



**MARISA LOBO
LOUSADA**

**Estudo da Produção de Oclusivas do Português
Europeu**



**MARISA LOBO
LOUSADA**

Estudo da Produção de Oclusivas do Português Europeu

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Ciências da Fala e da Audição, realizada sob a orientação científica do Prof. Dr. Luís Miguel Teixeira de Jesus, Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Doutor Francisco António Cardoso Vaz
Professor Catedrático da Universidade de Aveiro

vogais

Doutora Maria do Céu Guerreiro Viana
Investigadora Principal da Faculdade de Letras da Universidade de Lisboa

Doutor António Joaquim da Silva Teixeira
Professor Auxiliar da Universidade de Aveiro

Doutor Luís Miguel Teixeira de Jesus
Professor Adjunto da Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luís Jesus, que além de se mostrar sempre disponível na orientação científica do trabalho, demonstrou também enorme compreensão e amizade.

À Escola Superior de Saúde da Universidade de Aveiro pelo apoio concedido que tornou possível a realização deste trabalho.

Ao Instituto de Engenharia Electrónica e Telemática de Aveiro pelos meios disponibilizados.

À Prof. Dr. Andreia Hall pela disponibilidade e ajuda na análise estatística.

À Isabel, ao André e à Susana pela colaboração como informantes.

Aos meus pais e à minha irmã pelo apoio incondicional.

Ao Hugo pelo apoio, paciência e carinho que demonstrou em todos os momentos.

A todos os familiares e amigos que diariamente contribuíram com toda a paciência e compreensão.

palavras-chave

Produção de Fala, Oclusivas, Análise Acústica.

resumo

Este estudo de produção consiste na realização de análises temporais e espectrais das consoantes oclusivas orais /p, b, t, d, k, g/ produzidas em posição inicial, medial e final de palavra por 6 informantes nativos do Português Europeu. Ao nível das análises temporais determinaram-se as seguintes propriedades acústicas: voice onset time, duração da oclusiva, duração da oclusão, duração da distensão, vozeamento durante a oclusão, duração da vogal anterior e duração da vogal seguinte. Relativamente às análises espectrais procedeu-se à determinação das frequências dos picos e dos vales espectrais e à parametrização das características espectrais através da análise dos declives dos espectros e do cálculo dos momentos de distribuição (média, variância, assimetria e curtose).

Os resultados da análise temporal sugerem que quando [b, d, g] são realizadas como desvozeadas, as propriedades acústicas duração total, duração da oclusão, duração da vogal seguinte, duração da vogal anterior e duração do vozeamento durante a oclusão têm um papel importante na distinção do vozeamento. Os resultados da análise espectral indicam que a explosão contém características que variam consoante o ponto de articulação das oclusivas.

keywords

Speech Production, Stops, Acoustic Analysis.

abstract

This production study focuses on the temporal and spectral analysis of oral stop consonants /p, b, t, d, k, g/ produced in initial, medial and final position by six native speakers of European Portuguese. As far as temporal analysis is concerned the following acoustic properties were determined: voice onset time, stop duration, closure duration, release duration, voicing into closure duration, duration of preceding vowel and duration of following vowel. The spectral peak and trough frequencies were also determined and a parameterization of stop spectra through slopes analysis and moments calculation was performed (mean, variance, skewness and kurtosis).

Results of temporal analysis suggested that when [b, d, g] were devoiced, the acoustic properties stop duration, closure duration, duration of following vowel, duration of preceding vowel and duration of voicing into closure are relevant for the voicing distinction. Results of spectral analysis showed that the burst has characteristics that vary with the place of articulation.

Índice

Índice	1
Lista de Figuras	5
Lista de Tabelas.....	11
Capítulo 1: Introdução.....	13
1.1 Motivações do Estudo	13
1.2 Oclusivas.....	13
1.2.1 Classificação Articulatória das Oclusivas do PE.....	13
1.2.2 Propriedades Acústicas	14
1.3 Objectivos do Estudo	18
1.4 Organização da Dissertação	18
Capítulo 2: Método	19
2.1 Introdução	19
2.2 Criação do Corpus	19
2.3 Gravação.....	19
2.4 Segmentação e Anotação	20
2.5 Análise Espectral.....	24
2.5.1 Análise das Frequências dos Picos e dos Vales Espectrais.....	26
2.5.2 Parametrização das Características Espectrais das Oclusivas	28
2.5.2.1 Análise dos Declives dos Espectros	28
2.5.2.2 Cálculo dos Momentos de Distribuição	29
2.6. Sumário	31
Capítulo 3: Análise Temporal	33

3.1 Introdução	33
3.2 Desvozeamento	33
3.2.1 Revisão da Literatura.....	33
3.2.2 Resultados do Desvozeamento.....	34
3.2.2.1 Análise do Desvozeamento em Função do Ponto de Articulação.....	34
3.2.2.2 Análise do Desvozeamento em Função do Informante.....	38
3.3 Duração das Oclusivas e das Vogais Adjacentes.....	41
3.3.1 Revisão da Literatura.....	41
3.3.1.1 Estudos no Inglês	41
3.3.1.2 Estudos no Português Europeu	43
3.3.2 Resultados da Análise Temporal das Oclusivas Bilabiais, Dentais e Velares... 46	
3.3.2.1 Voice Onset Time (VOT)	46
3.3.2.2 Duração Total das Oclusivas.....	49
3.3.2.3 Duração da Oclusão.....	58
3.3.2.4 Duração da distensão	61
3.3.2.5 Duração da Vogal Seguinte	65
3.3.2.6 Duração da Vogal Anterior	67
3.3.2.7 Duração do Vozeamento Durante a Oclusão.....	68
3.4 Sumário.....	71
Capítulo 4: Análise Espectral.....	75
4.1 Introdução	75
4.2 Revisão da Literatura.....	77
4.3 Resultados	81
4.3.1 Frequências dos Picos e dos Vales Espectrais.....	81
4.3.2 Parametrização das Características Espectrais das Oclusivas.....	87

4.3.2.1 Declives dos Espectros	87
4.3.2.2. Momentos de Distribuição	94
4.4 Sumário	100
Capítulo 5: Conclusões e Trabalho Futuro	101
5.1 Introdução	101
5.2 Conclusões.....	101
5.3 Trabalho Futuro.....	103
Bibliografia	105
Publicações Realizadas no Âmbito do Mestrado	109
Apresentações Orais e em Cartaz Realizadas no Âmbito do Mestrado.....	109
Anexo 1: Corpus 1 e 2.....	111
Anexo 2: Resultados da Análise Temporal	115

Lista de Figuras

Figura 1: Representação esquemática da sequência de eventos durante a distensão de uma consoante oclusiva não vozeada, não aspirada. De Stevens (1993).	15
Figura 2: Esquema das curvas do fluxo de ar e da pressão intraoral durante a distensão de oclusivas labiais e velares. De Stevens (1998).	17
Figura 3: Anotação da sequência VCV da palavra ['nape] produzida pelo informante PA.22	
Figura 4: Anotação da sequência CV da palavra ['bufu] produzida pelo informante PA. ...	23
Figura 5: Parte do código <i>Matlab</i> utilizado para calcular as durações.	24
Figura 6: Forma de onda e espectro da explosão da oclusiva [t] produzida pela informante ML.	25
Figura 7: Espectros das oclusivas [p], [t] e [k] do Corpus 1 produzidas pela informante ML.	27
Figura 8: Espectro Multitaper da oclusiva [p] em posição inicial da palavra ['piku] produzida pela informante ML.	28
Figura 9: Exemplo de uma distribuição simétrica. De Hall et al. (2006, p.96).	29
Figura 10: Exemplo de uma distribuição assimétrica positiva. De Hall et al. (2006, p.96).	30
Figura 11: Exemplo de uma distribuição assimétrica negativa. De Hall et al. (2006, p.96).	30
Figura 12: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante SC. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ✱.	31
Figura 13: Resultados do desvozeamento de [b] para todos os informantes em posição inicial (PI), medial (PM) e final (PF) de palavra.	35
Figura 14: Resultados do desvozeamento de [d] para todos os informantes em posição inicial, medial e final de palavra.	36

Figura 15: Resultados do desvozeamento de [g] para todos os informantes em posição inicial, medial e final de palavra.	37
Figura 16: Resultados do desvozeamento de [b] para cada informante em todas as posições.	38
Figura 17: Resultados do desvozeamento de [d] para cada informante em todas as posições.	39
Figura 18: Resultados do desvozeamento de [g] para cada informante em todas as posições.	40
Figura 19: VOT das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	47
Figura 20: VOT das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	49
Figura 21: Duração das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	50
Figura 22: Duração das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	51
Figura 23: Duração das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	52
Figura 24: Caixas de bigodes da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas nas posições inicial, medial e final de palavra.	53
Figura 25: Histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição inicial.	54

Figura 26: Histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição medial.....	55
Figura 27: Histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição final.....	55
Figura 28: Q-Qplot da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição inicial.....	56
Figura 29: Q-Qplot da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição medial.....	56
Figura 30: Q-Qplot da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição final.....	56
Figura 31: Duração da oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.....	58
Figura 32: Duração da oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.....	60
Figura 33: Duração da oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.....	61
Figura 34: Duração da distensão de [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.....	62
Figura 35: Duração da distensão de [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.....	64
Figura 36: Duração da distensão de [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde;	

Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	65
Figura 37: Duração da vogal seguinte no contexto das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	66
Figura 38: Duração do vozeamento durante a oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	69
Figura 39: Duração do vozeamento durante a oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	70
Figura 40: Duração do vozeamento durante a oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.	71
Figura 41: Frequência da explosão na oclusiva bilabial [p] na palavra napa ['napɐ] produzida pelo informante LJ.	75
Figura 42: Frequência da explosão na oclusiva dental [t] na palavra tica ['tike] produzida pela informante IM.	76
Figura 43: Frequência da explosão na oclusiva velar [k] na palavra ['katu] produzida pela informante IM.	76
Figura 44: Esquema dos modelos difuso-descendente, difuso-ascendente e compacto criados para caracterizar a forma espectral dos pontos de articulação alveolar, labial e velar, respectivamente. De Blumstein e Stevens (1979).	78
Figura 45: Espectros das oclusivas [p], [t] e [k] do Corpus 1 produzidas pelos informantes LJ e ML.	82
Figura 46: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de sequências VCV em que C é uma das oclusivas [p, t, k] do Corpus 1 produzidas pelo informante LJ.	83

Figura 47: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de seqüências VCV em que C é uma das oclusivas [b, d, g] do Corpus 1 produzidas pelo informante LJ.....	84
Figura 48: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de seqüências VCV em que C é uma das oclusivas [p, t, k] do Corpus 1 produzidas pelo informante ML.....	85
Figura 49: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de seqüências VCV em que C é uma das oclusivas [b, d, g] do Corpus 1 produzidas pelo informante ML.....	86
Figura 50: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante PA.....	87
Figura 51: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante SC.....	88
Figura 52: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante LJ.....	88
Figura 53: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante ML.....	89
Figura 54: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante HR.....	89
Figura 55: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante IM.....	90
Figura 56: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelos diferentes informantes. As elipses estão centradas nos valores médios dos declives m1 e m2.....	90
Figura 57: Espectros da explosão das oclusivas [p, k] produzidas pelo informante HR....	91
Figura 58: Espectros da explosão das oclusivas [p, t, k] produzidas pelo informante LJ. .	92
Figura 59: Espectros da explosão das oclusivas [p, t, k] produzidas pela informante IM. .	93
Figura 60: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pelo informante PA. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.	95

Figura 61: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante SC. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.....	95
Figura 62: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pelo informante LJ. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.....	96
Figura 63: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante ML. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.....	96
Figura 64: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pelo informante HR. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.....	97
Figura 65: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante IM. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.....	97
Figura 66: Espectros da explosão das oclusivas [p] e [t] produzidas pela informante IM.	98
Figura 67: Relação entre os momentos de distribuição nas oclusivas não vozeadas em posição inicial de palavra seguidas pela vogal [a]. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [k] - ☆. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta.....	99

Lista de Tabelas

Tabela 1: Características dos informantes.	20
Tabela 2: VOT das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em média. De Klatt (1975).	41
Tabela 3: VOT em função da vogal seguinte. De Klatt (1975).	42
Tabela 4: Comparação dos valores médios do VOT (ms) em posição inicial.	48
Tabela 5: Valores de VOT em posição inicial em função da vogal seguinte.	48
Tabela 6: Resultados do teste de ajustamento Kolmogorov-Smirnov.	54
Tabela 7: Resultados do teste U de Mann-Whitney.	57
Tabela 8: Comparação dos valores médios da duração (ms) da oclusão em posição inicial.	59
Tabela 9: Valores de duração da oclusão em posição inicial em função da vogal seguinte.	59
Tabela 10: Valores de duração da distensão em posição inicial em função da vogal seguinte.	63
Tabela 11: Duração da vogal seguinte em média para todos os informantes em posição inicial.	66
Tabela 12: Duração da vogal anterior em média para todos os informantes em posição medial.	67
Tabela 13: Duração da vogal anterior em média para todos os informantes em posição final.	68
Tabela 14: Matriz utilizada para atribuir o ponto de articulação a partir de características específicas. Adaptado de Kewley-Port (1983).	79
Tabela 15: Relação entre o ponto de articulação das oclusivas e as propriedades acústicas do espectro inicial da explosão, da amplitude da explosão, do espectro inicial do vozeamento e do VOT. Adaptado de Kent e Read (2002).	80
Tabela 16: Resultados da análise das frequências dos picos e dos vales.	81

Tabela 17: Palavras do corpus 1 e 2 com as oclusivas /p, b/ em posição inicial, medial e final.....	111
Tabela 18: Palavras do corpus 1 e 2 com as oclusivas /t, d/ em posição inicial, medial e final.....	112
Tabela 19: Palavras do corpus 1 e 2 com as oclusivas /k, g/ em posição inicial, medial e final.....	113
Tabela 20: Resultados da análise temporal para todos os informantes em posição inicial.	115
Tabela 21: Resultados da análise temporal para todos os informantes em posição medial.	117
Tabela 22: Resultados da análise temporal para todos os informantes em posição final.	119
Tabela 23: Resultados da duração da vogal anterior para todos os informantes nas posições medial e final.....	121
Tabela 24: Resultados da duração da vogal seguinte para todos os informantes nas posições inicial e medial.....	122
Tabela 25: Resultados do VOT em posição inicial em função da vogal seguinte.....	123
Tabela 26: Resultados da duração da oclusão em posição inicial em função da vogal seguinte.....	123
Tabela 27: Resultados da duração da distensão em posição inicial em função da vogal seguinte.....	124

Capítulo 1: Introdução

1.1 Motivações do Estudo

Os estudos na área da produção de fala sobre as características acústicas das oclusivas do Português Europeu (PE) são escassos, pelo que pouco se conhece sobre as propriedades acústicas destas consoantes. Espera-se que os resultados obtidos na presente dissertação possam contribuir para uma melhor descrição das características acústicas e para uma melhor compreensão da produção das oclusivas do PE, o que será também relevante para o estudo da percepção destes sons.

Como Terapeuta da Fala a autora tem verificado que o desvozeamento das consoantes ocorre frequentemente em pessoas que apresentam perturbações da articulação verbal. No entanto, a falta de estudos dificulta a interpretação dos dados quando se pretende avaliar, a nível acústico, uma pessoa com perturbações na produção de fala.

Deste modo, o Terapeuta da Fala deve adquirir conhecimentos relativos aos padrões normais de produção de fala, nomeadamente a nível das características acústicas dos diferentes sons de fala, para posteriormente, poder avaliar e interpretar as produções de utentes com alterações de fala e, conseqüentemente, planejar uma intervenção mais adequada às suas necessidades. Para o inglês, existem já alguns estudos (Morris, 1989; Ackermann e Hertrich, 1997) sobre o VOT num grande número de alterações de fala que envolvem um pobre controlo motor, e.g., disartria.

1.2 Oclusivas

1.2.1 Classificação Articulatória das Oclusivas do PE

Os sons da fala podem ser divididos em vogais e consoantes. As vogais são produzidas sem obstrução à passagem do ar pelo tracto vocal, enquanto que na produção das consoantes existe sempre uma obstrução total ou parcial à passagem do ar. Relativamente ao ponto de articulação, ou seja, à localização da constrição no tracto vocal, as oclusivas do PE podem ser classificadas como: bilabiais /p, b/, nas quais ocorre

um movimento de fechamento dos lábios superior e inferior (articuladores activos); dentais /t, d/ nas quais existe uma aproximação e/ou toque da coroa da língua (articulador activo) à parte anterior da arcada dentária superior (articulador passivo); e velares /k, g/ produzidas com aproximação e/ou toque do corpo/dorso da língua (articulador activo) ao palato mole (articulador passivo). Quanto à posição do palato mole as oclusivas podem dividir-se em orais /p, t, k, b, d, g/ (o palato mole movimenta-se na direcção da parede posterior da faringe, impedindo o acesso à cavidade nasal e nasais /m, n, ɲ/ (o palato mole não realiza este movimento, permitindo que o fluxo de ar passe pelas cavidades oral e nasal). No que diz respeito ao estado das cordas vocais, as oclusivas podem ainda ser classificadas como vozeadas /b, d, g/, produzidas com vibração das cordas vocais, e não vozeadas /p, t, k/, produzidas sem vibração das cordas vocais (Ladefoged, 2001; Mateus, Falé, e Freitas, 2005)

1.2.2 Propriedades Acústicas

As consoantes oclusivas podem apresentar sequências variáveis de segmentos acústicos. As oclusivas não vozeadas não aspiradas apresentam a seguinte sequência de segmentos acústicos: o intervalo de silêncio; a explosão que corresponde à fase de distensão da constrição e que apresenta características espectrais específicas que variam em função do ponto de articulação das consoantes e do contexto adjacente; e a transição de formantes que ocorre quando a configuração do tracto vocal se altera desde a constrição oral durante a oclusiva para uma forma relativamente aberta para a produção da vogal seguinte.

O intervalo de silêncio, corresponde à oclusão, ou seja, ao intervalo em que os articuladores interrompem completamente a passagem do fluxo de ar. Durante este intervalo observa-se, no espectrograma, um espaço em branco, no caso das oclusivas não vozeadas ou uma concentração de energia nas baixas frequências (barra de vozeamento), no caso de algumas oclusivas vozeadas. Este “bloqueio articulatorio” tem uma duração variável, normalmente, entre 50 e 100 ms (Kent e Read, 2002).

Após este intervalo de silêncio existe uma sequência de eventos durante a distensão das consoantes oclusivas não vozeadas não aspiradas como se pode observar de forma esquemática na Figura 1. A sequência consiste em: 1) uma oscilação inicial breve da velocidade de volume; 2) um ruído de fricção na constrição quando as superfícies

expandidas do tracto vocal retornam à sua posição de repouso; 3) um possível intervalo de tempo curto no qual a turbulência ou ruído de aspiração é gerado na glote; 4) o início da vibração das cordas vocais quando a pressão supraglótica diminui e as cordas vocais se juntam; e 5) movimentos dos lábios e do corpo da língua (e possivelmente outros movimentos como o arredondamento dos lábios) para uma configuração apropriada para a produção da vogal seguinte (este último item não é representado na Figura 1). Nem todos estes eventos estão presentes para uma determinada distensão (Stevens, 1998). Por exemplo muitas línguas não têm consoantes aspiradas e mesmo as que têm, esta pode não se observar em todos os contextos.

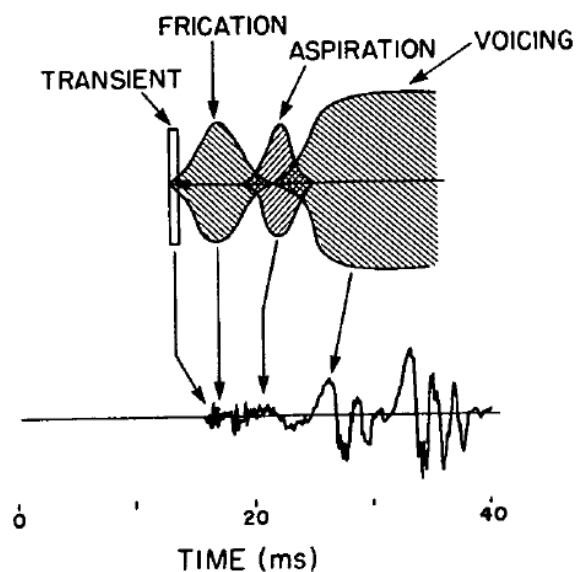


Figura 1: Representação esquemática da sequência de eventos durante a distensão de uma consoante oclusiva não vozeada, não aspirada. De Stevens (1993).

As oclusivas podem ou não apresentar a distensão, por exemplo em posição final de palavra, precedidas de vogais. A sua única característica comum será um período de oclusão articulatória. Quando as oclusivas em final de palavra apresentam a distensão, acusticamente observa-se uma explosão breve. Quando as oclusivas não apresentam distensão, não se observa a explosão. A distensão raramente tem uma duração superior a 20 – 30 ms. Este é um dos eventos acústicos mais curtos na fala, muitas vezes não dura mais do que 10 ms nas oclusivas vozeadas e é um pouco mais longo nas não vozeadas (Kent e Read, 2002).

O momento em que as cordas vocais iniciam a vibração em relação ao momento da distensão da oclusiva foi designado por voice onset time (VOT) por Lisker e Abramson (1964). Lisker e Abramson (1964) mediram o VOT das oclusivas em 11 línguas e concluíram que nas diferentes línguas se podem distinguir três categorias de VOT. A primeira categoria das oclusivas apresentou um VOT negativo, ou seja as oclusivas foram produzidas com vozeamento durante a oclusão. A segunda categoria de oclusivas apresentou um VOT ligeiramente positivo, ou seja, foram produzidas com ligeira ou nenhuma aspiração. A terceira classe apresentou um VOT claramente positivo, isto é, foram produzidas com aspiração. Existem poucas línguas que contrastam estas três categorias de VOT (completamente vozeadas, não vozeadas, não aspiradas e não vozeadas aspiradas) nas oclusivas. A maior parte das línguas tem duas formas de distinção do vozeamento (vozeadas e não vozeadas).

O VOT varia em função do ponto de articulação da oclusiva em diferentes línguas. Stevens (1998) e Cho e Ladefoged (1999) fizeram uma síntese de possíveis causas desta dependência:

1) O volume da cavidade atrás do ponto de constrição. O volume relativamente pequeno da cavidade supralaríngea nas oclusivas velares causa um aumento de pressão, o que faz com que a sua diminuição ocorra de forma mais lenta, até permitir uma pressão transglótica adequada para o início da vibração das cordas vocais.

2) O volume da cavidade à frente do ponto de constrição. O volume de ar relativamente grande à frente de oclusivas velares causa uma grande obstrução à libertação da pressão atrás da oclusiva velar, assim esta pressão demora mais tempo a diminuir, resultando num grande atraso na produção de uma pressão transglótica adequada.

3) Movimento dos articuladores. A velocidade articulatória mais alta (e.g., o movimento dos lábios comparativamente ao do dorso da língua) permite uma brusca diminuição da pressão atrás da oclusão e, por conseguinte, um menor tempo antes da formação de uma pressão transglótica apropriada.

4) Dimensão da área de contacto articulatória. A variação do VOT também pode ser justificada pela dimensão da área de contacto entre os articuladores. As oclusivas velares são produzidas com uma área de contacto superior às bilabiais e alveolares. Geralmente, as oclusivas com maior superfície de contacto apresentam um VOT superior. Stevens (1998) fornece uma explicação aerodinâmica para estas diferenças. A razão da alteração

da pressão intraoral após a distensão depende do aumento da área de secção transversal na constrição. Este aspecto é significativamente diferente consoante o ponto de articulação principalmente devido a diferenças na dimensão do contacto articulatório. Quando ocorre uma constrição estreita o efeito de Bernoulli faz com que os articuladores formem uma constrição. Tendo em conta que as velares apresentam uma área de contacto maior entre o corpo da língua e o palato, existe uma maior força de Bernoulli, o que faz com que a mudança da área de secção transversal seja mais lenta quando comparada com as bilabiais e as alveolares. Consequentemente, a diminuição da pressão intraoral depois da oclusão é gradual para as velares e rápida para as bilabiais. Os estudos aerodinâmicos de Stevens (1998) demonstram que o fluxo de ar na constrição e na glote aumenta bruscamente em proporção ao ritmo de diminuição da pressão intraoral para os primeiros 50 ms imediatamente após a distensão. As curvas do fluxo de ar e da pressão intraoral durante a distensão de oclusivas não vozeadas encontram-se esquematizadas na Figura 2.

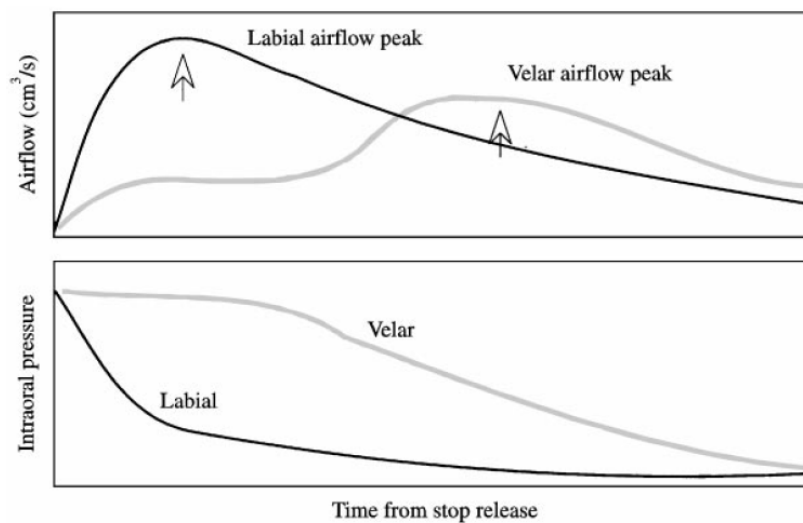


Figura 2: Esquema das curvas do fluxo de ar e da pressão intraoral durante a distensão de oclusivas labiais e velares. De Stevens (1998).

O tempo de vibração das cordas vocais é determinado por 2 factores aerodinâmicos que se encontram interligados como é demonstrado na Figura: 1) o ritmo de diminuição da pressão intraoral e 2) o ritmo do aumento da velocidade de volume do fluxo de ar. Apesar de na Figura 2 não se encontrarem ilustradas as curvas relativas às oclusivas alveolares,

Stevens (1998) refere que estas são intermédias entre as bilabiais e as velares, assumindo que a área de contacto alveolar é superior à das bilabiais e inferior à das velares.

5) Alteração da área de abertura glótica (para as oclusivas não vozeadas aspiradas). A área de abertura glótica depois da distensão diminui lentamente nas velares comparativamente às alveolares ou labiais, devido à pressão intraoral diminuir de forma mais lenta nas velares.

1.3 Objectivos do Estudo

O objectivo deste estudo é analisar as características acústicas relacionadas com a produção das oclusivas orais do PE, nomeadamente, as características associadas ao ponto de articulação e as características associadas à distinção de vozeamento das consoantes oclusivas. Será realizada uma análise temporal, através da determinação de diferentes parâmetros acústicos e estudada a sua relação com o ponto de articulação das oclusivas bem como com a oposição de vozeamento. Será também efectuada uma análise espectral através da utilização de três técnicas na tentativa de caracterizar os diferentes pontos de articulação das oclusivas.

1.4 Organização da Dissertação

O conteúdo da presente dissertação encontra-se dividido em cinco capítulos. Neste primeiro capítulo é apresentada a introdução, as características das oclusivas, os objectivos e a estrutura da dissertação. O método é descrito no segundo capítulo. Os resultados obtidos neste estudo são apresentados no terceiro capítulo (análise temporal) e no quarto capítulo (análise espectral). As conclusões e o trabalho futuro são descritos no quinto capítulo.

Capítulo 2: Método

2.1 Introdução

Este capítulo descreve o corpus criado para analisar as oclusivas orais do Português Europeu (PE). O corpus completo encontra-se no Anexo 1. Neste capítulo é também apresentado o método utilizado para segmentar e anotar o corpus. Por fim são descritas as técnicas de análise espectral utilizadas para caracterizar as oclusivas.

2.2 Criação do Corpus

O corpus contém um igual número (nove) de palavras dissilábicas com as oclusivas /p, t, k, b, d, g/ nas posições: inicial, seguidas das vogais /a/, /i/ e /u/; medial, precedidas das vogais /a/, /i/ e /u/ e seguidas da vogal /e/; e final, precedidas das vogais /ɔ/ e /a/ (Anexo 1).

Como é possível observar no Anexo 1, algumas oclusivas são consideradas em posição final, na medida em que no PE ocorre muitas vezes o processo de supressão das vogais átonas [u, ɨ] no final de palavra depois de uma consoante, e.g., ['tak]. Quando este processo não se verificou os ficheiros não foram analisados.

As oclusivas em posição inicial de palavra encontram-se todas em sílaba acentuada. As oclusivas em posição medial e final encontram-se todas em sílaba não acentuada. As palavras foram produzidas sem contexto (corpus 1) e no contexto da frase “Diga, ... por favor.” (corpus 2).

2.3 Gravação

Neste estudo, participaram seis informantes, falantes nativos do PE sem história de alterações de linguagem e de audição, cujas características se encontram resumidas na Tabela 1.

Tabela 1: Características dos informantes.

Informante	Género	Idade	Cidade
ML	Feminino	25	Aveiro
IM	Feminino	42	Aveiro
SC	Feminino	24	Porto
LJ	Masculino	34	Aveiro
HR	Masculino	25	Aveiro
PA	Masculino	25	Porto

A gravação foi realizada com um microfone de condensador unidireccional Philips SBC ME 400, localizado a 20 cm de distância da boca e em frente aos informantes. Foi também gravado o sinal de electroglotografia (EGG) usando um electroglotógrafo (modelo EG-PC3 produzido por Tiger DRS, Inc., USA). Os sinais acústico e Lx foram pré-amplificados (Rane HS 1-b) e gravados com um gravador Sony PCM-R300 DAT, de 16 bits com uma frequência de amostragem de 48 KHz.

2.4 Segmentação e Anotação

Procedeu-se à segmentação manual do Corpus com o *Adobe Audition*. Posteriormente, todas as palavras foram analisadas utilizando-se o *Speech Filing System (SFS)* para anotar: o início da vogal anterior; o final da vogal anterior e o início da oclusão; o início do pré-vozeamento; o final do vozeamento da vogal anterior ou o final do pré-vozeamento; o final da oclusão e o início da distensão; o final da distensão ou o final da distensão e o início da vogal seguinte; e o final da vogal seguinte (Figuras 3 e 4). As diferentes fases foram anotadas de acordo com os seguintes critérios:

1. Início da vogal anterior nas oclusivas em posição medial e final (IV1): início da segunda formante¹ (Brunner et al., 2003).

¹ O início de F2 foi definido não como o instante onde o segundo formante se torna visível, mas onde a sua intensidade se torna característica de uma vogal.

2. Final da vogal anterior e o início da oclusão nas oclusivas em posição medial e final (IO): final da segunda formante².
3. Início do pré-vozeamento contínuo até à distensão (IPV): início da vibração das pregas vocais, corresponde ao início de um sinal periódico de EGG, quando as oclusivas estão em posição inicial e existe pré-vozeamento na oclusiva. É coincidente com o início da oclusão quando as oclusivas estão em posição medial ou final porque já existe vozeamento da vogal anterior. Não é esperado pré-vozeamento nas produções das oclusivas não vozeadas (Alphen e Smits, 2004).
4. Final do vozeamento da vogal anterior (FV): final da vibração das pregas vocais, corresponde ao final do sinal acústico periódico e a um sinal de EGG de amplitude igual a zero (ver Figura 3). Este parâmetro é igualado a zero (não é considerado no cálculo das durações) quando não é observado.
5. Final do pré-vozeamento contínuo até à distensão (FPV): É coincidente com a anotação seguinte (ver Figura 4). Este parâmetro é igualado a zero (não é considerado no cálculo das durações) quando não é observado.
6. Final da oclusão e início da distensão (IR): foi definido como sendo o início da explosão. Para os casos com múltiplas explosões, foi escolhida a de maior intensidade, que pode ser visualizada por um pico abrupto na forma de onda do sinal e uma barra vertical de ruído no espectrograma. No caso de não existir a explosão foi definido como o início do ruído.
- 7a. Final da distensão nas oclusivas em posição final (FR): fim do ruído; ou 7b. final da distensão e início da vogal seguinte nas oclusivas em posição inicial e medial (FR): início da segunda formante.
8. Final da vogal seguinte nas oclusivas em posição inicial e medial (FV2): final da segunda formante.

² O final da F2 é o instante onde se verifica diminuição da sua intensidade.

Nos ficheiros de anotação foram ainda registados a posição de palavra (inicial (0), medial (1) e final (2)) e o vozeamento com os seguintes critérios (Jesus e Shadle, 2002):

- Quando o sinal acústico ou o sinal de electroglotografia não apresentavam uma estrutura periódica, considerou-se não vozeada (0).
- Quando a duração do pré-vozeamento (verifica-se uma estrutura periódica no sinal acústico ou no sinal de electroglotografia) foi $< \frac{1}{3}$ do intervalo de oclusão, considerou-se desvozeada (1).
- Quando a duração do pré-vozeamento estava entre $\frac{1}{3}$ e $\frac{1}{2}$ do intervalo de oclusão, considerou-ser parcialmente desvozeada (2).
- Quando a duração do pré-vozeamento foi $> \frac{1}{2}$ do intervalo de oclusão, considerou-se vozeada (3).

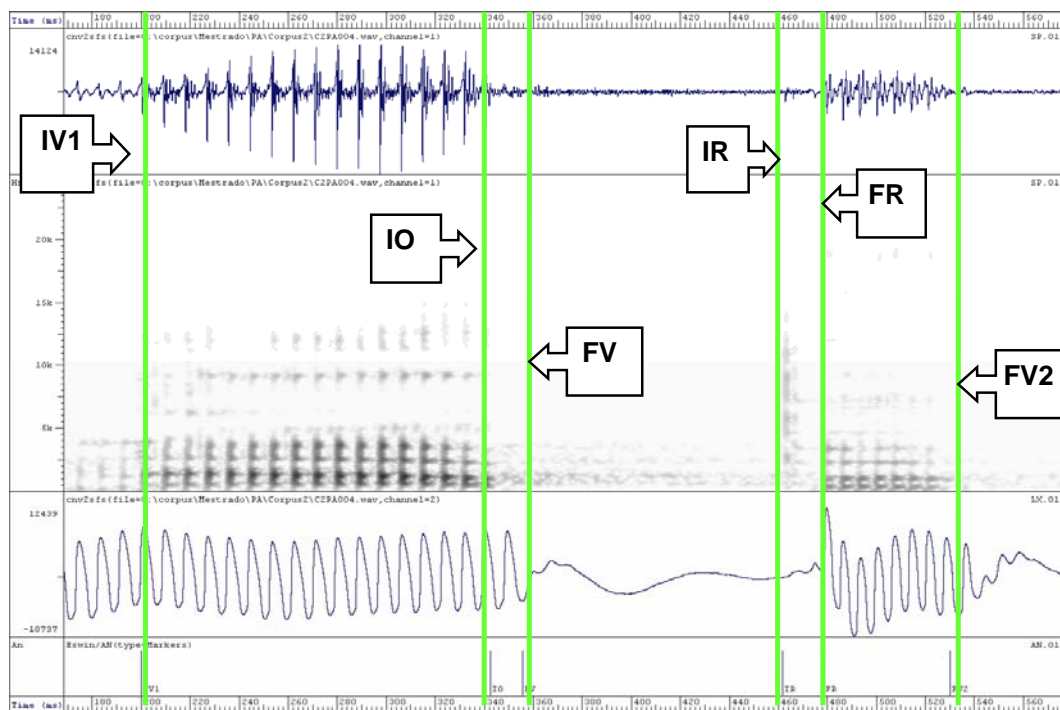


Figura 3: Anotação da sequência VCV da palavra [ˈnape] produzida pelo informante PA.

