

DENISE DE OLIVEIRA CARNEIRO

**MEDIDAS DE DURAÇÃO DE CONSOANTES OCLUSIVAS COMO
VESTÍGIOS DE FALA EM ANÁLISE ACÚSTICO-INSTRUMENTAL
FORENSE DE AMOSTRAS COM E SEM USO DE DISFARCE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do grau de “Mestre em Ciências” – Área de Concentração: Engenharia Biomédica.

Orientador: Prof. Dr. Rubens Alexandre de Faria

Coorientadora: Profa. Dra. Maria Lúcia de Castro Gomes

CURITIBA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

C289
2016 Carneiro, Denise de Oliveira
Medidas de duração de consoantes oclusivas como vestígios de fala em análise acústico-instrumental forense de amostras com e sem uso de disfarce / Denise de Oliveira Carneiro.-- 2016. 92 f. : il. ; 30 cm

Texto em português com resumo em inglês
Disponível também via World Wide Web
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, Curitiba, 2016
Bibliografia: f. 60-67

1. Criminalística. 2. Fonética forense. 3. Fonética acústica. 4. Prova pericial. 5. Engenharia biomédica – Dissertações. I. Faria, Rubens Alexandre de, orient. II. Gomes, Maria Lúcia de Castro, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. IV. Título.

CDD: Ed. 22 – 610.28

Biblioteca Central da UTFPR, Câmpus Curitiba

Título da Dissertação Nº 066

“Medidas de duração de consoantes oclusivas como vestígios de fala em análise acústico-instrumental forense de amostras com e sem uso de disfarce”.

por

Denise de Oliveira Caneiro

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: Engenharia Biomédica

LINHA DE PESQUISA: Instrumentação Biomédica.

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de **MESTRE EM ENGENHARIA BIOMÉDICA (M.Sc.)** – Área de Concentração: Engenharia Biomédica, pelo **Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica (PPGEB)**, – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (**UTFPR**), *Campus Curitiba*, às **09h00min** do dia **24 de agosto de 2016**. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta pelos professores:

Rubens Alexandre de Faria, Dr.
(Presidente – UTFPR)

Prof. Fabio Augusto da Silva Salvador, Dr.
(DPF)

Prof. Julio Cesar Bassan, Dr.
(UTFPR)

Prof^a. Ozana Maria de Andrade Maia,
Dr^a.(UTFPR)

Visto da coordenação:

Prof^a. Leandra Ulbricht.,Dr^a.
(Coordenadora do PPGEB)

À minha mãe, pelas batalhas de uma vida inteira.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Rubens Alexandre de Faria, por ter acreditado na inserção acadêmica da perícia criminal e incorporado nosso trabalho a essa realidade. Nós sabemos o quanto podemos contar um com o outro para sempre.

Agradeço à minha coorientadora Maria Lúcia de Castro Gomes, pelo entusiasmo, coragem e determinação, ingredientes fundamentais à minha inserção ao ambiente acadêmico.

Agradeço ao Prof. Dr. Cassius Tadeu Scarpin, pelo entusiasmo matemático. Seu talento, disponibilidade e conhecimento possibilitaram a finalização deste trabalho.

Marianna, mãe da Helena e do Breno, a quem agradeço pela amizade que vai da canja de galinha às perícias em local de morte violenta na madrugada (passando, obviamente, por esta dissertação).

Minha gratidão ao professor Hugo Vieira Neto, pela desconstrução.

Minha gratidão à amiga Andréa Alves Guimarães Dresch, lado a lado na rotina incansável da perícia criminal, companheira de "prazos, reiterandos, urgentíssimos, prioridades absolutas", de discussões teóricas sobre a "vida, o universo e tudo mais". O valor de suas colaborações extrapolam qualquer agradecimento por este trabalho.

Aos meus colegas peritos criminais da Seção de Perícias Audiovisuais, pelo incentivo, amizade e trocas constantes das experiências profissionais pela paciência durante o desenvolvimento do trabalho, em especial às peritas Ana Maria Martins e Joice Malakoski.

A todas as outras pessoas que não me permitiram desistir e que não desistiram de mim após essa longa jornada.

Finalmente (e especialmente), Lupércio, Isabel, Darcy, minha irmãzinha Di.

RESUMO

CARNEIRO, Denise de Oliveira. MEDIDAS DE DURAÇÃO DE CONSOANTES OCLUSIVAS COMO VESTÍGIOS DE FALA EM ANÁLISE ACÚSTICO-INSTRUMENTAL FORENSE DE AMOSTRAS COM E SEM USO DE DISFARCE. 2016. 92 folhas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

A atribuição de autoria a falas provenientes de gravações ambientais e interceptações telefônicas de falas que provêm de crimes como tráfico de drogas, estelionato, sequestro, abuso sexual, pedofilia, e corrupção pode apresentar à perícia vários dificultadores para a obtenção de medidas acústicas. Um desses dificultadores pode ser o disfarce de voz. Com a possibilidade de ter suas vozes gravadas, o disfarce tem se tornado comum entre os perpetradores de crimes. Quando a voz é gravada, poderá servir como prova a partir do exame de comparação de locutor (ECL), que reúne metodologias para determinar se duas amostras de fala provêm do mesmo falante. O ECL é realizado por meio de análise perceptivo-auditiva, acústico-instrumental e de reconhecimento automático. Embora já tenham sido desenvolvidas tecnologias de verificação automática, as análises sem interferência humana não apresentam respaldo suficiente, seja pela má qualidade do sinal ou pela escassez de amostras de fala em banco de dados e, por isso, as pesquisas que ancorem as outras modalidades de análise são essenciais. A análise acústico-instrumental emprega ferramentas computacionais para avaliação quantitativa e qualitativa da fala e a engenharia biomédica possibilita o desenvolvimento de tecnologias para instrumentação da análise do sinal de fala. Em busca de um parâmetro acústico que seja robusto em análises de disfarce de voz, este trabalho utilizou medidas de duração de fases de segmentos, que têm sido pouco exploradas em ECL. As consoantes oclusivas não vozeadas do português brasileiro [p, t, k] são produzidas em três fases distintas: fase de oclusão, fase de soltura e transição formântica. As duas primeiras fases apresentam correlatos acústicos que se destacam na visualização do oscilograma: silêncio relativo e produção de ondas aperiódicas. Nesta pesquisa, foram analisadas instrumentalmente as falas de 20 sujeitos, 10 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idades entre 25 e 55 anos, durante a leitura, com e sem o uso de disfarce, de um texto que simulava uma situação criminosa. Foram obtidas medidas dos tempos de oclusão e soltura das consoantes não vozeadas e constatou-se que o contexto fonológico posterior influencia o tempo de produção. Verificaram-se medidas diferentes entre a primeira e a segunda leitura com uso do disfarce, indicando que o falante apresentou dificuldade na manutenção do ajuste fonatório e que, embora tenham sido encontradas diferenças entre as medidas obtidas em fala com e sem disfarce, a correlação é forte entre as mesmas. O tempo de oclusão aparentou comportamento menos influenciável pelo uso do disfarce para as sílabas [pi, pu, te, te], enquanto o tempo de soltura demonstrou maior suscetibilidade, exceto em [pi, te]. Os resultados permitem que alguns dos segmentos analisados sejam considerados vestígios de autoria dentro de um conjunto probatório.

Palavras-chave: Fonética forense. Verificação de locutor. Exame de comparação de locutores. Oclusivas não vozeadas. Disfarce.

ABSTRACT

CARNEIRO, Denise de Oliveira. STOP CONSONANTS TERM MEASURES AS REMAINS IN FORENSIC ACOUSTIC INSTRUMENTAL ANALYSIS OF DISGUISED AND NORMAL SPEECH. 2016. 92 s. Master's Dissertation (Post-Graduation Program in Biomedical Engineering) - Federal University of Technology - Paraná. Curitiba, 2016.

Authorship attribution of speech, from environmental recordings and telephone interceptions, which can be evidence of crimes related to drug dealing, racketeering, kidnapping, sexual abuse, pedophilia, and corruption, may present difficulties to experts in obtaining acoustic measures. One of these difficulties may be the use of disguise. With the possibility of being recorded, voice disguise has become common among crime perpetrators. When a voice is recorded, it can be an evidence after speaker comparison examination (SCE), which adopts methodologies to determine whether two speech samples have been produced by the same speaker. SCE can be perceptual, acoustic-instrumental and through automatic recognition. Although automatic recognition technologies have already been developed, analyses without human interference do not have enough support, both for poor signal quality or for lack of speech samples. Therefore, research that is anchored in other analysis methods are essential. Acoustic-instrumental analyses use computational tools for quantitative and qualitative evaluation of speech, and biomedical engineering enables the development of technologies and instrumentation for speech signal analyses. In search of an acoustic parameter that is robust in disguise analyses, this research used segment phase measurements, which have been little explored in SCE. Brazilian Portuguese voiceless stops [p, t, k] are produced in three distinct phases: occlusion phase, release phase and formant transition. The first two phases have acoustic correlates that are visually distinct in the oscillogram: relative silence and aperiodic wave production. In this research, the speech of 20 subjects were instrumentally analyzed, 10 males and 10 females, aged between 25 and 55 years, while reading, with and without the use of disguise, a text that simulated a criminal situation. Occlusion and release duration of the voiceless stop consonants were measured and it was found that the phonological context influences the production time. Different measures were found between the first and the second reading with disguised voice, indicating that the speaker had difficulty in maintaining the phonation setting, and that, although there were differences between the measures in speech with and without disguise, the correlation between them was strong. Occlusion time appeared to be less influenced by the use of disguise for the syllables [pi, pu, te, tɛ], while the release time showed greater susceptibility, except for [pi, te]. The results allow that some of the segments analyzed be considered vestiges of authorship within a body of evidence.

Key words: Forensic phonetics. Speaker verification. Speaker Comparison Examination. Voiceless stops. Disguise.

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – LISTAGEM DAS SÍLABAS UTILIZADAS NA ANÁLISE.	16
TABELA 2 – MEDIDAS DE DURAÇÃO DOS TEMPOS DE OCLUSÃO E SOLTURA DE [P, T, K].....	41
TABELA 3 – VALORES DE OCLUSÃO E DE SOLTURA OBTIDOS NA LITERATURA E NESTE TRABALHO.....	42
TABELA 4 – VALORES DE OCLUSÃO OBTIDOS NESTE ESTUDO E EM LOUSADA (2016).	43
TABELA 5 – VALORES DE SOLTURA OBTIDOS NESTE TRABALHO E EM LOUSADA (2016).	44
TABELA 6 - MÉDIAS DOS TEMPOS DE OCLUSÃO E DE SOLTURA DOS PARES OBTIDOS NESTE TRABALHO.	45
TABELA 7 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE FXFD1 E FXFD2.	46
TABELA 8 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE FXFD1 E FXFD2, BILABIAL [P].	47
TABELA 9 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE FXFD1 E FXFD2, LINGUODENTAL [T].	50
TABELA 10 – COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO ENTRE FXFD1 E FXFD2, VELAR [K].	52

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – TEXTO UTILIZADO NA LEITURA DAS AMOSTRAS.....	15
FIGURA 2 – OSCIOGRAMA E ESPECTROGRAMA DURANTE A PRODUÇÃO DE [T].....	17
FIGURA 3 – OSCIOGRAMA E ESPECTROGRAMA DESTACANDO O TEMPO DE SOLTURA DURANTE A PRODUÇÃO DO FONE [T].....	17
FIGURA 4 – O SISTEMA DE PRODUÇÃO DA FALA.....	23
FIGURA 5 – DESENHO DE UMA SECÇÃO SAGITAL MÉDIA DO TRATO VOCAL...	24
FIGURA 6 – MODELO ESQUEMÁTICO DO PONTO DE ARTICULAÇÃO DO BILABIAL [P].....	26
FIGURA 7 – MODELO ESQUEMÁTICO DO PONTO DE ARTICULAÇÃO DO LÍNGUO-ALVEOLAR [T].....	27
FIGURA 8 – MODELO ESQUEMÁTICO DO PONTO DE ARTICULAÇÃO DO VELAR /K/.	27
FIGURA 9 – EVENTOS PRINCIPAIS NA PRODUÇÃO DAS CONSOANTES OCLUSIVAS.	28
FIGURA 10 - OSCIOGRAMA E ESPECTROGRAMA DURANTE A PRODUÇÃO DE [K].	29
FIGURA 11 – SEQUÊNCIA DE EVENTOS DA FASE DE SOLTURA DE UMA CONSOANTE NÃO VOZEADA.	31
FIGURA 12 - GRÁFICO DE LINHAS DA INTERAÇÃO SEXO X CONTEXTO FONOLÓGICO POSTERIOR X TIPO DE FALA PARA OCLUSÃO DE [TE].	46
FIGURA 13 - GRÁFICO DE DISPERSÃO DAS AMOSTRAS PARA A OCLUSÃO DO PAR [PU].	48
FIGURA 14 - INTERVALOS DE CONFIANÇA DOS TEMPOS DE OCLUSÃO DO PAR [PU].....	49
FIGURA 15 - GRÁFICOS <i>BOXPLOT</i> DOS TEMPOS DE OCLUSÃO DE [PE, PI, PU] DE F E FD2.	50
FIGURA 16 – GRÁFICO <i>BOXPLOT</i> DOS TEMPOS DE OCLUSÃO DE [TA, TE, TQ] DE F E FD2.	51
FIGURA 17 – GRÁFICO <i>BOXPLOT</i> DOS TEMPOS DE SOLTURA DE [KA, KQ] DE F E FD2.....	52
FIGURA 18 - RESULTADOS PARA OCLUSÃO.	54
FIGURA 19 - RESULTADOS PARA SOLTURA.	55
FIGURA 20 – GRÁFICOS DE DISPERSÃO DOS TEMPOS DE OCLUSÃO (A) E SOLTURA (B) DA AMOSTRA.	56

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ECL	Exame de comparação de locutores
F1	Primeiro formante
F2	Segundo formante
F0	Frequência fundamental F Fala sem disfarce
FD	Fala com disfarce
FD1	Fala com disfarce na primeira leitura
FD2	Fala com disfarce na segunda leitura
IC	Intervalo de confiança
L1	Primeira leitura
L2	Segunda leitura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	OBJETIVOS.....	13
1.1.1	Objetivo Geral.....	13
1.1.2	Objetivos Específicos	13
1.2	JUSTIFICATIVA.....	14
1.3	METODOLOGIA.....	14
1.3.1	Ferramental	14
1.3.2	Amostras de Dados - <i>Corpus</i>	14
1.3.3	Análise Estatística dos Dados	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	20
2.1	FONÉTICA FORENSE	20
2.2	SISTEMA CONSONANTAL DO PORTUGUÊS BRASILEIRO.....	22
2.2.1	Propriedades articulatórias dos fonemas oclusivos não vozeados	25
2.2.2	Propriedades acústicas dos fonemas oclusivos não vozeados	28
2.3	EXAME DE COMPARAÇÃO DE LOCUTORES (ECL)	32
2.4	DISFARCE.....	36
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	40
3.1	DURAÇÃO DO TEMPO DE OCLUSÃO E DE SOLTURA DE [P, T, K].....	40
3.1.1	Tempo de oclusão e soltura x contexto fonológico posterior	42
3.1.2	Comparação entre as medidas de F, FD1 e FD2.....	45
3.1.3	Tempo de oclusão e de soltura de [p]	47
3.1.4	Tempo de oclusão e de soltura de [t]	50
3.1.5	Tempo de oclusão e de soltura de [k]	51
4	CONCLUSÃO	58
	REFERÊNCIAS	60
	APÊNDICE A - TABELAS DE DADOS DAS AMOSTRAS	68
	APÊNDICE B - GRÁFICOS DO FONEMA [P]	72
	APÊNDICE C - GRÁFICOS DO FONEMA [T]	78
	APÊNDICE D - GRÁFICOS DO FONEMA [K]	85
	APÊNDICE E - MODELAGEM LINEAR MISTA	88
	ANEXO - TERMO DE CESSÃO DO <i>CORPUS</i>	92

1 INTRODUÇÃO

A gravação de conteúdos audiovisuais em mídia vem permitindo que os registros de fala possam ser tomados como vestígios de crimes, vinculando pessoas a crimes. Para que possa ser tomada como vestígio, a fala necessita ser submetida a análises alicerçadas em princípios metodológicos e diversas áreas de conhecimento têm se empenhado em estudá-la dentro da abordagem forense, como por exemplo a fonoaudiologia, a linguística e as engenharias eletrônica e biomédica. A engenharia biomédica encontra aplicabilidade às ciências forenses relacionadas à fala ao pesquisar tecnologias que possibilitem a análise instrumental desse sinal biológico.

