44]. Relacionados com as realizações do schwa, estudos sobre a redução fonética da vogal átona no PE, como os de Viana [1892] Company, [1954], Andrade [1996], Andrade e Mascarenhas [1995] e Fernandes [2007], apontam o schwa como uma vogal fraca, regularmente reduzida e, muitas vezes, apagada. Alguns destes estudos, os mais clássicos, como os de Viana [1892] e Company [1954], baseiam as suas descrições em observações esporádicas e intuitivas da fala; outros, como os de Andrade [1996], Andrade e Mascarenhas [1995] e Fernandes [2007], referem já detalhes sobre propriedades fonéticas do schwa considerando informações advenientes do contexto acústico. No entanto, os dados recolhidos que contribuíram para a descrição do analisado partiram de um número muito limitado de informantes, pelo que o schwa aguarda uma verificação de características com base em amostras de fala mais representativas da língua.

A análise da coocorrência em [(@|Ø|li)] reclama, necessariamente, a ponderação sobre questões linguísticas imediatas em relação à categorização do schwa, tais como o seu estatuto fonológico e a aceção de núcleo silábico vazio. Trata-se de questões complexas que envolvem um objetivo fonológico para o qual não nos direcionámos neste estudo. Ainda assim, sempre que nos focámos ao nível da classe, a qual pode ser realizada pelos fones [@], [Ø] ou [i], referimo-nos ao perfil fonológico do schwa (representado como /@/). As multirrealizações [(@|Ø|li)] detetadas, e que se encontram ao nível da fonética, apoiam-se nos resultados de um sistema de reconhecimento automático de fones aplicado ao sinal de fala usando modelos acústicos dos fones [Veiga et al. 2010].

O estudo aqui apresentado conduziu à extensão da caracterização do schwa em PE apoiada por resultados de segmentação automática de um grande conjunto de alocações, bem como a uma apresentação estatística de informação fonética do PE falado.

2. Base de Dados

A base de dados usada para a descrição do schwa é constituída por 22627 locuções de 208 frases foneticamente ricas lidas por 266 falantes distintos (95 mulheres e 171 homens). As locuções perfazem cerca de 31,5 horas de fala [Lopes et al. 2008], contendo as frases 1456 vocábulos diferentes. Cada locução foi proferida a um ritmo médio de 13,1 fones por segundo e a duração média do fone é de 88,7 milissegundos.

3. Metodologia

De forma a avaliar-se a multirrealização do /@/, um método de máxima verosimilhança é aplicado ao sinal de fala de forma a procurar a melhor sequência de fones presentes em cada locução. Para tal, foram consideradas três possibilidades de realização do schwa - [@], [i] e [Ø] (usando a notação EBNF, [Young et al. 2006]) - nas transcrições das frases. O alinhamento fonético das respetivas locuções foi feito recorrendo a modelos acústicos de fones baseados em HMM (Hidden Markov Models) As transcrições padronizadas (consideradas como referência) admitem apenas a realização [@] (cf. -MR na Tabela 1); a incorporação de multirrealizações (cf. +MR) pode levar ao

reconhecimento dos fones alternativos [(@|li|Ø)] em contextos variados. Foi também incorporada em (+MR) a possibilidade de uma pequena pausa, notada como [sp], poder, ou não, existir, face a efeitos de coarticulação.

A consistência da transcrição foi avaliada automaticamente, usando uma medida de confiança baseada nos resultados de reconhecimento de dois diferentes descodificadores. Para treinar o sistema de modelos acústicos, as 22627 locuções foram divididas em dois conjuntos, para treino (20365 locuções) e para teste (2262 locuções), correspondendo a 90% e 10% respectivamente. A partir do conjunto de treino, foram treinados 39 fones (37 fones do PE, silêncio (SIL), e pequenas pausas (sp). Foram treinados dois conjuntos de modelos. Num deles considerou-se o contexto à esquerda e à direita (modelos de trifones). No outro não se incluiu qualquer informação contextual (modelos de monofones). Na tarefa de alinhamento de fones, apenas os modelos de monofones foram usados. Um maior detalhe sobre o sistema de reconhecimento utilizado pode ser encontrada em Veiga et al. [2010].

Tabela 1. Exemplo do alinhamento entre transcrições com informação de multirealizações (+MR) versus transcrição padronizada (-MR).

Transcrição alinhada	
-MR	SIL R @ f u r m a d u sp d @ sp u m 6 sp k o~ p 6 J i 6 sp d @ sp p @ t r O l i u S SIL
+MR	SIL R f u r m a d u d u m 6 sp k o~ p 6 J i 6 d @ sp p t r O l i u S SIL

Comparando as transcrições resultantes do reconhecimento de fones com as transcrições de referência, foi possível quantificar e verificar as ocorrências de [@] vs [Ø] vs [i] e avaliar os contextos indicadores deles decorrentes.