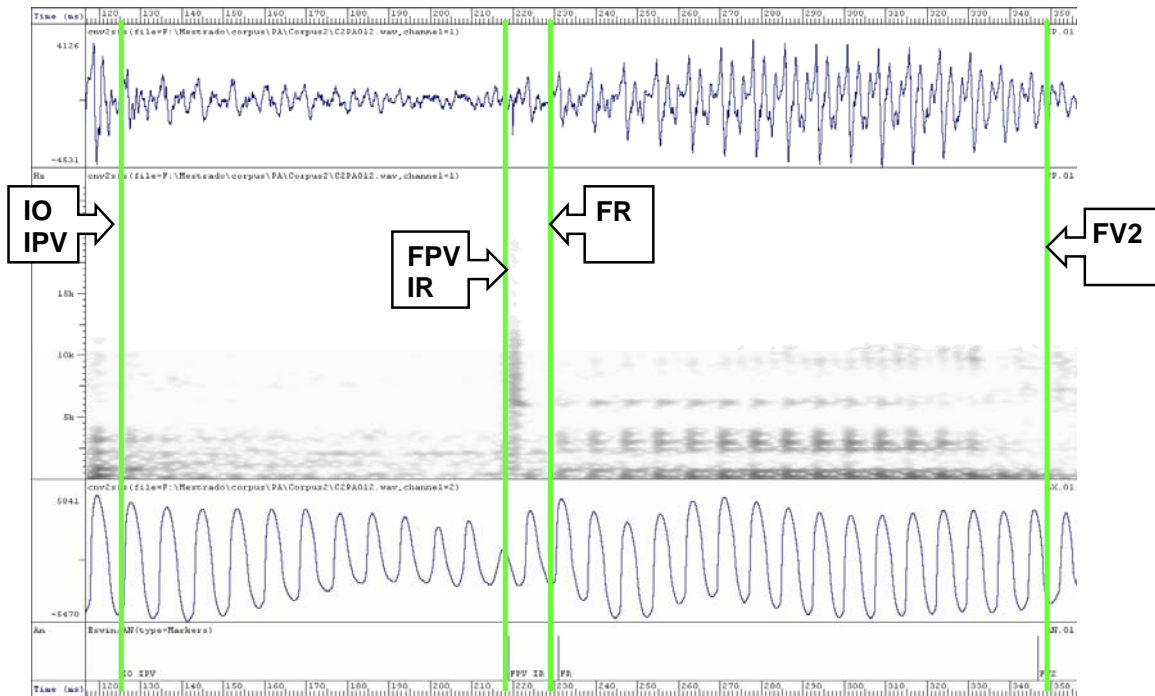


Figura 4: Anotação da sequência CV da palavra ['bufu] produzida pelo informante PA.

As durações das diferentes fases de produção foram calculadas a partir dos ficheiros de anotação (Figura 5):

1. Duração da V1: IO-IV1.
2. Duração do vozeamento durante a oclusão: FV – IO (para oclusivas em posição medial e final).
3. Duração do pré-vozeamento: FPV-IPV.
4. Duração da oclusão: IR – IO.
5. VOT: FR – IR (no caso das oclusivas não vozeadas, das oclusivas desvozeadas e das oclusivas parcialmente desvozeadas) ou IPV - IR (no caso das oclusivas vozeadas).
6. Duração da distensão: FR-IR. De salientar que para as oclusivas não vozeadas, a duração da distensão é igual ao VOT.
7. Duração da V2: FV2 – FR.
8. Duração total das oclusivas: FR – IO.

```

27 eval(['FR=' file '(7);'])
28 eval(['FV2=' file '(8);'])
29 eval(['voicing=' file '(10);'])
30
31 % 0 - voiceless; 1 - devoiced ; 2 - partially devoiced ; 3 - voiced
32
33 if IR==0
34     VOT=0;
35 elseif (voicing==3 & IPV==0)
36     VOT=0;
37 elseif voicing==3
38     VOT=IPV-IR;
39 else
40     VOT=FR-IR;
41 end
42
43 if FV2==0
44     durFV2=0;
45 else
46     durFV2=FV2-FR;
47 end
48
49 if (IO==0) | (IR==0)
50     DO=0;
51 else
52     DO=IR-IO;
53 end
54
55 if (FR==0 | IR==0)
56     durR=0;
57 else
58     durR=FR-IR;
59 end
60
61 if (IO==0) | (FR==0)
62     durTOTAL=0;
63 else
64     durTOTAL=FR-IO;
65 end
66
67 dur=[IO-IV1 FV-IO FPV-IPV DO VOT durFV2 durR durTOTAL];
68
69 [FID,MESSAGE]=fopen(['c' corpus speaker 'dur.txt'], 'a');
70 COUNT=fprintf(FID, '%1.4f %1.4f %1.4f %1.4f %1.4f %1.4f %1.4f %1.4f\n', dur);
71 ST=fclose(FID);
72
73 % n=length(Y);
74 % time=0:(n/FS)/(n-1):(n/FS);
75 % xMAX1=max(time);
76 % yMIN1=-1;

```

Figura 5: Parte do código *Matlab* utilizado para calcular as durações.

2.5 Análise Espectral

Os espectros das oclusivas orais do PE foram gerados utilizando a técnica multitaper. Segundo Percival e Walden (1998) e Blacklock (2004) esta análise espectral permite um maior controlo da variância associada a este tipo de sinais fazendo uso de apenas uma curta janela, o que se adequa às características da explosão das oclusivas.

O espectro multitaper foi calculado com uma janela de 11 ms alinhada à esquerda, no início da distensão da oclusiva, tal como pode ser observado na Figura 6.

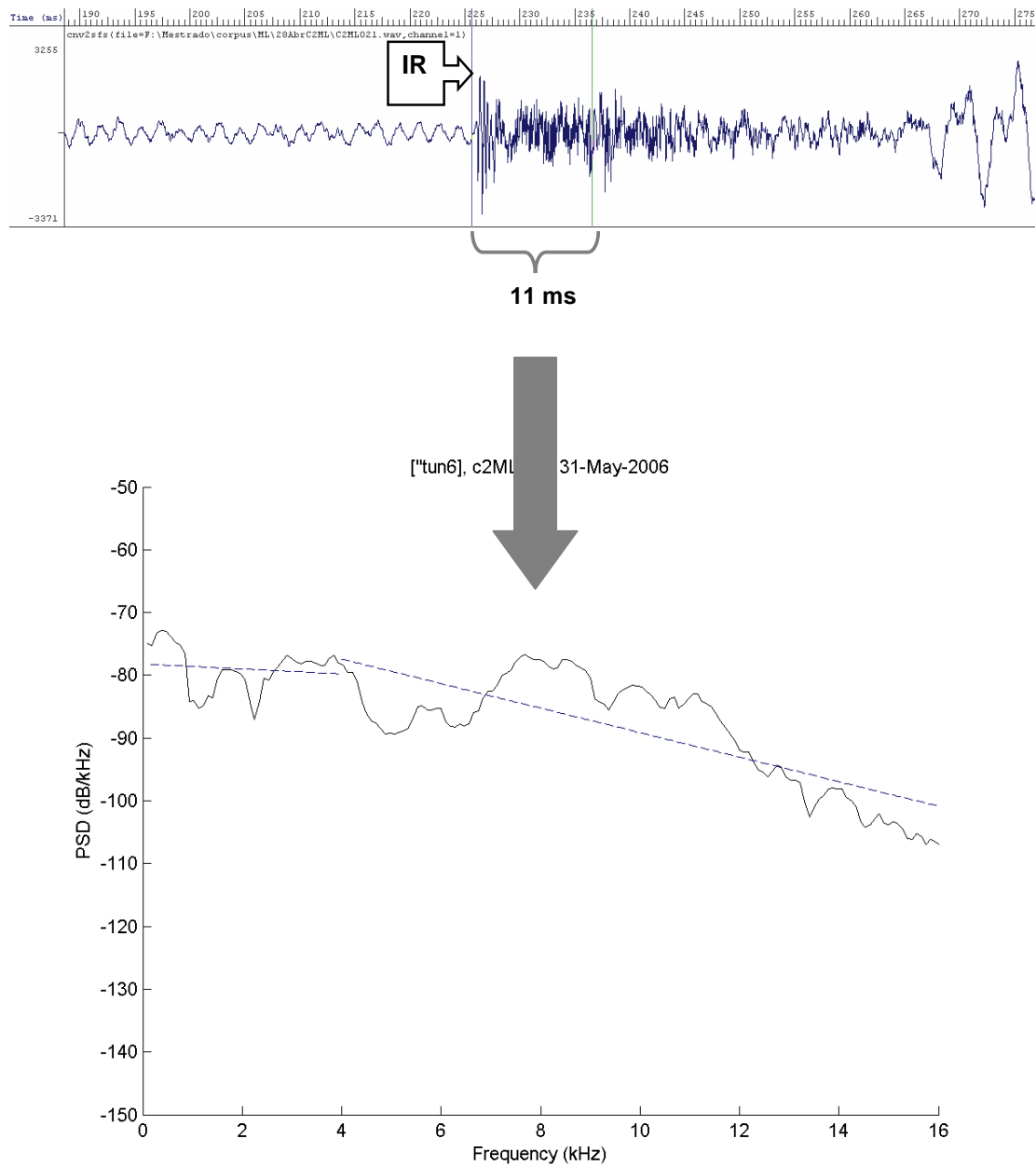


Figura 6: Forma de onda e espectro da explosão da oclusiva [t] produzida pela informante ML.

2.5.1 Análise das Frequências dos Picos e dos Vales Espectrais

Como é possível observar na Figura 7, foram considerados os vales e duas “categorias de picos”: picos e “broad peaks”. Analisou-se manualmente as frequências dos picos e dos vales de cada espectro das palavras do Corpus 1 produzidas pelos informantes ML e LJ. Os picos espectrais são causados por pólos na função de transferência do tracto vocal. Os vales espectrais são causados por zeros na função de transferência do tracto vocal. O movimento dos articuladores altera a forma do tracto vocal que, por sua vez, modifica a sua função de transferência. Os picos e os vales que podem ser observados nos espectros estão relacionados com os pólos e os zeros subjacentes, resultando numa função de transferência extremamente complexa. A deslocação em qualquer frequência de um pólo ou de um zero afecta todos os picos e vales, por vezes, de forma significativa (Stevens, 1998).

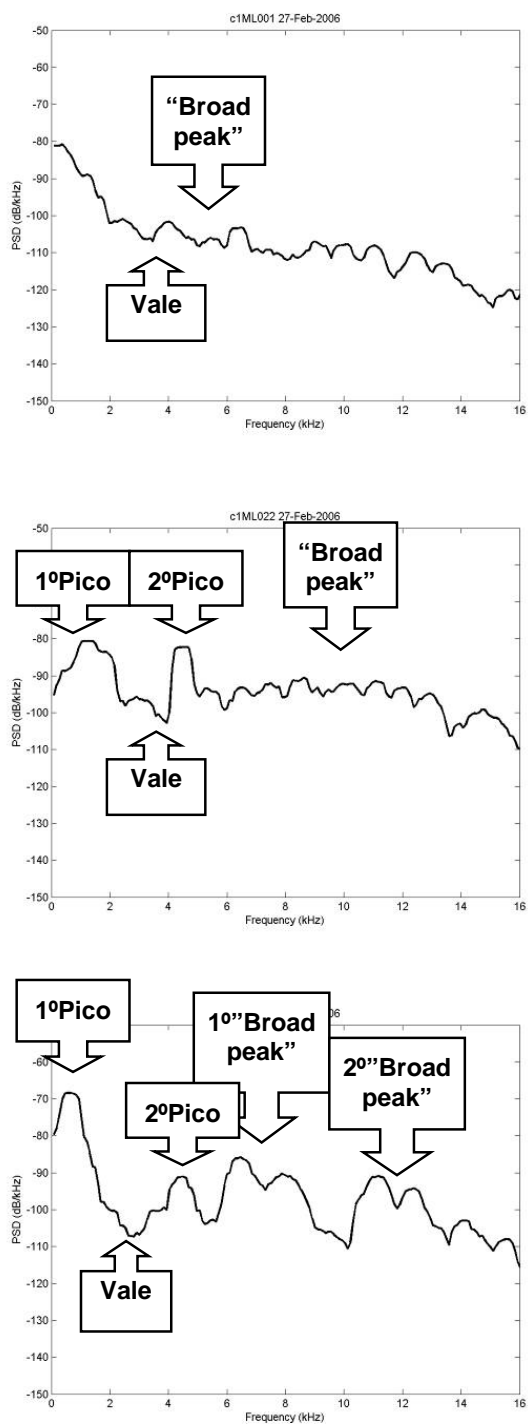


Figura 7: Espectros das oclusivas [p], [t] e [k] do Corpus 1 produzidas pela informante ML.

2.5.2 Parametrização das Características Espectrais das Oclusivas

2.5.2.1 Análise dos Declives dos Espectros

Posteriormente realizou-se a análise dos declives dos espectros. Foi calculada a frequência (F) para a qual a amplitude espectral foi máxima, excluindo a frequência fundamental (F_0) e os respectivos harmónicos nas oclusivas vozeadas, numa gama de frequências até 16 kHz. Aproximaram-se os dados a uma recta até esta frequência e a outra recta a partir desta frequência (Figura 8), bem como os respectivos declives (m_1 e m_2). A média dos valores de F de todas as oclusivas do corpus 1 produzidas pelos informantes ML e LJ foi: $\bar{F}_{/p,b/} = 3,7$ kHz (“broad peak”), $\bar{F}_{/t,d/} = 3,9$ kHz (2º pico) e $\bar{F}_{/k,g/} = 4,6$ kHz (2º pico).

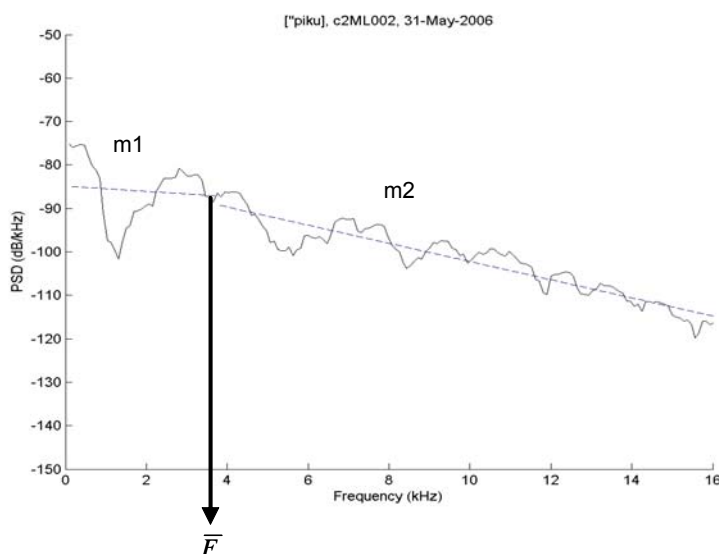


Figura 8: Espectro Multitaper da oclusiva [p] em posição inicial da palavra ['piku] produzida pela informante ML.

Esta análise foi utilizada tendo por base os estudos de Blumstein e Stevens (1979) e de Kewley-Port (1983) descritos no capítulo da análise espectral e a metodologia de Jesus e Shadle (2002). O estudo de Kewley-Port (1983) teve em consideração o declive do espectro do início da explosão. Jesus e Shadle (2002) estudaram as fricativas do PE e referem que o declive m_2 está relacionado com a intensidade da fonte de ruído. No presente estudo tentou verificar-se a existência dos três padrões espectrais referidos por Blumstein e Stevens (1979) para os diferentes pontos de articulação das oclusivas.

2.5.2.2 Cálculo dos Momentos de Distribuição

Por fim procedeu-se à determinação de momentos de distribuição, tendo por base a metodologia de Forrest, Weisner, Milenkovic e Dougall (1988). Após a obtenção dos espectros realizou-se a sua normalização, para que estes se situassem no intervalo entre 0 e 1. Calcularam-se os momentos: M1, ou média, o momento simples de ordem 1; M2, ou variância, o momento centrado de ordem 2; M3, ou assimetria (“skewness”), o momento centrado de terceira ordem; e M4, ou curtose (“kurtosis”), o momento centrado de ordem 4. O M1 é um parâmetro de localização que indica a tendência central da distribuição. O M2 é uma medida de dispersão que se baseia no quadrado da distância de cada valor da distribuição à sua média. Quanto menor for o valor da variância mais concentrados (em redor da média) se encontram os dados. O M3 caracteriza-se por uma distribuição simétrica quando é igual a 0 (Figura 9). Quando M3 é positivo, considera-se uma distribuição assimétrica positiva, na medida em que os valores da distribuição se concentram no lado esquerdo (Figura 10). Sendo negativo, designa-se por distribuição assimétrica negativa, pelo que os valores se concentram ao lado direito (Figura 11). O M4 é uma medida de dispersão que caracteriza o achatamento da curva da função de distribuição, sendo que: se for igual a 0 é coincidente com a curva da distribuição normal; se for maior que 0 é mais afunilada que a distribuição normal; e se for menor que 0 é mais achatada que a distribuição normal (Hall, Neves, e Pereira, 2006).

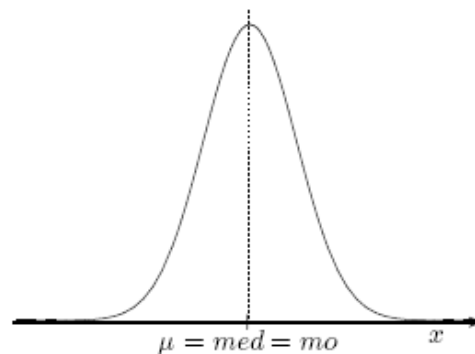


Figura 9: Exemplo de uma distribuição simétrica. De Hall et al. (2006, p.96).

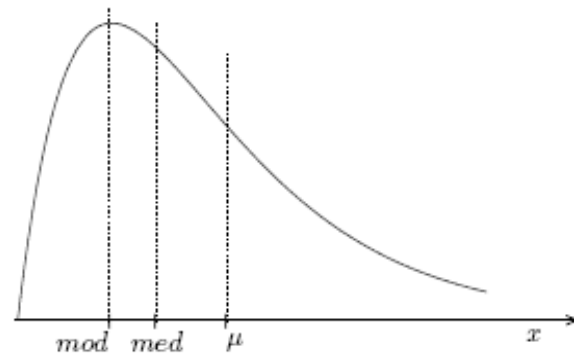


Figura 10: Exemplo de uma distribuição assimétrica positiva. De Hall et al. (2006, p.96).

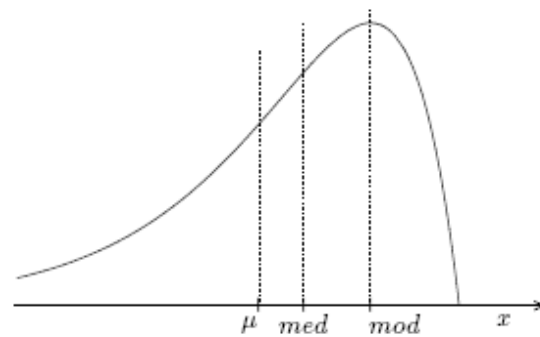


Figura 11: Exemplo de uma distribuição assimétrica negativa. De Hall et al. (2006, p.96).

A Figura 12 ilustra a relação entre os momentos de distribuição nas oclusivas produzidas por uma informante. Analisaram-se inicialmente os valores de cada momento das oclusivas não vozeadas [p, t, k], tentando verificar se a gama destes valores distinguia ou não os 3 pontos de articulação. De seguida analisaram-se as oclusivas vozeadas procedendo-se de igual modo.

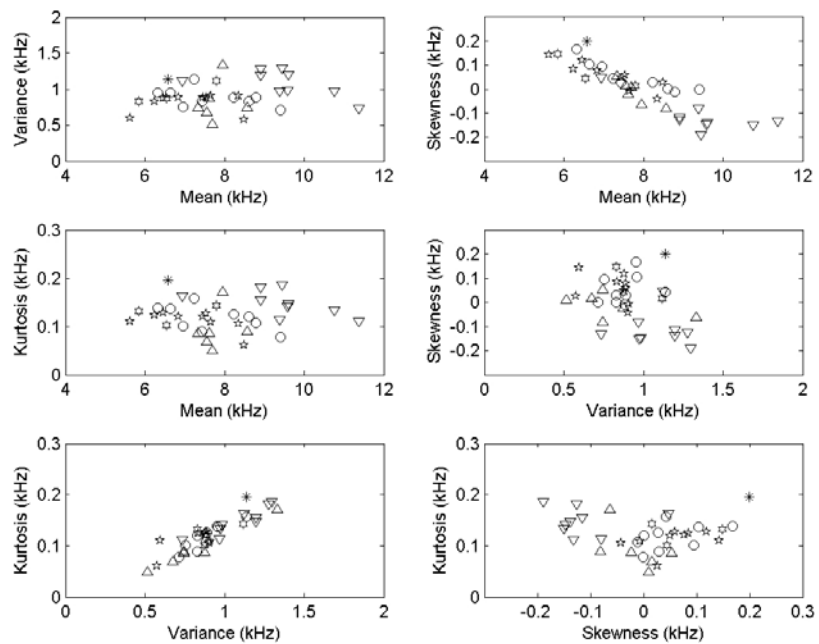


Figura 12: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante SC. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

2.6. Sumário

Neste capítulo foi apresentado o método de elaboração do corpus, gravação, segmentação e anotação, análise temporal e análise espectral (análise das frequências dos picos e dos vales espectrais e parametrização das características espectrais das oclusivas).

Capítulo 3: Análise Temporal

3.1 Introdução

Neste capítulo serão discutidos os resultados da análise temporal. Na primeira secção serão apresentados os resultados relativos ao desvozeamento das oclusivas. Na segunda secção serão descritos os resultados de diferentes propriedades acústicas (VOT, duração da oclusiva, duração da oclusão, duração da distensão, duração da vogal anterior, duração da vogal seguinte e duração do vozeamento durante a oclusão) e analisada a sua relação com o vozeamento e com o ponto de articulação das oclusivas. Estes dados serão confrontados com resultados obtidos em estudos anteriores para o Inglês e para o PE.

3.2 Desvozeamento

Nesta secção será apresentado um estudo do desvozeamento. Será inicialmente feita uma revisão de trabalhos que investigaram o desvozeamento das oclusivas vozeadas.

3.2.1 Revisão da Literatura

Caramazza e Yeni-Komshian (1974) num estudo com o Francês Canadiano referem que mais do que 58% dos itens vozeados foram produzidos sem pré-vozeamento.

Andrade (1980) verificou que algumas oclusivas vozeadas do PE foram produzidas em posição inicial de palavra com um período de pré-vozeamento seguido de um período de desvozeamento.

Viana (1984) refere que [b, d, g] são por vezes realizadas sem vibração das cordas vocais. A autora verificou que no corpus das sílabas produzidas em frase fixa a percentagem de desvozeamento foi superior em [g] comparativamente a [d] e superior nesta relativamente a [b] enquanto que no corpus das frases livres a percentagem de desvozeamento de [g] e [d] foi igual e superior a [b], pelo que a autora conclui que [b] tem sempre a menor

percentagem de desvozeamento. Viana (1984) observou também que, no corpus das sílabas produzidas em frase fixa, dois informantes não apresentaram realizações desvozeadas e que um informante apresentou uma percentagem muito elevada de desvozeamento relativamente a todos os outros informantes. No corpus das frases livres todos os informantes apresentaram realizações desvozeadas embora dois informantes tenham apresentado uma percentagem baixa (os mesmos que não apresentaram desvozeamento no corpus das sílabas produzidas em frase fixa).

Alphen e Smits (2004) realizaram um estudo com o intuito de observar a variação na produção do pré-vozeamento nas oclusivas neerlandesas e saber até que ponto a presença ou ausência do pré-vozeamento e a sua duração era influenciada por alguns factores, nomeadamente, a influência do género do informante, do ponto de articulação da oclusiva (bilabial vs. alveolar) e do contexto da oclusiva (seguida de vogal vs. seguida de consoante). Alphen e Smits (2004) verificaram que 25 % de todas as oclusivas vozeadas foram produzidas sem pré-vozeamento. Os informantes do género masculino produziram pré-vozeamento com mais frequência do que os informantes do género feminino. Contudo o género do falante não influenciou a duração do pré-vozeamento. Em relação ao ponto de articulação, as oclusivas bilabiais foram produzidas mais frequentemente com pré-vozeamento do que as alveolares. No entanto, não se verificaram diferenças na duração do pré-vozeamento. No que diz respeito ao contexto da oclusiva o pré-vozeamento foi produzido com mais frequência, e quando presente, com maior duração, quando as oclusivas eram seguidas de vogais comparativamente às oclusivas seguidas de consoantes. Os autores referem que a influência do género do informante provavelmente terá relação com as diferenças no tamanho do tracto vocal entre os homens e as mulheres.

3.2.2 Resultados do Desvozeamento

3.2.2.1 Análise do Desvozeamento em Função do Ponto de Articulação

Os resultados para os 6 informantes mostram que, na posição inicial de palavra, em 6% dos itens analisados a oclusiva [b] é desvozeada, em 17% é parcialmente desvozeada e em 78% é vozeada. Na posição medial [b] é sempre vozeada. Na posição final é desvozeada em 13% dos itens, parcialmente desvozeada em 13% dos itens e vozeada em 73% dos itens como se pode observar na Figura 13.

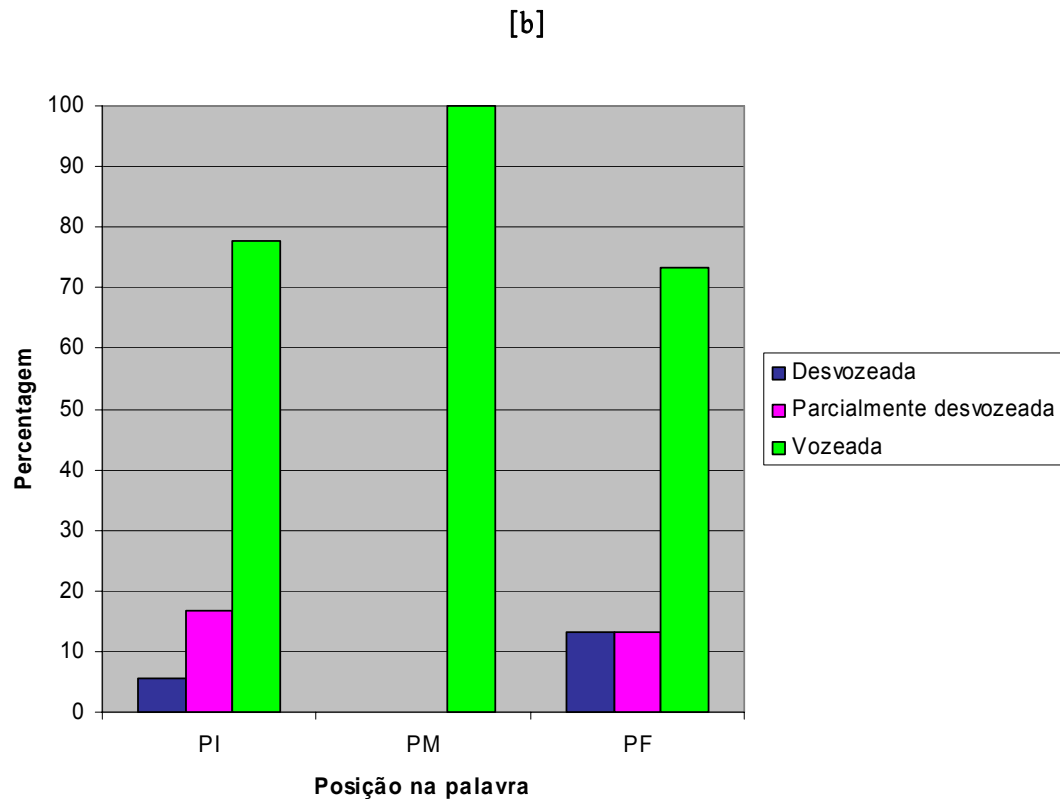


Figura 13: Resultados do desvozeamento de [b] para todos os informantes em posição inicial (PI), medial (PM) e final (PF) de palavra.

Em posição inicial de palavra verifica-se que a oclusiva [d] é desvozeada e parcialmente desvozeada respectivamente em 6% dos itens analisados e vozeada em 89% dos itens analisados. Em posição medial é parcialmente desvozeada em 11% dos itens ou vozeada em 89% dos itens. Na posição final é desvozeada e parcialmente desvozeada em 13% dos exemplos e vozeada em 75% dos exemplos. A Figura 14 apresenta os resultados da oclusiva [d].

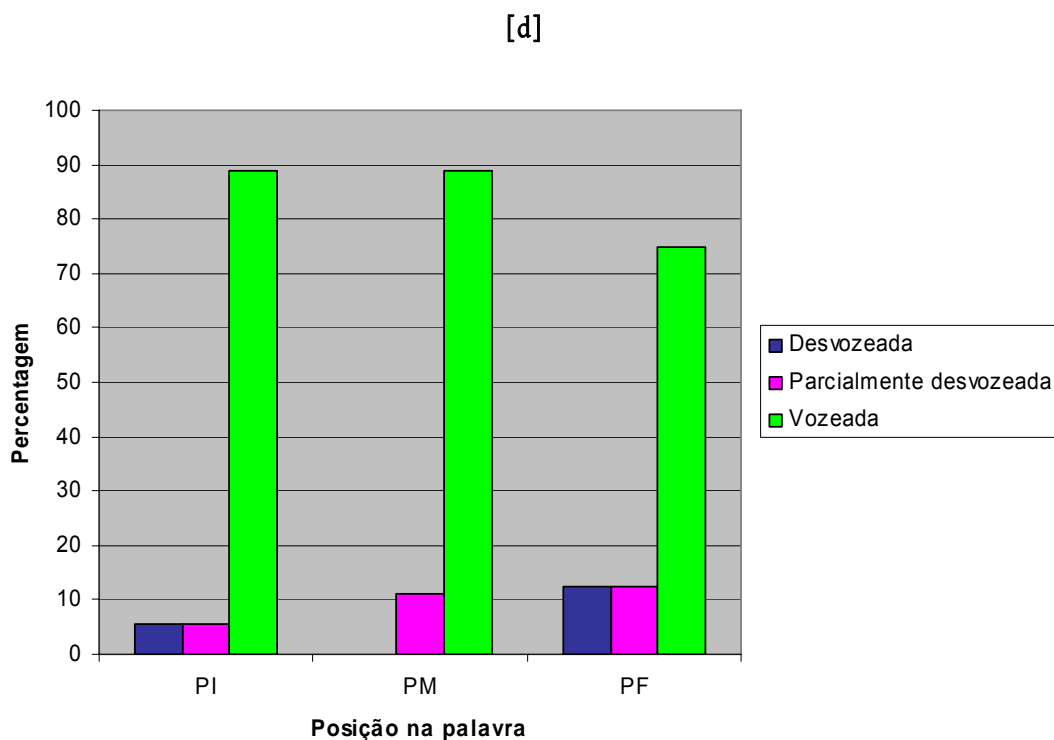


Figura 14: Resultados do desvozeamento de [d] para todos os informantes em posição inicial, medial e final de palavra.

A oclusiva [g] em posição inicial é produzida com desvozeamento parcial em 11% das produções ou com vozeamento total em 89% das produções. Em posição medial a oclusiva [g] é desvozeada 6% dos itens, parcialmente desvozeada em 17% dos itens e vozeada em 78% dos itens. Em posição final verifica-se que esta oclusiva é muitas vezes desvozeada (30%), algumas vezes parcialmente desvozeada (8%) e a maior parte das vezes vozeada (62%). Na Figura 15 é possível observar os resultados para a oclusiva [g].

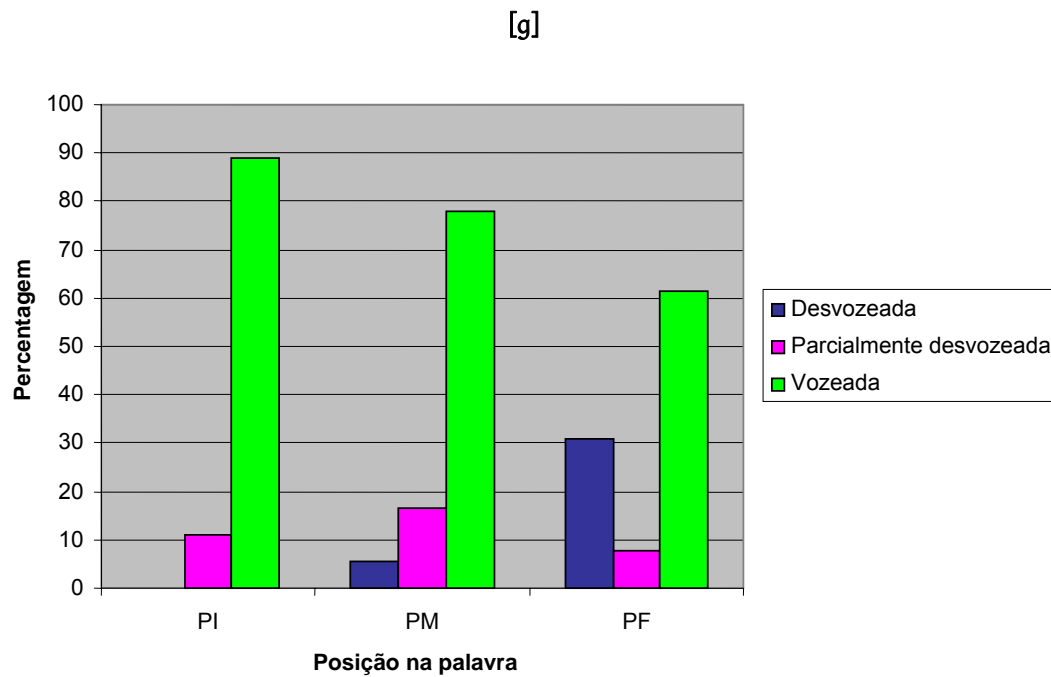


Figura 15: Resultados do desvozeamento de [g] para todos os informantes em posição inicial, medial e final de palavra.

A percentagem de oclusivas desvozeadas, parcialmente desvozeadas e vozeadas nas 3 oclusivas é relativamente semelhante. Contudo, em posição medial a oclusiva [b] é sempre vozeada, a oclusiva [d] é vozeada ou parcialmente desvozeada e a oclusiva [g] apresenta as três categorias o que indica um aumento da percentagem de desvozeamento à medida que o ponto de articulação é mais posterior. Já em posição inicial a percentagem de oclusivas vozeadas é superior nas oclusivas [d] e [g] comparativamente a [b]. Em posição final [g] destaca-se de [b] e [d] por uma percentagem mais elevada de itens desvozeados, enquanto que [b] e [d] apresentam resultados muito semelhantes.