Essas áreas, ao analisarem a fala sob a ótica forense, têm buscado compreender a estruturação da linguagem, a complexidade do gesto articulatório e os recursos tecnológicos de análise. As pesquisas desenvolvidas por uma área acabam por beneficiar outras, direta ou indiretamente. Por exemplo, ao serem extraídas medidas de um comportamento articulatório específico, uma ferramenta de reconhecimento automático pode se beneficiar dos achados.

O exame de comparação de locutores tem por objetivo comparar duas amostras de fala - uma delas contendo a ilicitude e a outra contendo falas de autoria comprovada do suspeito, geralmente coletada por peritos - com o objetivo de determinar se ambas foram produzidas pela mesma fonte. Esse exame tem natureza qualitativa e quantitativa e pode ser realizado utilizando-se três abordagens: perceptivo-auditiva, acústico-instrumental e automática.

A análise perceptivo-auditiva avalia aspectos de caracterização geral do indivíduo, parâmetros vocais específicos e o comportamento linguístico manifestado. A análise acústico-instrumental, por sua vez, emprega ferramentas computacionais para a avaliação quantitativa e qualitativa de segmentos do material cotejado e, em alguns casos, permite demonstrar alguns dos achados perceptivos. Embora existam soluções tecnológicas disponíveis para o reconhecimento automático, esse tipo de análise ainda encontra limitações para aplicação quando o sinal apresenta limitações acústicas ou há uso do disfarce.

Diante da possibilidade de ter sua identidade ligada a um fato delituoso, o criminoso pode valer-se de mecanismos que dificultem a tarefa da investigação ou que, em fase de julgamento, desqualifiquem a prova. Um mecanismo

frequentemente utilizado é o disfarce. Entende-se por disfarce a ação deliberada de um falante que altera sua fala com o propósito de ocultar sua identidade (KUNZEL, 2000). Esse é um dos fatores que mais prejudica a análise forense (GILLER, 2011).

O sinal de fala analisado no âmbito forense apresenta limitações pela natureza não controlada do objeto de estudo. Caso tenha sido produto de uma interceptação telefônica, por exemplo, muitas variáveis devem ser consideradas, como o ruído competitivo do ambiente, o modo como se deu a captura do sinal pelo microfone do aparelho, a transmissão telefônica e, ainda, o armazenamento dos arquivos. Os ruídos competitivos, as compressões e cortes aplicados na transmissão pela banda telefônica e o uso do disfarce representam elementos dificultadores da obtenção de parâmetros que sejam resistentes. Assim, os estudos direcionados à produção da fala e ao processamento representam relevância na análise forense da fala.

A busca por um parâmetro que seja pouco influenciado pelas condições do sinal e pelo uso do disfarce é rotina do trabalho pericial. São abundantes os casos em que o criminoso utiliza recursos para ocultar sua identidade diante de materiais que contenham suas falas, seja no momento da prática do delito ou durante a coleta de material de voz por peritos. Os registros que envolvem interceptações telefônicas representam, por exemplo, provas de operações do narcotráfico, homicídios, corrupção, estelionatos e sequestros. Já os casos de gravações ambientais podem elucidar autoria de crimes como estupro de vulnerável e maus tratos.

A análise temporal de segmentos que sejam de fácil delimitação podem minimizar os efeitos das condições acústicas do sinal. As consoantes oclusivas não vozeadas são produzidas em três fases distintas, de execução rápida e difícil controle consciente. A fase de oclusão apresenta correlato acústico de relativo silêncio enquanto na fase de soltura podem ser observadas ondas aperiódicas. A fase de transição formântica apresenta correlato acústico de contornos menos definidos, e por esse motivo não será considerada neste trabalho. A análise temporal dos correlatos acústicos de eventos articulatórios rápidos e de difícil controle consciente do locutor pode representar uma alternativa caso não sejam modificados pelo uso do disfarce.

Pretende-se, portanto, verificar se os tempos de duração das fases de oclusão e de soltura dos fonemas /p, t, k/ compreendem parâmetros que possam ser

utilizados incorporados à rotina do exame de comparação de locutores diante do uso do disfarce.

O trabalho encontra-se estruturado de modo que sejam abordados, no Capítulo 1, a justificativa e metodologia. O Capítulo 2 traz os temas referentes à fonética forense, produção das consoantes oclusivas não vozeadas e particularidades do exame de comparação de locutores. O Capítulo 3 aborda os resultados obtidos e a discussão e o Capítulo 4, a conclusão.

1.1 OBJETIVOS

Para melhor compreensão deste trabalho são apresentados a seguir o objetivo geral e os objetivos específicos.

1.1.1 Objetivo Geral

Verificar se as medidas de duração das fases de oclusão e de soltura das consoantes oclusivas não vozeadas do português brasileiro, obtidas por meio de análise acústico-instrumental, podem ser consideradas vestígios para uso forense.

1.1.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de atingir o objetivo geral definido, são estabelecidos os seguintes objetivos específicos.

- Obter medidas de duração da fase de oclusão de [p, t, k] das falas sem uso de disfarce e com uso de disfarce;
- Obter medidas de duração da fase de soltura de [p, t, k] das falas sem uso de disfarce e com uso de disfarce;
- Verificar se as medidas de oclusão são influenciadas pelo contexto fonológico posterior;
- Verificar se as medidas de soltura são influenciadas pelo contexto fonológico posterior.

- Verificar se o comportamento das medidas das fases de oclusão é comprometido pelo uso do disfarce;
- Verificar se o comportamento das medidas das fases de soltura é comprometido pelo uso do disfarce.

1.2 JUSTIFICATIVA

A principal justificativa para a realização deste trabalho é a obtenção de um parâmetro acústico robusto, de simples extração por meio da análise acústico-instrumental com a utilização de *software* livre.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia consiste na obtenção de medidas de duração das falas com e sem uso de disfarce por meio de *software* livre e o tratamento estatístico das mesmas.

1.3.1 Ferramental

Para a análise instrumental da fala foi utilizado o programa Praat (BOERSMA; WEENICK, 2006-2013), em sua versão 5.2.84. Trata-se de um *software* livre, bastante utilizado para pesquisas tanto no Brasil quanto no exterior. (BARBOSA, 2015).

1.3.2 Amostras de Dados - *Corpus*

Os experimentos foram desenvolvidos utilizando-se o corpus cedido pelo Grupo de Estudos de Sons da Fala da UTFPR (Anexo), composto por gravações durante a leitura de um texto.

A metodologia utilizada para a coleta encontra-se pormenorizada em Gomes (2016), mas vale citar que o texto apresenta a particularidade de simular uma situação criminosa de extorsão mediante sequestro, durante a situação de negociação do resgate. De acordo com o descrito no trabalho, os participantes foram orientados a realizar duas leituras de cada modalidade (fala sem disfarce e fala com

disfarce). Os participantes tiveram a liberdade de escolher um disfarce que considerassem eficiente, desde que não utilizassem recursos que extrapolassem seus próprios órgãos articulatórios, por exemplo, o uso das mãos não era permitido (para pinçamento das narinas ou outro tipo de interferência). A primeira leitura da fala sem disfarce (F1) foi considerada como treino de familiaridade com o texto e não foi considerada. Já para a fala com disfarce, tanto a primeira leitura (FD1) como a segunda (FD2) foram consideradas, pois há interesse no modo como o ajuste fonatório é ou não mantido durante o uso do disfarce.

Do banco de dados, foram selecionados dois grupos, compostos por 10 indivíduos cada, sendo o primeiro formado por 10 indivíduos do sexo feminino, com idades entre 30 e 55 anos e o segundo grupo formado por 10 indivíduos do sexo masculino com idades entre 25 e 55 anos. Esses dois grupos compuseram um único grupo para este trabalho.

O conteúdo do texto encontra-se transcrito na Figura 1, no qual foram destacadas em negrito, entre os sinais de menor e maior, os segmentos de interesse. O texto encontra-se grafado sem símbolos fonéticos, embora no decorrer do trabalho sejam utilizados os símbolos convencionados para fonemas entre barras oblíquas e para fones (que consistem na realização concreta do fonema) entre colchetes. Por exemplo, o /p/ (fonema, representação abstrata), ao ser pronunciado por um sujeito da pesquisa, será representado por [p].

"Alô, quero falar com a Don<a Te>ca. Dona Teca, aqui fala o c<ape>ta. Estamos com o pato do teu marido n<a to>ca e vamos m<ata>r ele, picar e **taca**r dentro de uma garrafa de Coca. Quer salvar ele? Então não me deix<a pu>to. Quero um milhão. Bota tudo num p<aco>te perto da pipa do c<ate>to e se pica. Não chama a polícia senão te cutuco e espeto teu coco."

Figura 1 – Texto utilizado na leitura das amostras.

Fonte: Gomes (2016).

Os trechos de interesse selecionados foram os que se enquadraram nos seguintes critérios:

- fonemas oclusivos não vozeados [p, t, k] em contexto intervocálico;
- *onset* de sílabas tônicas,
- contexto fonológico anterior representado pela vogal [a],

- contexto fonológico posterior para [p]: [e, i, u]; para [t]: [a, e, ε, ɔ] e para [k]: [a, ɔ].

A Tabela 1 contém as palavras das quais foram extraídos os segmentos, na ordem em que ocorreram no texto, e as sílabas resultantes das associações, em suas representações fonéticas.

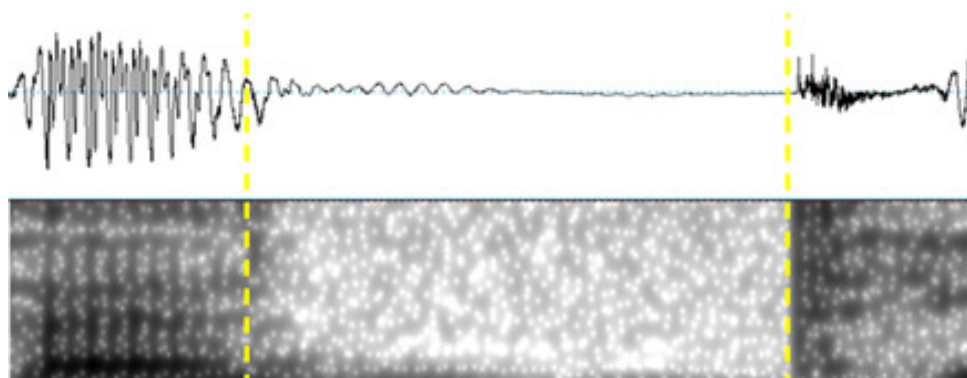
Tabela 1 – Listagem das sílabas utilizadas na análise.

Segmento alvo	Vogal posterior	Palavra	Sílabas
[p]	[e]	capeta	[pe]
	[i]	pipa	[pi]
	[u]	puto	[pu]
[t]	[ε]	Teca	[tε]
	[ɔ]	toca	[tɔ]
	[a]	matar	[ta]
	[e]	cateto	[te]
[k]	[a]	tacar	[ka]
	[ɔ]	pacote	[kɔ]

Fonte: A autora (2016).

Foi necessário definir os critérios para considerar o início e término das fases de oclusão e de soltura. O início da fase de oclusão corresponde ao final da emissão da vogal [a] que antecede a consoante alvo.

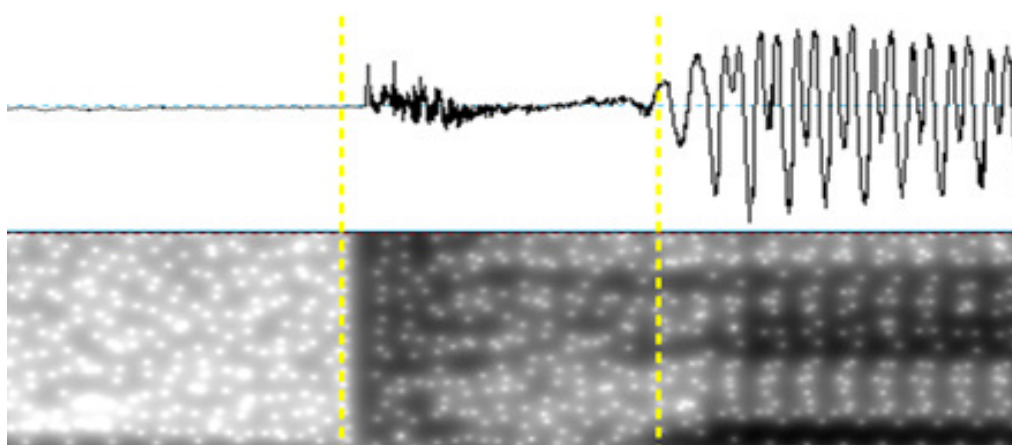
A observação conjunta do oscilograma e do espectrograma permitiu verificar, respectivamente, a perda das características ondulatórias e o enfraquecimento das zonas de energia referentes ao primeiro (F1) e segundo formantes (F2) da vogal [a], definindo o início da fase de oclusão. O correlato acústico da fase de oclusão é o intervalo de silêncio relativo situado entre a vogal [a] e o início da fase de soltura da consoante (*burst*). A Figura 2 ilustra a fase de oclusão.



**Figura 2 – Oscilograma e espectrograma durante a produção de [t].
Fonte: A autora (2016).**

Na Figura 2 pode-se observar, na região do tracejado à esquerda, a perda das características ondulatórias (no oscilograma) e o enfraquecimento das regiões formânticas (no espectrograma). Entre as linhas tracejadas, percebe-se o correlato acústico de silêncio relativo seguido pela zona de ondas aperiódicas (*burst*) após o tracejado à direita.

O tempo de soltura foi delimitado também por visualização conjunta do oscilograma e do espectrograma. O oscilograma exhibe o início de ondas aperiódicas e representa a soltura abrupta do ar retido pelos articuladores. Esse é o *burst*, cujo início é bem delimitado e constitui o intervalo de soltura. O intervalo de soltura foi considerado como a fase de duração de ondas aperiódicas e pode ser visualizado na Figura 3.



**Figura 3 – Oscilograma e espectrograma destacando o tempo de soltura durante a produção do fone [t].
Fonte: A autora (2016).**

Na Figura 3 tem-se, entre as linhas tracejadas, o intervalo de soltura. Definidos os parâmetros de início e término de cada fase, foram etiquetados

manualmente os intervalos referentes aos segmentos alvo. Os valores obtidos (fase de oclusão e fase de soltura) foram exportados para que pudessem ser analisados estatisticamente.

As amostras de fala compreendem duas leituras para a fala sem disfarce (F) e duas leituras para a fala com disfarce (FD). A primeira leitura realizada, conforme já mencionado, será denominada de L1 e a segunda de L2.

1.3.3 Análise Estatística dos Dados

Os dois grupos cedidos pelo Grupo de Estudos dos Sons da Fala da UTFPR foram considerados um único grupo no presente trabalho. As amostras compreenderam as falas da segunda leitura sem uso do disfarce, doravante denominadas por "F", as falas da primeira leitura com uso de disfarce (FD1) e as falas da segunda leitura com uso de disfarce (FD2).