Os contextos observados foram os seguintes:

1 - início de vocábulo

(/ @ S "forsu/ <esforço>, / @ S "taZiu/ <estágio>, / @ S "kOl6/ <escola>);

2 - fim de vocábulo

(/ "sEri @ / <série>, /ko~tin "u @ / <continue>, /tutal "me~t @ / <totalmente>);

3 - sílaba aberta

(/R @ kuJ @ si "me~tu/ <reconhecimento>, /m @ "Lor/ <melhor>, /R @ S @ "ad6/ <recheada>) e

4 - sílaba fechada

(/imi "gr6~t @ S/ <imigrantes>, /sup @ rSti "s6~w~/ <superstição>, /d @ Svi "6~dus @ / <desviando-se>)

Foram também observados os seguintes indicadores:

- a proporção das realizações [(@|Ø|li)] em cada contexto (cf. Figura 1);
- o contexto à direita e à esquerda (cf. Figura 2) e
- a influência da posição de tonicidade e do / @ / no vocábulo e da quantidade de fones existentes na pronúncia do vocábulo (cf. Figura 3).

Figura 1. Proporção das realizações de /@/ nos contexto 1 a 4

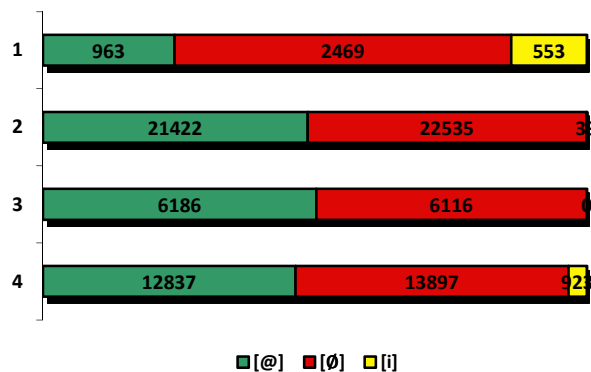
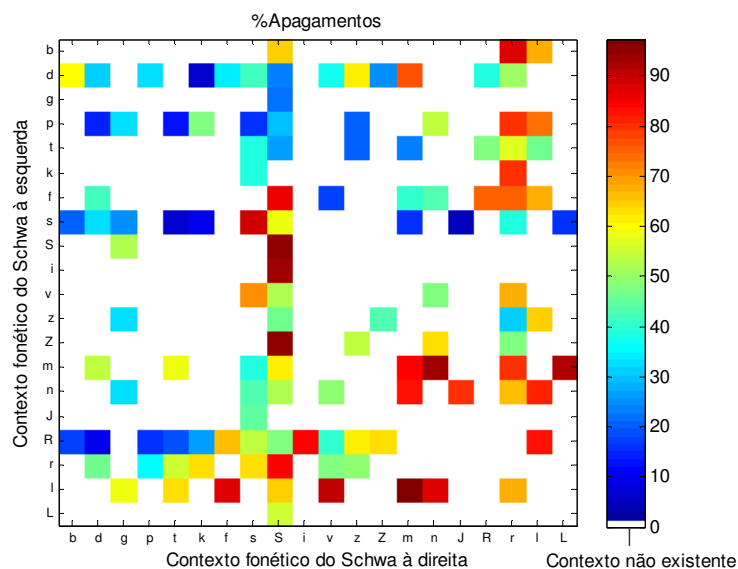


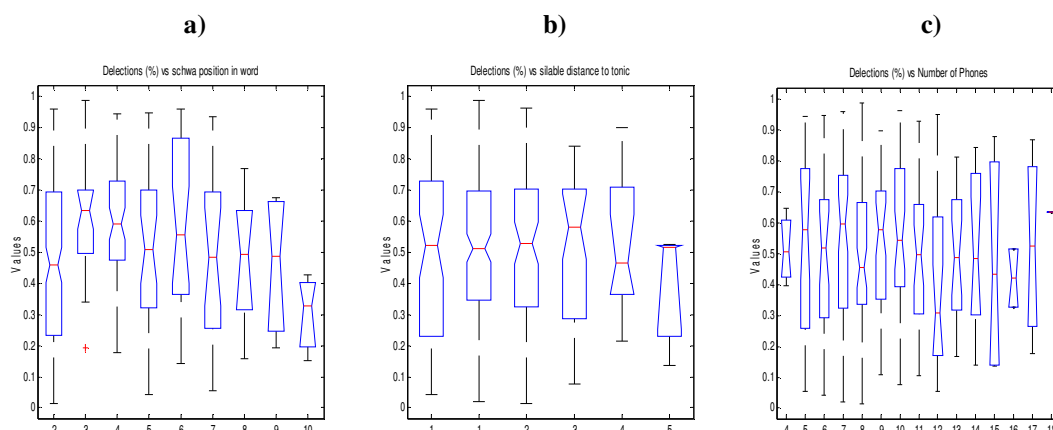
Figura 2. Contextos fonéticos à direita e à esquerda