3.2.2.2 Análise do Desvozeamento em Função do Informante

Os resultados mostram que a oclusiva [b] é sempre realizada como vozeada pelos informantes PA e HR. Na informante ML é vozeada (83%) ou parcialmente desvozeada (17%). Nos restantes informantes é vozeada, parcialmente desvozeada ou desvozeada em percentagem idênticas como se pode visualizar na Figura 16.

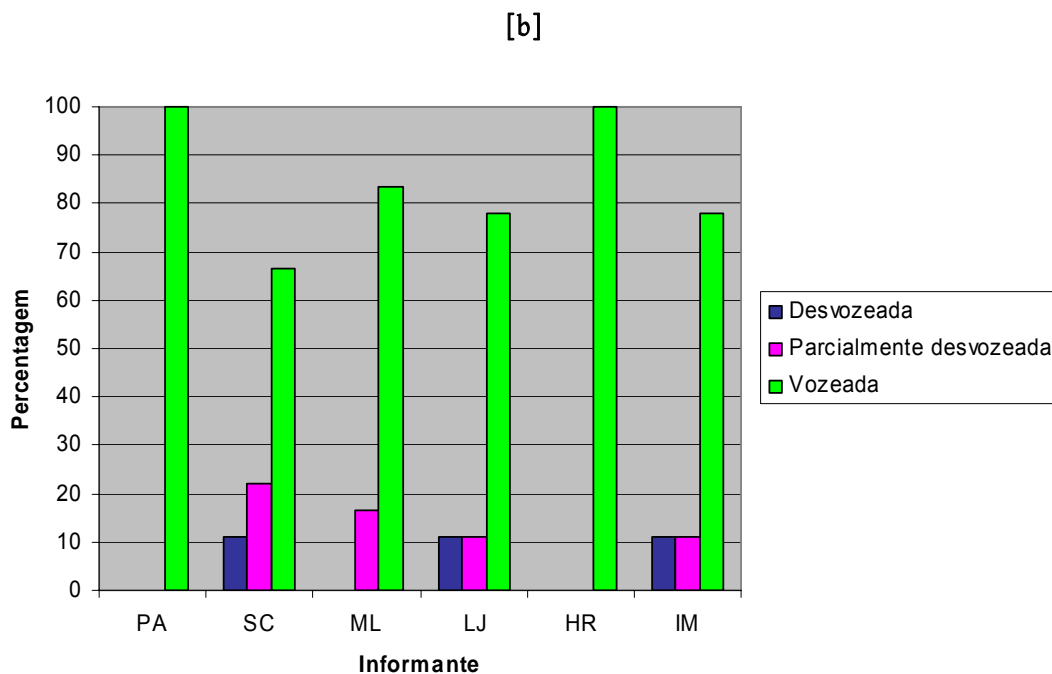


Figura 16: Resultados do desvozeamento de [b] para cada informante em todas as posições.

Verifica-se que a oclusiva [d] é realizada apenas como vozeada pelos informantes PA e HR à semelhança do que se verificou para [b]. Nos informantes SC e LJ são vozeadas ou parcialmente desvozeadas e nos informantes ML e IM são realizadas como vozeadas, parcialmente desvozeadas ou desvozeadas (Figura 17).

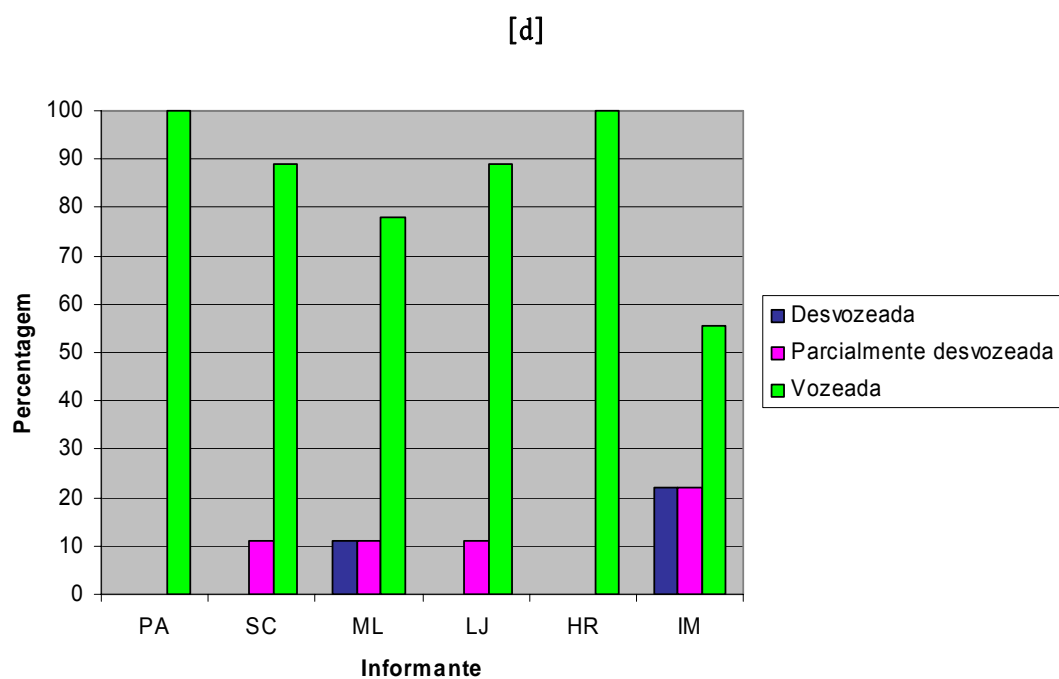


Figura 17: Resultados do desvozeamento de [d] para cada informante em todas as posições.

Relativamente a [g] nos informantes PA, SC e HR ocorre sempre como vozeada. Em LJ é realizada como vozeada (89%) ou parcialmente desvozeada (11%) e nos informantes ML e IM é realizada como vozeada, parcialmente desvozeada ou desvozeada (Figura 18).

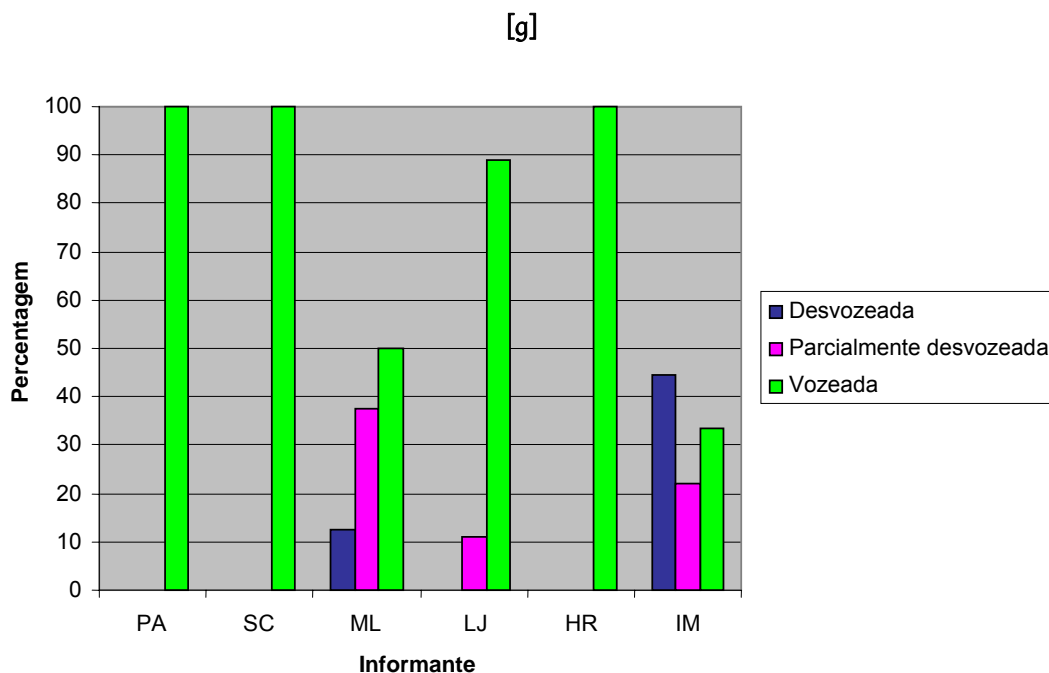


Figura 18: Resultados do desvozeamento de [g] para cada informante em todas as posições.

Analisando os resultados globalmente conclui-se que PA e HR (informantes masculinos) não apresentam desvozeamento em nenhuma oclusiva, pelo que o género deverá ter influência na percentagem do desvozeamento. Todos os outros informantes apresentam oclusivas parcialmente desvozeadas ou desvozeadas, o que aponta para uma influência do informante na percentagem de desvozeamento das oclusivas [b, d, g].

A presença/ ausência de vibração das cordas vocais permite classificar tradicionalmente as oclusivas em vozeadas ou não vozeadas como já foi referido. No entanto, o presente estudo mostra que as oclusivas [b, d, g] são por vezes realizadas sem vibração das cordas vocais. Deste modo, se conclui que devem existir outros parâmetros importantes na oposição do vozeamento. A secção seguinte analisa a correlação entre diferentes parâmetros acústicos e a distinção do vozeamento.

3.3 Duração das Oclusivas e das Vogais Adjacentes

Vários estudos têm investigado a relação entre diferentes parâmetros acústicos com o vozeamento e com o ponto de articulação das oclusivas. Na secção 3.3.1 será feita uma revisão dos estudos mais pertinentes para esta dissertação.

3.3.1 Revisão da Literatura

3.3.1.1 Estudos no Inglês

Klatt (1975) verificou que o VOT depende do ponto de articulação da oclusiva e das características da vogal seguinte, tendo concluído que o VOT foi, em média, superior nas oclusivas velares relativamente às oclusivas alveolares e superior nas oclusivas alveolares comparativamente às oclusivas bilabiais (Tabela 2); observou também que o VOT foi mais longo quando as oclusivas não vozeadas eram seguidas de vogais altas /i, u/ do que quando eram seguidas de /ε, ay/ (Tabela 3).

Tabela 2: VOT das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em média. De Klatt (1975).

Oclusiva	VOT (ms)
[p]	47
[t]	65
[k]	70
[b]	11
[d]	17
[g]	27

Tabela 3: VOT em função da vogal seguinte. De Klatt (1975).

Vogal	VOT (ms)
[i]	78
[u]	90
[ɛ]	71
[ay]	73

Vários autores têm investigado a importância de outras propriedades acústicas relacionadas com o vozeamento. Peterson e Lehiste (1960) referem que a duração da vogal anterior é maior quando esta precede consoantes vozeadas do que quando precede consoantes não vozeadas e o estudo de percepção de Raphael (1972) mostrou que a duração da vogal é importante para identificar o vozeamento de consoantes em final de palavra.

A característica do aumento da duração da vogal não constitui necessariamente o primeiro traço para a distinção do vozeamento. Os informantes podem sinalizar o contraste do vozeamento em posição final de sílaba com uma variedade de traços incluindo: a duração da barra de vozeamento, a duração da oclusão e a duração da explosão (Hogan e Rozsypal, 1980).

Luce e Charles-Luce (1985) mostraram que a duração da vogal anterior influencia o vozeamento de oclusivas produzidas em posição final de palavra. Foram também propostos parâmetros como a duração da oclusão e a razão entre a duração da oclusão e a duração da vogal.

Brunner et al. (2003) estudaram um conjunto de parâmetros envolvidos na distinção das oclusivas velares coreanas /g/, /k/, /k^h/, na posição inter-vocálica, gravando 2 informantes. Verificaram que a distinção é apenas parcialmente construída por parâmetros laríngeos e que as características supra-laríngeas diferem nas 3 oclusivas. Verificaram também que o contraste de vozeamento não se baseia apenas num parâmetro. Deste modo, a duração da oclusão foi o parâmetro mais importante para a distinção entre as oclusivas velares coreanas. Este parâmetro foi mais importante que o vozeamento ou que a aspiração na medida em que contrastou as 3 oclusivas. A duração média da oclusão foi 68 ms para o [g], 99 ms para o [k^h] e 114 ms para o [k], sendo estas diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$) para as duas informantes, mostrando

que o contraste de vozeamento é principalmente baseado nas características articulatórias da oclusão. Outros parâmetros que se mostraram importantes para distinguir [g] e [k] foram a duração do vozeamento durante a oclusão e a duração da vogal anterior, com diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$) nas duas informantes. A duração do vozeamento durante a oclusão foi menor para [k] do que para [g]. A vogal anterior foi mais curta (média 49 ms) quando esta era seguida por [k] do que quando era seguida por [g] (em média 66 ms). Este estudo permitiu também constatar que os falantes parecem aplicar estratégias diferentes na distinção entre as oclusivas, na medida em que uma informante utilizou o VOT e o vozeamento de forma mais efectiva do que a outra informante que utilizou outros parâmetros.

Alphen e Smits (2004) mediram a duração da distensão nas oclusivas bilabiais e alveolares neerlandesas, produzidas em posição inicial de palavra sem contexto e verificaram que as oclusivas não vozeadas apresentaram valores mais longos do que as vozeadas. As durações médias da distensão nas diferentes oclusivas foram: 19 ms para o [p], 31 ms para o [t], 12 ms para o [b], 19 ms para o [d]. Alphen e Smits (2004) observaram também que o ponto de articulação da oclusiva teve um efeito na duração da distensão: a duração da distensão foi mais longa para as alveolares comparativamente às bilabiais.

3.3.1.2 Estudos no Português Europeu

Andrade (1980) realizou um estudo acústico e um estudo aerodinâmico com o objectivo de comparar o VOT de oclusivas homorgânicas do PE, em posição inicial, antes de vogais, em palavras produzidas por uma informante, falante do PE. As palavras consistiram em 6 pares mínimos com a estrutura CVCV que foram lidas isoladamente. Foi apenas analisado o VOT em posição pré-acentuada. Os valores médios de VOT no estudo acústico foram: 0 ms para o [p], 10 ms para o [t], 30 ms para o [k], -110 ms para o [b], -120 ms para o [d] e -110 ms para o [g]. Andrade (1980) obteve, no estudo acústico, valores de VOT mais longos em média para as velares do que para as labiais e as dentais. Os valores do VOT foram bastante diferentes nos dois estudos, principalmente os valores das oclusivas não vozeadas. Segundo Andrade (1980) estes resultados podem estar relacionados com diferentes factores, como o esforço adicional devido à

máscara de Rothenberg e/ou devido ao reduzido feedback auditivo e também o facto da informante ser bilingue.

Viana (1984), num estudo sobre os parâmetros acústicos relacionados com o contraste do vozeamento das consoantes do PE, gravou 6 informantes e obteve os seguintes valores médios de VOT (corpus de sílabas produzidas em frase fixa): 18 ms para o [p], 21 ms para o [t], 33 ms para o [k], -77 ms para o [b], -62 ms para o [d] e -31 ms para o [g]. Os resultados obtidos por Viana (1984) mostraram que o VOT varia consoante o ponto de articulação da oclusiva à semelhança do estudo de Andrade (1980): [k] apresentou valores de VOT, em média, maiores relativamente a [t] e esta oclusiva apresentou valores superiores quando comparados com os valores de [p]. Viana (1984) verificou que o VOT também varia em função do tipo de situação discursiva, com valores médios mais elevados quando as oclusivas foram produzidas em sílabas em frase fixa relativamente às oclusivas produzidas em frases livres. Viana (1984) obteve valores de VOT, em média, mais elevados quando a oclusiva precedia uma vogal [+alta] do que quando precedia uma vogal [-alta] constatando a influência das características da vogal seguinte nos valores de VOT.

Andrade e Mascarenhas (1994) analisaram o VOT em sequências de [ti], em posição acentuada e não acentuada, pré- e pós-tónica, em palavras produzidas em diferentes posições nas frases, por três informantes. Os resultados permitiram verificar que o VOT não é determinado, de forma consistente, pelo acento lexical.

No que diz respeito à duração total das oclusivas, vários estudos do PE têm mostrado que esta duração é superior nas oclusivas não vozeadas relativamente às vozeadas (Viana, 1984; Veloso, 1995; Mendonça, 1996).

Veloso (1995) realizou um estudo acústico do PE com oclusivas produzidas em posição inicial de palavra no contexto de uma frase por 3 informantes. As durações médias para as diferentes oclusivas foram: 132 ms para o [p], 133 ms para o [t], 123 ms para o [k], 80 ms para o [b], 70 ms para o [d] e 75 ms para o [g]. Os resultados permitiram concluir que as oclusivas não vozeadas, em média, apresentaram uma duração superior a 120 ms e as oclusivas vozeadas inferior a 80 ms, sendo esta diferença estatisticamente significativa ($p < 0,000$), sugerindo a existência de uma relação entre a duração consonântica e o vozeamento.

Mendonça (1996) num estudo sobre as oclusivas orais do PE produzidas em discurso espontâneo por duas informantes concluiu que as oclusivas não vozeadas apresentaram, em média, valores superiores às oclusivas vozeadas.

Em relação à duração da oclusão de oclusivas produzidas em posição inicial, Viana (1984) obteve os seguintes valores, em média, para cada oclusiva (corpus de sílabas produzidas em frase fixa): 119 ms para o [p], 103 ms para o [t], 89 ms para o [k], 93 ms para o [b], 80 ms para o [d] e 71 ms para o [g]. Viana (1984) obteve valores mais elevados para as não vozeadas do que para as vozeadas. Viana (1984) refere também uma influência do ponto de articulação na duração da oclusão, na medida em que, as bilabiais apresentaram uma duração maior do que as dentais e as dentais uma duração maior do que as velares, bem como influência das características da vogal seguinte, observando que a oclusão é mais longa quando a oclusiva precede uma vogal [+alta] do que quando precede uma vogal [+baixa]. Os resultados de Viana (1984) mostraram que este parâmetro também varia em função do tipo de situação discursiva, obtendo valores mais baixos em oclusivas produzidas em frases livres relativamente às oclusivas produzidas em sílabas em frase fixa.

Relativamente à duração da distensão, Viana (1984) obteve as seguintes durações médias para oclusivas em posição inicial (corpus de sílabas produzidas em frase fixa): 23 ms para o [p], 25 ms para o [t], 40 ms para o [k], 14 ms para o [b], 17 ms para o [d] e 32 ms para o [g]. A autora constatou que as oclusivas não vozeadas apresentaram durações, em média, mais elevadas do que as vozeadas, nos dois corpus analisados. Viana (1984) verificou também que as velares apresentaram valores mais longos do que as labiais e as dentais sendo esta diferença mais evidente no corpus de sílabas produzidas em frase fixa. Os resultados do estudo de Viana (1984) permitiram também observar que a duração da distensão varia em função das características da vogal seguinte, uma vez que a duração da distensão foi maior quando a oclusiva era seguida por uma vogal [+ alta] do que quando era seguida por uma vogal [+ baixa].

Viana (1984) refere que as propriedades acústicas relacionadas com a distinção do vozeamento das oclusivas do PE podem não se encontrar apenas nestas consoantes mas também nos segmentos adjacentes, demonstrando a importância de propriedades como a duração da vogal seguinte ou a razão da duração de uma consoante em relação à das vogais adjacentes.

3.3.2 Resultados da Análise Temporal das Oclusivas Bilabiais, Dentais e Velares

3.3.2.1 Voice Onset Time (VOT)

Verifica-se que, em posição inicial e medial de palavra, as oclusivas não vozeadas apresentam valores de VOT positivos e as oclusivas vozeadas valores negativos (existência de pré-vozeamento) ou positivos (ausência de pré-vozeamento). A duração do VOT positivo, em média para os 6 informantes em posição inicial de palavra foi: 20 ms para o [p], 28 ms para o [t], 51 ms para o [k], 28 ms para o [b], 16 ms para o [d] e 17 ms para o [g]. Os valores de VOT negativos das oclusivas vozeadas foram: -114 ms para o [b], -89 ms para o [d] e -73 ms para o [g]. Verifica-se que [k] tem, em média, um VOT maior do que [t], e [t] um VOT superior a [p] em posição inicial de palavra, o que indica a influência do ponto de articulação no VOT das oclusivas não vozeadas. A Figura 19 permite visualizar os valores de VOT dos 6 informantes para todas as oclusivas produzidas em posição inicial de palavra.

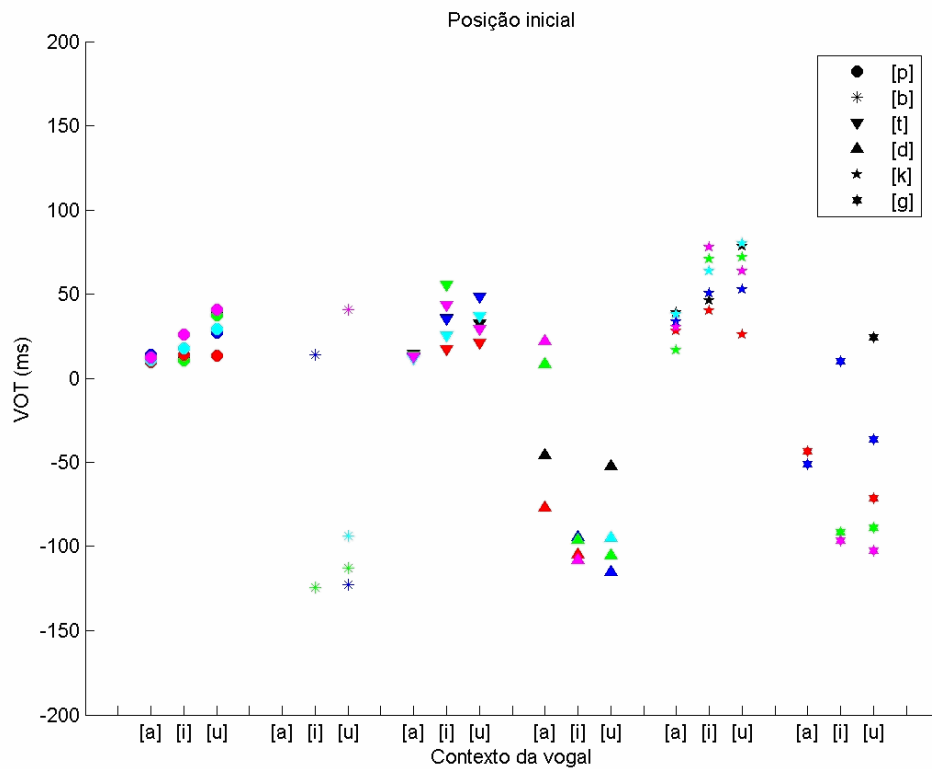


Figura 19: VOT das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

A Tabela 4 permite comparar os valores obtidos neste trabalho com os valores obtidos noutros estudos do PE. A diversidade de valores de VOT para cada oclusiva nos três estudos poderá estar relacionada com diferenças na metodologia utilizada, nomeadamente, o contexto em que foram produzidas as oclusivas, o número de informantes, bem como os critérios de anotação utilizados e até com parâmetros dificilmente controláveis, como o débito de fala de cada informante.

Tabela 4: Comparação dos valores médios do VOT (ms) em posição inicial.

Estudo	Contexto	Inf.	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
Lousada (2006)	Palavras em frases	6	20	28	51	-114 28	-89 16	-73 17
Andrade (1980)	Palavras isoladas	1	0	10	30	-110	-120	-110
Viana (1984)	Sílabas em frase fixa	6	18	21	33	-77	-62	-31

Em relação à influência das características da vogal seguinte nos valores de VOT (Tabela 5), os resultados mostram que os valores de VOT são, em média, maiores quando a oclusiva é seguida de vogais [+altas] do que quando é seguida de vogais [+baixas].

Tabela 5: Valores de VOT em posição inicial em função da vogal seguinte.

Contexto	Média (ms)	Desvio-padrão (ms)	Mediana (ms)
[pa]	12	2	11
[pi, pu]	24	11	22
[ta]	13	1	13
[ti, tu]	35	11	36
[ka]	31	8	32
[ki, ku]	60	17	64

O valor médio de VOT positivo, para os 6 informantes em posição medial de palavra foi: 19 ms para [p], 22 ms para [t], 35 ms para [k], 33 ms para [d] e 38 ms para [g]. Os valores de VOT negativo foram: -102 ms para [b] e -52 ms para [d]. Verifica-se novamente que [k] tem, em média, um VOT maior do que [t], e [t] um VOT superior a [p]. A Figura 20 apresenta os valores obtidos em posição medial de palavra.

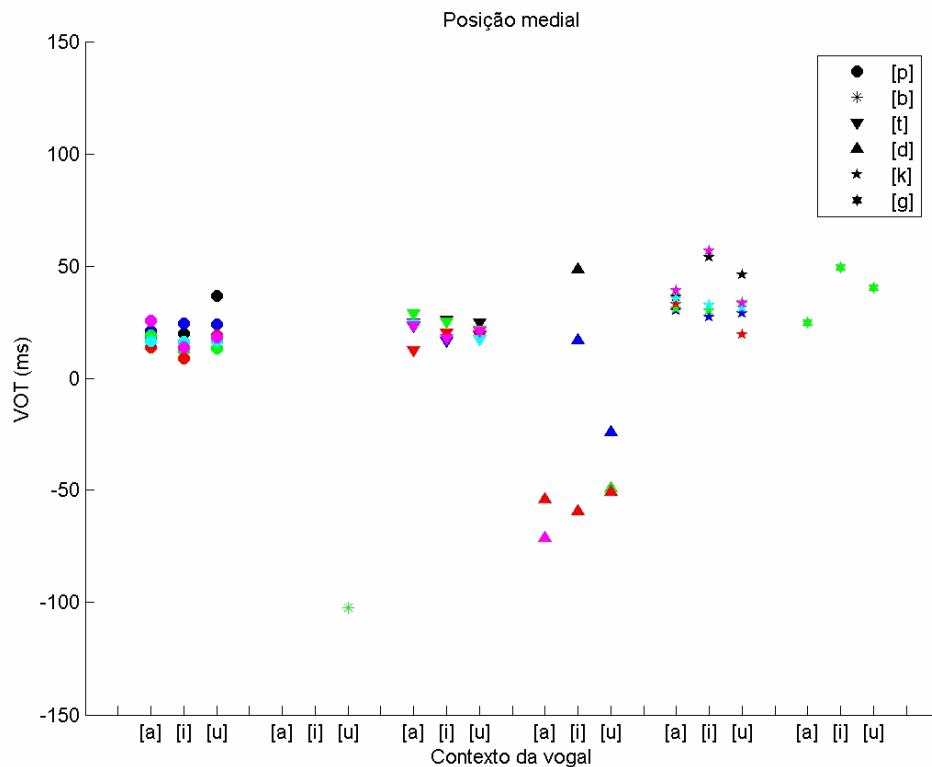


Figura 20: VOT das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

3.3.2.2 Duração Total das Oclusivas

A análise da duração total das oclusivas, revelou os seguintes valores médios para os 6 informantes em posição inicial de palavra: 174 ms para o [p], 173 ms para o [t], 178 ms para o [k], 111 ms para o [b], 102 ms para o [d] e 104 ms para o [g]. A duração média das oclusivas não vozeadas (175 ms) foi superior à das oclusivas vozeadas (106 ms). A Figura 21 permite observar a duração total das oclusivas nos 6 informantes em posição inicial de palavra.

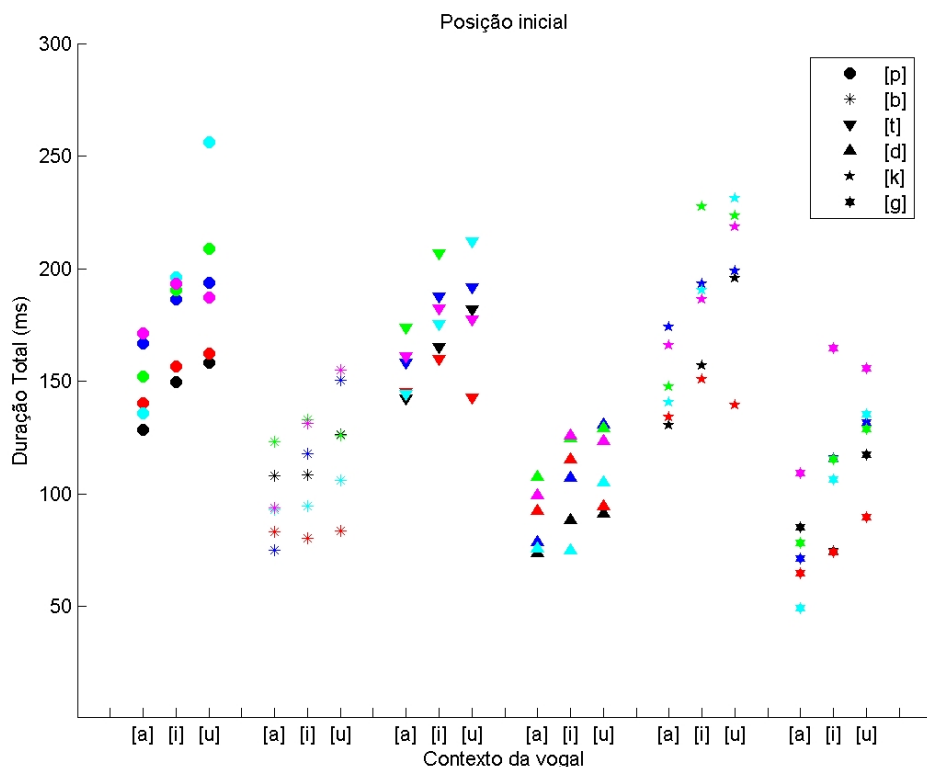


Figura 21: Duração das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

Para as oclusivas produzidas em posição medial de palavra, os valores obtidos da duração total para todos os informantes foram: 129 ms para o [p], 135 ms para o [t], 140 ms para o [k], 74 ms para o [b], 85 ms para o [d] e 76 ms para o [g]. A duração média das oclusivas não vozeadas (134 ms) foi superior à das oclusivas vozeadas (78 ms). Na Figura 22 é possível visualizar os valores de duração total obtidos para os diferentes informantes para todas as oclusivas em posição medial de palavra.

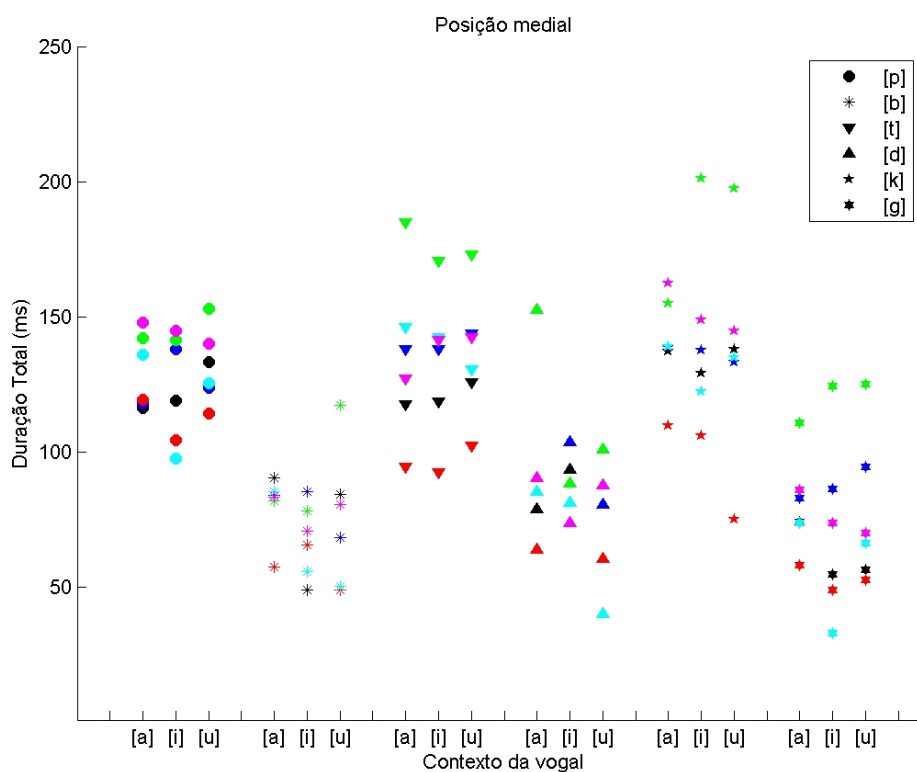


Figura 22: Duração das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

Em posição final de palavra obtiveram-se os seguintes valores médios: 164 ms para o [p], 176 ms para o [t], 173 ms para o [k], 131 ms para o [b], 117 ms para o [d] e 132 ms para o [g]. Verificou-se também nesta posição que a duração média das oclusivas não vozeadas (172 ms) foi superior à das oclusivas vozeadas (126 ms). A Figura 23 permite analisar os valores de duração total obtidos pelos diferentes informantes para todas as oclusivas em posição final de palavra.

De salientar que a informante IM produziu as frases com um débito mais baixo o que explica os valores de duração tendencialmente mais elevados, sendo bastante evidente em posição final de palavra.

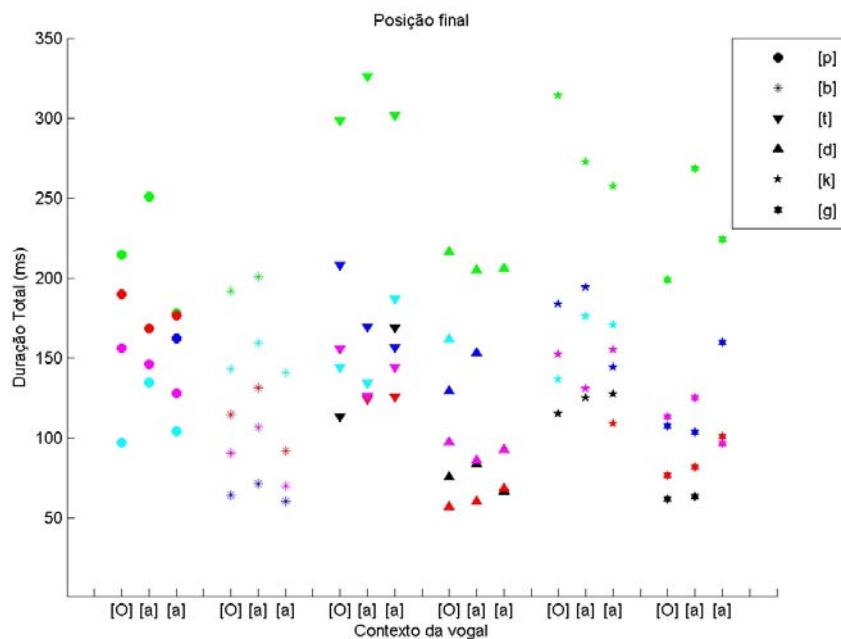


Figura 23: Duração das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

As oclusivas não vozeadas apresentam valores médios de duração total superiores às oclusivas vozeadas nas posições inicial, medial e final da palavra. Verificou-se que estas diferenças são estatisticamente significativas.