Na primeira etapa, o interesse foi observar a correlação entre tempo oclusão e soltura de F x FD1 e F x FD2. Para isso, foi calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson (SIEGEL e CASTELLAN, 2006) de cada sílaba [pe, pi, pu, ta, te, tɛ, tɔ, ka, kɔ].

O coeficiente de correlação compreende valores entre -1 e +1 e mede a intensidade de uma relação linear (BUSSAB e MORETTIN, 1984; LAUREANO, 2011). Assim, o coeficiente de correlação maior que 0.6 foi considerado significativo e abaixo de 0.2 não significativo, ou seja, valores acima de 0.6 entre F e FD1 e entre F e FD2 indicam comportamento linear entre as amostras, ou seja, são pouco influenciáveis pelo uso do disfarce. Já uma correlação próxima de zero pode sugerir suscetibilidade da medida diante do uso do disfarce.

De acordo com Mukaka (2012), a força dos coeficientes de correlação podem ser divididos em:

- 0.9 - correlação muito forte
- 0.7 a 0.9 correlação forte
- 0.5 a 0.7 correlação moderada
- 0.3 a 0.5 correlação fraca
- 0 a 0.3 correlação desprezível

Foram calculados, ainda, os intervalos de confiança dos tempos de oclusão e de soltura das sílabas [pe, pi, pu, ta, te, tɛ, tɔ, ka, kɔ] para poder realizar inferências sobre populações considerando os erros e o tamanho da amostra utilizando estimativa intervalar para variância desconhecida. O intervalo de confiança (IC) é utilizado para indicar a confiabilidade de uma estimativa e a amplitude do intervalo está associada à incerteza a respeito do parâmetro e é associado a um nível de confiança. Neste estudo, serão considerados 80% ($\alpha=0,2$), 90% ($\alpha=0,1$), 95% ($\alpha=0,05$) e 99% ($\alpha=0,01$), sendo α o nível de confiança. O nível de confiança é a probabilidade $1 - \alpha$, que é a proporção de vezes que o intervalo de confiança realmente contém o parâmetro populacional, supondo que o processo de estimação seja repetido um grande número de vezes. Os gráficos referentes aos intervalos de confiança encontram-se nos Apêndices B, C e D.

Foram ajustados modelos lineares mistos para [p, t, k], tendo como covariáveis a interação entre o tipo de fala (F e FD) e o contexto fonológico posterior para os tempos de soltura e de oclusão, para que se pudesse avaliar conjuntamente as variáveis e acomodar um efeito aleatório para cada indivíduo, que é necessário por tratar de um experimento com medidas repetidas.

A primeira modelagem consistiu em verificar o efeito do contexto fonológico posterior (vogal) nos tempos de oclusão e soltura das consoantes. A seleção de variáveis foi realizada via teste de razão de verossimilhança (TRV) com procedimento *backward*, sendo selecionadas aquelas que tiveram um valor-*p* menor que 0,05. Os resultados dos modelos serão apresentados a partir das estimativas, intervalo de confiança (95%) e valor-*p*. Os resultados dos modelos informam quais variáveis permaneceram no modelo e o sentido do efeito de cada uma delas.

A segunda modelagem consistiu no efeito de fala e sexo nos tempos de oclusão e soltura, ou seja, haverá uma combinação de variáveis. Na fase de ajuste de cada modelo foi realizada a análise de resíduos com o objetivo de avaliar se o modelo atendia os pressupostos. Os *outliers* foram reportados e, em casos de não qualidade do ajuste, foi realizada transformação logarítmica na variável resposta.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A análise acústico-instrumental da fala com finalidade forense necessita ser abordada por diferentes áreas de conhecimento e, devido ao aspecto multidisciplinar, é necessário que sejam justificadas as terminologias e apresentadas noções da produção articulatória das consoantes em questão e do uso do disfarce.

2.1 FONÉTICA FORENSE

A fonética forense é uma parte da linguística aplicada que se empenha em conhecimentos e métodos de análise da linguagem falada em contextos de investigações criminais. A fonética é uma importante ferramenta de análise de registros de voz armazenados em mídia que necessitem de verificação do falante. (GOMES *et al.*, 2012).

Embora o termo "fonética forense" aparente ser uma subespecialidade da "fonética", não é o que ocorre de fato. Segundo Braid (2003, p.5), "a fonética forense não se encerra na identificação de falantes, mas incide em todos os misteres criminalísticos que envolvam aspectos da fala ou, extrapolando, de sons em geral". Uma das atividades da Fonética Forense é a verificação do locutor, para se determinar se duas falas foram produzidas por um mesmo falante (KREMER, 2014).

A fonética é a ciência que apresenta os métodos para a descrição, classificação e transcrição dos sons da fala a partir das seguintes perspectivas: a articulatória, a auditiva, a acústica e a instrumental. A fonética articulatória ocupa-se da produção da fala do ponto de vista articulatorio e fisiológico e a auditiva compreende a percepção da fala. Já a fonética acústica compreende o estudo das propriedades físicas dos sons, enquanto que a instrumental debruça-se sobre o estudo das propriedades físicas da fala, considerando o apoio de recursos laboratoriais (CRISTÓFARO-SILVA, 2011).

Neste trabalho, trata-se por "fala" os registros obtidos dos locutores e gravados em mídia. Esse é o termo mais comumente utilizado no âmbito forense, conforme pode ser verificado em Braid (2003): "A Fonética (do grego *phonetiké*) tem por objetivo a fala, mediante o estudo da produção e percepção de seus sons".

Em relação ao tipo de perícia foco deste trabalho, também surgem diferentes terminologias. A atividade de atribuir autoria a um registro de fala é chamada, por

Braid, de "verificação de locutor" (2003). Estudos anteriores fazem distinções entre os termos "identificação" e "verificação", sendo a primeira, segundo Figueiredo (1994, p.9) a atribuição de "um enunciado produzido por um falante a um indivíduo dentro de um grupo de N falantes", enquanto a segunda seria "examinar se o enunciado produzido pelo falante desconhecido foi produzido por um, e apenas um, determinado falante".

No Brasil, o termo "verificação" era mais comumente utilizado. Atualmente, no entanto, tem-se dado preferência ao termo "comparação de locutor" ou "comparação forense de locutor", seguindo uma tendência mundial (VALENTE, 2012). Optou-se por utilizar a nomenclatura "exame de comparação de locutores" (ECL) no decorrer deste estudo, por tratar-se do mais recente consenso entre os peritos criminais oficiais.

"Os exames periciais em registros audiovisuais pertencem a uma das áreas da Criminalística com maior demanda atualmente" (GRECO, 2013, p. 359). A análise forense da fala não se restringe à área criminal, embora este seja o enfoque do trabalho, e outros ramos do direito podem valer-se dos conhecimentos técnicos de um perito para elucidar a autoria de fatos. No Brasil, a área criminal é de competência do estado, sendo este o responsável pela produção das provas materiais que embasarão o devido processo. O Código de Processo Penal discorre sobre os ritos processuais referentes ao processo criminal desde a ocorrência do fato e, em seu Capítulo II, referencia a atividade pericial.

"art. 158. quando a infração deixar vestígios, será indispensável o exame de corpo de delito, direto ou indireto, não podendo supri-lo a confissão do acusado.

art. 159. o exame de corpo de delito e outras perícias serão realizadas por perito oficial, portador de diploma de curso superior." (Decreto Lei nº 3.689, de 3 de outubro de 1941)"

"Infração penal" é um conceito essencialmente jurídico e refere-se a qualquer conduta contrária ao direito (FRAGOSO, 1993), enquanto "corpo de delito" é o conjunto de provas materiais ou vestígios conjugados da existência do fato criminoso obtido por exame feito na pessoa ou coisa (SANTOS, 2001). A gravação do sinal de fala, portanto, representa o corpo de delito da infração penal cometida.

Sendo atividade exclusiva do estado, quem realiza a perícia criminal são os servidores públicos ocupantes do cargo de perito oficial, exercendo a função de

perito criminal. Resguardados os ritos processuais, a lei permite que outros profissionais atuem como assistentes técnicos das partes ou, ainda, como peritos judiciais. Assim, cabe à iniciativa privada somente a participação autônoma como perito judicial ou assistente técnico da parte (GONÇALVES, 2013).

A atividade pericial, pela diversidade de condições verificadas caso a caso, exige que o perito realize pesquisas constantes para embasar tecnicamente seus laudos. No entanto, via de regra, o perito criminal não é um pesquisador acadêmico, já que os experimentos mantêm-se reservados ao meio processual por questões legais (GOMES e CARNEIRO, 2014). Conforme as metodologias de análise de fala são aprofundadas, as perícias realizadas com base em materiais obtidos de fato em contexto forense tornam-se mais robustas (MARTINS, 2014) e é essencial que existam incentivos para a realização de pesquisas forenses também no meio acadêmico.

Em relação à fonética forense, a problemática envolvendo as análises refere-se, além de disfarces eventualmente utilizados, à qualidade do material questionado. Em casos de fala disfarçada, Künzel (2000) coloca como principal questão em que medida um certo tipo de disfarce pode afetar a validade de um laudo pericial. Em relação à qualidade do material questionado, pode-se mencionar que uma grande parte das gravações é originária de interceptações telefônicas e que algumas variáveis desse canal, por exemplo, o ruído de fundo e a banda de telefonia, podem modificar o sinal de fala e suas medidas (BYRNE e FOULKES, 2004).

Tanto a questão do disfarce quanto da qualidade da gravação podem causar sérias consequências nas medidas dos parâmetros acústicos dos segmentos da fala captada. É de suma importância que o perito conheça o sistema sonoro da língua em análise, bem como o processamento do sinal.

2.2 SISTEMA CONSONANTAL DO PORTUGUÊS BRASILEIRO

O som da fala é o resultado de um processo complexo, que envolve a transformação de representações abstratas em comandos neuromotores (LEVELT, 1989, *apud* BARBOSA, 2015). A movimentação dos articuladores representa a concretização da conceitualização inicial. Esse modelamento do fluxo de ar egresso

dos pulmões produz os sons da fala (DENES e PINSON, 1963, *apud* BARBOSA, 2015). São três os sistemas que atuam na produção da fala: o respiratório, o laríngeo e o supralaríngeo, conforme ilustrado na Figura 4.

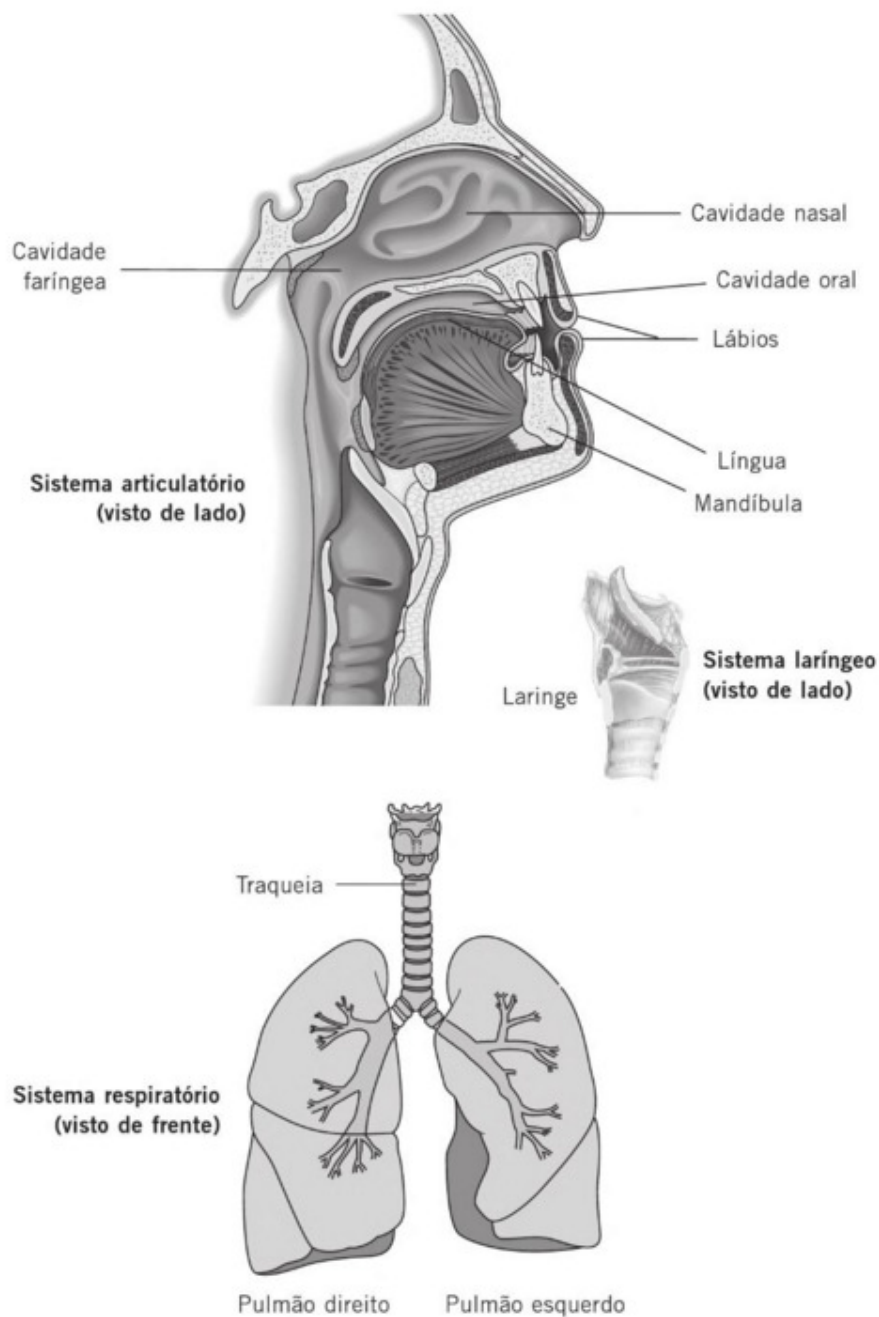


Figura 4 – O sistema de produção da fala.
Fonte: Kent e Read (2015), p. 15.

A Figura 5 evidencia o trato vocal e as cavidades e estruturas relacionadas à fonação.

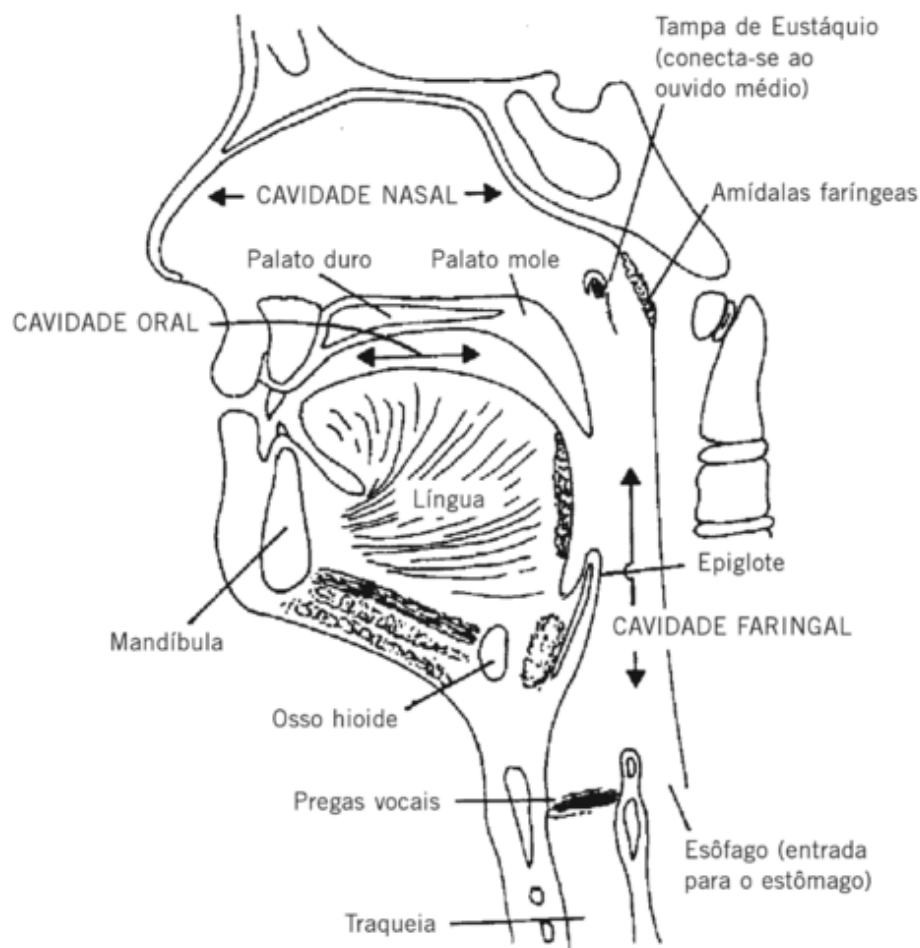


Figura 5 – Desenho de uma seção sagital média do trato vocal.
Fonte: Kent; Read (2015), p. 83.