4. Resultados

Ainda que a presença do schwa ([@]) e o seu apagamento ([∅]) apresentem sensivelmente a mesma proporção de realização (cf. Figura 1), verificou-se que a realização [∅] recebe influências de certos contextos, as quais passamos a indicar: da presença de fricativas, de nasais e de laterais (destacando-se contextos como [d - ∅ + m] (76%); [f - ∅ + S] (86%); [l - ∅ + (m | n | v)] (91%); [m - ∅ + (L | m | n | t)] (77%); [n - ∅ + (J | l | m)] (81%) e [r - ∅ + s] (75%) – cf. Figura 2); do número de fones pelos quais o vocábulo é pronunciado (cf. Figura 3); e da posição do /@/ no âmbito do vocábulo (especialmente quando ocupa a terceira e a quarta posição: <operação> (104 vezes [op∅r6s6~w~] vs. 4 vezes [op@r6s6~w~]); <liberdade> (74 vezes [lib∅rdad@] vs. 11 vezes [lib@rdad@]) - cf. Figura 3). Não foram encontradas evidências significativas na relação entre a realização [∅] e a posição da sílaba tónica (cf. Figura 3).

Figura 3. Percentagem de apagamento do schwa no âmbito do vocábulo: a) em função da posição do /@/ na palavra; b) em função da distância à vogal tónica; c) em função do número de fones da palavra.



5. Conclusões

O estudo do /@/, apoiado por um sistema automático de reconhecimento de fones e sustentado por uma base de dados do PE falado de tamanho considerável, permite-nos gizar as seguintes conclusões: [@], [Ø] e [i] são realizações alofónicas de /@/; a realização [Ø], quando ocorre entre duas consoantes, potencia o aparecimento de novos grupos consonânticos e, conseqüentemente, de novas estruturas silábicas; o /@/ não é condicionado por qualquer tipo de sistematicidade contextual que torne as realizações [@], [Ø] ou [i] objeto de normalização irrefutável. Consideramos ainda que os sistemas de reconhecimento automático de fala poderão sofrer um incremento em termos de desempenho se acolherem informação linguística acurada acerca das possibilidades de multirrealização do schwa em PE.

Referências

- Andrade, A. (1996) “Reflexões sobre o ‘e mudo’ em Português europeu”, in I. Duarte and I. Leiria (Eds.), *Actas do Congresso Internacional sobre o Português*, Vol II, U. Lisbon, Colibri/APL, Lisboa, pp.303-344.
- Andrade, A.; Mascarenhas, I. (1995) “Sobre a variação fonética de /i/ - uma primeira abordagem” in *Actas do X Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística*, U. Lisbon, Colibri/APL, Lisboa, pp. 25-43.
- Barbosa, J. (1965). *Études de phonologie portugaise*. Junta de Investigações do Ultramar, Lisboa.
- Company, M. (1954) “Notes sur les finales atones portugaises après consonne soured” in *Revista do Laboratório de Fonética Experimental* 2: 105-127.
- Lopes, J., Neves, C., Veiga, A., Maciel, A., Lopes, C., Perdigão, F., and Sá, L. (2008) “Development of a Speech Recognizer with the Tecnovoz Database”, *Propor* 2008, International Conference on Computational Processing of Portuguese, Aveiro, Portugal, pp. 260-263.

- Lopes, J., Neves, C., Veiga, A., Maciel, A., Lopes, C., Perdigão, F., Sá, L. (2008) “Development of a Speech Recognizer with the Tecnovoz Database” in Proc. PROPOR, pp. 260-263.
- Mateus, M. H.; d'Andrade, E. (2000). The phonology of Portuguese. Oxford University Press, New York.
- Veiga, A.; Candeias, S.; Sá, L.; Perdigão, F. (2010) “Using coarticulation rules in automatic phonetic transcription” in Proc. PROPOR.
- Veloso, J. (2007) “Schwa in european portuguese: the phonological status of [ɨ]” in Crouzet and Angoujard (Orgs.), Actes des Proceedings of JEL'2007. Schwa(s). 5. ^{èmes} Journées d'Etudes Linguistiques 27-28 Juin 2007, pp. 55-60.
- Viana, A. R. G. (1892). “Exposição da pronúncia normal portuguesa para uso de nacionais e estrangeiros, Lisboa, Imprensa Nacional” Facsimiled in Cintra and Ribeiro (Orgs.), A. R. Gonçalves Viana, Estudos de Fonética Portuguesa, Lisboa, Imprensa Nacional – Casa da Moeda, pp.153-257.
- Young, S., Kershaw, D., Odell, J., Ollason, D., Valtchev, V. and Woodland, P. (2006). The HTK book. Revised for HTK version 3.4, Cambridge University Engineering Department, Cambridge.