Procedeu-se à análise das caixas de bigodes da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas, nas diferentes posições da palavra, uma vez que estas representações gráficas indicam algumas diferenças nas medidas de localização e de dispersão (ver Figura 24). As caixas de bigodes permitem verificar que em todas as posições a mediana das oclusivas não vozeadas é superior à das vozeadas. Relativamente à posição inicial a caixa de bigodes das oclusivas vozeadas é bastante simétrica. Nas oclusivas não vozeadas verifica-se uma ligeira assimetria positiva visualizada pela diferença significativa no comprimento dos bigodes. Em relação à posição medial, pode observar-se que duas oclusivas vozeadas apresentam valores de duração total bastante superiores à mediana (“outliers”) e três oclusivas não vozeadas apresentam valores bastante superiores à mediana e um valor bastante inferior a esta. A causa para estes “outliers”

poderá ser as diferenças no débito de fala de alguns informantes. Existe uma assimetria negativa visualizada pela deslocação da mediana para cima, o que indica uma concentração de valores à direita, ou seja, uma concentração de valores elevados. No que diz respeito à posição final de palavra, verifica-se que as oclusivas vozeadas e as não vozeadas apresentam uma assimetria positiva, pela deslocação da mediana para baixo e pela diferença significativa no comprimento dos bigodes, o que indica uma concentração de valores à esquerda (valores baixos). Existem também alguns “outliers” no caso das oclusivas não vozeadas.

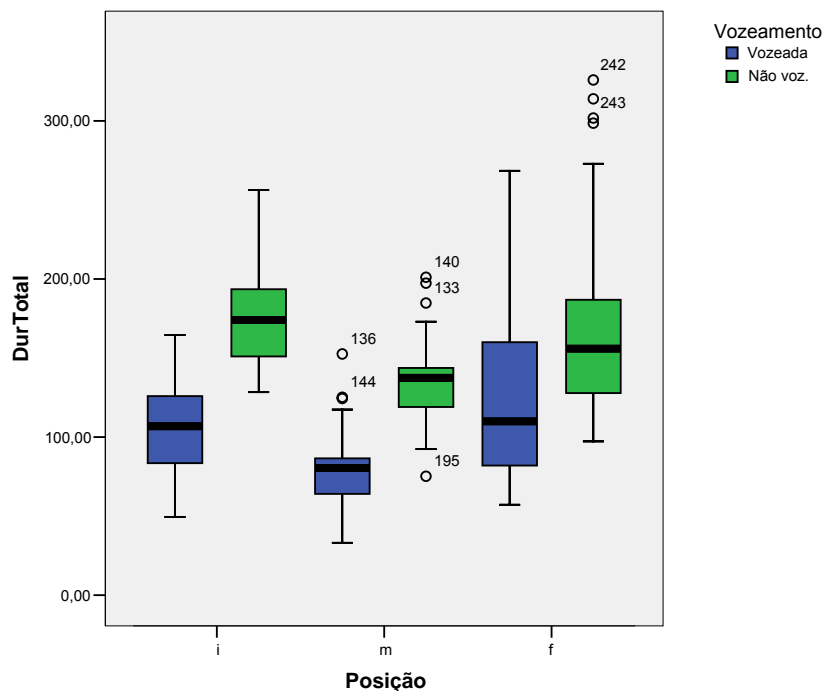


Figura 24: Caixas de bigodes da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas nas posições inicial, medial e final de palavra.

Para verificar se a distribuição é normal realizou-se do teste de ajustamento Kolmogorov-Smirnov, com a correcção de Lilliefors. Relativamente à posição inicial, o p-value (0.200) remete para a não rejeição da hipótese nula de ajustamento a uma distribuição normal. Quanto às posições medial e final os p-values são, por vezes, inferiores a 0.05 pelo que rejeitam a hipótese nula (Tabela 6), ao nível de significância de 5%.

Tabela 6: Resultados do teste de ajustamento Kolmogorov-Smirnov.

			Tests of Normality		
Posição	DurTotal	Vozeamento	Kolmogorov-Smirnov ^a		
			Statistic	df	Sig.
i	DurTotal	Vozeada	,093	54	,200*
		Não voz.	,079	54	,200*
m	DurTotal	Vozeada	,123	53	,045
		Não voz.	,128	54	,029
f	DurTotal	Vozeada	,134	38	,081
		Não voz.	,185	44	,001

*. This is a lower bound of the true significance.

a. Lilliefors Significance Correction

Posteriormente, analisaram-se os histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas nas diferentes posições, na medida em que estes gráficos procuram reflectir a estrutura (forma) da população de onde foi retirada a amostra (ver Figuras 25 a 27). A análise dos histogramas nas posições inicial e medial levanta dúvidas sobre a normalidade dos dados na medida em que se verifica alguma assimetria. Em posição final a assimetria é ainda mais evidente.

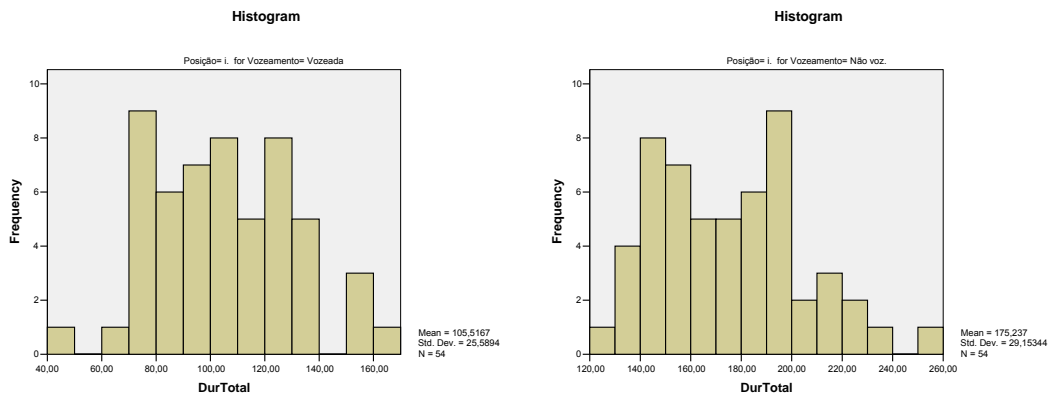


Figura 25: Histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição inicial.

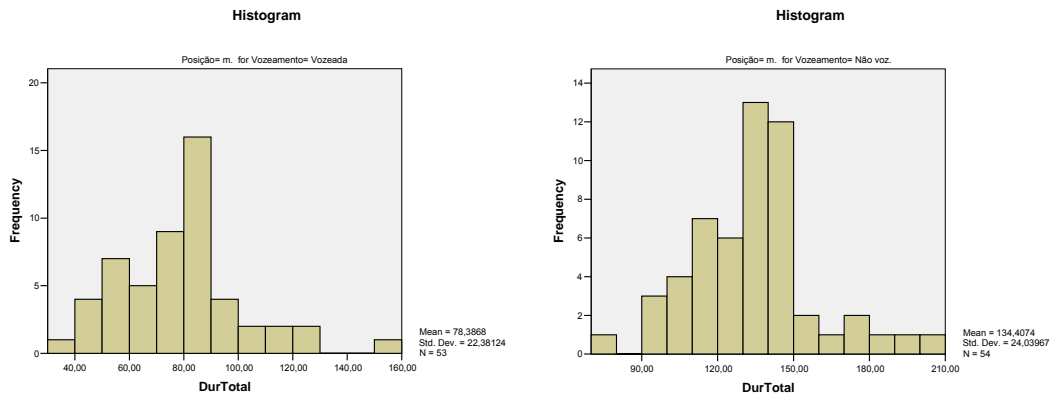


Figura 26: Histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição medial.

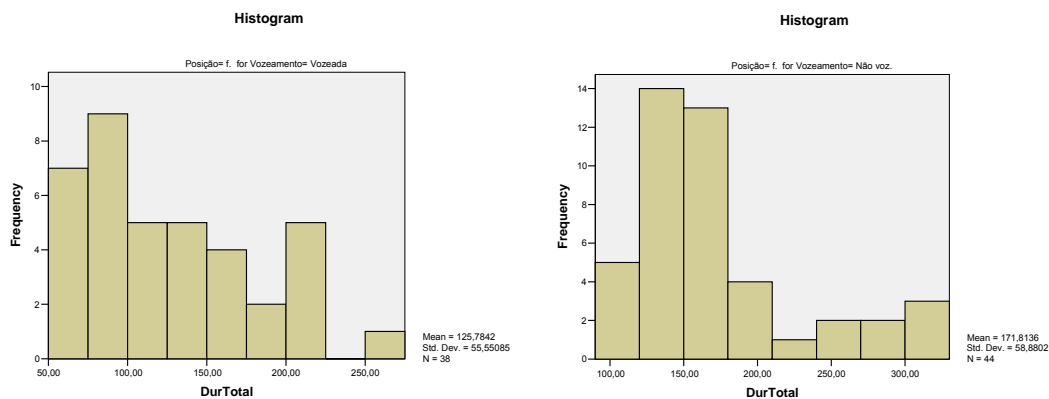


Figura 27: Histogramas da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição final.

Em seguida analisaram-se os QQ-plots da distribuição normal (ver Figuras 28, 29 e 30). Em posição inicial a distribuição normal parece modelar bem a amostra em estudo, ou seja, a amostra poderá ter sido retirada de uma população com esta distribuição, uma vez que o gráfico parece um conjunto de pontos distribuídos mais ou menos sobre uma recta (ver Figura 28). Na posição medial (Figura 29) e principalmente na posição final (Figura 30) observamos alguma não-linearidade nos gráficos o que nos levanta dúvidas quanto à normalidade das respectivas populações.

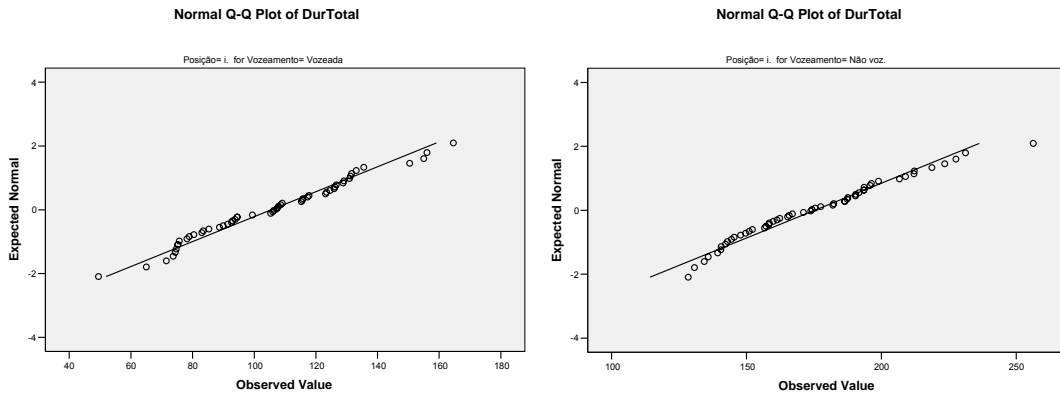


Figura 28: Q-Qplot da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição inicial.

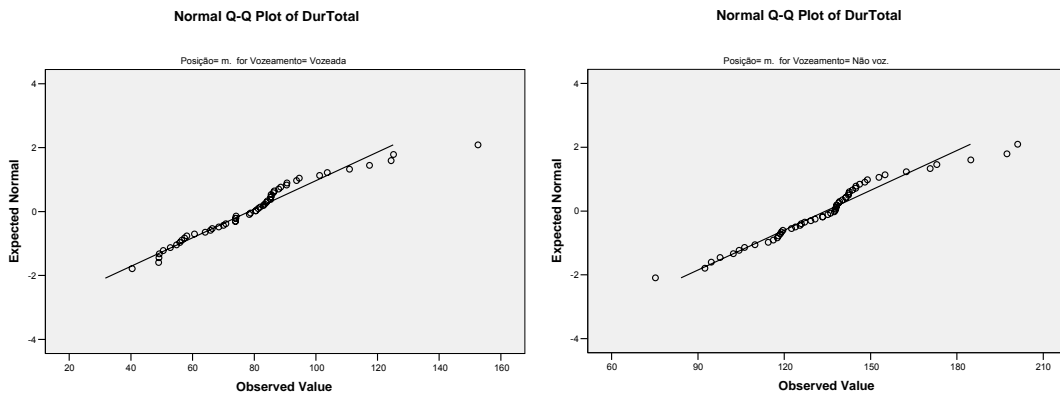


Figura 29: Q-Qplot da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição medial.

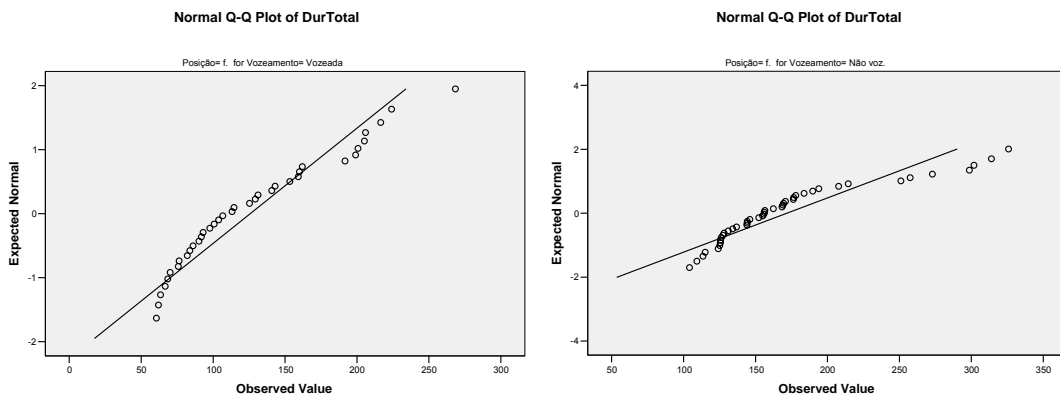


Figura 30: Q-Qplot da duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas em posição final.

Tendo em conta que há razões para refutar a normalidade dos dados nas posições medial e final, quer pela observação dos histogramas, quer pela análise do QQ-plot da distribuição normal, quer pelos resultados do teste de ajustamento Kolmogorov-Smirnov e em posição inicial pela análise dos histogramas, utilizou-se o teste U de Mann-Whitney para efectuar comparações entre os grupos. Este teste não paramétrico constitui uma boa alternativa ao teste-t de comparação de médias quando não se pode assumir a normalidade dos dados. A análise do p-value do teste U de Mann-Whitney (inferior a qualquer nível de significância usual em todas as posições) permite concluir que existem diferenças significativas entre a duração total das oclusivas vozeadas e não vozeadas nas posições inicial, medial e final (Tabela 7).

Tabela 7: Resultados do teste U de Mann-Whitney.

Ranks					
Posição		Vozeamento	N	Mean Rank	Sum of Ranks
i	DurTotal	Vozeada	54	28,94	1563,00
		Não voz.	54	80,06	4323,00
		Total	108		
m	DurTotal	Vozeada	53	29,48	1562,50
		Não voz.	54	78,06	4215,50
		Total	107		
f	DurTotal	Vozeada	38	31,42	1194,00
		Não voz.	44	50,20	2209,00
		Total	82		

Test Statistics ^a		
Posição		DurTotal
i	Mann-Whitney U	78,000
	Wilcoxon W	1563,000
	Z	-8,479
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Exact Sig. (2-tailed)	,000
	Exact Sig. (1-tailed)	,000
	Point Probability	,000
m	Mann-Whitney U	131,500
	Wilcoxon W	1562,500
	Z	-8,097
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Exact Sig. (2-tailed)	,000
	Exact Sig. (1-tailed)	,000
	Point Probability	,000
f	Mann-Whitney U	453,000
	Wilcoxon W	1194,000
	Z	-3,561
	Asymp. Sig. (2-tailed)	,000
	Exact Sig. (2-tailed)	,000
	Exact Sig. (1-tailed)	,000
	Point Probability	,000

a. Grouping Variable: Vozeamento

3.3.2.3 Duração da Oclusão

A duração da oclusão, em média, em posição inicial de palavra, foi: 155 ms para o [p], 146 ms para o [t], 128 ms para o [k], 108 ms para o [b], 90 ms para o [d] e 75 ms para o [g]. A média da duração da oclusão das oclusivas não vozeadas (143 ms) foi superior à das oclusivas vozeadas (88 ms). É possível verificar que o ponto de articulação influencia a duração da oclusão, se as oclusivas vozeadas e não vozeadas, forem analisadas separadamente (as bilabiais apresentam durações mais elevadas do que as dentais e estas durações mais elevadas do que as velares). A Figura 31 permite observar os resultados desta propriedade acústica para os 6 informantes na posição inicial.

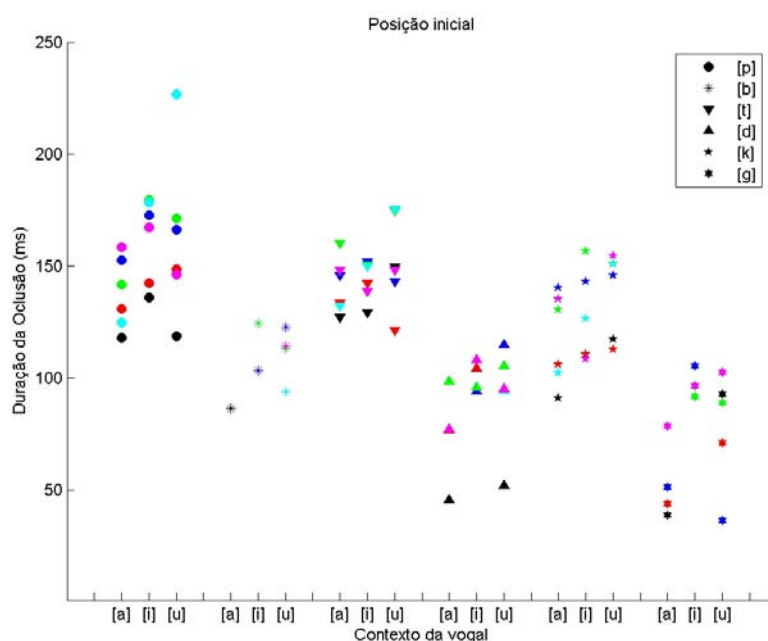


Figura 31: Duração da oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

A Tabela 8 permite comparar os valores obtidos no presente estudo para as diferentes oclusivas com valores obtidos no estudo de Viana (1984). A diferença dos valores para cada oclusiva nos diferentes estudos poderá estar relacionada com diferenças na metodologia utilizada como já foi referido anteriormente.

Tabela 8: Comparação dos valores médios da duração (ms) da oclusão em posição inicial.

Estudo	Contexto	Inf.	[p]	[t]	[k]	[b]	[d]	[g]
Lousada (2006)	Palavras em frases	6	155	146	128	108	90	75
Viana (1984)	Sílabas em frase fixa	6	119	103	89	93	80	71

Os resultados apresentados na Tabela 9 mostram a influência da vogal seguinte na duração da oclusão em posição inicial de palavra: a oclusão é mais longa quando a oclusiva precede uma vogal [+ alta] do que quando precede uma vogal [+baixa]. A duração da oclusão de [b] seguida da vogal [a] foi determinada apenas num informante devido à impossibilidade de se anotar o final da oclusão, pelo que não é apresentado o desvio-padrão.

Tabela 9: Valores de duração da oclusão em posição inicial em função da vogal seguinte.

Contexto	Média (ms)	Desvio-padrão (ms)	Mediana (ms)
[pa]	138	16	136
[pi, pu]	163	28	167
[ta]	141	12	140
[ti, tu]	148	16	149
[ka]	118	20	118
[ki, ku]	132	20	135
[ba]	87		87
[bi, bu]	113	12	114
[da]	75	22	77
[di, du]	97	18	96
[ga]	53	18	48
[gi, gu]	88	23	92

Em posição medial de palavra, a duração da oclusão, em média, foi: 110 ms para o [p], 114 ms para o [t], 104 ms para o [k], 102 ms para o [b], 57 ms para o [d] e 79 ms para o [g]. As oclusivas não vozeadas apresentaram valores de duração de oclusão (109 ms), em média, superiores aos das oclusivas vozeadas (65 ms). A duração da oclusão de [t] foi superior à de [p] e a duração de [p] foi superior à de [k]. Na Figura 32 é possível visualizar os resultados desta duração para os diferentes informantes na posição medial.

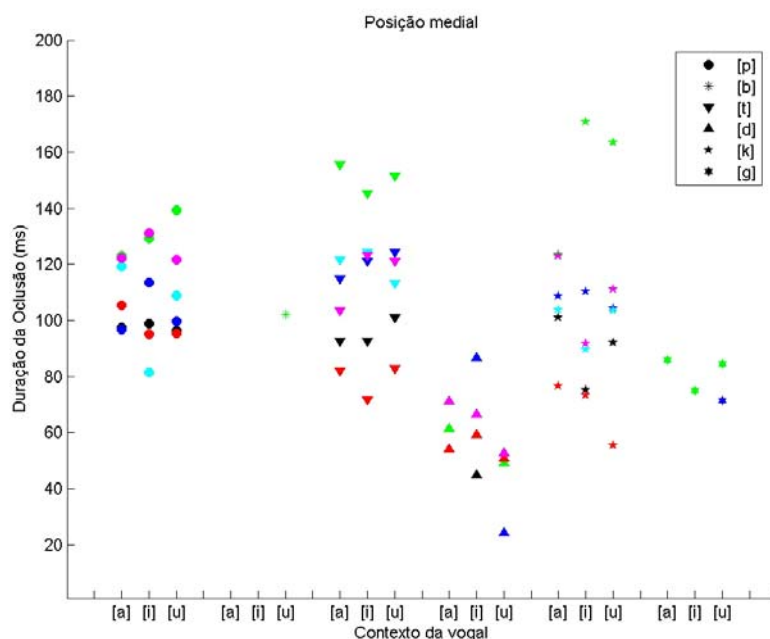


Figura 32: Duração da oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

A análise dos resultados em posição final de palavra mostrou que a duração média da oclusão foi: 123 ms para o [p], 131 ms para o [t], 132 ms para o [k], 90 ms para o [b], 77 ms para o [d] e 86 ms para o [g]. É possível verificar novamente a relação entre esta propriedade acústica e a oposição do vozeamento: as oclusivas não vozeadas tiveram em média durações superiores (129 ms) às das oclusivas vozeadas (82 ms). A Figura 33 mostra os resultados obtidos da duração de oclusão para todos os informantes em posição final.

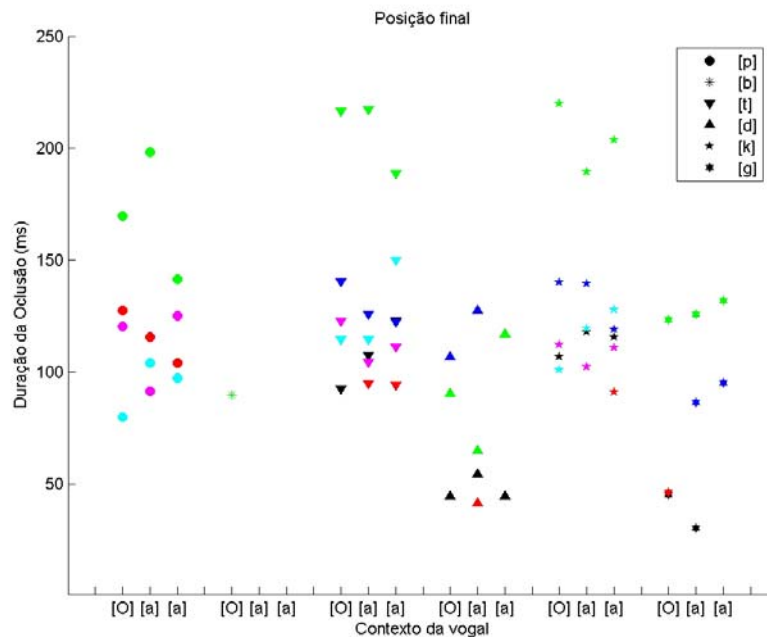


Figura 33: Duração da oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

3.3.2.4 Duração da distensão

Em posição inicial de palavra, a duração da distensão para todos os informantes foi, em média: 20 ms para o [p], 28 ms para o [t], 51 ms para o [k], 20 ms para o [b], 20 ms para o [d] e 35 ms para o [g]. De referir que para as oclusivas não vozeadas, a duração da distensão é igual ao VOT. A duração da distensão das oclusivas não vozeadas (33 ms) é superior à das oclusivas vozeadas (26 ms). Verifica-se que [k] apresenta uma duração superior a [t] e esta uma duração maior do que [p]. Nas oclusivas vozeadas observa-se que [g] tem uma duração maior do que [b] e [d]. É importante referir que [b] foi, muitas vezes, produzida sem distensão pelos diferentes informantes, pelo que esta média foi calculada com base num número baixo de ocorrências, o que pode de alguma forma indicar que os resultados de [b] não sejam representativos. A Figura 34 apresenta os resultados obtidos da duração da distensão das oclusivas nos 6 informantes.

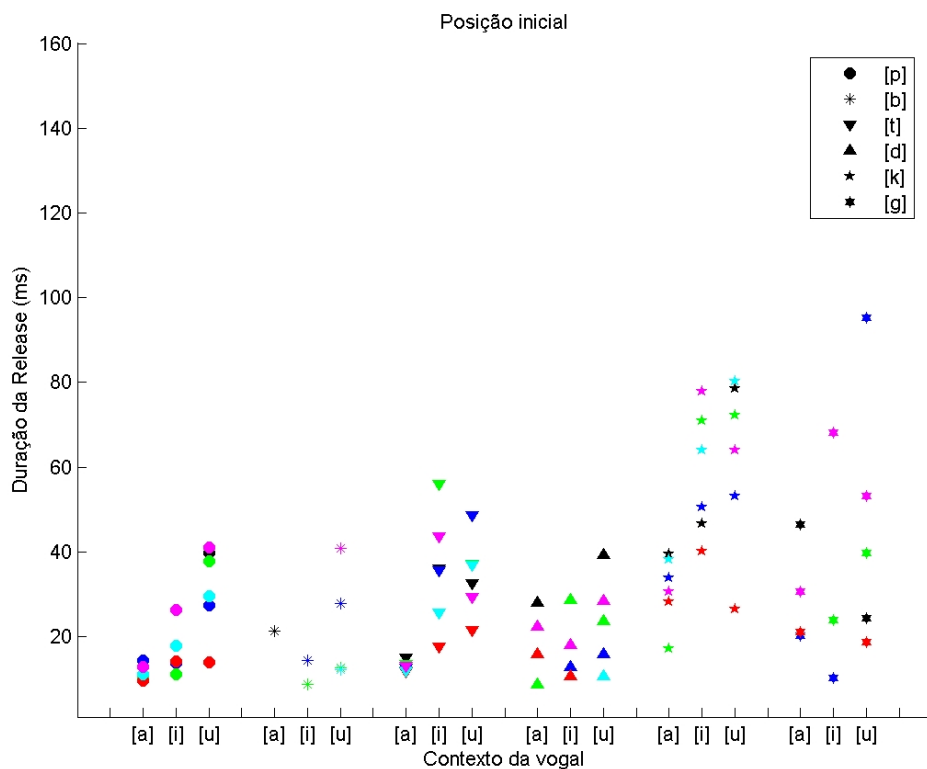


Figura 34: Duração da distensão de [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

A Tabela 10 apresenta os valores da duração da distensão em função da vogal seguinte em posição inicial de palavra. A distensão da oclusiva [b] em contexto de vogais [+baixas] foi apenas determinada uma vez pelo que não se apresenta o valor do desvio-padrão. Observa-se que a distensão de oclusivas seguidas por vogais [+altas] é mais longa do que de oclusivas seguidas por vogais [+baixas].

Tabela 10: Valores de duração da distensão em posição inicial em função da vogal seguinte.

Contexto	Média (ms)	Desvio-padrão (ms)	Mediana (ms)
[pa]	12	2	11
[pi, pu]	24	11	22
[ta]	13	1	13
[ti, tu]	35	11	36
[ka]	31	8	32
[ki, ku]	60	17	64
[ba]	21		21
[bi, bu]	17	12	14
[da]	19	8	19
[di, du]	21	10	18
[ga]	30	12	26
[gi, gu]	36	30	24

A duração da distensão das oclusivas em posição medial para todos os informantes foi, em média: 19 ms para o [p], 22 ms para o [t], 35 ms para o [k], 15 ms para o [b], 33 ms para o [d] e 35 ms para o [g]. [b] foi apenas produzida uma vez com distensão em posição medial. A duração média das oclusivas não vozeadas (25 ms) foi inferior à das vozeadas (32 ms) ao contrário do que se verificou em posição inicial. Observa-se novamente que [k] apresenta uma duração maior do que [t], e [t] uma duração superior a [p]. A Figura 35 mostra os resultados da duração da distensão de todos os informantes.

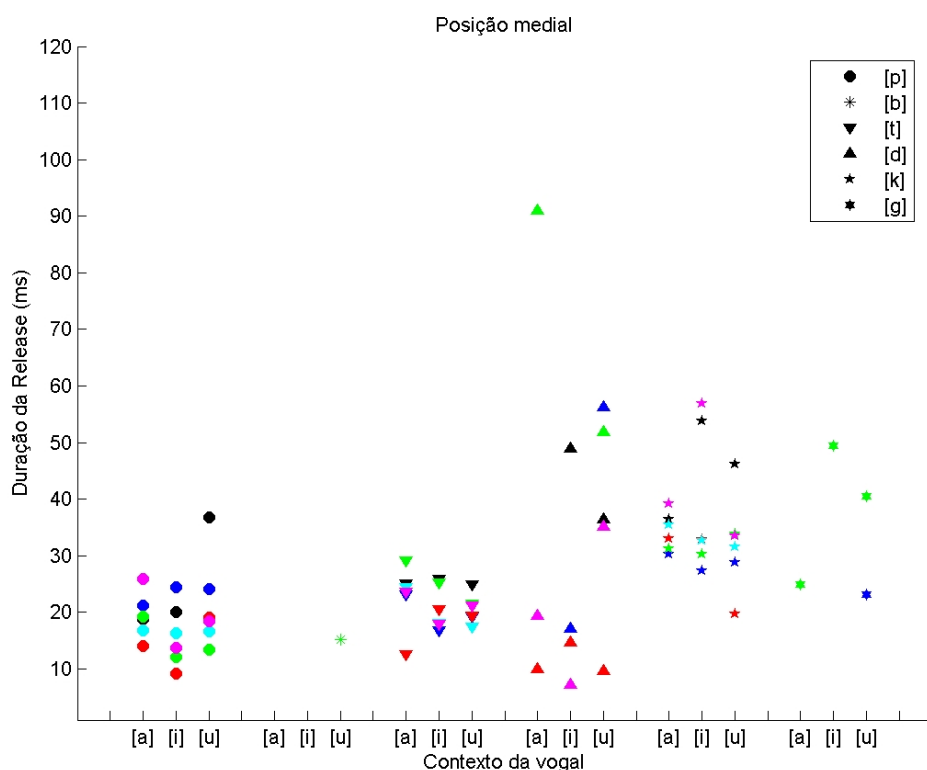


Figura 35: Duração da distensão de [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

Relativamente à posição final os resultados foram os seguintes: 41 ms para o [p], 46 ms para o [t], 41 ms para o [k], 102 ms para o [b], 56 ms para o [d] e 59 ms para o [g]. A duração da distensão só foi determinada numa oclusiva bilabial vozeada. A duração, em média, das oclusivas não vozeadas foi inferior (43 ms) à das oclusivas vozeadas (60 ms) à semelhança do que se verificou em posição medial de palavra. Para as não vozeadas, verifica-se que [t] tem a duração superior a [p], e [p] uma duração superior a [k]. No que diz respeito às vozeadas, [b] tem uma duração superior a [g], e [g] apresenta uma duração superior a [d]. A Figura 36 apresenta os resultados obtidos em posição final.

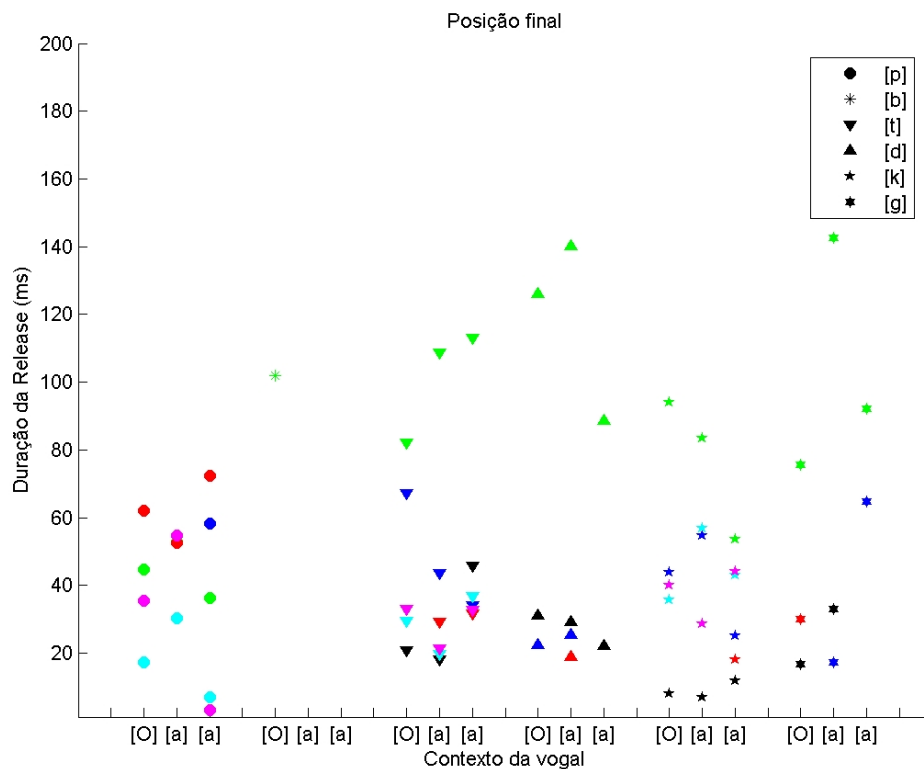


Figura 36: Duração da distensão de [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

3.3.2.5 Duração da Vogal Seguinte

Analisando a duração das vogais seguintes [a, i, u], separadamente, em posição inicial de palavra (média de todos os informantes) verifica-se que esta é superior quando as vogais são precedidas por oclusivas vozeadas relativamente às que são precedidas por oclusivas não vozeadas, à excepção de [pi] e [bi] em que o valor é igual (Tabela 11).

Tabela 11: Duração da vogal seguinte em média para todos os informantes em posição inicial.

CV	Duração (ms)	CV	Duração (ms)	CV	Duração (ms)
[pa]	121	[pi]	82	[pu]	83
[ta]	119	[ti]	63	[tu]	88
[ka]	105	[ki]	65	[ku]	90
[ba]	143	[bi]	82	[bu]	103
[da]	134	[di]	91	[du]	100
[ga]	134	[gi]	97	[gu]	115

A Figura 37 permite visualizar os valores obtidos para os diferentes informantes.