Para produção das consoantes, o fluxo aéreo egresso dos pulmões pode encontrar a primeira constrição na laringe, com a aproximação e vibração das pregas vocais. As demais constrições serão resultantes da aproximação de outras estruturas supralaríngeas (SILVA, 2011).

As consoantes podem ser classificadas pelo ponto da obstrução do ar e pelo modo como se dá essa obstrução podendo ser, por exemplo, bilabiais, labiodentais ou alveolares. Um terceiro elemento de classificação é a vibração ou não das pregas vocais. Em relação ao ponto de articulação, a denominação ocorre em função das áreas dos articuladores passivos que tocam nos articuladores ativos para a promoção da obstrução do ar. De acordo com Santos (2008), em relação ao modo de articulação, os sons consonantais são classificados em:

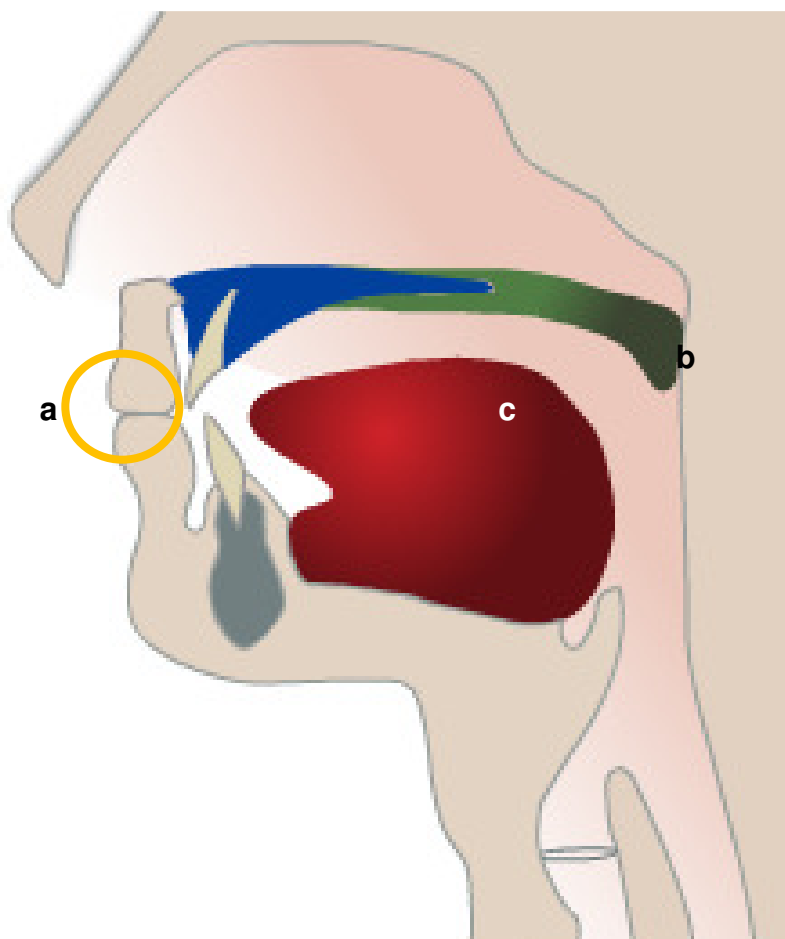
- Oclusivos: Sons produzidos pela obstrução total da corrente de ar, com elevação do véu palatino. A corrente de ar permanece retida pela obstrução e, quando os articuladores se afastam, a mesma passa rapidamente, como numa explosão.
- Nasais: Sons produzidos pelo ingresso da corrente de ar na cavidade nasal, quando a cavidade oral se encontra fechada (véu palatino abaixado e lábios fechados).
- Vibrantes: Sons produzidos pelos toques múltiplos e rápidos do articulador ativo (língua) no articulador passivo (alvéolo).
- Tepes: Sons produzidos pelo toque único e rápido do articulador ativo (língua) no articulador passivo (alvéolo).
- Fricativas: Sons produzidos pela passagem da corrente de ar por espaço obstruído pelos articuladores, mediante fricção.
- Fricativas laterais: Sons produzidos pelo escape de ar lateral, mediante a obstrução do centro da parte anterior da cavidade oral.
- Aproximantes: Sons produzidos por meio do estreitamento discreto da cavidade oral, de modo que a passagem da corrente se dá com menor turbulência, aproximando-se de vogais.
- Aproximantes laterais: Sons produzidos por meio da obstrução do centro da parte anterior da cavidade oral pela língua, de modo que a passagem da corrente ocorre pelas laterais, sem causar fricção.

Em relação à participação laríngea, as consoantes podem ser vozeadas (com vibração das pregas vocais) ou não vozeadas (sem vibração das pregas vocais).

2.2.1 Propriedades articulatórias dos fonemas oclusivos não vozeados

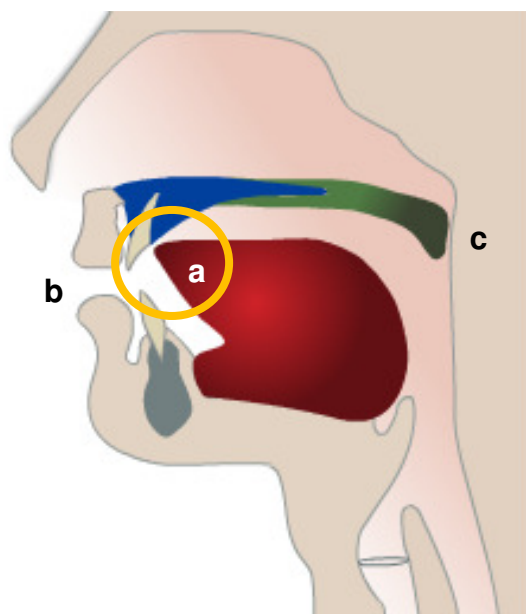
As consoantes [p, t, k] são classificadas como oclusivas não vozeadas. São fonemas oclusivos aqueles em que ocorre constrição total do trato vocal, seguida da liberação abrupta do fluxo aéreo. O vozeamento refere-se à participação ou não das pregas vocais. Uma das classificações das oclusivas em questão, conforme afirmado acima, se dá de acordo com o ponto em que ocorre a constrição no trato vocal e os articuladores envolvidos.

A produção da consoante /p/ ocorre com a aproximação dos lábios superior (articulador passivo) e inferior (articulador ativo), sendo classificada como bilabial. A Figura 6 demonstra o posicionamento dos articuladores no momento da produção: lábios superiores e inferiores em contato (a), véu palatino elevado (b) e língua em posição de repouso (c).



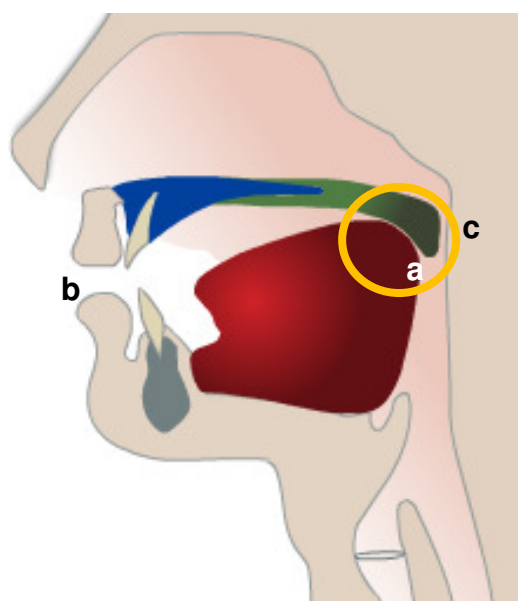
**Figura 6 – Modelo esquemático do ponto de articulação do bilabial [p].
Fonte: adaptado de CRISTÓFARO (2009).**

A produção da consoante /t/ ocorre pelo posicionamento do ápice da língua (articulador ativo) contra os alvéolos dentais (articulador passivo), com elevação do véu palatino e afastamento dos lábios, sendo classificada como línguo-alveolar. A Figura 7 demonstra o posicionamento dos articuladores no momento da produção: ápice da língua em contato com o alvéolo dental (a), lábios superiores e inferiores em afastados (b) e véu palatino elevado (c).



**Figura 7 – Modelo esquemático do ponto de articulação do línguo-alveolar [t].
Fonte: adaptado de CRISTÓFARO (2009).**

A produção da consoante /k/ ocorre pelo contato da parte posterior da língua (articulador ativo) com o véu palatino (articulador passivo), sendo classificada como velar. A Figura 8 demonstra: (a) parte posterior da língua em contato com véu palatino, (b) lábios superiores e inferiores em afastados (c) véu palatino elevado.



**Figura 8 – Modelo esquemático do ponto de articulação do velar /k/.
Fonte: adaptado de CRISTÓFARO (2009).**

2.2.2 Propriedades acústicas dos fonemas oclusivos não vozeados

As oclusivas não vozeadas têm em comum, em sua produção: não terem a participação das pregas vocais (a glote permanece aberta), o véu palatino manter-se elevado, haver retenção do fluxo aéreo na cavidade oral pela aproximação dos articuladores com aumento de pressão e ocorrer liberação abrupta desse fluxo, após o afastamento dos articuladores (BARBOSA, 2015).

Na Figura 9 tem-se uma representação esquemática das fases de produção das oclusivas, representadas por: (1) intervalo de obstrução do trato vocal; (2) soltura da obstrução do trato vocal; (3) transição formântica para o som seguinte.

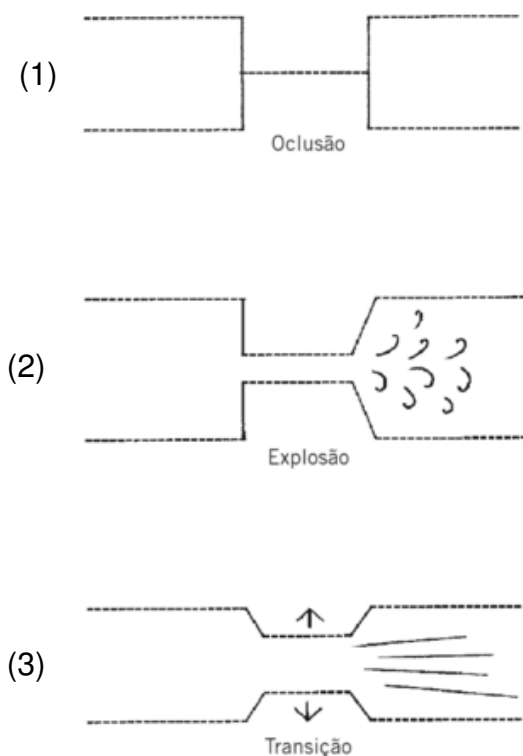


Figura 9 – Eventos principais na produção das consoantes oclusivas.
Fonte: Kent e Read (2015) p. 85.

Os parâmetros acústicos analisados em fonética forense encontram-se no item 2.3 e referem-se a medidas relacionadas à produção do pulso glótico (voz) na laringe e às modificações sofridas pelo sinal durante o trajeto pelo trato vocal. Os correlatos acústicos dos fenômenos de produção da fala podem ser analisados por meio de oscilograma e espectrogramas. O oscilograma é a representação gráfica das variações de amplitude da fala (eixo vertical) ao longo do tempo (eixo

horizontal). O espectrograma é a representação das variações de frequência (eixo vertical), ao longo do tempo (eixo horizontal) e uma terceira dimensão que corresponde à amplitude de cada componente frequencial representada em escala de tom. Ambos permitem a exploração da sonoridade, amplitude (intensidade), duração, pausas, acento, taxa de elocução e ritmo (Listeri, 2016).

As consoantes oclusivas apresentam sequências variáveis de segmentos acústicos que correspondem a:

"intervalo de silêncio, a explosão que corresponde à fase de distensão e a transição de formantes que ocorre quando a configuração do trato vocal se altera desde a constrição oral durante a oclusiva para uma forma relativamente aberta para a produção da vogal seguinte" (LOUSADA, 2006, p. 14).

Assim, essas consoantes podem ser identificadas acusticamente por três eventos: a oclusão, a soltura e a transição formântica entre a oclusiva e a vogal seguinte (PRESTES, 2013). A Figura 10 ilustra essas fases de produção. As letras "a" e "e" representam o contexto intervocálico no qual a consoante ("b, c, d"), encontra-se inserida. As barras verticais dividem as fases de produção das consoantes oclusivas não vozeadas.

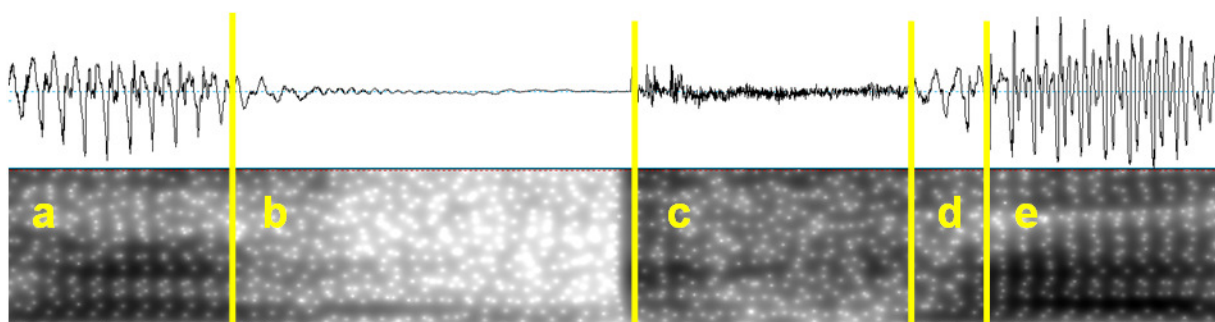


Figura 10 - Oscilograma e espectrograma durante a produção de [k].
Fonte: A autora (2016).

DORMAN (1977) propõe a segmentação acústica das consoantes oclusivas da seguinte forma:

- Oclusão: normalmente, um período silencioso, ocasionalmente vozeado;
- Soltura: ruído de explosão transiente (usualmente menor que 20 ms);
- Fricativo (0 a 10 ms): quando os articuladores se afastam e o ar passa por estruturas que estejam em estreitamento;

- Aspiração (2 a 20 ms): São detectadas transições formânticas, no qual o corpo da língua se posiciona apropriadamente para a produção da vogal seguinte; e
- Transições formântico vozeadas, sinalizando os estágios finais do posicionamento da língua e os primeiros pulsos laríngeos.

A fase de oclusão é representada acusticamente por um intervalo de pouca ou nenhuma energia acústica. De acordo com Kent e Read (2002), o intervalo de oclusão (*stop gap*) é o espaço acústico correspondente à oclusão articulatória. É esperado que, nas oclusivas não vozeadas, seja quase completamente silencioso pela ausência de vibração das pregas vocais. Um dos critérios primários de identificação desse intervalo é uma região com energia reduzida, tipicamente entre 50 e 150 ms de duração.

No português europeu (PE), Lousada (2006) encontrou duração média de intervalos de oclusão, em início de palavra: 146 ms para o /p/, 128 ms para o /t/ e 108 ms para o /k/, sendo verificado que o ponto de articulação influencia a duração da oclusão. No mesmo estudo, a autora relatou a influência da vogal seguinte na duração da oclusão. A oclusão é mais longa quando precede uma vogal [+alta] do que quando precede uma vogal [+baixa]. Os valores encontrados para [pi, pu] tiveram média de 163 ms, enquanto que para [pa] a média foi de 138ms; para [ta], média de 141 ms e [ti,tu] 148 ms; para [ka], média de 118 ms e [ki, ku] 132 ms. A fase de oclusão, no PB, dura entre 73 e 142ms (MELO *et al.*, 2012).

Lousada (2006) discorre sobre uma sequência de eventos durante a distensão¹ das consoantes oclusivas não vozeadas, posterior ao intervalo de silêncio: oscilação inicial breve da velocidade de volume; ruído de fricção na constricção quando as superfícies expandidas do trato vocal retornam à sua posição de repouso; um possível intervalo de tempo curto de ruído de aspiração; o início da vibração das cordas vocais e o movimento dos lábios e do corpo da língua para uma configuração apropriada para a produção da vogal seguinte. Nem todos os eventos estão presentes para uma determinada distensão (STEVENS, 1998 *apud* LOUSADA, 2006), visto que muitas línguas não têm consoantes aspiradas. A Figura 11 representa as fases expostas.

¹ Lousada (2006) cita o termo "distensão" (português europeu) para os eventos cujos correlatos acústicos são correspondentes ao descrito como soltura no português brasileiro.

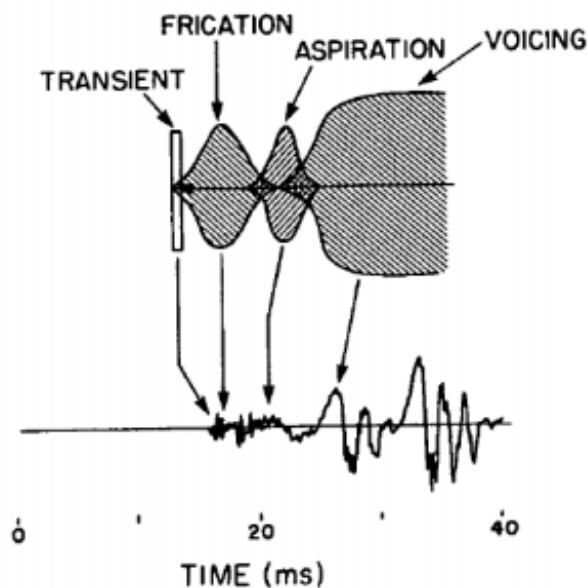


Figura 11 – Sequência de eventos da fase de soltura de uma consoante não vozeada.
 Fonte: Adaptados de Stevens (1983) *apud* LOUSADA (2006).

A soltura é um dos eventos mais breves da fala e raramente tem duração superior a 20-30 ms (KENT; READ, 2002). O *burst* (a) dura entre 5 ms e 40 ms e está entre os mais breves eventos articulatórios da fala (KENT; READ, 1992) e representa o afastamento dos articuladores com liberação do fluxo de ar. É identificado no oscilograma como uma forma de onda, e no espectrograma, por meio de uma coluna vertical mais escura. A soltura e o fricativo podem ser separados no oscilograma, mas não discriminados perceptivamente, e geralmente são considerados como um único *burst*, com duração entre 2 ms e 30 ms (DORMAN, 1977).

Ocasionalmente, é possível divisar dois ou mais *bursts* seguidos, os chamados *bursts* múltiplos. Segundo Bonatto *apud* Prestes (2007, p. 54), a presença de *bursts* múltiplos pode ser devida “a características físicas de superfície de contato do palato ou uma alta pressão supraglótica”. Resumindo, oclusivas se distinguem por terem um tempo de oclusão, um tempo de soltura e a transição formântica. (REETZ, 2009)

Sobre a duração da soltura em posição medial de palavra, Lousada (2006) cita em seus resultados que para a bilabial /p/ a média foi de 19 ms, para o línguo-alveolar /t/ 22 ms e para o velar /k/ 35 ms. Em relação ao contexto fonológico posterior, concluiu que a soltura de oclusivas seguidas por vogais [+altas] é mais

longa que das seguidas por vogais [+baixas]. As médias obtidas foram: [pa] 12 ms, [pi, pu] 24 ms; [ta] 13 ms, [ti, tu] 35 ms; [ka] 31 ms, [ki, ku] 60 ms.

Uma análise acústica das características temporais do português brasileiro foi apresentada por Murphy *et al.* (1998). As autoras realizaram as medidas de lista de palavras isoladas e foneticamente balanceadas, repetidas pelo participante. A duração dos sons alvo (fricativas ou plosivas²) foi medida a partir do primeiro ponto espectral da consoante até o último ponto anterior à coarticulação com a vogal seguinte. As vogais subsequentes não foram analisadas. Os resultados apontaram os seguintes valores: /p/ (31 ms), /t/ (36,12 ms) e /k/ (55,12 ms).

Os estudos sobre consoantes oclusivas, tanto na área forense como em estudos de linguagem, encontram-se bastante voltados ao *voice onset time* (VOT). (VELOSO, 1995; BARROCO, 2007; JOVIČIĆ, 2008; MELO, 2012; PRESTES, 2013). O *voice onset time* refere-se à relação entre a fase de soltura e o início da vibração das pregas vocais e recebeu tal denominação por Lisker e Abramson (1964). Trata-se de uma fase acusticamente rica, no entanto, bastante suscetível às condições não controladas do sinal de fala obtido em situação forense.

2.3 EXAME DE COMPARAÇÃO DE LOCUTORES (ECL)

A finalidade do exame de comparação de locutores é verificar se dois registros de voz e fala teriam sido produzidos por um mesmo indivíduo. O exame consiste na comparação entre um áudio denominado questionado (sobre o qual pairam dúvidas quanto à autoria) e um registro padrão (registros de fala com identidade conhecida) (DRESCH, 2016).

As diferenças entre as vozes podem ser divididas em orgânicas e aprendidas. Enquanto as orgânicas são resultantes das conformações das estruturas do trato vocal, as aprendidas são resultantes da combinação de comandos neurais aos articuladores aprendidos por cada indivíduo. Muitas das características são afetadas pelos dois fatores concomitantemente. (WOLF, 1972)

A metodologia para reconhecimento de locutores pode ser classificada em três categorias: por reconhecimento automático, por análise espectrográfica e por análise perceptiva (AMINO, 2012). De acordo com Gonçalves (2013), os métodos de

² "Plosiva" é um termo também utilizado para definir as oclusivas, tomando por referência a característica acústica (BARBOSA, 2015).

análise empregados no exame de comparação de locutores no Brasil estão em relativa conformidade com o levantado pela comunidade científica e existe o entendimento da necessidade de se aumentar o número de parâmetros quantitativos. A autora afirma, ainda, que qualquer elemento que venha a contribuir para a definição confiável, especialmente os quantitativos, são bem vindos.

Em pesquisa realizada por Gold e French (2011), foi efetuado um levantamento das técnicas utilizadas para esse exame em treze países, sendo constatada a predominância da utilização das análises classificadas como perceptivo-auditiva e acústico-instrumental, ou simplesmente perceptiva e acústica. Os autores observaram, ainda, que mesmo quando algum sistema de reconhecimento automático é utilizado, não se abandonam por completo as análises humanas, tanto que recentemente tem-se adotado a nomenclatura "Automático com Supervisão Humana" (MORRISON *et al.*, 2015).

No Brasil, o exame de comparação de locutores (ECL) é realizado combinando-se a avaliação perceptivo-auditiva e a acústico-instrumental, já que são avaliações complementares, em consonância com outros países do mundo (GONÇALVES, 2013). A análise perceptivo-auditiva fornece informações importantes sobre a anatomofisiologia do trato vocal e dos aspectos linguísticos e, embora considerada subjetiva, é considerada padrão ouro por alguns autores (BEHLAU, 2001; DAJER, 2010).

A análise acústico-instrumental ancora-se na fonética acústica, quando cotejam-se trechos correspondentes de um enunciado controle com os de um enunciado experimental (BARBOSA, 2015). Dessa forma, pode-se conduzir comparações acerca das variações que ocorrem tanto na fala de um mesmo sujeito como ao compará-la a de outros locutores, permitindo a extração de medidas isoladas e combinadas (PIFAIA, 2013) dos parâmetros, consistindo em uma ferramenta bastante útil para corroborar os dados obtidos perceptivamente. A análise acústica engloba medições de curto e longo termo, nos domínios temporal e espectral, sendo que, de acordo com Morrison *et al.* (2009), os parâmetros acústicos servem como suporte para achados em análises perceptivas.

Dentre os parâmetros acústicos analisados, destacam-se a frequência fundamental (F0) e o padrão formântico das vogais. A frequência fundamental (F0) é o correlato acústico da frequência de vibração das pregas vocais e é considerada um dos parâmetros mais importantes, pois pode ser extraído mesmo em gravações

de má qualidade (ROSE, 2002). No entanto, as emissões podem ser afetadas pelo estado emocional, diferenças temporais entre as duas amostras, ingestão de álcool, uso de psicotrópicos, ou estado de saúde.

Os formantes são resultado de diferentes áreas de ressonância do trato vocal, de número infinito (ROSE, 2002), mas apenas os primeiros são tidos em conta devido às condições em que são obtidas as gravações no contexto forense. Os dois primeiros formantes (F1 e F2) têm uma relação direta com os movimentos da língua (elevação/abaixamento e avanço/recuo). As frequências de F1 e F2 das vogais fornecem informação relevante para a identificação dos falantes na medida em que os valores destes formantes denotam as tendências articulatórias de cada indivíduo. As frequências dos formantes são determinadas pelo tamanho e pelas diferenças das várias estruturas do trato vocal de cada falante (JESSEN, 2008). Para além de F1 e F2, os formantes superiores podem ser mais particularizadores, porém, as condições das gravações inviabilizam sua utilização.

O estudo do gesto articulatório traz elementos importantes acerca da anatomofisiologia do locutor e de seu aprendizado motor. Assim, embora necessite ser considerada a variação intrafalante, é importante que sejam pesquisados eventos que, segundo Martins (2014), sejam detectáveis nas frequências presentes na banda telefônica, sejam pouco influenciados pelo ruído de fundo, e estejam presentes mesmo em situações de disfarce, entre outras. Apesar dos aspectos anatômicos e fisiológicos serem comuns a todos os indivíduos, o mecanismo de produção da fala é complexo e individual (RUA, 2006).

O ECL ocorre por meio da comparação de uma amostra questionada com outra amostra cuja autoria possa ser formalmente comprovada (amostra padrão). É desejável que o material padrão seja coletado pelos peritos. Essa modalidade pericial ancora-se na comparação de elementos linguísticos das amostras, buscando que se verifique se as convergências encontradas são suficientemente robustas para que seja sustentada a hipótese ou o contrário. Entre a sustentação e a refutação da hipótese da autoria, existem possibilidades que buscam elucidar, ao requisitante, qual o peso do resultado obtido (GONÇALVES 2015; MORISSON, 2015).

As convergências e/ou divergências são elencadas e chega-se à atribuição da autoria das falas. O perito, então, apresenta o seu resultado, indicando seu grau de certeza por meio de escalas, não cabendo o posicionamento e a formulação de

respostas que extrapolem seu campo científico (CHAMPOD, 1999). As conclusões do exame costumam ponderar a relevância dos achados e os elementos dificultadores. Martins *et al.* (2014) afirmam utilizar como referência a escala de conclusões estabelecida pelo *American Board of Recorded Evidence* (ABRE) e pela *International Association of Forensic Phonetics and Acoustics* (IAFPA) e, para que sejam atingidos os valores mais elevados da escala, faz-se necessário verificar a presença de três formantes bem definidos, pelo menos vinte padrões acústicos de palavras que possam ser comparados, contemporaneidade menor que 6 anos e ausência de disfarce e/ou imitação nas gravações. A não verificação de qualquer destas condições tem como consequência uma descida na escala.

Nolan (1983) indica que um parâmetro eficiente deveria ocorrer frequentemente nas amostras, ser de fácil mensuração ou quantificação, ser robusto - ou seja resistente a distorções do sinal, disfarces ou imitações e não ser influenciável por estados físicos ou emocionais ou outros contextos de comunicação.

Em relação às limitações do exame, existem alguns elementos dificultadores inerentes ao tipo de análise. O primeiro refere-se à variação intrafalante. De acordo com Taylor (2002), "a voz de um mesmo locutor variará bastante; ninguém, nunca realizará uma mesma produção exatamente da mesma forma". Assim, a análise do gesto articulatório de um determinado locutor deverá ser maleável ao considerar os limites individuais de produção de um segmento. O exame de falas de um locutor que apresente alta variabilidade em suas emissões será dificultado em sua etapa seguinte, quando serão comparadas suas medidas com as de outro sujeito.

Outros dificultadores da análise de trechos de fala com finalidade pericial: as falas não são controladas em sua produção e captura e os modos de transmissão e armazenamento interferem em suas características acústicas. Estudos sobre os efeitos do sinal telefônico (KÜNZEL, 2001;) indicam que além das características acústicas da transmissão telefônica e do filtro passa banda, existem artefatos que podem alterar os valores dos formantes da fala, além dos diferentes formatos de áudio digital (MEINERZ, 2012; MASTHOF, 1996). Passetti (2015) relata os efeitos da transmissão telefônica sobre as vogais orais do português brasileiro como sendo verificáveis tanto pelo comportamento formântico como perceptivamente.

Gfröerer (2003) listou os principais problemas em reconhecimento de locutor e estimou sua significância. Dentre os problemas apontados como ocasionais, encontram-se os disfarces. Segundo afirmado por Gillier (2011, p.20), a presença do

disfarce é um dos fatores que mais dificulta a atividade pericial, pois distorce a voz e produz enorme variação de F0, formantes, banda formântica e duração dos segmentos. A autora afirma, ainda, que a literatura sobre disfarces não é extensa.

2.4 DISFARCE

Wagner (1999) mencionou o uso do disfarce como frequente no âmbito forense. Sua investigação envolveu o reconhecimento de falantes cujas vozes já eram conhecidas dos ouvintes leigos. Concluiu ser muito difícil ou até mesmo impossível reconhecer um falante que seja familiar quando o falsete é utilizado como disfarce.

Embora Ladefoged (1984) tenha arguido que os disfarces e imitações eram raros no âmbito forense, pois geralmente o envolvido não suporia estar sendo gravado, atualmente o acesso à tecnologia proporciona realidade diferente. Masthoff (1996) relatou que os agressores utilizaram disfarces em 52% dos casos, porcentagem que subiam para 62% quando se tratava de chamadas mal intencionadas. Em geral, o agressor era conhecido da vítima. Künzel (2000) estimou que a porcentagem de disfarces estava entre 15 e 25% dos casos. No Brasil, de acordo com Figueiredo (2010), os disfarces são frequentemente utilizados em sequestros, sendo a técnica mais utilizada com um objeto entre os dentes (na boca).

Hove e Dellwo (2014) consideraram o disfarce como um sério problema para identificação de falantes. Rodman (2000) refere que, na prática, o criminoso geralmente disfarça sua voz, especialmente em crimes com a expectativa de gravação.