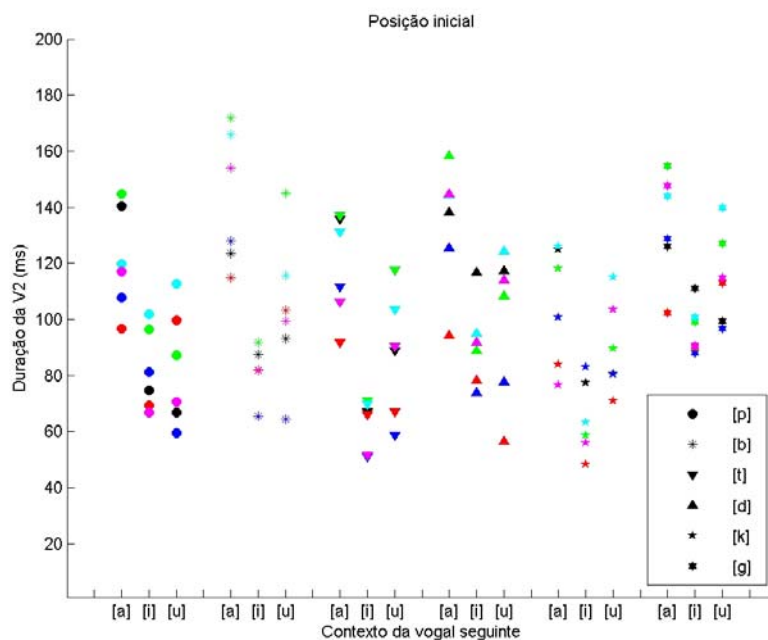


Figura 37: Duração da vogal seguinte no contexto das oclusivas [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

A duração da vogal seguinte, em média, em posição medial de palavra, foi: 49 ms quando precedidas por [p], 49 ms quando precedidas por [t], 44 ms quando precedidas por [k], 74 ms quando precedidas por [b], 65 ms quando precedidas por [d] e 72 ms quando precedidas por [g]. Verifica-se novamente uma duração superior quando as vogais são precedidas por oclusivas vozeadas do que quando precedidas por oclusivas não vozeadas.

3.3.2.6 Duração da Vogal Anterior

Analisando a duração das vogais anteriores [a, i, u], separadamente, em posição medial de palavra (média de todos os informantes) verifica-se que esta é superior em contexto de oclusivas vozeadas (Tabela 12).

Tabela 12: Duração da vogal anterior em média para todos os informantes em posição medial.

VC	Duração (ms)	VC	Duração (ms)	VC	Duração (ms)
[ap]	127	[ip]	87	[up]	81
[at]	128	[it]	84	[ut]	86
[ak]	125	[ik]	75	[uk]	88
[ab]	153	[ib]	88	[ub]	95
[ad]	159	[id]	106	[ud]	113
[ag]	156	[ig]	114	[ug]	119

Em posição final de palavra, a análise da duração das vogais anteriores [ɔ, a], separadamente (média de todos os informantes), permite verificar que esta é superior em contexto de oclusivas vozeadas (Tabela 13).

Tabela 13: Duração da vogal anterior em média para todos os informantes em posição final.

VC	Duração (ms)	VC	Duração (ms)
[əp]	112	[ap]	105
[ət]	115	[at]	134
[ək]	117	[ak]	113
[əb]	142	[ab]	151
[əd]	146	[ad]	163
[əg]	170	[ag]	166

3.3.2.7 Duração do Vozeamento Durante a Oclusão

Em posição inicial, a duração do vozeamento durante a oclusão nos 6 informantes foi, em média: 20 ms para o [p], 13 ms para o [t], 13 ms para o [k], 44 ms para o [b], 35 ms para o [d] e 43 ms para o [g]. A duração do vozeamento durante a oclusão das vozeadas foi superior (41 ms) à das não vozeadas (15 ms). De referir que o vozeamento durante a oclusão nas oclusivas não vozeadas corresponde a um intervalo em que as pregas vocais terminam a sua actividade pelo que se esperavam valores baixos para as oclusivas não vozeadas. A Figura 38 mostra os valores obtidos para os diferentes informantes.

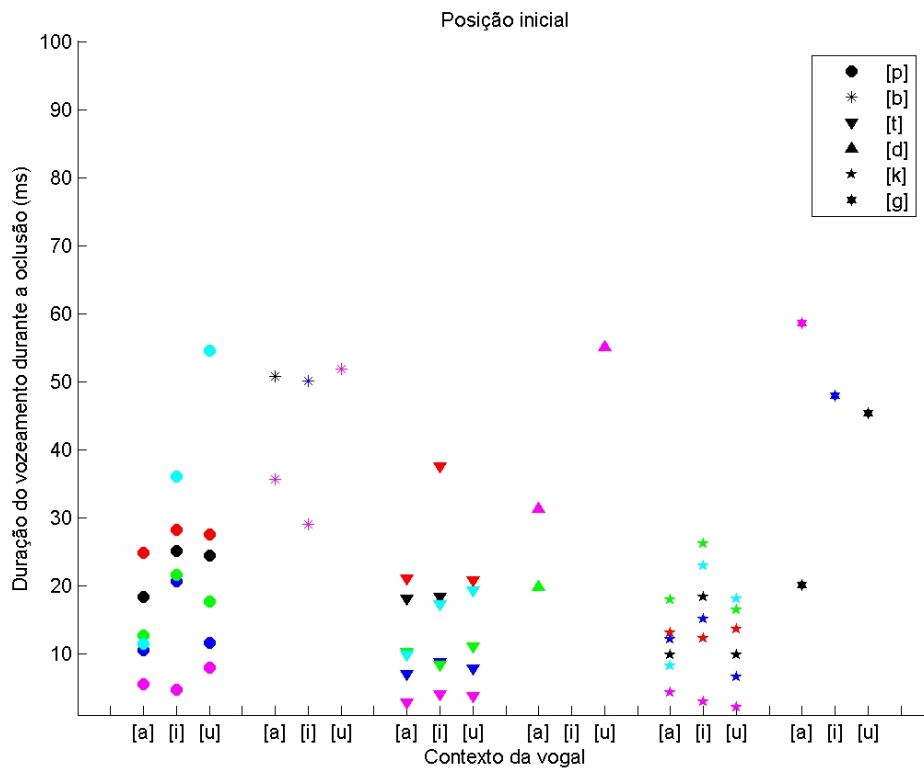


Figura 38: Duração do vozeamento durante a oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição inicial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

Os valores obtidos em posição medial foram: 24 ms para o [p], 19 ms para o [t], 14 ms para o [k], 34 ms para o [d] e 37 ms para o [g]. Observa-se em posição medial que as oclusivas vozeadas apresentam uma duração do vozeamento durante a oclusão superior (36 ms) à das oclusivas não vozeadas (19 ms). A Figura 39 permite visualizar os resultados obtidos por todos os informantes.

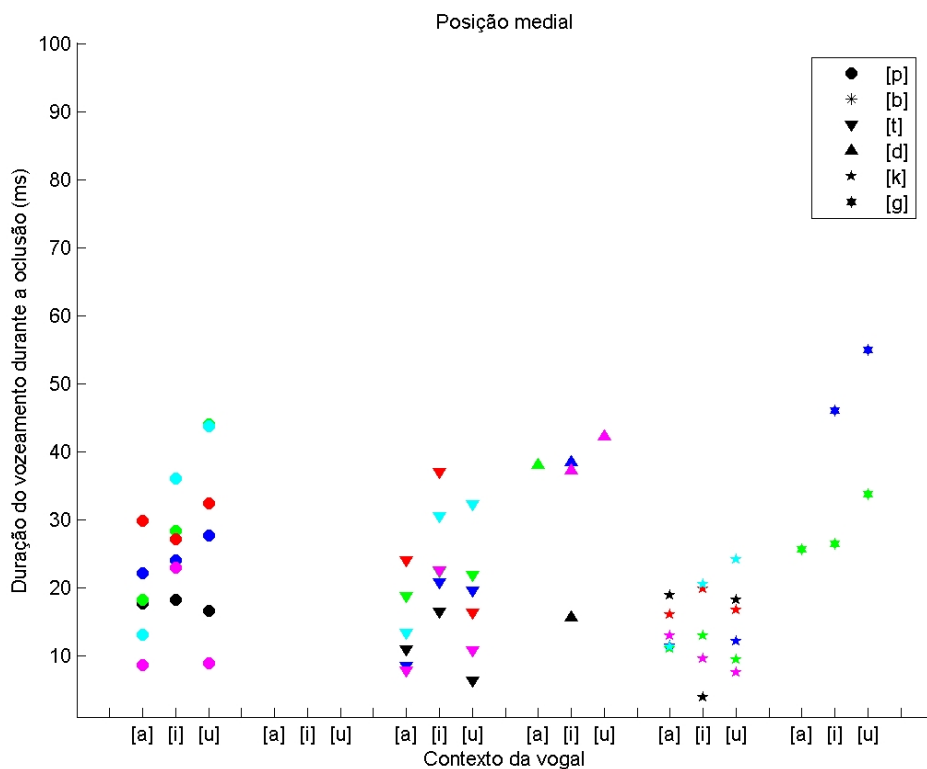


Figura 39: Duração do vozeamento durante a oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição medial de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

Os resultados em posição final foram os seguintes: 18 ms para o [p], 14 ms para o [t], 12 ms para o [k], 54 ms para o [b], 45 ms para o [d] e 30 ms para o [g]. A duração do vozeamento durante a oclusão nas oclusivas vozeadas foi superior (42 ms) à das não vozeadas (15 ms) à semelhança do que se verifica nas posições inicial e medial. Na Figura 40 é possível observar os resultados obtidos pelos diferentes informantes.

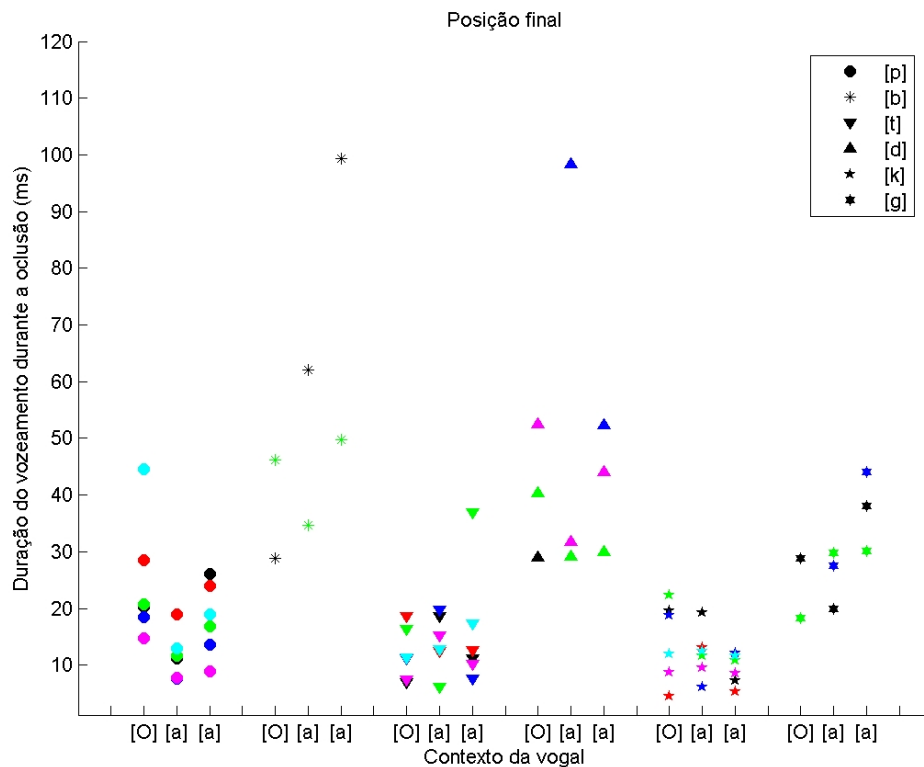


Figura 40: Duração do vozeamento durante a oclusão de [p, t, k, b, d, g] em posição final de palavra. Informante LJ - preto; Informante ML – azul; Informante HR – vermelho; Informante IM – verde; Informante PA – ciano; Informante SC – magenta. Os símbolos fonéticos encontram-se no alfabeto fonético SAMPA.

3.4 Sumário

O estudo do desvozeamento mostra que as oclusivas [b, d, g] são várias vezes realizadas com desvozeamento parcial ou total o que comprova os resultados obtidos nos estudos de Caramazza e Yeni-Komshian (1974), Andrade (1980), Viana (1984) e Alphen e Smits (2004). Em posição inicial a percentagem de oclusivas vozeadas é superior nas oclusivas [d] e [g] quando comparadas com [b], o que não está de acordo com os resultados de Viana (1984) nem com os resultados de Alphen e Smits (2004). Dois informantes do género masculino PA e HR não apresentam desvozeamento em nenhuma oclusiva, o que sugere que o género deve influenciar a capacidade de manter o vozeamento. Estes resultados corroboram o estudo de Alphen e Smits (2004).

Relativamente ao VOT, verifica-se que em posição inicial e medial [k] tem, em média, um VOT maior do que [t], e [t] um VOT superior a [p], o que indica a influência do ponto de articulação no VOT destas oclusivas. Os resultados das oclusivas em posição inicial corroboram vários estudos sobre o VOT nas oclusivas não vozeadas para o inglês e para o PE (Klatt, 1975; Andrade, 1980; Viana, 1984; Cho e Ladefoged, 1999). Os resultados mostram que os valores médios de VOT são maiores quando a oclusiva é seguida de vogais [+altas] do que quando é seguida de vogais [+baixas], o que sugere a influência das características da vogal seguinte no VOT. Estes resultados convergem com os de Viana (1984) para o PE e com os de Klatt (1975) para o Inglês Americano.

Em posição inicial, a duração média das oclusivas não vozeadas (175 ms) é superior à das oclusivas vozeadas (106 ms) o que está de acordo com os resultados referidos anteriormente para o PE (Viana, 1984; Veloso, 1995). No que diz respeito à posição medial verificou-se também que a duração média das oclusivas não vozeadas (134 ms) é superior à das oclusivas vozeadas (78 ms). Em posição final a duração média das oclusivas não vozeadas (172 ms) é também superior à das vozeadas (126 ms).

A média da duração da oclusão, em posição inicial, das oclusivas não vozeadas (143 ms) é superior à das oclusivas vozeadas (88 ms) o que corrobora os resultados obtidos por Viana (1984). Verifica-se que o ponto de articulação influencia a duração da oclusão, analisando as oclusivas vozeadas e não vozeadas separadamente (as bilabiais têm durações mais elevadas do que as dentais e estas durações mais elevadas do que as velares) o que também comprova os resultados de Viana (1984). Os resultados indicam a influência das características da vogal seguinte na duração da oclusão em posição inicial de palavra, na medida em que a oclusão é mais longa quando a oclusiva precede uma vogal [+ alta] do que quando precede uma vogal [+baixa] o que está de acordo com os resultados de Viana (1984) para o PE. Em posição medial, as oclusivas não vozeadas apresentam durações de oclusão (109 ms) superiores às das oclusivas vozeadas (65 ms), o que comprova os resultados obtidos noutras línguas, nomeadamente no Coreano (Brunner et al., 2003). A duração da oclusão de [t] é superior à de [p] e a duração de [p] é superior à de [k]. Verifica-se também que em posição final as oclusivas não vozeadas apresentam uma duração em média superior (129 ms) à das vozeadas (82 ms).

A duração da distensão das oclusivas não vozeadas (33 ms) é superior à das vozeadas (26 ms) o que está de acordo com os resultados obtidos em estudos anteriores para o PE (Viana, 1984) e para o Neerlandês (Alphen e Smits, 2004). Verifica-se que [k] tem uma

duração superior a [t] e esta uma duração maior do que [p]. Estes resultados confirmam os dos estudos de Viana (1984) e de Alphen e Smits (2004). Nas oclusivas vozeadas observa-se que [g] tem uma duração maior do que [b], e [d] o que também comprova o estudo de Viana (1984). Observa-se que em posição inicial de palavra a duração da distensão de oclusivas seguidas por vogais [+altas] é superior à de oclusivas seguidas por vogais [+ baixas]. Estes resultados estão de acordo com os do estudo de Viana (1984). Em posição medial de palavra observa-se que [k] apresenta uma duração da distensão maior do que [t], e [t] uma duração superior a [p]. Em posição medial a duração média das oclusivas não vozeadas (25 ms) foi inferior à das vozeadas (32 ms) ao contrário do que se verifica em posição inicial. Em posição final a duração média das oclusivas não vozeadas (43 ms) foi também inferior à das vozeadas (60 ms).

Verifica-se que a duração das vogais seguintes, em posição inicial, é maior quando as vogais são precedidas por oclusivas vozeadas do que quando são precedidas por oclusivas não vozeadas à excepção de [pi] e [bi] em que o valor é igual, o que comprova os resultados de Viana (1984). Em posição medial verifica-se novamente uma duração superior quando as vogais são precedidas por oclusivas vozeadas relativamente às que são precedidas por oclusivas não vozeadas, o que corrobora o estudo de Brunner et al. (2003).

Os resultados da duração das vogais anteriores em posição medial de palavra indicam que esta é superior em contexto de oclusivas vozeadas o que comprova os resultados de Brunner et al. (2003). Em posição final de palavra, a análise da duração das vogais anteriores indica que esta é superior em contexto de oclusivas vozeadas, o que está de acordo com os resultados obtidos Peterson e Lehiste (1960) e por Luce e Charles-Luce (1985).

Verifica-se que as oclusivas vozeadas apresentam uma duração do vozeamento durante a oclusão superior à das não vozeadas em todas as posições. Os resultados obtidos em posição medial estão de acordo com os de Brunner et al. (2003). Estes resultados eram esperados, na medida em que nas oclusivas não vozeadas este parâmetro corresponde apenas a um intervalo em que as pregas vocais cessam a sua actividade.

Capítulo 4: Análise Espectral

4.1 Introdução

Este capítulo apresenta a discussão dos resultados da análise espectral. Serão descritos os resultados das três técnicas utilizadas, respectivamente: Análise das frequências dos picos e dos vales espectrais; Análise dos declives dos espectros; e Cálculo dos momentos de distribuição. Nesta secção serão descritos os estudos mais relevantes para o presente trabalho.

O espectro de um sinal de ruído transitório varia consoante o ponto de articulação. A variação no espectro é atribuída ao facto do ruído transitório ser influenciado pelas características dos ressoadores definidos por cada configuração articulatória particular (Halle, Hughes e Radley, 1957). Até certo ponto, as diferenças espectrais são visíveis nos espectrogramas (Kent e Read, 2002). Como se pode observar nas Figuras 41, 42 e 43, as bilabiais tendem a apresentar uma concentração do ruído nas frequências baixas, as dentais estão associadas a energia até frequências elevadas e as velares são caracterizadas por energia nas frequências intermédias.

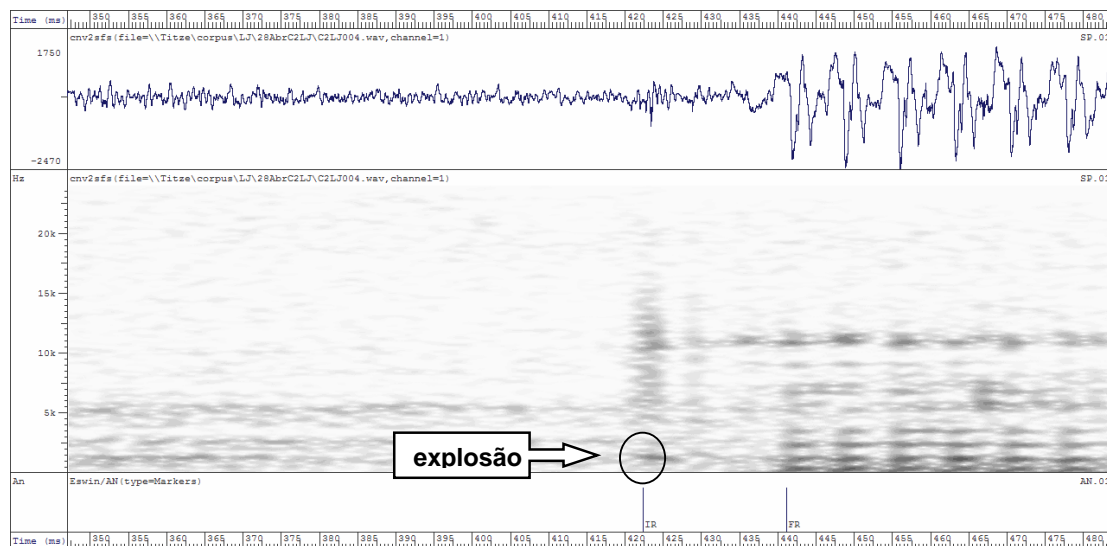


Figura 41: Frequência da explosão na oclusiva bilabial [p] na palavra napa ['nape] produzida pelo informante LJ.

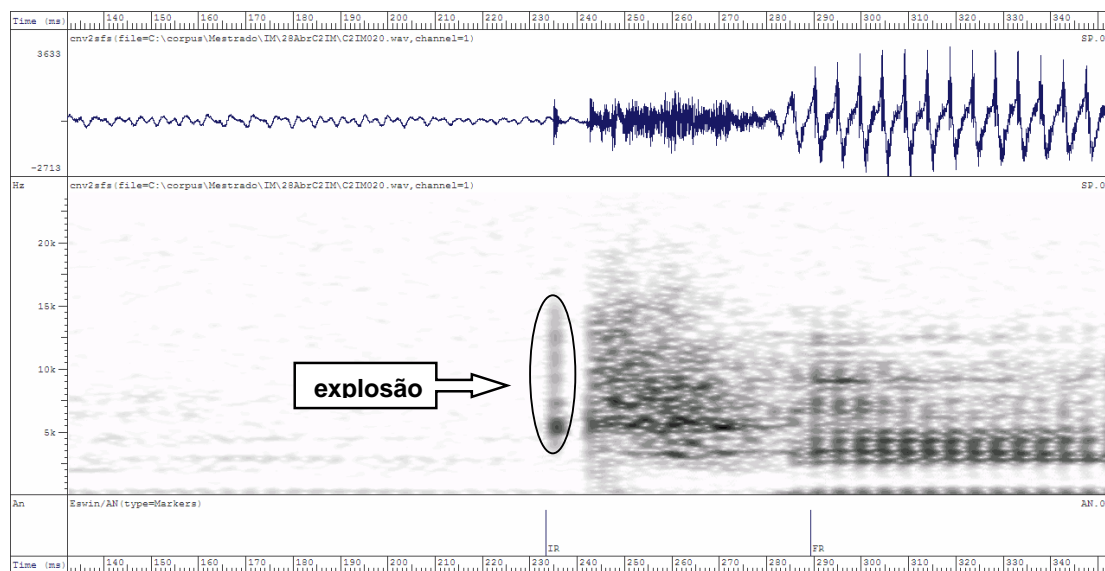


Figura 42: Frequência da explosão na oclusiva dental [t] na palavra tica [ˈtika] produzida pela informante IM.

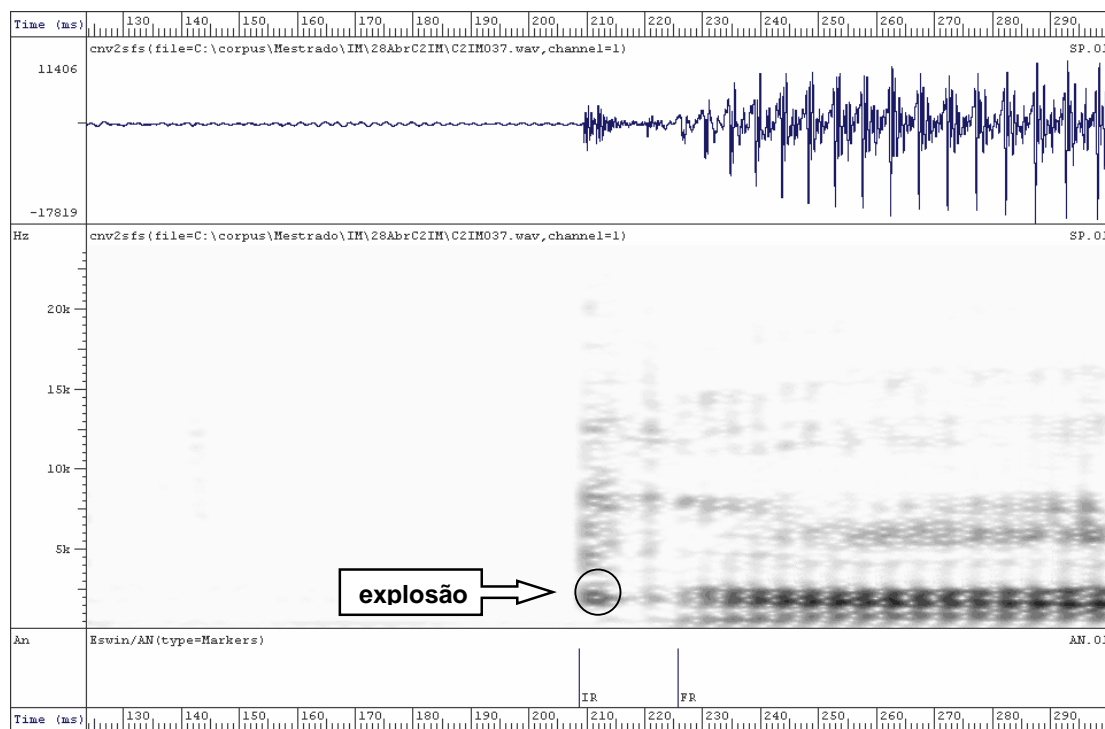


Figura 43: Frequência da explosão na oclusiva velar [k] na palavra [ˈkatu] produzida pela informante IM.

4.2 Revisão da Literatura

Halle, Hughes e Radley (1957) estudaram a explosão das oclusivas [p, t, k, b, d, g] produzidas em palavras isoladas. As oclusivas encontravam-se precedidas e seguidas de diferentes vogais. A análise dos espectros permitiu verificar que as três classes de oclusivas associadas a diferentes pontos de articulação diferem umas das outras no seguinte: [p] e [b], as oclusivas bilabiais, têm essencialmente concentração de energia nas baixas frequências (500 a 1500 Hz); [t] e [d], as oclusivas dentais, apresentam um espectro plano ou um espectro em que as altas frequências (acima dos 4000 Hz) predominam, além de se verificar concentração de energia na região dos 500 Hz; [k] e [g], as oclusivas velares, mostram uma forte concentração de energia nas regiões das frequências intermédias (1500 a 4000 Hz). Halle, Hughes e Radley (1957) constataram que as diferenças entre os informantes não foram muito marcadas. Verificaram, no entanto, grandes diferenças entre as oclusivas não vozeadas e as vozeadas. A maior parte das oclusivas vozeadas foram produzidas com vibração das cordas vocais, logo os seus espectros continham uma forte componente nas baixas frequências. As oclusivas vozeadas também apresentaram uma descida de amplitude do sinal significativa, nas altas frequências. Isto é uma consequência da baixa pressão associada à produção das oclusivas vozeadas e é por isso uma característica específica desta classe de oclusivas. Contudo, as diferenças mais significativas foram observadas nos espectros de [k] e [g] quando precediam diferentes vogais. Antes de vogais anteriores (isto é, vogais que apresentam um F2 acima dos 1200 - 1500 Hz) os picos espectrais da explosão encontravam-se na região entre os 2000 Hz e os 4000 Hz; antes de vogais posteriores (com F2 abaixo dos 1200 Hz) os picos espectrais encontravam-se em frequências mais baixas. Estas diferenças não são surpreendentes, na medida em que se sabe que no Inglês os fonemas /k/ e /g/ têm duas variantes contextuais distintas; uma, antes de vogais anteriores, produzida com uma oclusão mais próxima da parte anterior da cavidade oral, e outra, antes de vogais posteriores, produzida com uma oclusão mais próxima da parte posterior da cavidade oral. Nas oclusivas precedidas de vogais estas diferenças contextuais foram muito menos marcadas, o que era esperado uma vez que o silêncio entre o fim da vogal e a explosão foi da ordem dos 100 ms.

Blumstein e Stevens (1979) colocaram a hipótese de que exemplos de espectros de curta duração no início de uma consoante oclusiva podiam mostrar propriedades grosseiras que especificam unicamente o ponto de articulação da consoante, independentemente da vogal seguinte. Deste modo, de forma a testar a hipótese mediram exemplos de

espectros no início e no fim de um grande número de sílabas CV e VC que continham oclusivas vozeadas e não vozeadas, produzidas por diferentes informantes. Foram propostos os seguintes modelos na tentativa de capturar três classes de formas espectrais: *espectro com subida difusa*, *espectro plano* ou com *descida difusa*, e *espectro compacto* correspondendo às consoantes alveolares, labiais e velares, respectivamente (Figura 44). Os espectros derivaram de frases obtendo-se amostras da distensão das consoantes em sílabas CV e em sílabas VC e estes espectros foram classificados segundo os modelos. Blumstein e Stevens (1979) verificaram que 85% dos espectros da distensão de consoantes iniciais e da distensão de consoantes finais foram correctamente classificados através dos modelos, apesar de haver alguma variabilidade consoante o contexto das vogais.

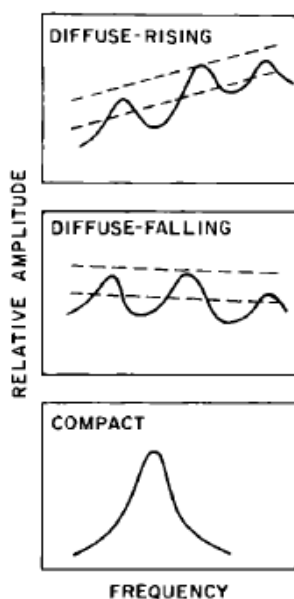


Figura 44: Esquema dos modelos difuso-descendente, difuso-ascendente e compacto criados para caracterizar a forma espectral dos pontos de articulação alveolar, labial e velar, respectivamente. De Blumstein e Stevens (1979).

O estudo de Kewley-Port (1983) indicou que a classificação eficaz da explosão deve considerar factores temporais e não apenas a forma espectral. A sua matriz de classificação para as oclusivas vozeadas está representada na Tabela 14. Nesta classificação dinâmica, Kewley-Port (1983) teve em conta três características: o declive do espectro no início da explosão; o início tardio de energia de baixa frequência e os picos nas frequências centrais que se prolongam por algum tempo. O declive da explosão

foi estimado pela visualização de uma linha recta entre 0 e 3500 Hz e foi categorizado como descendente, ascendente ou indeterminado. O início tardio foi definido pela ocorrência de amplitude alta, com picos de baixa frequência e foi categorizado em início tardio, sem início tardio ou indeterminado. Os picos nas frequências centrais foram definidos pela presença de picos salientes entre 1000 a 3500 Hz e foram categorizados em presença de picos e ausência de picos. A distinção entre bilabial e alveolar foi baseada principalmente no declive espectral (forma do espectro) enquanto que as velares foram identificadas através do início de vozeamento tardio e da presença de picos nas frequências centrais.

Tabela 14: Matriz utilizada para atribuir o ponto de articulação a partir de características específicas. Adaptado de Kewley-Port (1983).

Características			
Oclusiva	Declive da explosão	Início tardio	Picos nas frequências centrais
[b]	Descendente	Não	Ausência
[d]	Ascendente	—	Ausência
[g]	—	Sim	Presença

Outras características da explosão têm sido sugeridas em estudos de percepção do ponto de articulação das consoantes oclusivas, nomeadamente a amplitude da explosão (Ohde e Stevens, 1983) e a alteração relativa do espectro desde o início da explosão até ao início do vozeamento (Lahiri, Gewirth e Blumstein, 1984). Lahiri, Gewirth e Blumstein (1984) descobriram que as características espectrais estáticas não podiam distinguir as oclusivas dentais das labiais, na medida em que ambas apresentavam um espectro plano e difuso (um espectro com uma distribuição de energia uniforme). No entanto, estas oclusivas podiam ser identificadas com uma propriedade dinâmica baseada na alteração relativa da distribuição de energia durante o intervalo de tempo, desde a distensão da oclusiva até ao início do vozeamento. Com este critério, 90% das oclusivas labiais e dentais foram correctamente classificadas. Essencialmente este critério dinâmico descreve uma alteração temporal no declive espectral.

Forrest et al. (1988) estudaram oclusivas não vozeadas em posição inicial de palavra, produzidas no contexto de uma frase. Os autores calcularam momentos de distribuição (média, assimetria e curtose) e concluíram que a análise simultânea destes momentos

permite diferenciar os pontos de articulação das oclusivas: [p] e [t] diferenciam-se consistentemente na média, mas não na curtose. [k] é semelhante a [p] na média e na assimetria, mas difere de [t] na curtose. A classificação correcta das oclusivas foi entre 92-94%.

A importância das características da explosão não tem sido estudada extensivamente em várias línguas, logo não é possível estabelecer uma conclusão universal sobre o papel da explosão na identificação do ponto de articulação. Contudo, estudos no Francês (Bonneau, Djeddar, e Laprie, 1996), no Espanhol (Feijoo, Fernandez, e Balsa, 1999) e no Neerlandês (Smits, Bosch, e Collier, 1996) suportam a conclusão geral do Inglês Americano de que a explosão contribui de forma importante para a identificação do ponto de articulação das oclusivas (Kent e Read, 2002).

Segundo Kent e Read (2002), as oclusivas podem ser identificadas através da explosão se várias características forem analisadas, durante um intervalo de cerca de 40 ms, desde o início da explosão até ao início do vozeamento, nomeadamente: o espectro do início da explosão, a amplitude da explosão, o espectro do início do vozeamento e o tempo entre o início do vozeamento e o início da explosão (VOT). A Tabela 15 sintetiza a relação entre estas propriedades acústicas e o ponto de articulação da consoante.

Tabela 15: Relação entre o ponto de articulação das oclusivas e as propriedades acústicas do espectro inicial da explosão, da amplitude da explosão, do espectro inicial do vozeamento e do VOT. Adaptado de Kent e Read (2002).

Propriedades acústicas				
Ponto de articulação	Espectro do início da explosão	Amplitude da explosão	Espectro do início do vozeamento	VOT
Bilabial	Difuso plano/descendente	Variável	Predomínio nas baixas frequências	Antecipado
Dental	Difuso plano/descendente	Fraca	Predomínio nas altas frequências	Antecipado
Alveolar	Difuso ascendente	Forte	Ascendente difuso	—
Palatal	Compacto	Forte	Predomínio nas altas frequências	—
Velar	Compacto	Forte	Predomínio nas baixas frequências	Atrasado

4.3 Resultados

4.3.1 Frequências dos Picos e dos Vales Espectrais

Os resultados da análise das frequências dos picos e dos vales de cada espectro da explosão das oclusivas do corpus 1, produzidas pelos informantes ML e LJ encontram-se na Tabela 16.

Tabela 16: Resultados da análise das frequências dos picos e dos vales.

	Vale (kHz)	1º Pico (kHz)	2º Pico (kHz)	1º “Broad-peak” (kHz)	2º “Broad-peak” (kHz)
[p]	0.8-4.6			1.4-5.6	
[b]	0.7-5.0			1.5-5.6	
[t]	1.7-7.0	0.3-3.7	0.2-4.6	6.0-10.4	
[d]	1.5-5.5	0.3-1.7	2.4-5.6	5.2-9.9	11.0-12.8
[k]	2.9-6.3	0.6-3.8	3.9-5.4	7.1-9.4	10.0-13.2
[g]	0.8-7.4	1.0-2.6	3.9-4.9	6.8-9.1	12.0-13.6

Estes resultados mostram uma uniformidade quanto ao tipo e ao número de picos e de vales para oclusivas do mesmo ponto de articulação: um vale e um “broad-peak” para as bilabiais [p, b]; um vale, dois picos e um ou dois “broad-peak” para as dentais [t, d]; um pico, um vale, um pico e dois “broad-peak” para as velares [k, g]. Também se verifica que a gama de frequências destes picos e vales é semelhante para oclusivas do mesmo ponto de articulação. A Figura 37 permite observar o modo como foram registadas as frequências dos picos e dos vales. Estas características espectrais seriam mais difíceis de observar se tivessem sido utilizados espectrogramas semelhantes aos apresentados nas Figuras 46 a 49.