Amino *et al.* (2011) referem que o objetivo do disfarce, no âmbito forense, seria modificar o registro de sua qualidade de voz para falsificar sua identidade ou para imitar a voz de outra pessoa. A detecção e identificação do disfarce deveriam ser um pré-requisito dos exames forenses. Ressaltam a importância de desenvolvimento de metodologia que possa detectar robustamente o disfarce. O disfarce é normalmente utilizado em ameaças telefônicas, chamadas maliciosas, extorsão, chantagens ou terrorismo.

Amino *et al.* (2011) reportam, ainda, que há casos em que o disfarce é não deliberado, ocasionado por mudanças involuntárias de voz como, por exemplo, em chamadas com qualidade ruim, forte emoção do locutor que possa retirar a clareza

da comunicação, ou até mesmo patologias que possam transformar a produção do discurso. Os autores classificam algumas modalidades de disfarce: pinçamento das narinas, lenço em frente à boca, imitação automática. Citam outros estudos que dividem os disfarces em: sussurrada, falsete, sotaque estrangeiro, cujos estudos compreendiam principalmente aspectos suprasegmentais, como frequência fundamental, variação da taxa de elocução, distribuição de energia por banda de frequência.

Rodman (2000) propôs classificações dos tipos de disfarce em:

- Eletrônico deliberado: modificação intencional do sinal com uso de recurso eletrônico.
- Eletrônico não deliberado: resultante da transformação do canal de linha telefônica fixa ou GSM.
- Não eletrônico deliberado: modificação intencional da emissão (disfarces, imitação).
- Não eletrônico não deliberado: alterações de saúde, fisiológicas.

Alguns exemplos de possíveis disfarces elencados pelo autor, em relação à fonte glótica, o uso do falsete, a diminuição do *pitch*, o sussurro, o *fry*, a fonação inspiratória e a elevação ou abaixamento laríngeo. Cita, ainda, o uso de dialeto estrangeiro, a simulação de desordens de fala, imitações, hipernasalidade e modificações entoacionais (mudanças da acentuação, do ritmo, da taxa de elocução) e outros disfarces com uso de recursos extra fonatórios (pinçamento das narinas, uso de objetos).

Sobre a influência do uso de disfarces nos resultados, Zhang e Tan (2007) estudaram o efeito de 10 tipos de disfarces e concluíram que a taxa de identificação, em reconhecimento automático, diminui na presença de qualquer um deles. Referiu, ainda, que a variação intrafalante persiste também no disfarce.

Os parâmetros acústicos modificados pelo uso dos disfarces foram relatados por alguns autores. Künzel (2000) estudou o efeito de três disfarces sobre a frequência fundamental. Concluiu que é possível recuperar a frequência fundamental do falante se o disfarce consistiu na descida de F0 ou desnasalização, o que não é possível se o disfarce for o aumento de F0. Houve decréscimo do tempo de fala e aumento de pausas.

Kremer e Gomes (2015) realizaram um estudo perceptivo e acústico sobre a eficiência do disfarce em vozes femininas, analisando o comportamento da frequência fundamental. Como resultado, observaram que a eficiência do disfarce envolvia mudanças de F0 combinadas a algum outro tipo de ajuste.

Rose e Simmons (1996) relataram que os maiores problemas em identificação de locutor seriam a variação intrafalante e o sinal acústico. O estudo piloto examinou a distorção natural sob a ocorrência de duas variáveis: disfarce e transmissão telefônica. Sobre o disfarce, concluíram que o padrão formântico de F1 e F2 se alterava independentemente do tipo de disfarce utilizado. Já F3 e F4 apresentaram modificações se fosse utilizado um tipo de disfarce de base articulatória, o que não ocorreu se o disfarce fosse uma imitação de sotaque estrangeiro.

Reich *et al.* (1976) analisaram acusticamente seis tipos de disfarce utilizando taxa de elocução, harmônicos, *jitter*³, *shimmer*⁴, pausas, frequência fundamental, análise formântica. Todos os tipos influenciaram na identificação, sendo os menos eficazes a nasalidade e a diminuição do tempo de fala.

Em relação aos parâmetros temporais, Johnson (1983), *apud* FIGUEIREDO (1994), constatou que os mesmos parecem ser relativamente resistentes ao disfarce. Em um estudo sobre imitação, Eriksson e Wretling (1997) concluíram que o parâmetro segmental (tempo de produção de segmentos) é o menos modificado, ou seja, pode ser considerado rígido. Os locutores variam a taxa de elocução como um todo, mas os tempos de articulação são muito difíceis de sofrerem modificação consciente.

Jovičić e Kašić (2011) realizaram análise dos efeitos do uso de voz sussurrada sobre a duração das 25 consoantes sérvias. Dentre outras alterações, verificou-se que consoantes tiveram sua duração prolongada em 10%, em média.

Martins *et al.* (2014) exploraram a possibilidade de introdução de um novo parâmetro de análise, o "PreVoz". A hipótese seria de que os valores de duração do pré-vozeamento dependem do falante, podendo fazer parte do seu perfil vocal. A duração do "PreVoz" é obtida medindo-se o período que antecede a realização de qualquer vogal na transição a partir de uma consoante não vozeada. Os resultados

³ O *jitter* é uma medida de curto termo (ciclo a ciclo e refere-se a pequenas variações involuntárias na frequência fundamental. Fonte: a autora

⁴ O *shimmer* é uma medida de irregularidade percentual na amplitude. Fonte: a autora

apontaram que os valores de cada falante nunca se sobrepuseram integralmente aos de outro. Esse parâmetro foi considerado promissor, pois como o segmento oscila entre 0 e 17 ms, o que o tornaria "não manipulável" conscientemente e resistente ao disfarce e à imitação.

Dellwo *et al.* (2009) estudaram a influência do disfarce sobre a variação intrafalante dos parâmetros acústicos de ritmo. Os resultados indicam que os falantes não teriam estratégias de controle dos intervalos temporais do intervalo entre consoante e vogal, podendo ser um parâmetro interessante para situações que envolvam disfarce ou, ainda, quando outros parâmetros comumente analisados estivessem modificados ou degradados pelas gravações.

Os parâmetros acústicos temporais de segmentos parecem constituir uma possibilidade de análise que envolve metodologia relativamente simples na área forense.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme detalhado na seção 1.3, os testes realizados consistiram em analisar gravações de falas, sem uso de disfarce (F) e com uso de disfarce (FD), de um texto previamente definido. Foram obtidas as medidas de duração dos tempos de oclusão e de soltura, nos fonemas citados, de 20 indivíduos para essas falas.

Cada indivíduo realizou duas leituras para cada tipo de fala e as medições obtidas encontram-se no Apêndice A. Nesta seção serão pormenorizadas as medidas obtidas, considerando-se o tipo de fala (F), fala disfarçada na primeira leitura (FD1) e fala disfarçada na segunda leitura (FD2) e o contexto fonológico posterior. Na sequência, apresentam-se análises e inferências estatísticas entre as falas consideradas.

3.1 DURAÇÃO DO TEMPO DE OCLUSÃO E DE SOLTURA DE [p, t, k]

Todas as análises partiram da obtenção das medidas das fases de oclusão e de soltura. O tempo de duração total dos fonemas não deve ser considerado como o somatório de tempo de oclusão e de soltura, pois conforme mencionado no Capítulo 3, os fonemas oclusivos são compostos por três fases e este estudo focou-se em apenas duas.

Os valores referem-se às médias da duração da oclusão e da soltura, dos 20 indivíduos, considerando-se F e FD2 e encontram-se na Tabela 2.

Os valores médios de duração da fase de oclusão auferidos neste estudo foram de 117 ms para [p], 104 ms para [t] e 81 ms para [k], enquanto os documentados por Melo *et al.* (2012), para o português brasileiro, encontram-se entre 73 e 142 ms. Kent e Read (2002) reportaram medidas que variavam entre 50 e 150 ms de duração para o tempo de oclusão do inglês.

Tabela 2 – Medidas de duração dos tempos de oclusão e soltura de [p, t, k].

	F		FD2	
	Média (s)	Desvio Padrão	Média (s)	Desvio Padrão
Oclusão [p]	0.117		0.112333	
[pe]	0.110	0.033	0.115	0.025
[pi]	0.123	0.048	0.108	0.038
[pu]	0.118	0.019	0.114	0.014
Oclusão [t]	0.1046		0.1008	
[ta]	0.094	0.021	0.089	0.019
[te]	0.121	0.083	0.103	0.023
[tɛ]	0.086	0.022	0.086	0.023
[tɔ]	0.115	0.024	0.114	0.017
Oclusão [k]	0.081		0.0765	
[ka]	0.074	0.015	0.070	0.019
[kɔ]	0.088	0.016	0.083	0.010
Soltura [p]	0.016		0.017667	
[pe]	0.017	0.013	0.016	0.018
[pi]	0.012	0.006	0.016	0.007
[pu]	0.019	0.015	0.021	0.016
Soltura [t]	0.0168		0.0168	
[ta]	0.017	0.011	0.018	0.009
[te]	0.015	0.010	0.016	0.009
[tɛ]	0.016	0.014	0.017	0.006
[tɔ]	0.019	0.016	0.017	0.008
Soltura [k]	0.0325		0.0345	
[ka]	0.030	0.017	0.033	0.014
[kɔ]	0.035	0.018	0.036	0.016

Fonte: A autora (2016).

Dessa forma, verificou-se que o ponto articulatório influencia a duração da oclusão, já que as médias foram diferentes para cada consoante, o que encontra amparo no descrito por Lousada (2006), para o português europeu. Em seu estudo, a autora obteve duração média de 146 ms para [p], 128 ms para [t] e 108 ms para [k]. Comparando-se português europeu e português brasileiro, constata-se que a fase de oclusão é mais breve no português brasileiro para as três consoantes oclusivas não vozeadas.

No tocante ao tempo médio de soltura, foi obtido intervalo entre 16 e 32 ms, o que é condizente com os resultados reportados por Kent e Read (1992, 2002) e Dorman (1977) e Lousada (2006). Ao propor a segmentação acústica das consoantes oclusivas do inglês, Dorman (1977) informou tempo de soltura (*burst*) com duração entre 2 ms e 30 ms. Kent e Read (2002) descrevem a soltura como um dos eventos mais breves da fala e que raramente teria duração superior a 20 ou 30 ms.

Foram apreciados, neste estudo, os valores médios de tempo de soltura de 16 ms para [p, t] e 32 ms para [k]. Lousada (2006) estimou o tempo médio de soltura para o [p] foi de 19 ms, para o [t] 22 ms e para o [k] 35 ms, para o português

européu. Percebe-se que o tempo de soltura de [p, t] no português europeu apresenta diferenças não observadas nesta amostra, para o português brasileiro.

A Tabela 3 expõe os valores previamente reportados na literatura e os obtidos neste estudo. Os valores não reportados encontram-se representados por NR.

Tabela 3 – Valores de oclusão e de soltura obtidos na literatura e neste trabalho.

	Médias do Estudo (ms)	Melo <i>et al.</i> (2012) (ms)	Lousada (2006) (ms)	Dorman (1977) (ms)	Kent e Read (2002) (ms)
Oclusão					
[p]	117	NR	146	NR	NR
[t]	104	NR	128	NR	NR
[k]	81	NR	108	NR	NR
Intervalo	81 - 117	73 - 142	108 - 146	NR	50 e 150
Soltura					
[p]	16	NR	19	NR	NR
[t]	16	NR	22	NR	NR
[k]	32	NR	35	NR	NR
Intervalo	16 - 32	NR	19 - 35	2 - 30	20 - 30

Fonte: A autora (2016).

3.1.1 Tempo de oclusão e soltura x contexto fonológico posterior

Um dos aspectos da variação acústica relacionado ao contexto fonológico é a coarticulação, que é a consequência da coprodução das sequências dos gestos articulatórios e faz com que um segmento acústico sofra o efeito de segmentos adjacentes (BARBOSA, 2015). No contexto forense é importante considerar a influência da coarticulação para justificar que os segmentos sejam comparados preferencialmente em contextos fonológicos parecidos.

A coarticulação pode ser antecipatória ou perseveratória. Buscou-se neutralizar os efeitos da coarticulação perseveratória para que o início do tempo de oclusão pudesse seguir critérios uniformes, cotejando-se somente as consoantes [p, t, k] sucedidos da vogal [a]. A articulação antecipatória não foi neutralizada, já que um dos objetivos do trabalho era verificar os efeitos exercidos pelas mesmas sobre o tempo de duração da oclusão e da soltura.

A escassez de trabalhos referentes ao português brasileiro em fonética descritiva dificultou a discussão dos dados obtidos. O trabalho de Lousada (2006) traz medidas do português europeu, diferenciando a posição em que os fonemas foram realizados (posições inicial, medial e final). O presente estudo contemplou unicamente a posição medial, enquanto os dados de Lousada, para oclusão, não

trazem as medidas de posição medial. A Tabela 4 contém os valores obtidos para os pares examinados e também os valores obtidos por Lousada para as posições iniciais e mediais dos tempos de oclusão.

Tabela 4 – Valores de oclusão obtidos neste estudo e em Lousada (2016).

	Médias do Estudo Posição medial (ms)	Lousada (2006) Posição medial (ms)	Lousada (2006) Posição inicial (ms)
[p]	117	110	155
[pa]	NR	NR	138
[pe]	110	NR	NR
[pi]	123	NR	163
[pu]	118	NR	163
[t]	104	114	146
[ta]	NR	NR	141
[te]	121	NR	NR
[tɛ]	86	NR	NR
[ti]	NR	NR	148
[tu]	NR	NR	148
[k]	81	104	128
[ka]	30	NR	118
[ki]	NR	NR	132
[kɔ]	35	NR	NR
[ku]	NR	NR	132

Fonte: A autora (2016).

Ao serem analisados os dados do trabalho de Lousada (2006), observa-se diferença entre os valores obtidos em fala inicial e fala medial para os tempos de oclusão. Em posição inicial, o bilabial [p] tem tempo de oclusão igual a 155 ms, enquanto em posição medial tem duração de 110 ms. O tempo de oclusão obtido por este trabalho é de 117 ms (posição medial). Em relação ao português europeu, o bilabial [p] do português brasileiro, em posição medial, tem duração maior.

Quando observados os valores do tempo de oclusão da línguo-alveolar [t] para o PB (104 ms) verificou-se valor maior para o PE (114 ms). O tempo de oclusão da velar [k] para PB foi 81 ms e 104 ms para o PE.

Embora pareça distante da realidade forense, as diferenças acústicas dialetais podem constituir elementos de caracterização de um indivíduo, pois retratam sutilezas do uso da língua que podem estar presentes em um caso de imitação ou disfarce. Sabe-se, portanto que, em relação ao tempo de oclusão, o português europeu tem valores superiores ao português brasileiro na produção das consoantes [t] e [k] e inferiores para [p]. Caso um determinado locutor apresente tais características, é possível levantar a hipótese de influência dialetal, por exemplo.

Em relação ao tempo de soltura, a Tabela 5 contém os valores obtidos por este estudo e por Lousada (2006).

Tabela 5 – Valores de soltura obtidos neste trabalho e em Lousada (2016).

	Médias do Estudo Posição medial (ms)	Lousada (2006) Posição medial (ms)	Lousada (2006) Posição inicial (ms)
[p]	16	19	20
[pa]	NR	12	12
[pe]	17	NR	NR
[pi]	12	NR	24
[pu]	19	NR	24
[t]	16	22	28
[ta]	NR	NR	NR
[te]	15	NR	NR
[tɛ]	17	NR	NR
[ti]	NR	NR	35
[tɔ]	19	NR	NR
[tu]	NR	NR	35
[k]	32	35	51
[ka]	30	NR	31
[ki]	NR	NR	60
[kɔ]	35	NR	NR
[ku]	NR	NR	60

Fonte: A autora (2016).