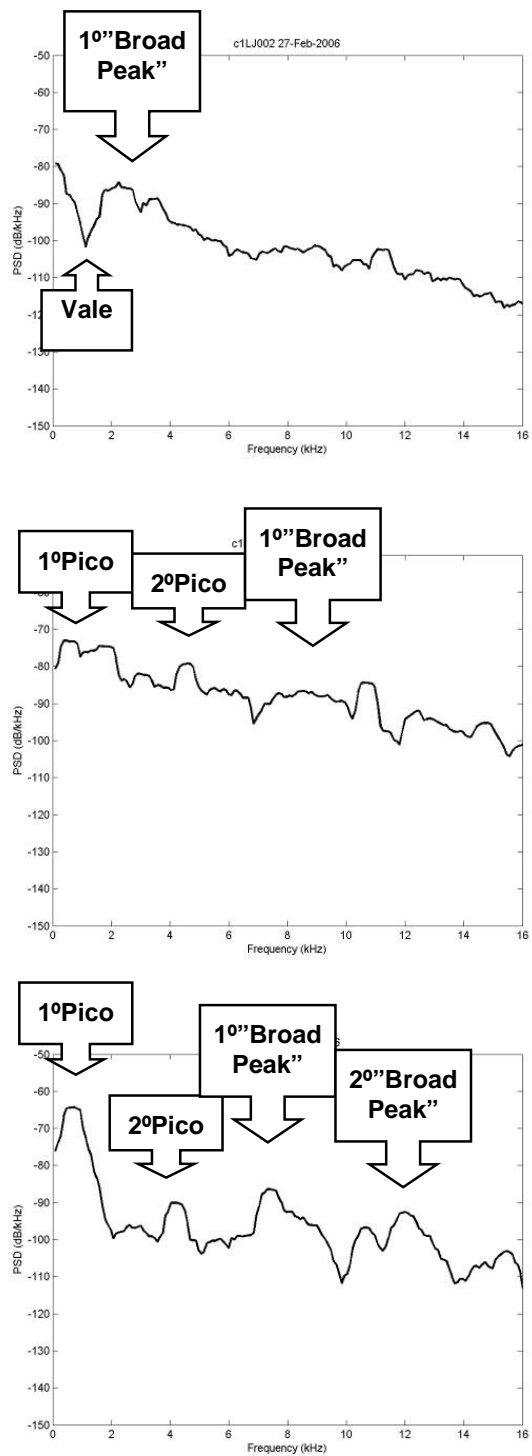


Figura 45: Espectros das oclusivas [p], [t] e [k] do Corpus 1 produzidas pelos informantes LJ e ML.

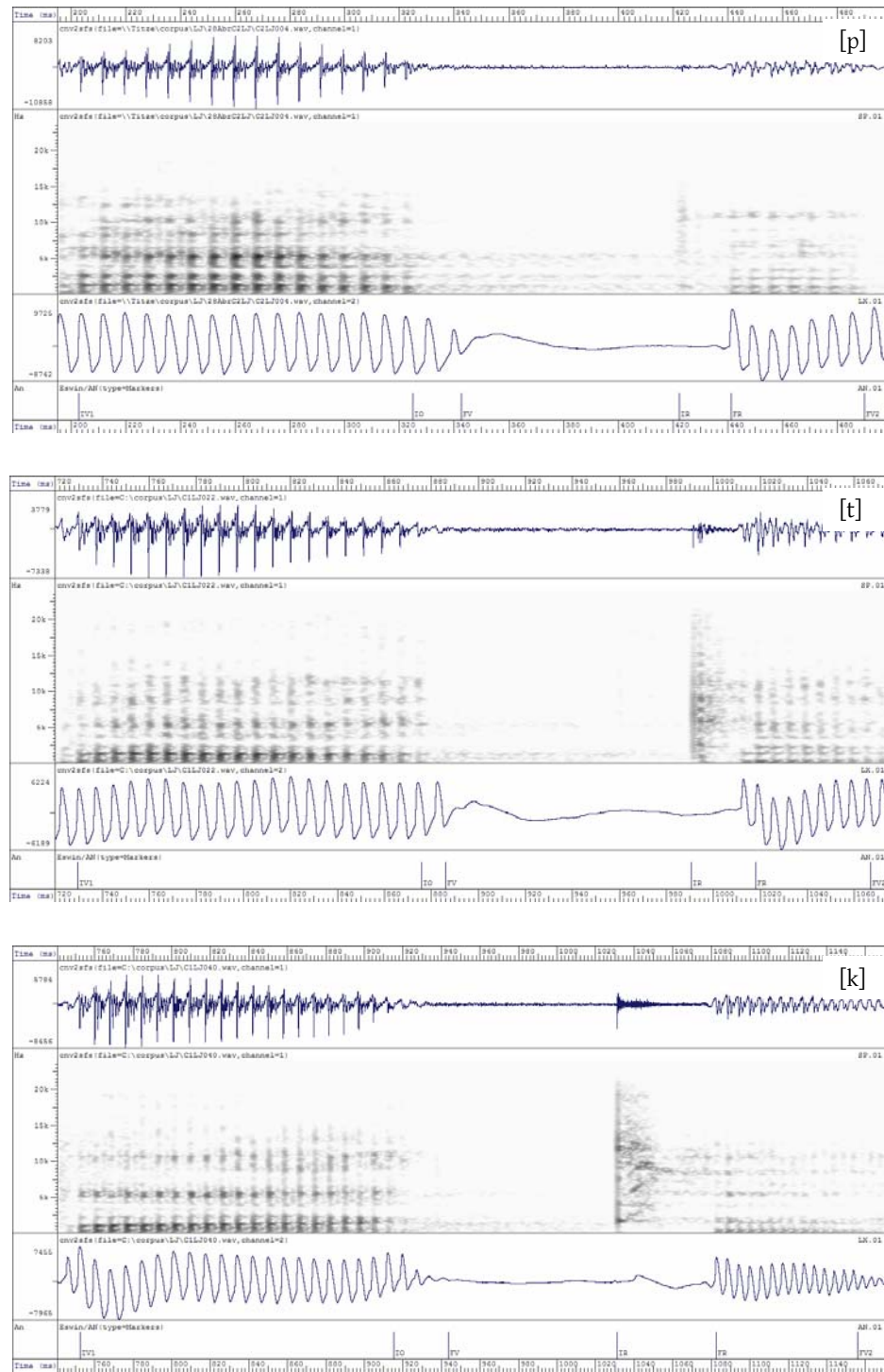


Figura 46: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de seqüências VCV em que C é uma das oclusivas [p, t, k] do Corpus 1 produzidas pelo informante LJ.

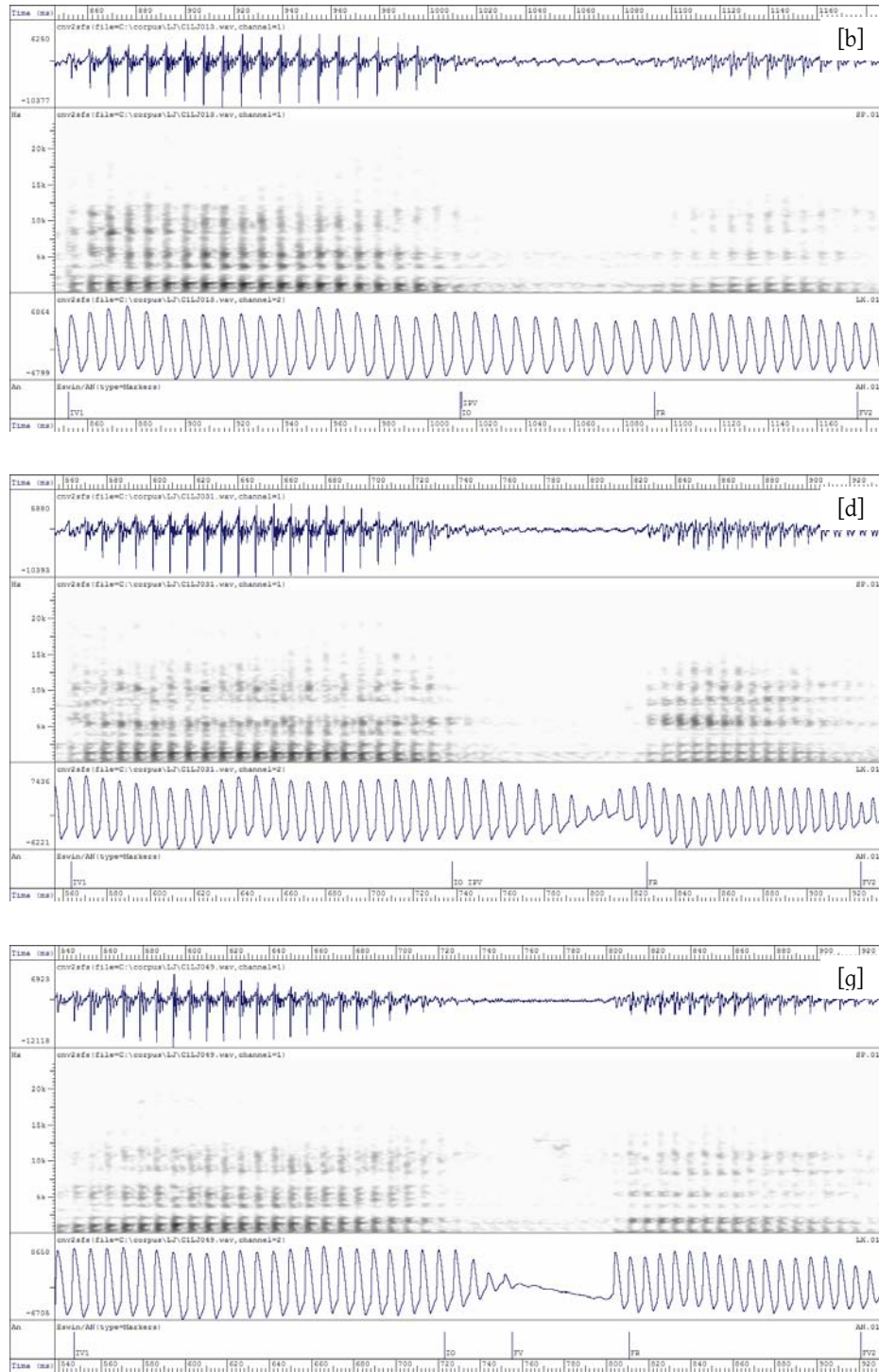


Figura 47: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de seqüências VCV em que C é uma das oclusivas [b, d, g] do Corpus 1 produzidas pelo informante LJ.

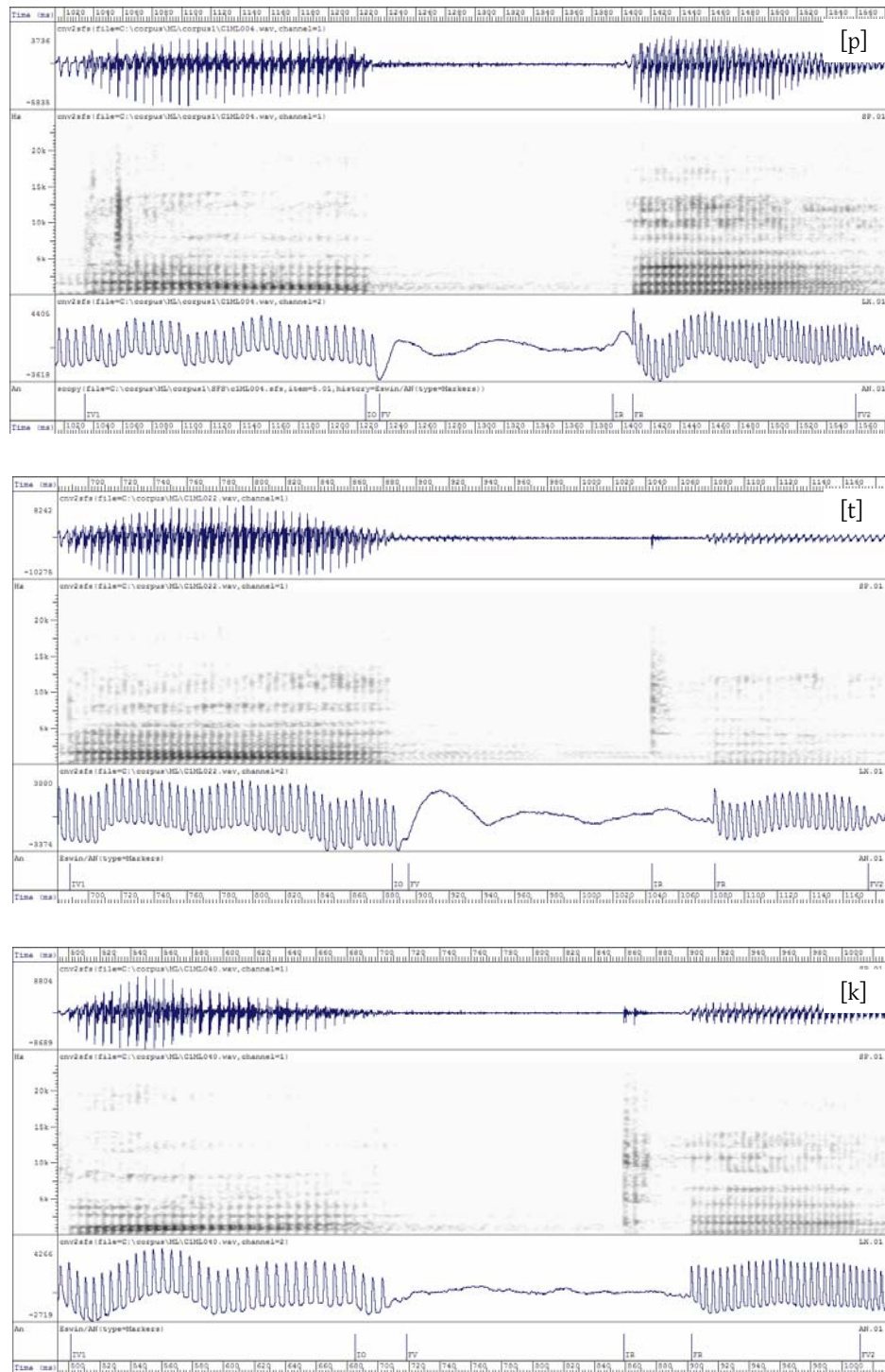


Figura 48: Formas de onda e espectrogramas do sinal acústico e do sinal de EGG de seqüências VCV em que C é uma das oclusivas [p, t, k] do Corpus 1 produzidas pelo informante ML.

4.3.2 Parametrização das Características Espectrais das Oclusivas

4.3.2.1 Declives dos Espectros

As Figuras 50 a 56 ilustram a relação entre os declives (m_1 e m_2 na Figura 8) dos espectros das diferentes oclusivas para cada informante.

Os resultados da análise da relação entre os declives m_1 e m_2 indicam que o ponto de articulação da oclusiva influencia os valores dos declives (ver Figura 56). O declive m_1 é mais acentuado na bilabial [p] comparativamente à dental [t], mantendo-se constante o declive m_2 nestas duas oclusivas. A velar [k] distingue-se de [p, t] por um declive m_2 tendencialmente menos acentuado. O declive m_2 é menos acentuado na velar [g] relativamente à bilabial [b] mantendo-se constante o declive m_1 . A dental [d] apresenta valores dos dois declives semelhantes a [b] e [g]. Os valores dos declives não parecem distinguir as oclusivas vozeadas das não vozeadas.

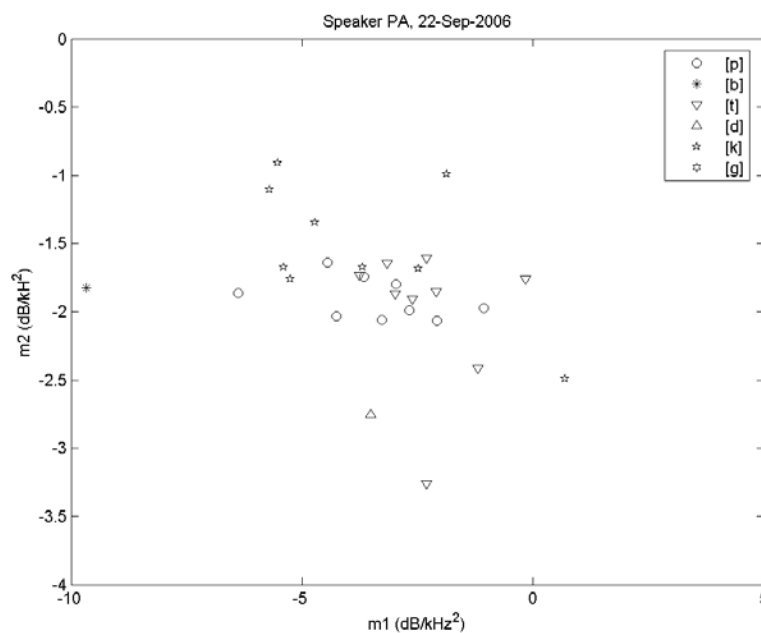


Figura 50: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante PA.

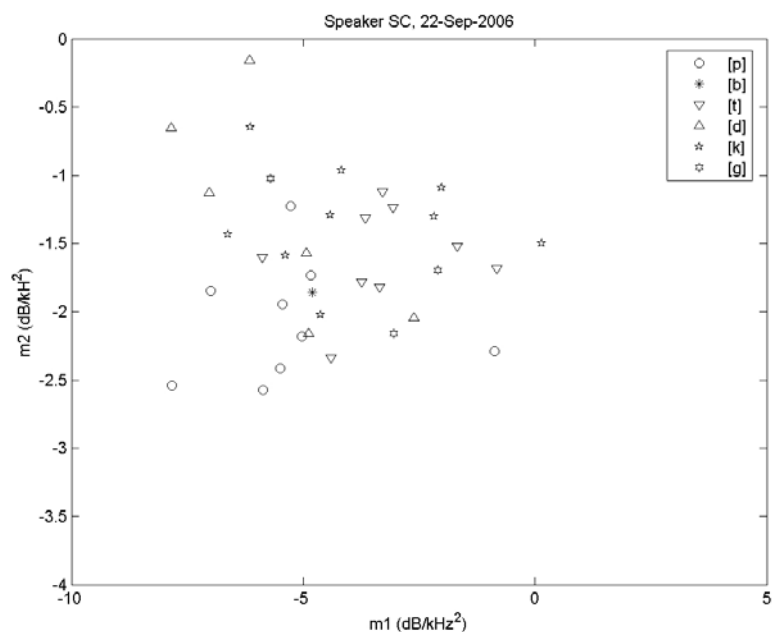


Figura 51: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante SC.

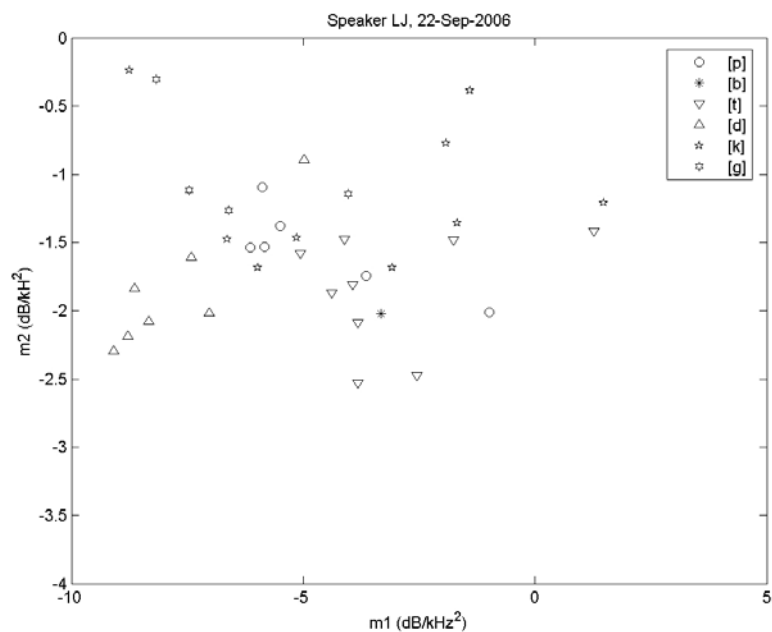


Figura 52: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante LJ.

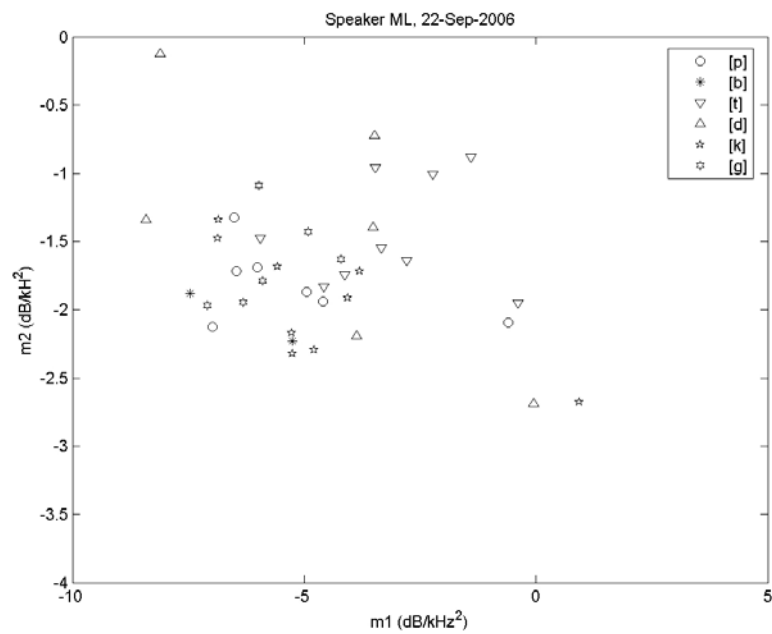


Figura 53: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante ML.

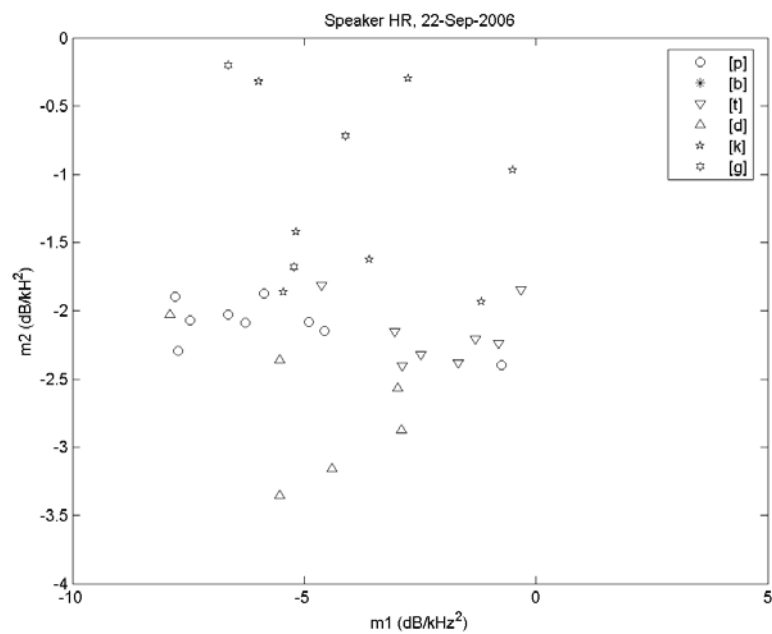


Figura 54: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante HR.

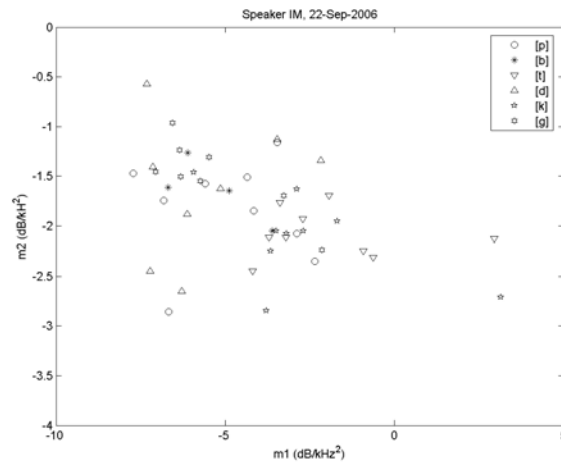


Figura 55: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelo informante IM.

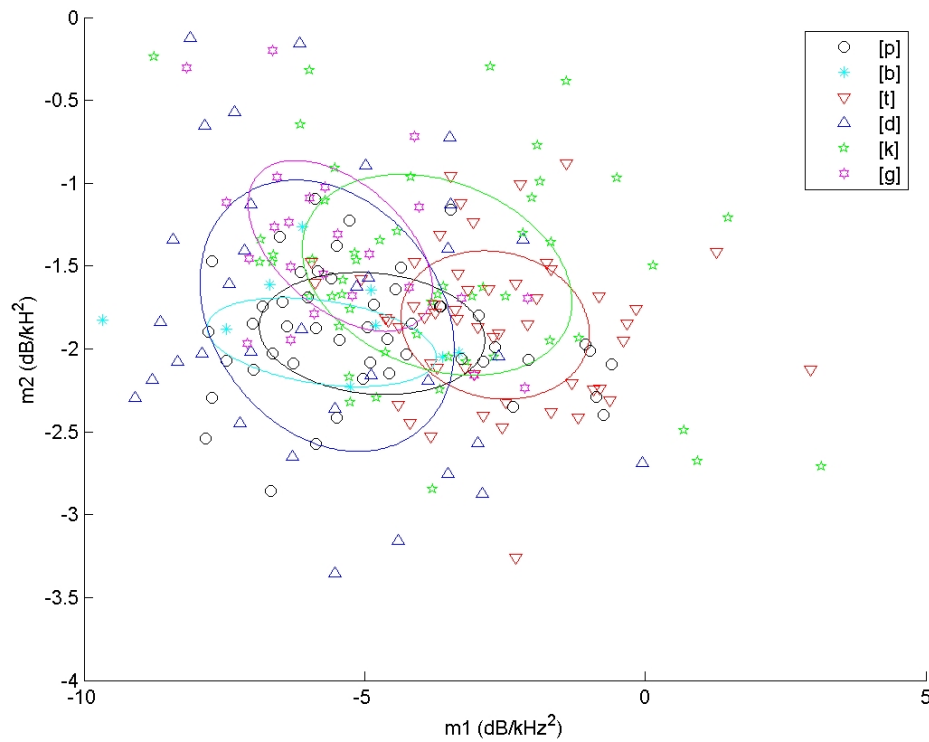


Figura 56: Relação entre os declives dos espectros de todas as oclusivas produzidas pelos diferentes informantes. As elipses estão centradas nos valores médios dos declives m1 e m2.

Posteriormente foram analisados os espectros de todas as oclusivas nas posições inicial, medial e final de palavra e tentou verificar-se a existência dos padrões espectrais referidos por Blumstein e Stevens (1979) para os três pontos de articulação e constatou-se que não se observam estes padrões espectrais.

Os resultados das oclusivas não vozeadas em posição inicial de palavra, em função do contexto vocálico indicam que [p] seguida pela vogal [a] apresenta um espectro com um declive negativo (nas altas frequências) mais acentuado do que [k] (Figura 57).

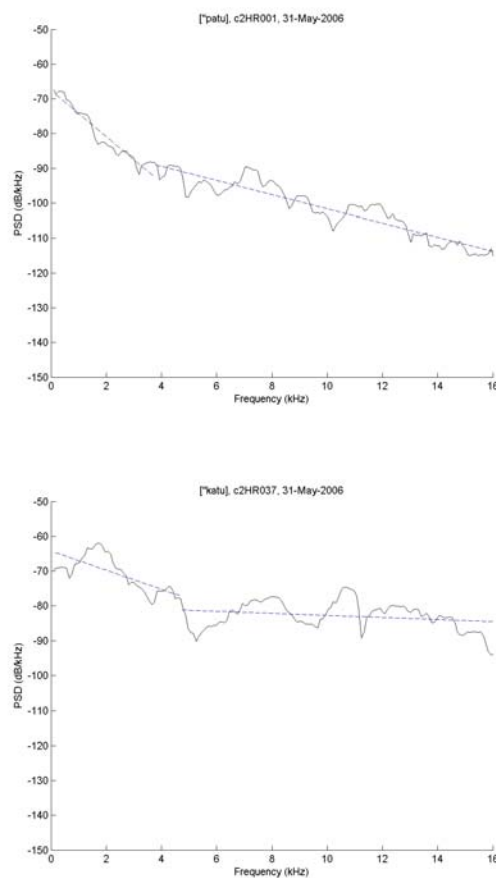


Figura 57: Espectros da explosão das oclusivas [p, k] produzidas pelo informante HR.

A oclusiva [p] seguida pela vogal [i], apresenta espectros planos ou com declives ligeiramente negativos, [t] apresenta espectros com declives negativos e [k] apresenta espectros com declives positivos (nas baixas frequências) como se pode observar na Figura 58.

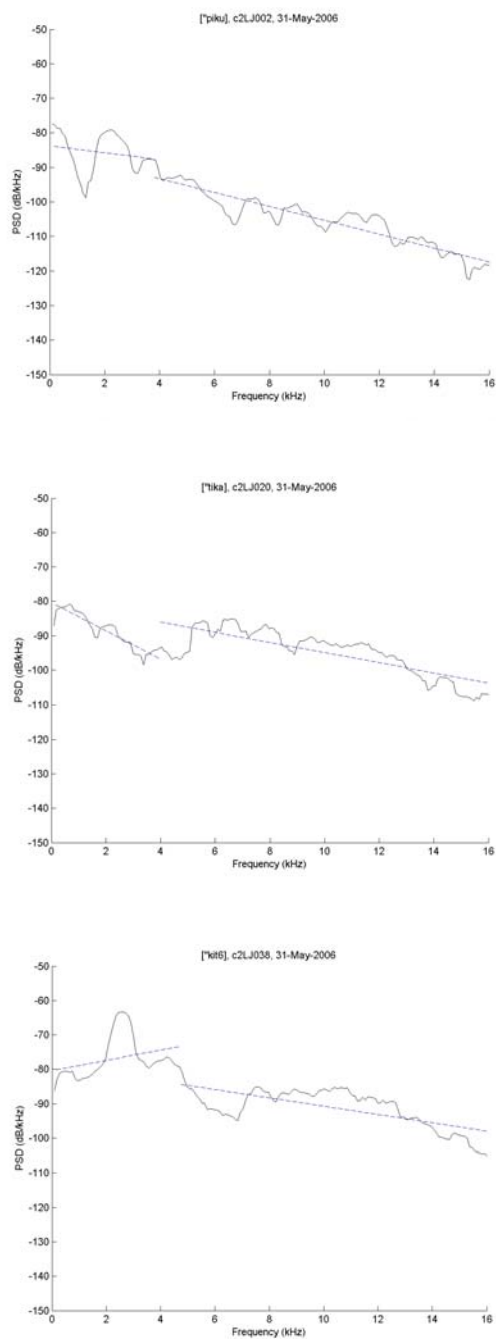


Figura 58: Espectros da explosão das oclusivas [p, t, k] produzidas pelo informante LJ.

A oclusiva [t] seguida pela vogal [u] apresenta um declive positivo ou plano (nas baixas frequências) enquanto que [p] e [k] apresentam declives negativos (Figura 59).

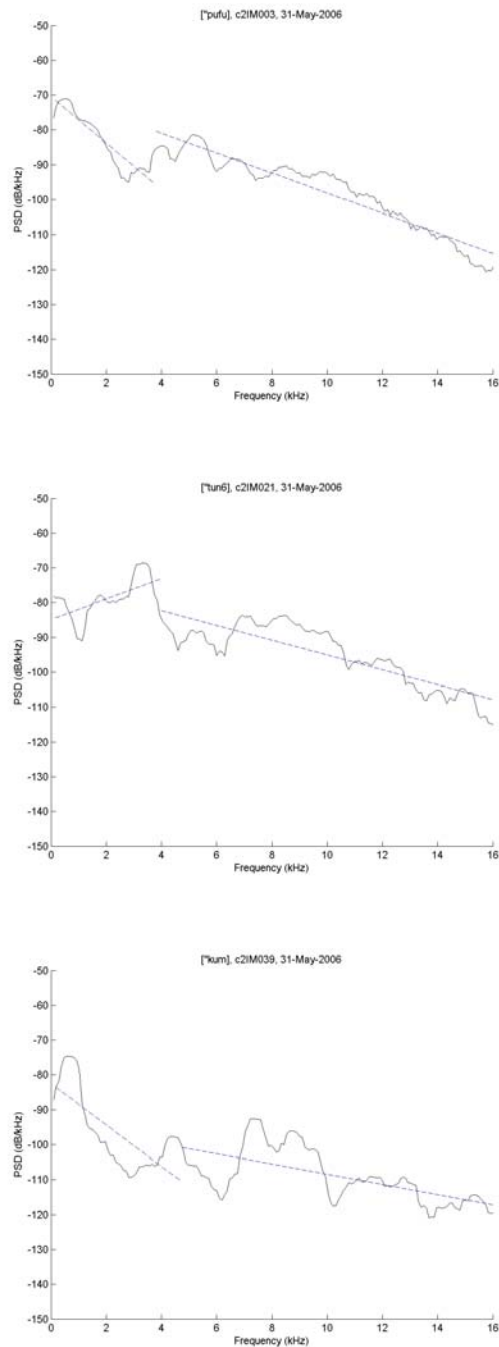


Figura 59: Espectros da explosão das oclusivas [p, t, k] produzidas pela informante IM.

4.3.2.2. Momentos de Distribuição

As Figuras 60 a 65 permitem visualizar a relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas por cada informante. Os resultados permitem verificar que [p] e [t] diferem na assimetria mas não na curtose e na variância em todos os informantes. [p] e [t] diferem na média excepto para o informante PA. [p] apresenta na maioria das oclusivas valores de assimetria perto de zero o que indica uma distribuição quase simétrica (Figura 9) ou valores positivos, o que indica uma distribuição assimétrica positiva (Figura 10), ou seja, os valores no espectro estão concentrados à esquerda (Figura 66) enquanto que [t] apresenta geralmente valores perto de zero, o que indica uma distribuição quase simétrica (Figura 9) ou valores negativos, o que indica uma distribuição assimetria negativa (Figura 11), isto é, os valores no espectro estão concentrados à direita (Figura 66). Os resultados mostram também que [k], [p] e [t] não diferem na curtose. Os valores de assimetria de [k] e [p] são idênticos para os informantes SC, PA e IM.

Em relação às oclusivas vozeadas os diferentes momentos calculados não permitem distinguir as oclusivas [b, d, g]. De salientar que [b] foi muitas vezes produzida sem distensão pelo que o cálculo dos momentos foi realizado numa amostra muito pequena em cada informante.