Os valores de soltura da bilabial [p] parecem menos influenciáveis pela posição inicial ou medial referenciadas por Lousada (2006), já que o valor em posição inicial é 20 ms e medial 19 ms. O valor da velar [k] em posição inicial tem duração de 51 ms e em posição medial 35 ms, mostrando maior suscetibilidade. O português europeu apresentou valores maiores dos tempos de soltura de [p, t, k].

Não foi possível comparar, no entanto, os valores de Lousada (2006) com os valores deste estudo em relação ao contexto fonológico posterior, pois em seu trabalho os dados referentes à posição medial não foram expostos.

O resultados obtidos da primeira modelagem linear mista, que tinha o intuito de verificar a influência do contexto fonológico posterior, conforme descrito na seção 1.3.3, indicou que o tempo de oclusão de [p] não é influenciado pelo contexto fonológico posterior, pois não permaneceu no modelo. O tempo de oclusão de [t], no entanto, sofreu influência [ta] > [te] e [ta] > [tɔ] e [te, tɔ] não diferem. Isso significa que os tempo de oclusão de [te, tɔ] possam ser comparados entre si, mas não devem ser comparados com [ta]. As sílabas [ka, kɔ] também sofreram influência do contexto fonológico posterior e não devem ser comparadas entre si.

3.1.2 Comparação entre as medidas de F, FD1 e FD2

As médias dos tempos de oclusão e de soltura para F e FD encontram-se na Tabela 6.

Tabela 6 - Médias dos tempos de oclusão e de soltura dos pares obtidos neste trabalho.

	F		FD	
	Média (ms)	Desvio padrão (ms)	Média (ms)	Desvio Padrão (ms)
Oclusão				
[pe]	110	33	115	25
[pi]	123	48	108	38
[pu]	118	19	114	14
[ta]	94	21	89	19
[te]	121	83	103	23
[tɛ]	86	22	86	23
[tɔ]	115	24	114	17
[ka]	74	15	70	19
[kɔ]	88	16	83	10
Soltura				
[pe]	17	13	16	18
[pi]	12	6	16	7
[pu]	19	15	21	16
[ta]	17	11	18	9
[te]	15	10	16	9
[tɛ]	17	10	16	8
[tɔ]	19	16	17	8
[ka]	30	17	33	14
[kɔ]	35	18	36	16

Fonte: A autora (2016).

Em relação à bilabial [p], as médias do tempo de oclusão para F variaram entre 110 ms e 123 ms e para FD entre 108 ms e 115 ms. Se comparados os intervalos de [p] com os intervalos das médias da línguo-dental [t] (86-121 ms para F e 86-114 ms para FD), percebe-se que o contexto fonológico posterior parece influenciar apenas [t].

Quando a variável sexo foi incluída no modelo, verificou-se que a sílaba [te] tem comportamento diferente das demais e estima-se que os indivíduos do sexo feminino apresentem tempo de oclusão 1,36 vezes maior que os indivíduos do sexo masculino, conforme pode ser observado na Figura 12.

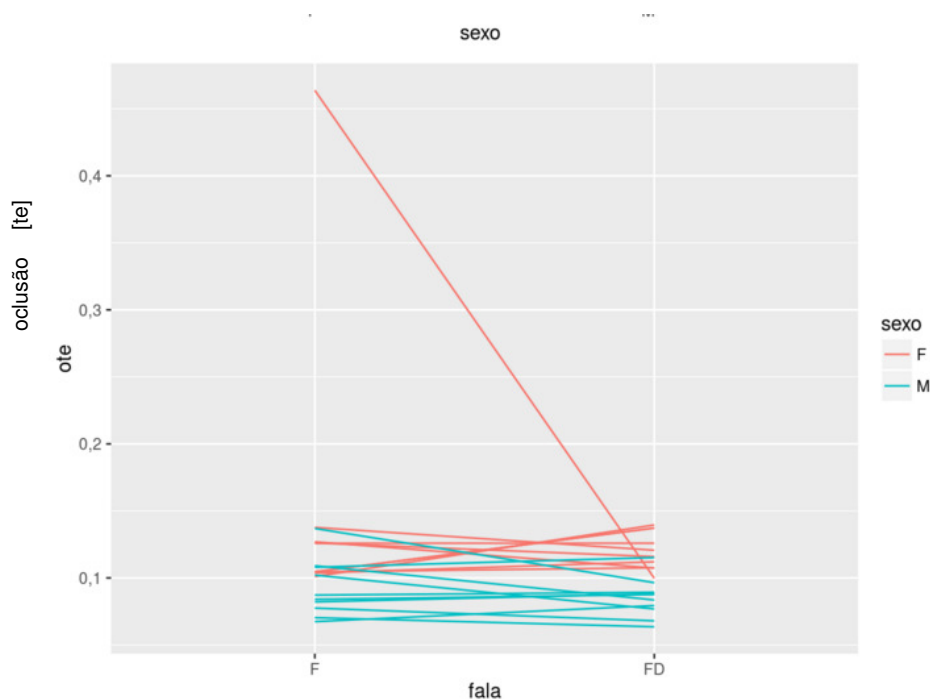


Figura 12 - Gráfico de linhas da interação sexo x contexto fonológico posterior x tipo de fala para oclusão de [te].

Um dos objetivos da obtenção das medidas de correlação de F com FD1 e FD2 foi verificar como as medidas de oclusão e soltura se comportaram na presença de FD1 e FD2, conforme exposto na Tabela 7.

Tabela 7 – Coeficientes de correlação entre FxFD1 e FxFD2.

	OCCLUSÃO		SOLTURA	
	F x FD1	F x FD2	F x FD1	F x FD2
[pe]	0.29	0.30	<u>0.16</u>	<u>0.15</u>
[pi]	0.21	0.64	0.45	0.69
[pu]	<u>0.20</u>	0.68	0.57	0.57
[ta]	0.57	0.46	0.46	0.34
[te]	0.63	<u>0.11</u>	0.61	0.44
[tɛ]	0.49	0.79	0.50	0.37
[tɔ]	0.41	0.52	0.51	0.44
[ka]	0.32	<u>0.01</u>	<u>0.04</u>	0.56
[kɔ]	0.28	0.59	<u>0.10</u>	0.51

Fonte: A autora (2016).

A Tabela 7 contém os coeficientes de correlação entre a fala normal (F) e as falas disfarçadas (FD1 e FD2). Destacam-se sublinhados os valores abaixo de 0.20 (considerada baixa correlação) e em negrito aqueles acima de 0.6 (considerada uma correlação significativa). As sílabas [pe, ta, tɔ, ka, kɔ] apresentaram baixa correlação tanto para oclusão quanto para soltura. Isso pode indicar que as fases de oclusão e

de soltura dos mesmos podem não apresentar comportamentos resistentes ao uso do disfarce se considerado o domínio temporal.

As médias do desvio padrão da fala disfarçada apresentou maior dispersão em FD2 (1,51) do que em FD1 (1.33). Künzel (2000) indica que a variação intrafalante também ocorre na fala disfarçada, podendo ser verificado por meio do desvio padrão. De acordo com Figueiredo (1994) é uma tarefa bastante difícil manter um padrão de disfarce ao longo de um trecho de fala, pois exige um controle bastante exato dos mecanismos articulatórios envolvidos.

Outras sílabas apresentaram baixa correlação do tempo de oclusão em FD1 e correlação significativa em FD2, sugerindo que a utilização dos ajustes fonatórios representados pelo disfarce pode ter modificado o comportamento, isto é, por exigirem habilidade e concentração, o comportamento volta a se assemelhar a F na segunda leitura (FD2).

Essa avaliação sugere que, ao serem verificadas as medidas diante do uso de disfarce, devem ser consideradas as mais distantes do início da emissão. Esse foi o comportamento da sílaba [pi], tanto para oclusão quanto para soltura. Para oclusão, o coeficiente das sílabas [pu e tɛ] enquadram-se nessa performance, enquanto que, exclusivamente para soltura, nenhuma sílaba apresentou tal comportamento. O comportamento inverso, ou seja, diminuição do coeficiente em FD2, foi verificado apenas para oclusão e soltura de [te].

3.1.3 Tempo de oclusão e de soltura de [p]

Para o bilabial [p], apurou-se que para o tempo de oclusão a correlação foi significativa no contexto fonológico posterior [i, u] em FD2 (realce em negrito na Tabela 8).

Tabela 8 – Coeficientes de correlação entre FxFD1 e FxFD2, bilabial [p].

	OCLUSÃO		SOLTURA	
	F x FD1	F x FD2	F x FD1	F x FD2
[pe]	0.29	0.30	<u>0.16</u>	<u>0.15</u>
[pi]	0.21	0.64	0.45	0.69
[pu]	<u>0.20</u>	0.68	0.57	0.57

Fonte: A autora (2016).

Isso pode significar que, na primeira leitura, o disfarce utilizado pode ter afetado as medidas de oclusão de [pe, pi, pu], o que não se manteve na segunda leitura. Figura 13 exibe o gráfico de dispersão entre as medidas do tempo de oclusão de [pu] em F e FD2.

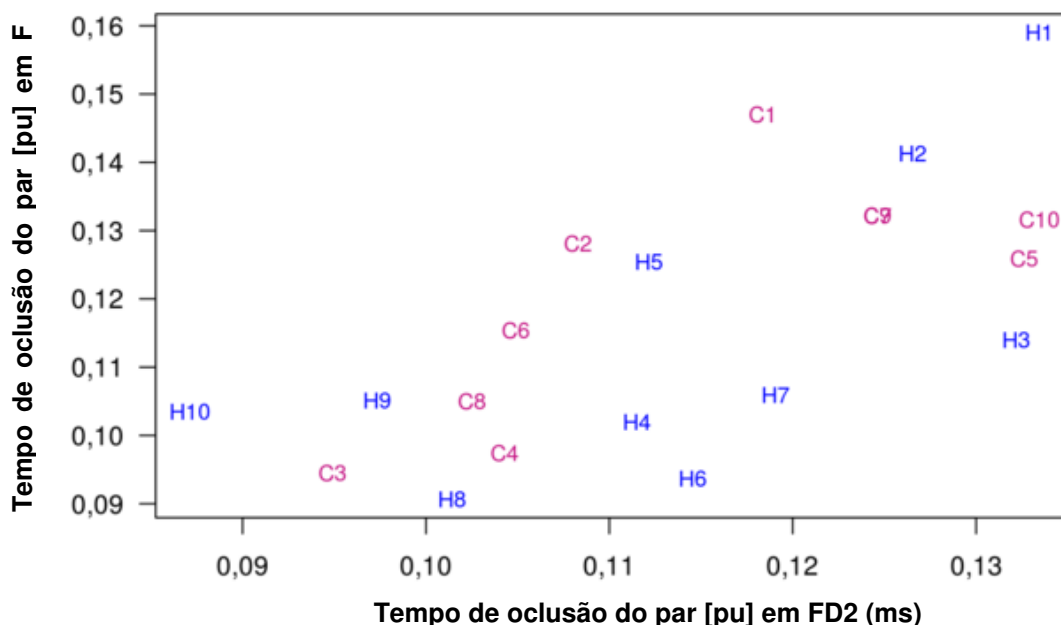


Figura 13 - Gráfico de dispersão das amostras para a oclusão do par [pu].
Fonte: A autora (2016).

A oclusão de [p] foi considerada um possível parâmetro nas amostras, sendo importante verificar como seriam as inferências desses dados sobre a população, por meio de cálculo do intervalo de confiança (IC). Foram considerados os níveis de confiança considerados 80% ($\alpha=0,2$), 90% ($\alpha=0,1$), 95% ($\alpha=0,05$) e 99% ($\alpha=0,01$), sendo α o nível de significância.

Figura 14A Figura 14 mostra os intervalos de confiança de oclusão de [pu], com os intervalos de confiança para F, FD1 e FD2, com nível de confiança de 80%, 90%, 95% e 99% (representado pelo eixo vertical). No eixo horizontal tem-se, na marcação a esquerda, o limite inferior dos referidos intervalos e a marcação mais a direita, o limite superior. Cada fala está identificada por uma cor diferente conforme legenda indicativa. Verifica-se que todos os intervalos de confiança, dentro de cada nível, estão com sombreamento de valores. Esse sombreamento indica que, estatisticamente, não há diferença significativa entre as falas. Essa mesma explicação se estende para a análise das outras sílabas.

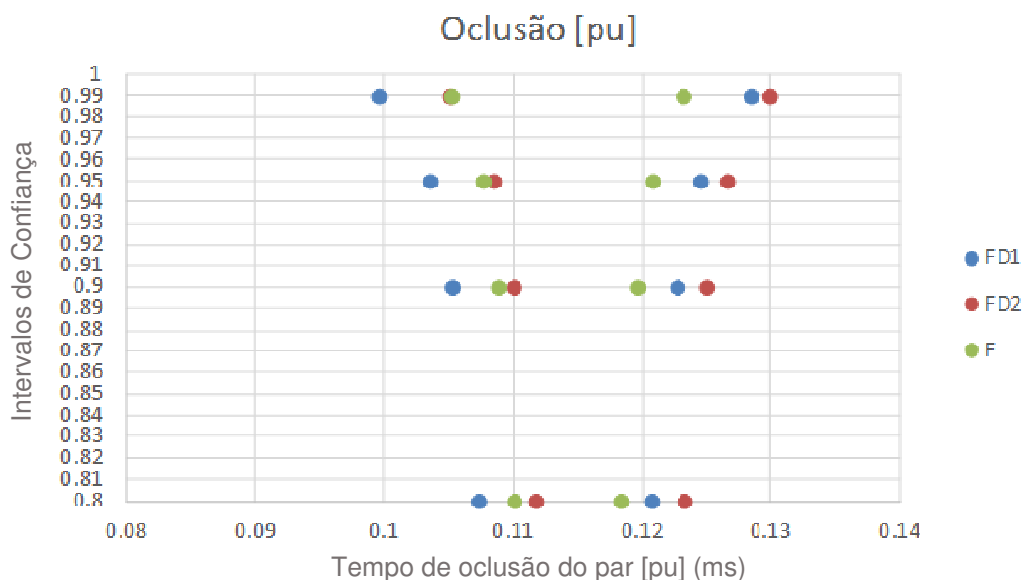


Figura 14 - Intervalos de confiança dos tempos de oclusão do par [pu].
Fonte: A autora (2016).

Já para o tempo de soltura, destaca-se a fraca correlação de [pe] para as duas leituras (destaque sublinhado na Tabela 8), denotando que essa sílaba é bastante suscetível a modificações em fala disfarçada. A correlação entre os tempos de soltura de [pi] tornou-se mais forte em FD2 (de 0,45 para 0,69), apontando uma possível dificuldade de manutenção do ajuste utilizado, o que não ocorreu com [pi], que manteve o valor 0,57 para ambas as leituras com disfarce (realce em negrito na Tabela 8).

Analisando o IC de [pu], observa-se que para ($\alpha=0,2$), o intervalo referente a FD2 encontra-se quase que totalmente contido pelo intervalo de F, o que significa que existe uma probabilidade de 80% de que qualquer pessoa da população produza o tempo de oclusão com e sem disfarce dentro desses limites. Os gráficos encontram-se nos Apêndices B, C e D.

A Figura 15 permite a visualização do comportamento de [pe, pu pi] em F e FD2. A sílaba [pe] apresenta maior variabilidade dos dados de [p], com 4 *outliers* em F. A sílaba [pi] também apresenta *ouliers*, mas aparenta menor variabilidade, enquanto [pu], que não apresenta *outliers*, apresenta menor variabilidade dos dados e as medianas encontram-se muito próximas, demonstrando a semelhança entre as medidas de F e FD.