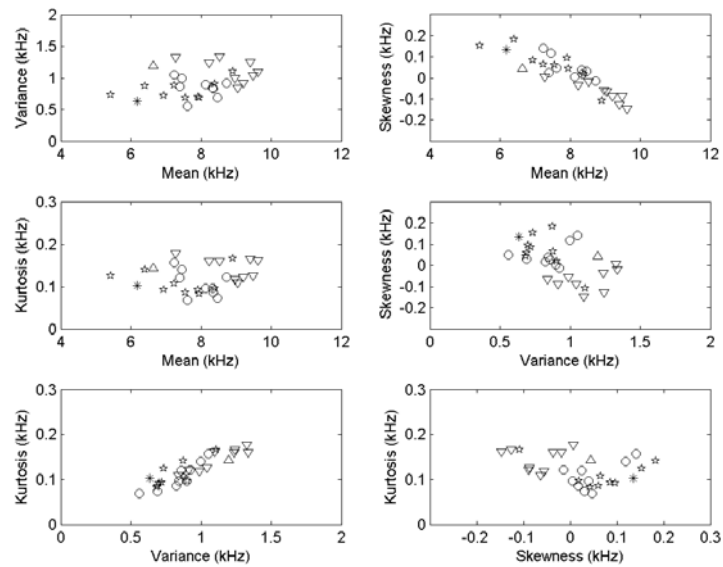


Figura 60: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pelo informante PA. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

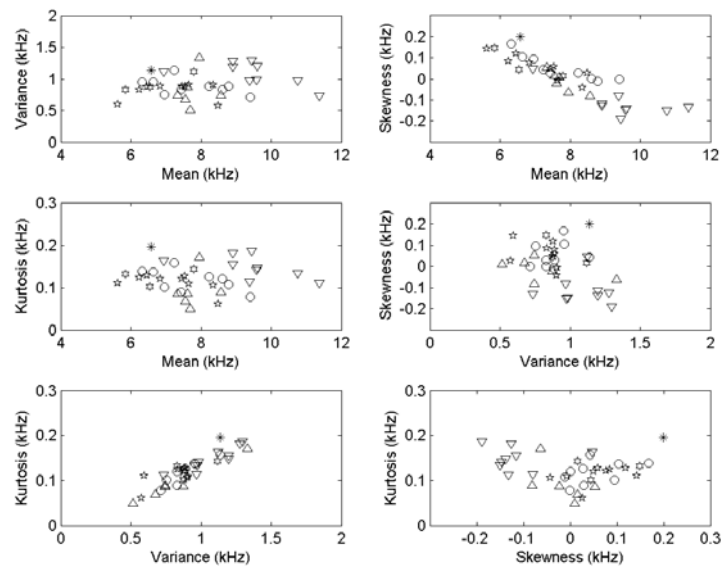


Figura 61: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante SC. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

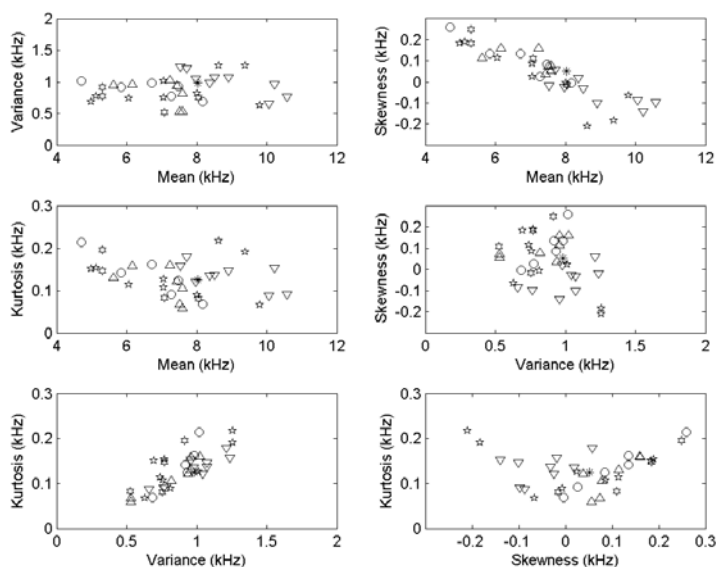


Figura 62: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pelo informante LJ. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

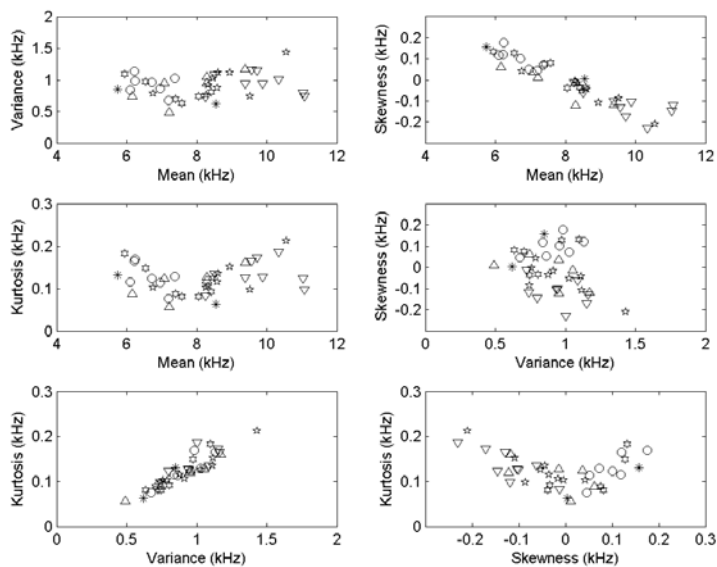


Figura 63: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante ML. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

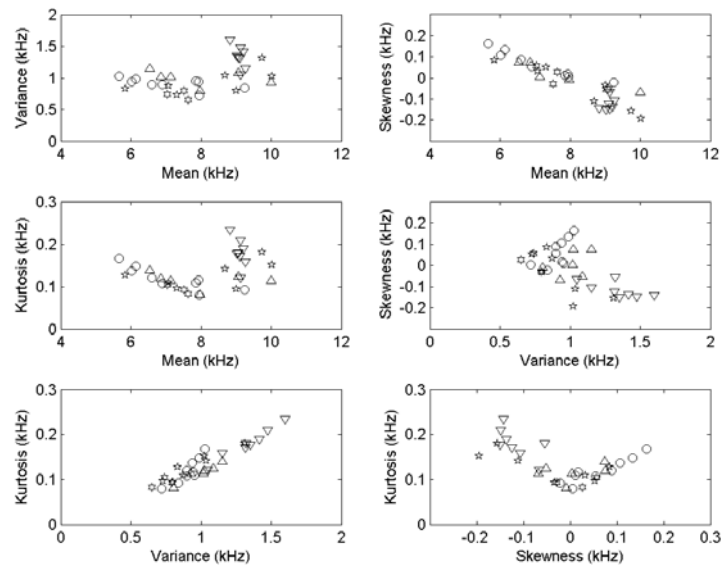


Figura 64: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pelo informante HR. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

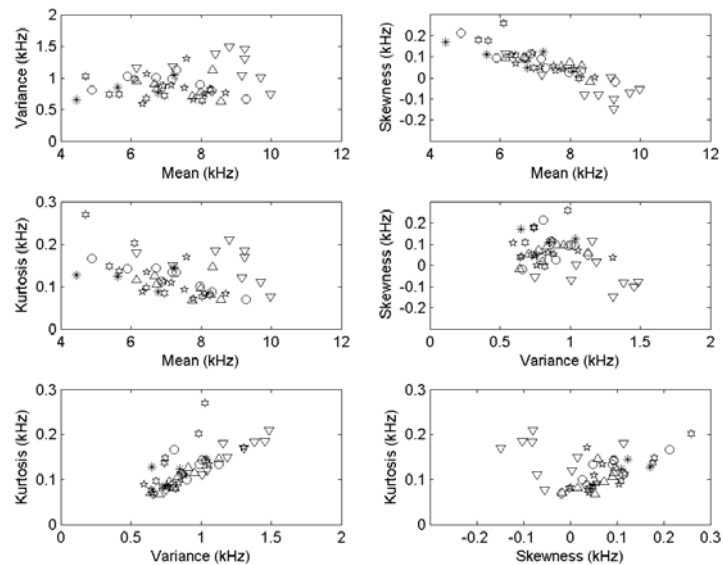


Figura 65: Relação entre os momentos de distribuição em todas as oclusivas produzidas pela informante IM. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [b] - *; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [d] - △; Oclusiva [k] - ☆; Oclusiva [g] - ☆.

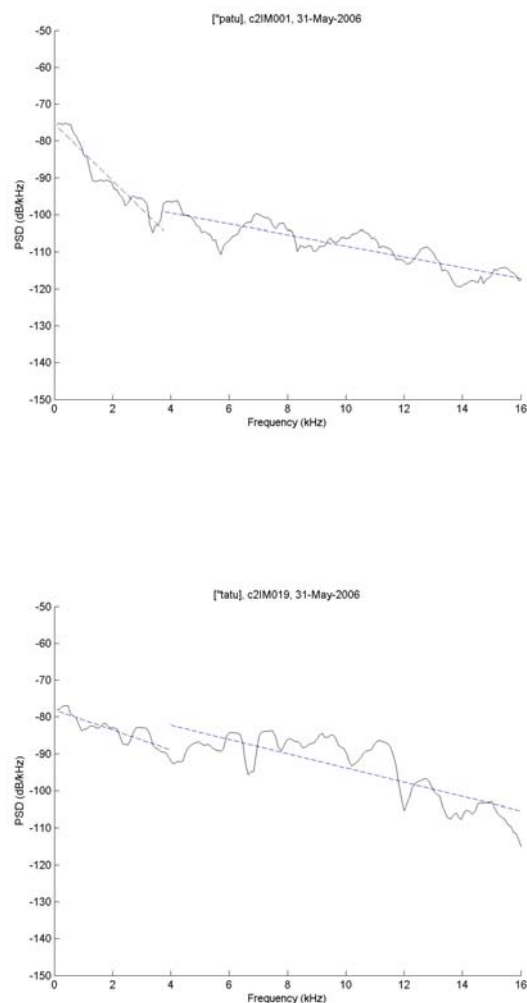


Figura 66: Espectros da explosão das oclusivas [p] e [t] produzidas pela informante IM.

Tendo em conta que os resultados da análise dos declives dos espectros, descritos anteriormente, foram influenciados pelas características da vogal seguinte e pela posição na palavra, foi feita também uma análise dos momentos das oclusivas não vozeadas, em posição inicial de palavra, seguidas pela vogal [a] de forma a eliminar estes factores de variabilidade (Figura 67).

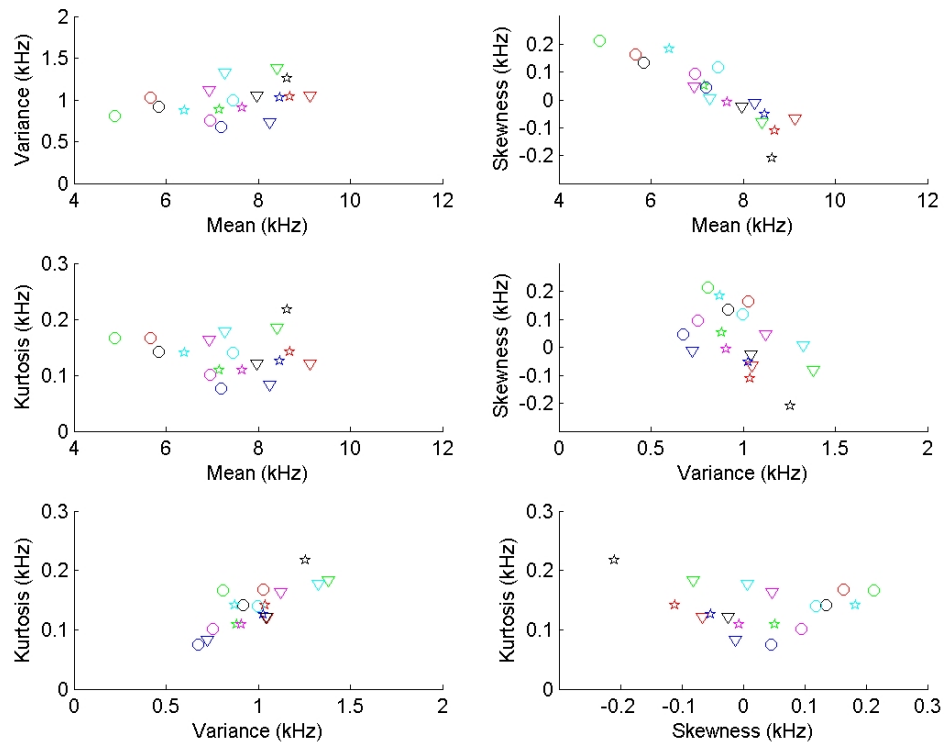


Figura 67: Relação entre os momentos de distribuição nas oclusivas não vozeadas em posição inicial de palavra seguidas pela vogal [a]. Oclusiva [p] - ○; Oclusiva [t] - ▽; Oclusiva [k] - ☆. Informante LJ - preto; Informante ML - azul; Informante HR - vermelho; Informante IM - verde; Informante PA - ciano; Informante SC - magenta.

Verifica-se que [p] e [t] diferem na assimetria, [p] apresenta uma assimetria sempre positiva e [t] uma assimetria negativa excepto para os informantes PA e SC. [p] e [t] diferem na média excepto para os informantes PA e SC. [p] e [t] não diferem na curtose e na variância (excepto para a informante IM). [k] e [p] diferem na assimetria nos diferentes informantes. [k] apresenta uma assimetria negativa excepto para os informantes PA e IM e [p] apresenta uma assimetria sempre positiva. Os resultados mostram também que [k], [p] e [t] não diferem na curtose.

4.4 Sumário

Relativamente à análise das frequências dos picos e dos vales espectrais os resultados sugerem que o espectro da explosão apresenta características acústicas associadas ao ponto de articulação, uma vez que as oclusivas do mesmo ponto de articulação apresentam o mesmo tipo e número de picos e de vales bem como uma gama de frequências idêntica dos mesmos.

No que diz respeito à análise dos declives dos espectros os resultados indicam que os declives m1 e m2 apresentam valores distintos consoante o ponto de articulação das oclusivas, uma vez que o declive m1 distingue [p] de [t] e o declive m2 distingue a oclusiva [k] das oclusivas [p] e [t]. O declive m2 também distingue [g] de [b].

A análise dos declives dos espectros permite também concluir que não se observam os padrões espectrais referidos por Blumstein e Stevens (1979). De referir que os espectros de Blumstein e Stevens (1979) foram obtidos numa gama de frequências até 5 KHz enquanto que os espectros apresentados no presente estudo foram obtidos numa gama de frequências até 16 KHz, o que deverá alterar de forma significativa a forma do espectro. No entanto, esta análise permitiu parametrizar as características espectrais das oclusivas em posição inicial, na medida em que se obtiveram espectros distintos da explosão para os diferentes pontos de articulação. De salientar que as características da vogal seguinte influenciam o espectro da explosão das oclusivas. Este método apresenta algumas limitações quando aplicado à análise comparativa das oclusivas vozeadas e não vozeadas que se encontram em posição medial e final de palavra.

Os resultados do cálculo dos momentos de distribuição constituem também uma mais valia na parametrização das características das oclusivas não vozeadas, no entanto, mostram-se insuficientes quando aplicados às oclusivas vozeadas. Os resultados que indicam que as oclusivas bilabiais e dentais diferem ao nível da média e da assimetria, mas não da curtose, confirmam os resultados prévios para o Inglês (Forrest et al., 1988). Os resultados que indicam que as oclusivas velares são semelhantes aos outros pontos de articulação na curtose, não corroboram os resultados prévios para o Inglês (Forrest et al., 1988). As diferenças nos métodos utilizados nos dois estudos, nomeadamente, a posição na palavra e o contexto vocálico podem ser uma razão para a divergência de resultados.

Capítulo 5: Conclusões e Trabalho Futuro

5.1 Introdução

Neste capítulo é feita uma síntese do trabalho elaborado, realçando-se os aspectos de maior interesse e serão propostas algumas estratégias de intervenção em Terapia da Fala, com base nos resultados obtidos, bem como sugeridos alguns trabalhos que permitam complementar os resultados obtidos nesta dissertação.

5.2 Conclusões

Este estudo contribuiu para o conhecimento das propriedades acústicas das oclusivas portuguesas. Os estudos anteriores não contemplam as oclusivas em posição final de palavra e a maioria baseia-se num reduzido número de informantes. A aplicação de diferentes técnicas de análise espectral às oclusivas do PE constitui também um aspecto inovador desta dissertação.

Um dos objectivos desta dissertação foi estudar as características associadas à oposição do vozeamento. Os resultados da análise temporal mostram que as oclusivas [b, d, g] são várias vezes realizadas com desvozeamento parcial ou total. Deste modo, procedeu-se a uma análise detalhada de diferentes propriedades acústicas nas posições inicial, medial e final de palavra. Os resultados da duração total das oclusivas mostram que esta é superior nas não vozeadas, relativamente às vozeadas, em posição inicial, medial e final de palavra. A duração da oclusão também é superior nas oclusivas não vozeadas, comparativamente às vozeadas nas diferentes posições analisadas. A duração da distensão é superior nas oclusivas não vozeadas em relação às vozeadas em posição inicial; nas posições medial e final verifica-se o contrário. A duração da vogal seguinte é maior quando a vogal é precedida por oclusivas vozeadas do que quando é precedida por não vozeadas quando as oclusivas ocorrem em posição inicial e medial de palavra. A duração da vogal anterior é superior em contexto de oclusivas vozeadas em posição medial e final de palavra. A duração do vozeamento durante a oclusão é superior nas oclusivas vozeadas relativamente às não vozeadas em qualquer posição na palavra. A

análise global destes resultados sugere que quando [b, d, g] são realizadas como desvozeadas, as propriedades acústicas duração total, duração da oclusão, duração da vogal seguinte, duração da vogal anterior e duração do vozeamento durante a oclusão devem ter um papel importante na percepção destas oclusivas como vozeadas.

Outro objectivo da dissertação foi analisar as características associadas ao ponto de articulação das oclusivas. Relativamente ao VOT, verifica-se a influência do ponto de articulação nesta propriedades acústica, quer em posição inicial, quer em posição medial. [k] apresenta, em média, um VOT superior a [t], e [t] um VOT superior a [p], o que corrobora vários estudos para o PE e para o Inglês. Stevens (1998) e Cho e Ladefoged (1999) propõem explicações para a influência do ponto de articulação no VOT, como já foi referido no Capítulo 1. Serão de seguida relacionadas estas justificações com os resultados obtidos.

Nas oclusivas velares o volume da cavidade atrás do ponto de constricção é pequeno, comparativamente ao das oclusivas bilabiais e ao das oclusivas dentais, o que causa um aumento de pressão, pelo que a sua diminuição ocorre de forma mais lenta, até permitir uma pressão transglótica adequada para o início do vozeamento. Assim se justifica que [k] apresente um VOT superior a [t] e a [p].

O volume de ar à frente do ponto de oclusão é relativamente grande nas oclusivas velares quando comparado com o das dentais e o das bilabiais, o que causa uma grande obstrução à libertação da pressão atrás das oclusivas velares, logo esta pressão diminui lentamente, provocando um atraso na produção de uma pressão transglótica adequada, o que também explica que [k] apresente um VOT superior a [t] e a [p].

A velocidade articulatória alta nas bilabiais (movimento dos lábios) relativamente à das velares (movimento do dorso da língua), possibilita uma brusca diminuição da pressão atrás da oclusão e, conseqüentemente, uma rápida formação de uma pressão transglótica apropriada, o que fundamenta os resultados obtidos, na medida em que [p] apresenta um VOT inferior a [k].

As oclusivas velares apresentam uma área de contacto maior entre o corpo da língua e o palato, o que faz com que a distensão demore mais tempo devido ao efeito de Bernoulli que mantém os articuladores em contacto. Deste modo, os articuladores separam-se de forma mais lenta nas velares, o que provoca um atraso na produção de uma pressão transglótica apropriada, o que justifica um VOT superior de [k] relativamente a [t] e a [p].

No que diz respeito aos resultados da análise das frequências dos picos e dos vales espectrais estes indicam que o espectro da explosão contém características distintas consoante o ponto de articulação das oclusivas, ao nível do tipo, número e gama de frequências dos picos e dos vales espectrais. Em relação à análise da relação entre os declives dos espectros verifica-se que a inclinação dos declives permite distinguir os diferentes pontos de articulação, analisando as oclusivas não vozeadas e vozeadas, separadamente. Relativamente à análise dos declives dos espectros é importante referir que os padrões espectrais de Blumstein e Stevens (1979) não se observam nos espectros analisados neste estudo, possivelmente porque os espectros de Blumstein e Stevens (1979) foram obtidos numa gama de frequências até 5 KHz e os espectros apresentados nesta dissertação foram obtidos numa gama de frequências até 16 KHz, o que deverá modificar, significativamente, a forma do espectro. De salientar também que se obtiveram espectros distintos da explosão para os diferentes pontos de articulação nas oclusivas não vozeadas. Os resultados do cálculo dos momentos que mostram que [p] e [t] diferem na assimetria e na média, mas não na curtose estão de acordo com os obtidos para o Inglês (Forrest et al., 1988). Os resultados que indicam que [k] é semelhante a [p] e a [t] na curtose não confirmam os resultados prévios para o Inglês (Forrest et al., 1988). Os resultados da parametrização das características espectrais das oclusivas permitem concluir que o ponto de articulação, bem como as características das vogais adjacentes influenciam as características espectrais da explosão das oclusivas.

5.3 Trabalho Futuro

Como sugestão futura, seria interessante a utilização de electropalatografia (EPG), de forma a observar o padrão de contacto da língua com o palato durante a produção de fala. A utilização de estudos de percepção que ajudassem a esclarecer, no caso das oclusivas desvozeadas, quais das propriedades estudadas funcionam como traços acústicos, na medida em que estas oclusivas continuam a ser percebidas como vozeadas, seria também pertinente.

A detecção de presença ou não de vibração das cordas vocais, através de ajudas tácteis ou visuais é uma estratégia muitas vezes utilizada pelos Terapeutas da Fala para explicar aos utentes que apresentam desvozeamento, por exemplo que um [b] é diferente de um [p]. No entanto, a ausência de vibração das cordas vocais ocorre em crianças (Barroco et

al., 2006) e em adultos sem perturbações da comunicação (Andrade, 1980; Viana, 1984). Outra estratégia por vezes utilizada é o prolongamento das oclusivas vozeadas relativamente às não vozeadas com o objectivo de facilitar a distinção entre as duas classes de oclusivas. Contudo, esta dissertação, bem como diferentes estudos para o PE (Viana, 1984; Veloso, 1995; Mendonça, 1996) mostram que as oclusivas não vozeadas apresentam uma duração superior às vozeadas.

Os resultados obtidos neste estudo sugerem também a importância de outras propriedades acústicas, para além da presença vs. ausência de vibração das cordas vocais de forma a facilitar a percepção e produção do vozeamento por parte dos utentes, nomeadamente, o aumento ou diminuição da duração da vogal seguinte em oclusivas em posição inicial e medial, bem como o aumento ou diminuição da duração da vogal anterior em oclusivas, em posição medial e final.

Como Terapeuta da Fala, a autora considera importante a obtenção de uma base de dados semelhante à que foi obtida mas com crianças com e sem perturbações da comunicação, com oclusivas, bem como com outras consoantes e vogais do PE de forma a conhecer as idades de aquisição dos sons, e a identificar, acusticamente, padrões de normalidade para, ser possível com maior precisão identificar as características de uma determinada alteração e, conseqüentemente, realizar uma intervenção adequada às especificidades de cada utente.

Bibliografia

Ackermann, H., e I. Hertrich. 1997. Voice Onset Time en ataxic Dysarthria. *Brain and Language* 56 (3):321-333.

Alphen, P., e R. Smits. 2004. Acoustical and perceptual analysis of the voicing distinction in Dutch initial plosives: the role of pre-voicing. *Journal of phonetics* 32 (4):455-491.

Andrade, A. 1980. Estudos experimentais aerodinâmicos, acústicos e palatográficos do vozeamento nas consoantes. Lisboa: Centro de Linguística da Universidade de Lisboa.

Andrade, A., e I. Mascarenhas. 1994. Para um estudo do vozeamento em início de vogal diante de consoante oclusiva. Actas do Congresso Internacional sobre o Português, Lisboa.

Barroco, M., M. Domingues, M. Pires, M. Lousada, e L.M.T. Jesus. 2006. Análise temporal das oclusivas orais do Português Europeu numa criança com perturbação fonológica e numa sem perturbação *Artigo submetido à Revista CEFAC*.

Blacklock, O. 2004. Characteristics of variation in production of normal and disordered fricatives, using reduced-variance spectral methods. Tese de doutoramento, Department of Electronics and Computer Science University of Southampton, Southampton.

Blumstein, S., e K. Stevens. 1979. Acoustic invariance in speech production: Evidence from measurements of the spectral characteristics of stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America* 66 (4):1001-1017.

Bonneau, A., L. Djezzar, e Y. Laprie. 1996. Perception of the place of articulation of French stop bursts. *Journal of the Acoustical Society of America* 100 (1):555-564.

Brunner, J., S. Fuchs, P. Perrier, e H. Kim. 2003. Mechanisms of contrasting Korean velar stops: A catalogue of acoustic and articulatory parameters. *Zas-papers in Linguistics* 32:15-30.

Caramazza, A., e G. Yeni-Komshian. 1974. Voice onset time in two French dialects. *Journal of Phonetics* 2:239-245.

Cho, T., e P. Ladefoged. 1999. Variation and universals in VOT: Evidence from 18 languages. *Journal of Phonetics* 27:207-229.

Feijoo, S., S. Fernandez, e R. Balsa. 1999. Acoustic and perceptual study of phonetic integration in Spanish voiceless stops. *Journal of Speech Communication* 27 (1):1-18.

Ferreira, M. 1999. A Guide to the Use of the International Phonetic Alphabet. In *Handbook of the International Phonetic Association*. Cambridge: Cambridge University Press.

Forrest, K., G. Weismer, P. Milenkovic, e R. Dougall. 1988. Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: Preliminary data. *Journal of the Acoustical Society of America* 84 (1):115-123.

Hall, A., C. Neves, e A. Pereira. 2006. *Grande maratona de estatística no SPSS Aveiro*: Universidade de Aveiro.

Halle, M., G. Hughes, e J. Radley. 1957. Acoustic properties of stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America* 29 (1):107-116.

Hogan, J., e A. Rozsypal. 1980. Evaluation of vowel duration as a cue for the voicing distinction in the following word-final consonant. *Journal of the Acoustical Society of America* 67 (5):1764-1771.

Jesus, L.M.T., e C. H. Shadle. 2002. A parametric study of the spectral characteristics of European Portuguese fricatives. *Journal of Phonetics* 30 (3):437-464.

Kent, R., e C. Read. 2002. The acoustic characteristics of consonants. In *The acoustic analysis of speech*. Australia: Singular Thomson Learning.

Kewley-Port, D. 1983. Time-varying features as correlates of place of articulation in stop consonants. *Journal of the Acoustical Society of America* 73 (1):322-335.

- Klatt, D. 1975. Voice onset time, frication, and aspiration in word-initial consonant clusters. *Journal of Speech and Hearing Research* 18 (4):686-706.
- Ladefoged, P. 2001. *Vowels and Consonants. An Introduction to the Sounds of Languages*. Los Angeles: Blackwell.
- Lahiri, A., L. Gewirth, e S. Blumstein. 1984. A reconsideration of acoustic invariance for place of articulation in diffuse stop consonants: evidence from a cross-language study. *Journal of the Acoustical Society of America* 76 (2):391-403.
- Lisker, L., e A. Abramson. 1964. A Cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. *Word* 20:384-422.
- Luce, P., e J. Charles-Luce. 1985. Contextual effects on vowel duration, closure duration, and the consonant/ vowel ratio in speech production. *Journal of the Acoustical Society of America* 78 (6):1949-1957.
- Mateus, M., I. Falé, e M. Freitas. 2005. *Fonética e Fonologia do Português*. Lisboa: Universidade Aberta.
- Mendonça, S. 1996. Oclusivas orais em discurso espontâneo: Variação intra ou interpessoal. Actas do XII Encontro Nacional da Associação Portuguesa de Linguística, Braga-Guimarães.
- Morris, R. 1989. VOT and Dysarthria: a descriptive study. *Journal of Communication Disorders* 22 (1):23-33.
- Ohde, R., e K. Stevens. 1983. Effect of burst amplitude on the perception of stop consonant place of articulation. *Journal of the Acoustical Society of America* 74 (3):706-714.
- Percival, D., e A. Walden. 1998. *Spectral analysis for physical applications: Multitaper and conventional univariate techniques*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Peterson, G., e I. Lehiste. 1960. Duration of syllable Nuclei in English. *Journal of the Acoustical Society of America* 32 (6):693-703.

Raphael, L. 1972. Preceding Vowel duration as a cue to the perception of the voicing characteristic of word-final consonant in American English. *Journal of the Acoustical Society of America* 51 (4):1296-1303.

Smits, R., L. Bosch, e R. Collier. 1996. Evaluation of various sets of acoustic cues for the perception of prevocalic stop consonants. I. Perception experiment. *Journal of the Acoustical Society of America* 100 (6):3852-3864.

Stevens, K. 1993. Models for the production and acoustics of stop consonants *Speech Communication* 13:367-375.

———. 1998. *Acoustic Phonetics*. Cambridge: MIT Press.

Veloso, J. 1995. Aspectos da percepção das "oclusivas fricativizadas" do Português: Contributo para a compreensão do processamento de contrastes alofónicos. Provas de Aptidão Pedagógica e Capacidade Científica, Faculdade de Letras, Universidade do Porto, Porto.

Viana, M. 1984. Étude de deux aspects du consonantisme du Portugais: fricatisation et devoisement. Tese de Doutoramento, Universidade de Estrasburgo.

Publicações Realizadas no Âmbito do Mestrado

Lousada, M., Martins, P. e L. M. T. Jesus (2005). Estudo do pré-vozeamento, frequência da explosão e locus de F2 das oclusivas orais do Português Europeu. In *Actas do XXI Encontro Nacional da APL*, Porto, Portugal, pp. 485-494.

Lousada, M. e L. M. T. Jesus (2006). Analysis of Stop Consonant Production in European Portuguese. In *Proceedings of ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics*, Atenas, Grécia, pp. 177-180.

Barroco, M. Domingues, M., Pires, F. Lousada, M. e L. M. T. Jesus (2006). Análise Temporal das Oclusivas Orais do Português Europeu: Normalidade e Perturbação Fonológica. Artigo submetido à Revista CEFAC.

Apresentações Orais e em Cartaz Realizadas no Âmbito do Mestrado

Lousada, M., Martins, P. e L. M. T. Jesus (2005). Estudo do pré-vozeamento, frequência da explosão e locus de F2 das oclusivas orais do Português Europeu. Comunicação oral apresentada no *XXI Encontro Nacional da APL*, Porto, Portugal.

Lousada, M. e L. M. T. Jesus (2006). Analysis of Stop Consonant Production in European Portuguese. Poster apresentado no *ISCA Tutorial and Research Workshop on Experimental Linguistics*, Atenas, Grécia.

Anexo 1: Corpus 1 e 2

As palavras foram produzidas sem contexto (corpus 1) e no contexto da frase “Diga, ... por favor.” (corpus 2). Foi adoptada a ilustração do International Phonetic Alphabet (IPA) proposta por Ferreira (1999) como é possível observar na Tabela 17.

Tabela 17: Palavras do corpus 1 e 2 com as oclusivas /p, b/ em posição inicial, medial e final.

Oclusiva	Posição	Palavra	IPA	Nº de ficheiro
/p/	Inicial	pato	['patu]	001
		pico	['piku]	002
		pufo	['pufu]	003
	Medial	napa	['nape]	004
		ripa	['ripe]	005
		lupa	['lupe]	006
	Final	top	['tɔp]	007
		pape	['pap]	008
		tape	['tap]	009
/b/	Inicial	bato	['batu]	010
		bico	['biku]	011
		bufo	['bufu]	012
	Medial	naba	['nabe]	013
		chiba	['ʃibe]	014
		juba	['ʒube]	015
	Final	sobe	['sob]	016
		sabe	['sab]	017
		cabe	['kab]	018

Tabela 18: Palavras do corpus 1 e 2 com as oclusivas /t, d/ em posição inicial, medial e final.

Oclusiva	Posição	Palavra	IPA	Nº de ficheiro
/t/	Inicial	tacto	['tatu]	019
		tica	['tike]	020
		tuna	['tune]	021
	Medial	nata	['nate]	022
		Rita	['rite]	023
		luta	['lute]	024
	Final	pote	['pot]	025
		bate	['bat]	026
		date	['dat]	027
/d/	Inicial	dato	['datu]	028
		dica	['dike]	029
		duna	['dune]	030
	Medial	nada	['nade]	031
		vida	['vide]	032
		buda	['bude]	033
	Final	pode	['pɔd]	034
		nade	['nad]	035
		jade	['ʒad]	036

Tabela 19: Palavras do corpus 1 e 2 com as oclusivas /k, g/ em posição inicial, medial e final.

Oclusiva	Posição	Palavra	IPA	Nº de ficheiro
/k/	Inicial	cacto	['katu]	037
		quita	['kite]	038
		cume	['kum]	039
	Medial	vaca	['vake]	040
		pica	['pike]	041
		nuca	['nuke]	042
	Final	Roque	['rok]	043
		saque	['sak]	044
		taque	['tak]	045
/g/	Inicial	gato	['gatu]	046
		guita	['gite]	047
		gume	['gum]	048
	Medial	vaga	['vage]	049
		viga	['vige]	050
		guga	['guge]	051
	Final	rogue	['rɔg]	052
		pague	['pag]	053
		vague	['vag]	054

Anexo 2: Resultados da Análise Temporal

Tabela 20: Resultados da análise temporal para todos os informantes em posição inicial.

Oclusiva		Voz. na oclusão	Pré-vozeamento	Oclusão	VOT +	VOT -	Release	Total
[p]	HR	0.0249		0.1309	0.0096		0.0096	0.1405
		0.0282		0.1426	0.0141		0.0141	0.1567
		0.0275		0.1485	0.0138		0.0138	0.1623
	LJ	0.0183		0.1179	0.0105		0.0105	0.1284
		0.0251		0.1360	0.0137		0.0137	0.1497
		0.0245		0.1186	0.0397		0.0397	0.1583
	PA	0.0115		0.1248	0.0110		0.0110	0.1358
		0.0361		0.1785	0.0178		0.0178	0.1963
		0.0546		0.2268	0.0295		0.0295	0.2563
	ML	0.0105		0.1526	0.0144		0.0144	0.1670
		0.0207		0.1728	0.0136		0.0136	0.1864
		0.0116		0.1662	0.0274		0.0274	0.1936
	IM	0.0127		0.1417	0.0105		0.0105	0.1522
		0.0216		0.1794	0.0110		0.0110	0.1904
		0.0177		0.1712	0.0377		0.0377	0.2089
SC	0.0055		0.1583	0.0128		0.0128	0.1711	
	0.0047		0.1672	0.0263		0.0263	0.1935	
	0.0079		0.1463	0.0410		0.0410	0.1873	
Média (s)	0.0202		0.1545	0.0197		0.0197	0.1742	
Desvio-padrão (s)	0.0122		0.0268	0.0109		0.0109	0.0310	
Mediana (s)	0.0195		0.1506	0.0140		0.0140	0.1691	
[b]	HR							0.0830
								0.0804
								0.0835
	LJ	0.0508		0.0866			0.0213	0.1079
								0.1086
								0.1266
	PA							0.0930
								0.0945
			0.0939	0.0939		-0.0939	0.0121	0.1060
	ML							0.0752
		0.0501		0.1034	0.0144		0.0144	0.1178
			0.1227	0.1227		-0.1227	0.0277	0.1504
	IM							0.1231
			0.1245	0.1245		-0.1245	0.0086	0.1331
			0.1132	0.1132		-0.1132	0.0127	0.1259
SC	0.0356						0.0938	
	0.0290						0.1312	
	0.0519		0.1143	0.0407		0.0407	0.1550	
Média (s)	0.0435	0.1136	0.1084	0.0276	-0.1136	0.0196	0.1105	
Desvio-padrão (s)	0.0105	0.0140	0.0143	0.0186	0.0140	0.0113	0.0239	
Mediana (s)	0.0501	0.1180	0.1132	0.0276	-0.1180	0.0144	0.1083	
[t]	HR	0.0210		0.1336	0.0118		0.0118	0.1454
		0.0376		0.1424	0.0175		0.0175	0.1599
		0.0208		0.1215	0.0214		0.0214	0.1429
	LJ	0.0181		0.1273	0.0149		0.0149	0.1422
		0.0184		0.1291	0.0361		0.0361	0.1652
		0.0110		0.1495	0.0325		0.0325	0.1820
	PA	0.0099		0.1324	0.0120		0.0120	0.1444
		0.0173		0.1498	0.0256		0.0256	0.1754
		0.0193		0.1753	0.0369		0.0369	0.2122
	ML	0.0070		0.1458	0.0126		0.0126	0.1584
		0.0088		0.1521	0.0355		0.0355	0.1876
		0.0078		0.1431	0.0486		0.0486	0.1917
	IM	0.0103		0.1603	0.0135		0.0135	0.1738
		0.0084		0.1508	0.0559		0.0559	0.2067
		0.0110		0.1749	0.0372		0.0372	0.2121
SC	0.0028		0.1482	0.0131		0.0131	0.1613	
	0.0041		0.1386	0.0437		0.0437	0.1823	
	0.0038		0.1483	0.0292		0.0292	0.1775	
Média (s)	0.0132		0.1457	0.0277		0.0277	0.1734	
Desvio-padrão (s)	0.0085		0.0146	0.0139		0.0139	0.0230	
Mediana (s)	0.0107		0.1470	0.0274		0.0274	0.1746	

Oclusiva		Voz. na oclusão	Pré-vozeamento	Oclusão	VOT +	VOT -	Release	Total	
[d]	HR		0,0768	0,0768		-0,0768	0,0158	0,0926	
				0,1046	0,1046		-0,1046	0,0107	0,1153
									0,0945
	LJ			0,0456	0,0456		-0,0456	0,0281	0,0737
									0,0887
				0,0522	0,0522		-0,0522	0,0392	0,0914
	PA								0,0757
									0,0752
				0,0947	0,0947		-0,0947	0,0106	0,1053
	ML								0,0789
				0,0943	0,0943		-0,0943	0,0129	0,1072
				0,1151	0,1151		-0,1151	0,0158	0,1309
	IM		0,0198		0,0988	0,0088		0,0088	0,1076
				0,0959	0,0959		-0,0959	0,0287	0,1246
			0,1055	0,1055		-0,1055	0,0236	0,1291	
SC		0,0313		0,0771	0,0223		0,0223	0,0994	
			0,1082	0,1082		-0,1082	0,0180	0,1262	
		0,0551		0,0951			0,0284	0,1235	
	Média (s)	0,0354	0,0893	0,0895	0,0156	-0,0893	0,0202	0,1022	
	Desvio-padrão (s)	0,0180	0,0237	0,0211	0,0095	0,0237	0,0091	0,0196	
	Mediana (s)	0,0313	0,0953	0,0951	0,0156	-0,0953	0,0180	0,1024	
[k]	HR		0,0131	0,1061	0,0282		0,0282	0,1343	
			0,0123	0,1108	0,0402		0,0402	0,1510	
			0,0136	0,1129	0,0264		0,0264	0,1393	
	LJ		0,0099	0,0913	0,0394		0,0394	0,1307	
			0,0184	0,1106	0,0466		0,0466	0,1572	
			0,0099	0,1173	0,0785		0,0785	0,1958	
	PA		0,0082	0,1024	0,0382		0,0382	0,1406	
			0,0230	0,1265	0,0640		0,0640	0,1905	
			0,0181	0,1509	0,0803		0,0803	0,2312	
	ML		0,0121	0,1404	0,0339		0,0339	0,1743	
			0,0151	0,1430	0,0505		0,0505	0,1935	
			0,0066	0,1458	0,0531		0,0531	0,1989	
	IM		0,0180	0,1307	0,0171		0,0171	0,1478	
			0,0262	0,1567	0,0709		0,0709	0,2276	
		0,0165	0,1513	0,0722		0,0722	0,2235		
SC		0,0043	0,1352	0,0306		0,0306	0,1658		
		0,0029	0,1084	0,0780		0,0780	0,1864		
		0,0021	0,1547	0,0640		0,0640	0,2187		
	Média (s)	0,0128	0,1275	0,0507		0,0507	0,1782		
	Desvio-padrão (s)	0,0066	0,0205	0,0202		0,0202	0,0339		
	Mediana (s)	0,0127	0,1286	0,0486		0,0486	0,1804		
[g]	HR		0,0439	0,0439		-0,0439	0,0211	0,0650	
								0,0744	
			0,0713	0,0713		-0,0713	0,0186	0,0899	
	LJ		0,0201	0,0389			0,0464	0,0853	
							0,0000	0,0747	
			0,0454	0,0930	0,0243		0,0243	0,1173	
	PA							0,0495	
								0,1063	
								0,1355	
	ML			0,0513	0,0513		-0,0513	0,0202	0,0715
			0,0479	0,1055	0,0103		0,0103	0,1158	
				0,0364	0,0364		-0,0364	0,0952	0,1316
	IM			0,0917	0,0917		-0,0917	0,0239	0,0782
				0,0891	0,0891		-0,0891	0,0397	0,1156
		0,0586	0,0785			0,0306	0,1091		
SC			0,0965	0,0965		-0,0965	0,0681	0,1646	
			0,1028	0,1028		-0,1028	0,0532	0,1560	
								0,1038	
	Média (s)	0,0430	0,0729	0,0749	0,0173	-0,0729	0,0347	0,1038	
	Desvio-padrão (s)	0,0163	0,0259	0,0258	0,0099	0,0259	0,0258	0,0323	
	Mediana (s)	0,0467	0,0802	0,0838	0,0173	-0,0802	0,0243	0,1077	
[p,t,k]		Média (s)	0,0154	0,1426	0,0327		0,0327	0,1752	
		Desvio-padrão (s)	0,0099	0,0237	0,0202		0,0202	0,0292	
		Mediana (s)	0,0129	0,1431	0,0294		0,0294	0,1741	
[b,d,g]		Média (s)	0,0413	0,0877	0,0882	0,0201	-0,0877	0,0258	0,1055
		Desvio-padrão (s)	0,0136	0,0266	0,0247	0,0119	0,0266	0,0189	0,0256
		Mediana (s)	0,0467	0,0945	0,0945	0,0184	-0,0945	0,0213	0,1068

Os espaços em branco correspondem a durações que não foram calculadas por não ter sido possível anotar o início e/ou o fim da duração

Os ** correspondem a oclusivas em posição inicial pelo que não é analisada a duração da vogal anterior

Os *** correspondem a oclusivas em posição final pelo que não é analisada a duração da vogal seguinte

Tabela 21: Resultados da análise temporal para todos os informantes em posição medial.

Oclusiva		Voz. na oclusão	Pré-vozeamento	Oclusão	VOT +	VOT -	Release	Total	
[p]	HR	0.0299		0.1055	0.0140		0.0140	0.1195	
		0.0271		0.0951	0.0092		0.0092	0.1043	
		0.0324		0.0953	0.0191		0.0191	0.1144	
	LJ	0.0177		0.0974	0.0188		0.0188	0.1162	
		0.0182		0.0989	0.0201		0.0201	0.1190	
		0.0166		0.0965	0.0368		0.0368	0.1333	
	PA	0.0131		0.1193	0.0168		0.0168	0.1361	
		0.0361		0.0814	0.0163		0.0163	0.0977	
		0.0437		0.1088	0.0167		0.0167	0.1255	
	ML	0.0222		0.0968	0.0212		0.0212	0.1180	
		0.0240		0.1135	0.0244		0.0244	0.1379	
		0.0277		0.0998	0.0241		0.0241	0.1239	
	IM	0.0182		0.1231	0.0192		0.0192	0.1423	
		0.0284		0.1292	0.0122		0.0122	0.1414	
		0.0440		0.1394	0.0135		0.0135	0.1529	
SC	0.0086		0.1221	0.0259		0.0259	0.1480		
	0.0229		0.1311	0.0138		0.0138	0.1449		
	0.0089		0.1217	0.0185		0.0185	0.1402		
	Média (s)	0.0244		0.1097	0.0189		0.0189	0.1286	
	Desvio-padrão (s)	0.0104		0.0158	0.0063		0.0063	0.0155	
	Mediana (s)	0.0235		0.1072	0.0187		0.0187	0.1294	
[b]	HR							0.0574	
								0.0658	
								0.0491	
	LJ							0.0906	
								0.0492	
								0.0843	
	PA							0.0854	
								0.0559	
								0.0505	
	ML							0.0839	
								0.0855	
								0.0685	
	IM							0.0819	
				0.1022	0.1022		-0.1022	0.0152	0.1174
								0.0834	
SC							0.0708		
							0.0805		
							0.0744		
	Média (s)		0.1022	0.1022		-0.1022	0.0152	0.0744	
	Desvio-padrão (s)							0.0177	
	Mediana (s)		0.1022	0.1022		-0.1022	0.0152	0.0795	
[t]	HR	0.0240		0.0820	0.0126		0.0126	0.0946	
		0.0370		0.0718	0.0206		0.0206	0.0924	
		0.0163		0.0828	0.0195		0.0195	0.1023	
	LJ	0.0109		0.0925	0.0251		0.0251	0.1176	
		0.0165		0.0926	0.0260		0.0260	0.1186	
		0.0063		0.1010	0.0249		0.0249	0.1259	
	PA	0.0134		0.1217	0.0245		0.0245	0.1462	
		0.0305		0.1244	0.0182		0.0182	0.1426	
		0.0323		0.1133	0.0174		0.0174	0.1307	
	ML	0.0085		0.1150	0.0232		0.0232	0.1382	
		0.0208		0.1212	0.0168		0.0168	0.1380	
		0.0196		0.1244	0.0193		0.0193	0.1437	
	IM	0.0188		0.1556	0.0292		0.0292	0.1848	
		0.0224		0.1454	0.0253		0.0253	0.1707	
		0.0218		0.1515	0.0215		0.0215	0.1730	
	SC	0.0078		0.1035	0.0236		0.0236	0.1271	
		0.0225		0.1234	0.0180		0.0180	0.1414	
		0.0108		0.1212	0.0212		0.0212	0.1424	
	Média (s)	0.0189		0.1135	0.0215		0.0215	0.1350	
	Desvio-padrão (s)	0.0086		0.0237	0.0041		0.0041	0.0252	
	Mediana (s)	0.0192		0.1181	0.0214		0.0214	0.1381	

Oclusiva		Voz. na oclusão	Pré-vozeamento	Oclusão	VOT +	VOT -	Release	Total
[d]	HR		0,0541	0,0541		-0,0541	0,0100	0,0641
			0,0593	0,0593		-0,0593	0,0147	0,0740
			0,0509	0,0509		-0,0509	0,0097	0,0606
	LJ	0,0157		0,0448	0,0489		0,0489	0,0937
							0,0364	
	PA							0,0853
								0,0813
								0,0404
	ML	0,0385		0,0866	0,0171		0,0171	0,1037
			0,0242	0,0242		-0,0242	0,0563	0,0805
		0,0381		0,0615			0,0911	0,1526
	IM							0,0886
			0,0493	0,0493		-0,0493	0,0519	0,1012
			0,0711	0,0711		-0,0711	0,0194	0,0905
SC	0,0372		0,0666			0,0073	0,0739	
	0,0423		0,0528			0,0351	0,0879	
	Média (s)	0,0344	0,0515	0,0565	0,0330	-0,0515	0,0332	0,0849
	Desvio-padrão (s)	0,0106	0,0155	0,0159	0,0225	0,0155	0,0253	0,0232
	Mediana (s)	0,0381	0,0525	0,0541	0,0330	-0,0525	0,0273	0,0853
[k]	HR	0,0161		0,0767	0,0331		0,0331	0,1098
		0,0199		0,0733	0,0329		0,0329	0,1062
		0,0168		0,0554	0,0198		0,0198	0,0752
	LJ	0,0189		0,1010	0,0364		0,0364	0,1374
		0,0039		0,0753	0,0539		0,0539	0,1292
		0,0182		0,0920	0,0462		0,0462	0,1382
	PA	0,0113		0,1037	0,0355		0,0355	0,1392
		0,0205		0,0897	0,0328		0,0328	0,1225
		0,0241		0,1035	0,0316		0,0316	0,1351
	ML	0,0115		0,1086	0,0303		0,0303	0,1389
		0,0096		0,1103	0,0274		0,0274	0,1377
		0,0121		0,1044	0,0289		0,0289	0,1333
	IM	0,0110		0,1237	0,0313		0,0313	0,1550
		0,0130		0,1708	0,0303		0,0303	0,2011
0,0094			0,1635	0,0339		0,0339	0,1974	
SC	0,0129		0,1231	0,0393		0,0393	0,1624	
	0,0096		0,0919	0,0570		0,0570	0,1489	
	0,0075		0,1112	0,0336		0,0336	0,1448	
	Média (s)	0,0137	0,1043	0,0352		0,0352	0,1396	
	Desvio-padrão (s)	0,0052	0,0289	0,0091		0,0091	0,0293	
	Mediana (s)	0,0125	0,1036	0,0330		0,0330	0,1380	
[g]	HR							0,0581
								0,0490
								0,0528
	LJ							0,0741
								0,0548
								0,0565
	PA							0,0740
								0,0331
								0,0664
	ML							0,0830
		0,0460						0,0865
		0,0550		0,0715			0,0231	0,0946
	IM	0,0257		0,0859	0,0250		0,0250	0,1109
		0,0264		0,0749	0,0495		0,0495	0,1244
0,0338			0,0846	0,0406		0,0406	0,1252	
SC							0,0862	
							0,0739	
							0,0700	
	Média (s)	0,0374		0,0792	0,0384		0,0346	0,0763
	Desvio-padrão (s)	0,0128		0,0071	0,0124		0,0127	0,0254
	Mediana (s)	0,0338		0,0798	0,0406		0,0328	0,0740
[p,t,k]	Média (s)	0,0190		0,1092	0,0252		0,0252	0,1344
	Desvio-padrão (s)	0,0093		0,0233	0,0098		0,0098	0,0240
	Mediana (s)	0,0182		0,1071	0,0239		0,0239	0,1376
[b,d,g]	Média (s)	0,0359	0,0587	0,0650	0,0362	-0,0587	0,0324	0,0784
	Desvio-padrão (s)	0,0112	0,0238	0,0195	0,0146	0,0238	0,0222	0,0224
	Mediana (s)	0,0377	0,0541	0,0641	0,0406	-0,0541	0,0250	0,0805

Tabela 22: Resultados da análise temporal para todos os informantes em posição final.

Oclusiva		Voz. na oclusão	Pré-vozeamento	Oclusão	VOT	Release	Total
[p]	HR	0.0285		0.1277		0.0621	0.1898
		0.0190		0.1157		0.0527	0.1684
		0.0240		0.1040		0.0725	0.1765
	LJ	0.0202					
		0.0112					
		0.0260					
	PA	0.0445		0.0800		0.0173	0.0973
		0.0189		0.0972		0.0069	0.1041
	ML	0.0185					
		0.0076					
		0.0136		0.1040		0.0584	0.1624
	IM	0.0208		0.1697		0.0447	0.2144
		0.0116		0.1982		0.0528	0.2510
		0.0169		0.1416		0.0364	0.1780
	SC	0.0147		0.1205		0.0356	0.1561
0.0078			0.0914		0.0547	0.1461	
0.0089			0.1250		0.0032	0.1282	
Média (s)	0.0184		0.1229		0.0414	0.1644	
Desvio-padrão (s)	0.0091		0.0337		0.0222	0.0435	
Mediana (s)	0.0185		0.1181		0.0487	0.1654	
[b]	HR						0.1145
							0.1312
							0.0918
	LJ	0.0289					
		0.0621					
		0.0993					
	PA						0.1431
							0.1592
							0.1408
	ML						
	IM	0.0462		0.0897		0.1020	0.1917
		0.0347					0.2007
		0.0497					
SC						0.0902	
						0.1067	
						0.0701	
Média (s)	0.0535		0.0897		0.1020	0.1309	
Desvio-padrão (s)	0.0253					0.0417	
Mediana (s)	0.0480		0.0897		0.1020	0.1312	
[t]	HR	0.0186					
		0.0124		0.0949		0.0292	0.1241
		0.0127		0.0941		0.0316	0.1257
	LJ	0.0069		0.0926		0.0208	0.1134
		0.0187		0.1074		0.0182	0.1256
		0.0111		0.1231		0.0459	0.1690
	PA	0.0113		0.1145		0.0295	0.1440
		0.0128		0.1145		0.0197	0.1342
	ML	0.0112		0.1406		0.0672	0.2078
		0.0197		0.1258		0.0437	0.1695
		0.0076		0.1224		0.0341	0.1565
	IM	0.0163		0.2164		0.0822	0.2986
		0.0061		0.2171		0.1088	0.3259
		0.0369		0.1888		0.1130	0.3018
	SC	0.0074		0.1227		0.0331	0.1558
0.0153			0.1046		0.0215	0.1261	
0.0102			0.1113		0.0328	0.1441	
Média (s)	0.0138		0.1307		0.0457	0.1764	
Desvio-padrão (s)	0.0073		0.0406		0.0307	0.0698	
Mediana (s)	0.0124		0.1185		0.0330	0.1500	

Oclusiva		Voz. na oclusão	Pré-vozeamento	Oclusão	VOT	Release	Total
[d]	HR		0,0416	0,0416		0,0190	0,0572
							0,0606
							0,0685
	LJ	0,0290		0,0445		0,0313	0,0758
			0,0545	0,0545		0,0293	0,0838
			0,0445	0,0445		0,0222	0,0667
	PA						0,1620
	ML		0,1067	0,1067		0,0226	0,1293
		0,0983		0,1277		0,0256	0,1533
		0,0523					
	IM	0,0404		0,0905		0,1260	0,2165
		0,0291		0,0649		0,1402	0,2051
0,0299			0,1171		0,0888	0,2059	
SC	0,0525					0,0977	
	0,0317					0,0861	
	0,0440					0,0930	
	Média (s)	0,0452	0,0618	0,0769		0,0561	0,1174
	Desvio-padrão (s)	0,0220	0,0304	0,0340		0,0487	0,0569
	Mediana (s)	0,0404	0,0495	0,0649		0,0293	0,0930
[k]	HR	0,0046					
		0,0131					
		0,0053		0,0911		0,0181	0,1092
	LJ	0,0196		0,1068		0,0082	0,1150
		0,0193		0,1180		0,0071	0,1251
		0,0073		0,1155		0,0119	0,1274
	PA	0,0120		0,1011		0,0357	0,1368
		0,0124		0,1195		0,0568	0,1763
		0,0116		0,1278		0,0430	0,1708
	ML	0,0188		0,1400		0,0438	0,1838
		0,0061		0,1393		0,0547	0,1940
		0,0121		0,1192		0,0251	0,1443
	IM	0,0223		0,2200		0,0940	0,3140
		0,0117		0,1893		0,0836	0,2729
0,0108			0,2037		0,0538	0,2575	
SC	0,0087		0,1121		0,0402	0,1523	
	0,0095		0,1024		0,0286	0,1310	
	0,0085		0,1108		0,0442	0,1550	
	Média (s)	0,0119		0,1323		0,0406	0,1728
	Desvio-padrão (s)	0,0052		0,0384		0,0249	0,0600
	Mediana (s)	0,0117		0,1186		0,0416	0,1537
[g]	HR		0,0462	0,0462		0,0302	0,0764
							0,0820
							0,1007
	LJ	0,0289		0,0453		0,0167	0,0620
		0,0200		0,0304		0,0331	0,0635
		0,0381					
	PA						
	ML	0,0276		0,0865		0,0173	0,1038
		0,0441		0,0953		0,0647	0,1600
		0,0183		0,1234		0,0756	0,1990
	IM	0,0298		0,1258		0,1426	0,2684
		0,0302		0,1318		0,0922	0,2240
						0,1132	
SC						0,1253	
	Média (s)	0,0296	0,0462	0,0856		0,0591	0,1315
	Desvio-padrão (s)	0,0085		0,0405		0,0438	0,0672
	Mediana (s)	0,0294	0,0462	0,0909		0,0489	0,1085
[p,t,k]	Média (s)	0,0146		0,1291		0,0427	0,1718
	Desvio-padrão (s)	0,0077		0,0373		0,0260	0,0589
	Mediana (s)	0,0124		0,1186		0,0383	0,1560
[b,d,g]	Média (s)	0,0420	0,0587	0,0815		0,0600	0,1258
	Desvio-padrão (s)	0,0210	0,0273	0,0353		0,0449	0,0556
	Mediana (s)	0,0347	0,0462	0,0881		0,0322	0,1100

Tabela 23: Resultados da duração da vogal anterior para todos os informantes nas posições medial e final.

Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[p]	Posição medial	[a]	0,1423	0,1305	0,0975	0,1223	0,1006	0,1688	0,1270
		[i]	0,0920	0,0953	0,0526	0,0973	0,0927	0,0925	0,0871
		[u]	0,0912	0,1041	0,0631	0,0768	0,0633	0,0871	0,0809
	Posição final	[ɔ]	0,1082	0,1254	0,0888	0,1086	0,0963	0,1442	0,1119
		[a]	*	0,1147	0,0860	0,1037	0,1002	0,1178	0,1052
		[a]	0,1264	0,1073	0,0916	0,0977	0,0926	0,1193	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[b]	Posição medial	[a]	0,1629	0,1603	0,1382	0,1299	0,1237	0,2007	0,1526
		[i]	0,1140	0,0905	0,0684	0,0779	0,089	0,0881	0,0880
		[u]	0,1064	0,1068	0,0661	0,0837	0,0749	0,1346	0,0954
	Posição final	[ɔ]	0,1459	0,1571	*	0,1206	0,1142	0,1699	0,1415
		[a]	0,1521	0,1614	*	0,1309	0,1156	0,1747	0,1512
		[a]	0,1693	0,1637	*	0,1584	0,1086	0,1768	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[t]	Posição medial	[a]	0,1294	0,1279	0,1146	0,1304	0,0959	0,1680	0,1277
		[i]	0,1076	0,0704	0,0613	0,0955	0,0795	0,0896	0,0840
		[u]	0,0841	0,0902	0,0756	0,1042	0,0751	0,0864	0,0859
	Posição final	[ɔ]	0,1056	0,1102	0,1082	0,1412	0,0987	0,1258	0,1150
		[a]	0,1404	0,1411	0,1118	0,1355	0,1093	0,1550	0,1343
		[a]	*	0,1399	0,1312	0,1453	0,1108	0,1569	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[d]	Posição medial	[a]	0,1645	0,1692	0,1548	0,1553	0,1087	0,2001	0,1588
		[i]	0,1147	0,1322	0,0904	0,0898	0,077	0,1288	0,1055
		[u]	0,1579	0,1115	0,0715		0,0873	0,1383	0,1133
	Posição final	[ɔ]	0,1563	0,1561	0,1445	0,1491	0,1022	0,1654	0,1456
		[a]	*	0,1744	0,1468	0,1667	0,1248	0,1984	0,1630
		[a]	*	0,1561	0,1527	0,1769	0,1253	0,2083	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[k]	Posição medial	[a]	0,1442	0,1367	0,1114	0,1215	0,0821	0,1518	0,1246
		[i]	0,0868	0,0663	0,0691	0,0812	0,0691	0,0752	0,0746
		[u]	0,1017	0,0902	0,0734	0,0759	0,0797	0,1078	0,0881
	Posição final	[ɔ]	0,1271	0,1313	0,0862	0,1218	0,1105	0,1220	0,1165
		[a]	0,1167	0,1117	0,1177	0,1163	0,095	0,1306	0,1133
		[a]	0,1072	0,1123	0,0972	0,1291	0,0997	0,1257	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[g]	Posição medial	[a]	0,1810	0,1663	0,1433	0,1402	0,1153	0,1899	0,1560
		[i]	0,1722	0,1417	0,0983	0,0877	0,0722	0,1090	0,1135
		[u]	0,1497	0,1335	0,1047	0,1146	0,0749	0,1379	0,1192
	Posição final	[ɔ]	*	0,1814	*	0,1565	0,1644	0,1786	0,1702
		[a]	*	0,1937	0,1608	0,1693	0,0989	0,2106	0,1662
		[a]	*	*	0,1563	0,1643	0,1214	0,2203	

Os espaços em branco correspondem a durações não calculadas por não ter sido possível anotar o início e/ou o fim da duração

Os * correspondem a oclusivas que não foram produzidas em posição final pelo que não foram analisadas

Tabela 24: Resultados da duração da vogal seguinte para todos os informantes nas posições inicial e medial

Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[p]	Posição inicial	[a]	0,1199	0,1171	0,1079	0,1403	0,0968	0,1447	0,1211
		[i]	0,1019	0,0668	0,0812	0,0747	0,0692	0,0964	0,0817
		[u]	0,1126	0,0707	0,0595	0,0669	0,0996	0,0871	0,0827
	Posição medial	[e]	0,0514	0,0313	0,0350	0,0487	0,0327	0,0627	0,0493
		[e]	0,0496	0,0537	0,0299	0,0398	0,0542	0,0700	
		[e]	0,0595	0,0652	0,0457	0,0343	0,0504	0,0729	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[b]	Posição inicial	[a]	0,1660	0,1541	0,1279	0,1235	0,1149	0,1719	0,1431
		[i]	0,0819	0,0819	0,0656	0,0876	0,0821	0,0918	0,0818
		[u]	0,1157	0,0993	0,0643	0,0931	0,1033	0,1449	0,1034
	Posição medial	[e]	0,0697	0,0514	0,0572	0,0536	0,0684	0,1085	0,0739
		[e]	0,0611	0,0687	0,0610	0,0821	0,0763	0,1118	
		[e]	0,0755	0,0754	0,0513	0,0475	0,0719	0,1384	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[t]	Posição inicial	[a]	0,1312	0,1062	0,1117	0,1359	0,0917	0,1371	0,1190
		[i]	0,0697	0,0515	0,0512	0,0672	0,066	0,0713	0,0628
		[u]	0,1035	0,0904	0,0588	0,0889	0,0671	0,1175	0,0877
	Posição medial	[e]	0,0587	0,0261	0,0273	0,0479	0,0305	0,0734	0,0492
		[e]	0,0371	0,0446	0,0355	0,0454	0,0366	0,0754	
		[e]	0,0585	0,0421	0,0436	0,0544	0,0371	0,1119	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[d]	Posição inicial	[a]	0,1445	0,1448	0,1256	0,1382	0,0943	0,1583	0,1343
		[i]	0,0951	0,0918	0,0740	0,1169	0,0782	0,0889	0,0908
		[u]	0,1245	0,1142	0,0777	0,1174	0,0566	0,1083	0,0998
	Posição medial	[e]	0,0506	0,0494	0,0426	0,0326	0,0406	0,1059	0,0645
		[e]	0,0526	0,0551	0,0501	0,0453	0,0568	0,1499	
		[e]	0,0759	0,0663	0,0718	0,0686	0,0523	0,0937	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[k]	Posição inicial	[a]	0,1261	0,0766	0,1008	0,1250	0,0839	0,1182	0,1051
		[i]	0,0634	0,0561	0,0831	0,0773	0,0484	0,0586	0,0645
		[u]	0,1152	0,1036	0,0805	0,0806	0,071	0,0897	0,0901
	Posição medial	[e]	0,0314	0,0197	0,0376	0,0355	0,0199	0,0339	0,0441
		[e]	0,0478	0,0544	0,0379	0,0315	0,0469	0,0856	
		[e]	0,0475	0,0327	0,0387	0,0451	0,0519	0,0956	
Oclusiva	Posição	Vogal	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média
[g]	Posição inicial	[a]	0,1440	0,1478	0,1286	0,1260	0,1023	0,1549	0,1339
		[i]	0,1007	0,0906	0,0881	0,1110	0,0903	0,0992	0,0967
		[u]	0,1399	0,1149	0,0967	0,0993	0,1131	0,1270	0,1152
	Posição medial	[e]	0,0692	0,0522	0,0584	0,0528	0,0612	0,0726	0,0717
		[e]	0,0852	0,0620	0,0760	0,0534	0,0784	0,0960	
		[e]	0,0707	0,0548	0,0688	0,0683	0,0940	0,1168	

* Em posição medial só é calculada uma média porque a vogal seguinte é sempre a mesma.

Tabela 25: Resultados do VOT em posição inicial em função da vogal seguinte

CV	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média	Média	DP	DP	Mediana	Mediana
[pa]	0.0110	0.0128	0.0144	0.0105	0.0096	0.0105	0.0115	0.0115	0.0018	0.0018	0.0108	0.0108
[pi]	0.0178	0.0263	0.0136	0.0137	0.0141	0.0110	0.0161	0.0238	0.0055	0.0113	0.0139	0.0221
[pu]	0.0295	0.0410	0.0274	0.0397	0.0138	0.0377	0.0315		0.0103		0.0336	
[ta]	0.0120	0.0131	0.0126	0.0149	0.0118	0.0135	0.0130	0.0130	0.0011	0.0011	0.0129	0.0129
[ti]	0.0256	0.0437	0.0355	0.0361	0.0175	0.0559	0.0357	0.0350	0.0135	0.0110	0.0358	0.0358
[tu]	0.0369	0.0292	0.0486	0.0325	0.0214	0.0372	0.0343		0.0091		0.0347	
[ka]	0.0382	0.0306	0.0339	0.0394	0.0282	0.0171	0.0312	0.0312	0.0081	0.0081	0.0323	0.0323
[ki]	0.0640	0.0780	0.0505	0.0466	0.0402	0.0709	0.0584	0.0604	0.0149	0.0171	0.0573	0.0640
[ku]	0.0803	0.0640	0.0531	0.0785	0.0264	0.0722	0.0624		0.0203		0.0681	

Tabela 26: Resultados da duração da oclusão em posição inicial em função da vogal seguinte

CV	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média	Média	DP	DP	Mediana	Mediana
[pa]	0,1248	0,1583	0,1526	0,1179	0,1309	0,1417	0,1377	0,1377	0,0159	0,0159	0,1363	0,1363
[pi]	0,1785	0,1672	0,1728	0,1360	0,1426	0,1794	0,1628	0,1628	0,0188	0,0276	0,1700	0,1667
[pu]	0,2268	0,1463	0,1662	0,1186	0,1485	0,1712	0,1629		0,0364		0,1574	
[ta]	0,1324	0,1482	0,1458	0,1273	0,1336	0,1603	0,1413	0,1413	0,0124	0,0124	0,1397	0,1397
[ti]	0,1498	0,1386	0,1521	0,1291	0,1424	0,1508	0,1438	0,1480	0,0089	0,0157	0,1461	0,1489
[tu]	0,1753	0,1483	0,1431	0,1495	0,1215	0,1749	0,1521		0,0205		0,1489	
[ka]	0,1024	0,1352	0,1404	0,0913	0,1061	0,1307	0,1177	0,1177	0,0203	0,0203	0,1184	0,1184
[ki]	0,1265	0,1084	0,1430	0,1106	0,1108	0,1567	0,1260	0,1324	0,0200	0,0196	0,1187	0,1348
[ku]	0,1509	0,1547	0,1458	0,1173	0,1129	0,1513	0,1388		0,0186		0,1484	
[ba]				0,0866			0,0866	0,0866			0,0866	0,0866
[bi]			0,1034			0,1245	0,1140	0,1125	0,0149	0,0117	0,1140	0,1138
[bu]	0,0939	0,1143	0,1227			0,1132	0,1110		0,0122		0,1138	
[da]		0,0771		0,0456	0,0768	0,0988	0,0746	0,0746	0,0219	0,0219	0,0770	0,0770
[di]		0,1082	0,0943		0,1046	0,0959	0,1008	0,0966	0,0067	0,0180	0,1003	0,0959
[du]	0,0947	0,0951	0,1151	0,0522		0,1055	0,0925		0,0241		0,0951	
[ga]		0,0785	0,0513	0,0389	0,0439		0,0532	0,0532	0,0177	0,0177	0,0476	0,0476
[gi]		0,0965	0,1055			0,0917	0,0979	0,0882	0,0070	0,0225	0,0965	0,0924
[gu]		0,1028	0,0364	0,0930	0,0713	0,0891	0,0785		0,0262		0,0891	

Tabela 27: Resultados da duração da distensão em posição inicial em função da vogal seguinte

CV	PA	SC	ML	LJ	HR	IM	Média	Média	DP	DP	Mediana	Mediana
[pa]	0,0110	0,0128	0,0144	0,0105	0,0096	0,0105	0,0115		0,0018		0,0108	
[pi]	0,0178	0,0263	0,0136	0,0137	0,0141	0,0110	0,0161	0,0238	0,0055	0,0113	0,0139	0,0221
[pu]	0,0295	0,0410	0,0274	0,0397	0,0138	0,0377	0,0315		0,0103		0,0336	
[ta]	0,0120	0,0131	0,0126	0,0149	0,0118	0,0135	0,0130		0,0011		0,0129	
[ti]	0,0256	0,0437	0,0355	0,0361	0,0175	0,0559	0,0357	0,0350	0,0135	0,0110	0,0358	0,0358
[tu]	0,0369	0,0292	0,0486	0,0325	0,0214	0,0372	0,0343		0,0091		0,0347	
[ka]	0,0382	0,0306	0,0339	0,0394	0,0282	0,0171	0,0312		0,0081		0,0323	
[ki]	0,0640	0,0780	0,0505	0,0466	0,0402	0,0709	0,0584	0,0604	0,0149	0,0171	0,0573	0,0640
[ku]	0,0803	0,0640	0,0531	0,0785	0,0264	0,0722	0,0624		0,0203		0,0681	
[ba]				0,0213								
[bi]			0,0144			0,0086	0,0115	0,0174	0,0041	0,0123	0,0115	0,0136
[bu]	0,0121	0,0407	0,0277			0,0127	0,0233		0,0137		0,0202	
[da]		0,0223		0,0281	0,0158	0,0088	0,0188		0,0083		0,0191	
[di]		0,0180	0,0129		0,0107	0,0287	0,0176	0,0205	0,0080	0,0098	0,0155	0,0180
[du]	0,0106	0,0284	0,0158	0,0392		0,0236	0,0235		0,0111		0,0236	
[ga]		0,0306	0,0202	0,0464	0,0211		0,0296		0,0122		0,0259	
[gi]		0,0681	0,0103	0,0000		0,0239	0,0256	0,0359	0,0300	0,0304	0,0171	0,0243
[gu]		0,0532	0,0952	0,0243	0,0186	0,0397	0,0462		0,0306		0,0397	