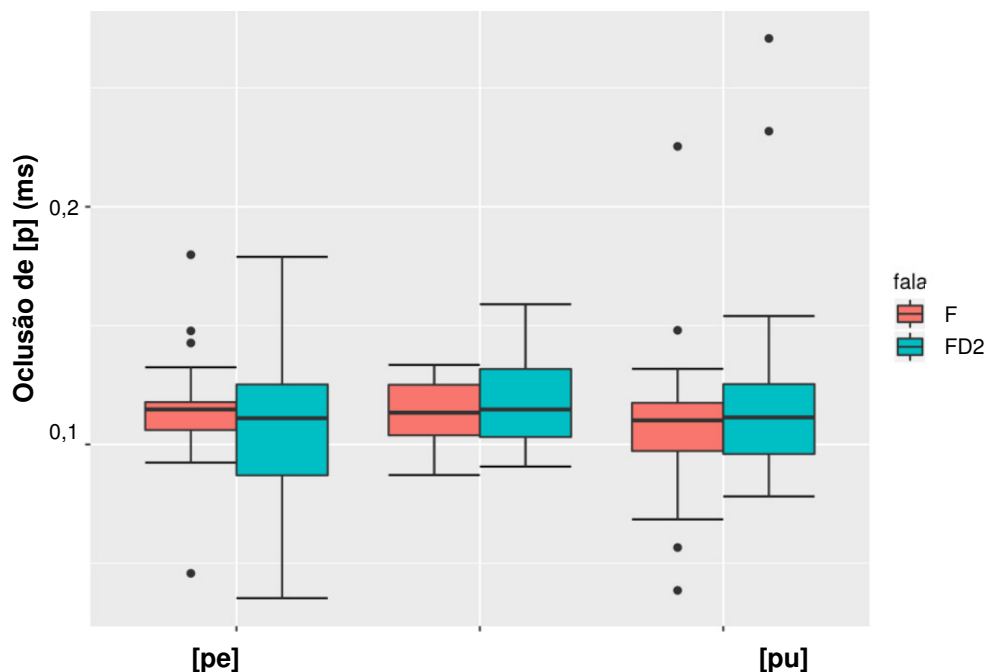


Figura 15 - Gráficos *boxplot* dos tempos de oclusão de [pe, pi, pu] de F e FD2.
Fonte: A autora (2016).

3.1.4 Tempo de oclusão e de soltura de [t]

Observando os valores de [t], verifica-se que o contexto fonológico posterior parece atuar. Quando representado por [a,ç], a correlação não traz informações relevantes (>0.60) tanto para tempo de oclusão quanto de soltura, conforme exposto na Tabela 9.

Tabela 9 – Coeficientes de correlação entre FxFD1 e FxFD2, linguo-dental [t].

	OCLUSÃO		SOLTURA	
	F x FD1	F x FD2	F x FD1	F x FD2
[ta]	0.57	0.46	0.46	0.34
[te]	0.63	<u>0.11</u>	0.61	0.44
[tç]	0.49	0.79	0.50	0.37
[tç]	0.41	0.52	0.51	0.44

Fonte: A autora (2016).

Em relação ao tempo de oclusão de [te], FD2 apresenta correlação muito baixa (0,11) em relação à FD1 (0,63), ou seja, a medida foi mais influenciada por ajustes que possam ter ocorrido na tentativa de manter o disfarce. Em relação ao tempo de soltura, também houve a tendência ao enfraquecimento da correlação em FD2, mas em menor diferença (FD1 0,61 e FD2 0,44).

O tempo de oclusão de [tɛ] mostrou um aumento relevante da correlação na segunda fala disfarçada (de FD1 0,49 para FD2 0,79), ou seja, as medidas voltam a ter comportamento parecido com FD quando o disfarce está sendo executado há algum tempo. Para o tempo de soltura de [tɛ], o fenômeno foi inverso, mas sem correlações que mereçam destaque.

O tempo de oclusão de [te] apresentou alta correlação entre F e FD (0,63) e o posicionamento das medianas no *boxplot* (Figura 16) confirma a linearidade do comportamento.

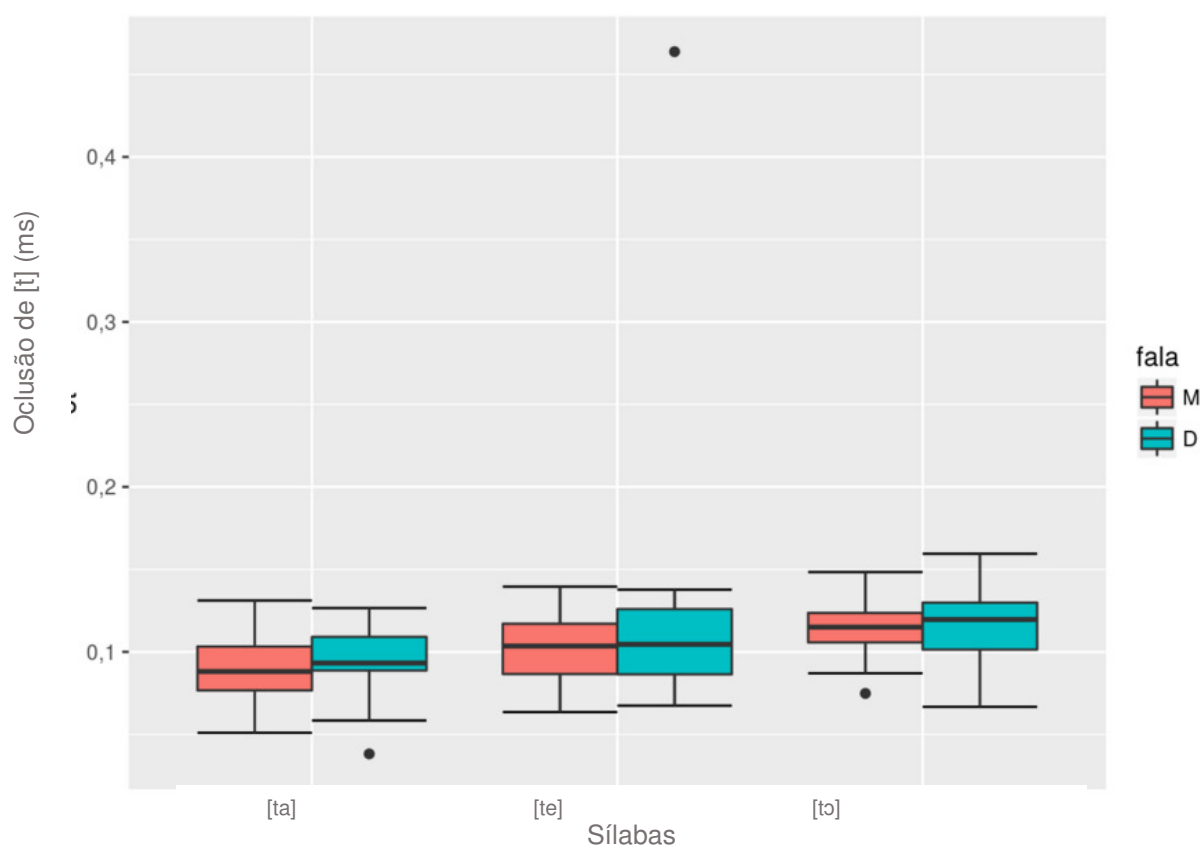


Figura 16 – Gráfico *boxplot* dos tempos de oclusão de [ta, te, tɔ] de F e FD2.
Fonte: A autora (2016).

3.1.5 Tempo de oclusão e de soltura de [k]

Em relação ao [ka, kɔ], verificou-se que as correlações tanto do tempo de oclusão quanto de soltura não eram altas, conforme verificado na Tabela 10.

Tabela 10 – Coeficientes de correlação entre FxFD1 e FxFD2, velar [k].

	OCLUSÃO		SOLTURA	
	F x FD1	F x FD2	F x FD1	F x FD2
[ka]	0.32	0.01	0.04	0.56
[kɔ]	0.28	0.59	0.10	0.51

Fonte: A autora (2016).

O *boxplot*, que considera a distribuição empírica dos dados, mostrou distribuição bastante similar e medianas próximas para o tempo de soltura de [kɔ] em F e FD. Isso pode indicar que, embora a correlação do tempo de oclusão e soltura entre F x FD2 de [kɔ] seja menor que 0.60, o comportamento não pode ser considerado tão variável, já que os coeficientes são de 0.59 (oclusão) e 0.51 (soltura). O tempo de soltura de [ka] encontra variação similar, com correlação 0.51 para o tempo de soltura. Os dados relacionados a [k] parecem indicar que, ao contrário de [p, t], o tempo de soltura apresenta mais informações relevantes à busca de evidências, conforme pode ser observado na Figura 17.

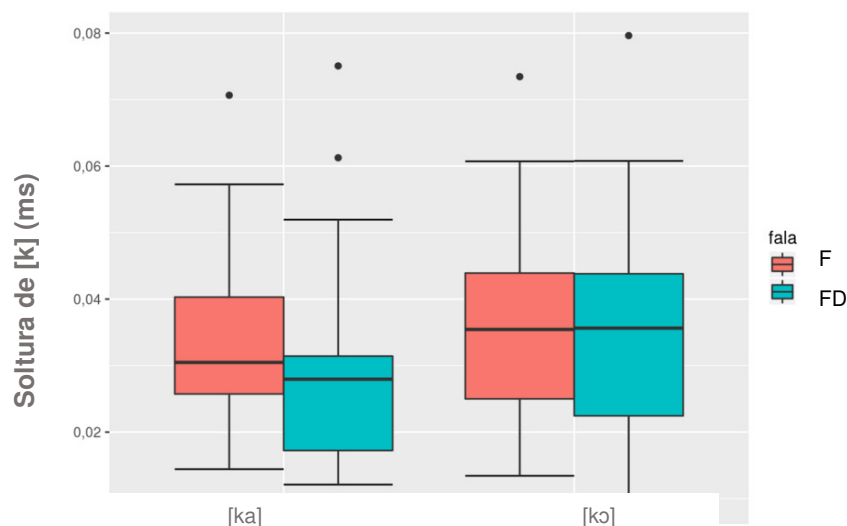


Figura 17 – Gráfico *boxplot* dos tempos de soltura de [ka, kɔ] de F e FD2.
Fonte: A autora (2016).

Como os tipos de disfarce aplicados não foram considerados, a variabilidade de comportamento de FD1 em relação à FD2 pode ter relação com a modalidade de ajuste fonatório utilizado e sua manutenção. Até mesmo os casos em que a correlação diminuiu em FD2 podem ter sido ocasionados pela dificuldade da manutenção de um padrão atípico de fala por locutores não treinados. Uma outra

condição a ser considerada, segundo Gillier (2011), é o fato das habilidades particulares de cada sujeito em efetuar ajustes fonatórios. Künzel (2000) cita ainda que a configuração inabitual dos órgãos articulatórios exige maior concentração e esforço por parte do locutor.

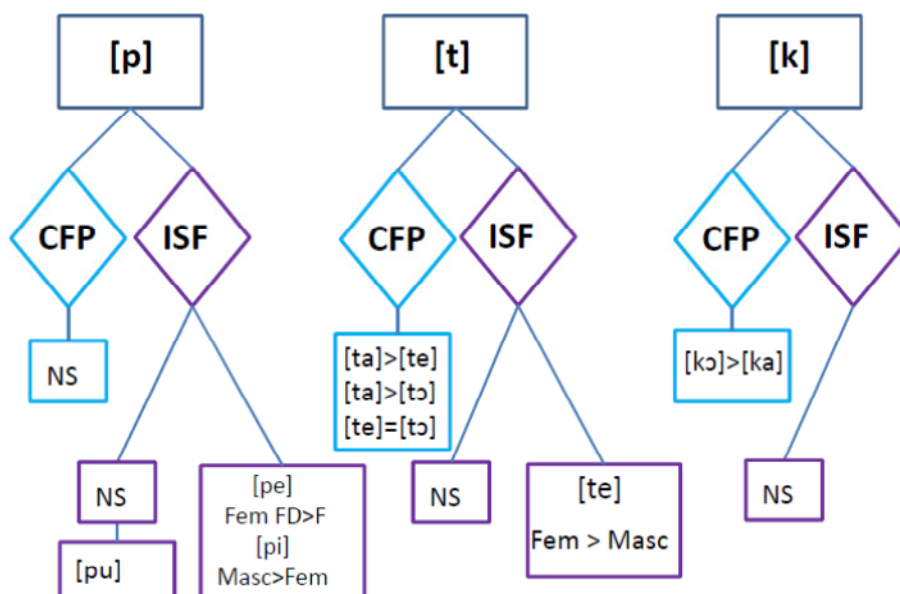
Alguns estudos têm considerado os parâmetros temporais. Um deles, desenvolvido por Dellwo *et al.*(2009), envolveu um estudo piloto, de apenas um sujeito do sexo masculino, o qual aplicou modificações dialetais, sendo verificadas alterações importantes dos parâmetros de frequência fundamental e variação entoacional. No entanto, as características temporais dos intervalos entre consoante e vogal não revelaram diferenças entre a fala normal e disfarçada e os autores sugerem que é possível que os locutores não apresentem estratégias de controle dessa variável. Relatam, ainda, que esse pode ser um parâmetro poderoso em situações que envolvam disfarce ou quando os outros parâmetros frequentemente utilizados não sejam servíveis ou encontrem-se degradados. Hove e Dellwo (2014) referem que os locutores variam em sua habilidade de modificar suas características.

Eriksson e Wretling (1997), ao estudarem um caso de imitação, verificaram que os padrões articulatórios de tempo são muito semelhantes entre as falas do imitador e diferentes do imitado. Observaram que, mesmo havendo modificação da taxa de elocução, as proporções entre durações de segmentos permanecem com valores muito próximos, sugerindo que o sincronismo ao nível segmentar é de difícil alteração. Os autores afirmam que essa é uma contribuição relevante para os casos forenses, pois o tempo segmental pode ser mais ou menos estável para cada locutor.

Ao estudar o pré vozeamento, Martins *et al.* (2014) concluíram que, por tratar-se de medida de duração muito reduzida, deveria ser resistente ao disfarce e, por não ser conscientemente manipulável, deveria ser também resistente à imitação. Os intervalos medidos pelos autores não apresentaram diferenças intrafalantes significativas.

Ao serem analisadas as interações entre os valores dos tempos de oclusão e de soltura de cada fonema oclusivo não vozeado com o contexto fonológico posterior e com o sexo, foram verificadas particularidades.

Os resultados da interação tipo de fala (F e FD2) e contexto fonológico posterior encontram-se expostos na Figura 18.



Legenda: NS = Não significativo

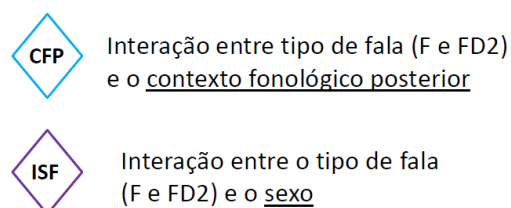


Figura 18 - Resultados para Oclusão.

Conforme pode ser analisado na Figura 18, o tempo de oclusão do fone [p] não sofreu influência do contexto fonológico posterior, o que significa que tanto para fala sem disfarce quanto fala com disfarce, os valores apresentam comportamento parecido, independentemente da vogal que p sucede. Em relação à interação sexo e tipo de fala (F e FD2), percebeu-se que o sexo feminino tem tempo de produção de FD2 maior que em F na sílaba [pe] e, ainda, que o sexo masculino apresenta valores maiores que o sexo feminino.

O tempo de oclusão do fone [t] sofreu influência do contexto fonológico posterior e do sexo. A sílaba [ta] apresenta duração maior que [te] e [tɔ], ou seja, [te] pode ser considerado igual a [tɔ]. Relativamente ao sexo, o sexo feminino apresentou duração de F e FD2, maior que sexo masculino.

O fone [k] não foi influenciado pelo sexo e, em relação ao contexto fonológico posterior, o tempo de produção de [kɔ] é maior que de [ka].

Em relação ao tempo de soltura, os resultados encontram-se expostos na Figura 19.

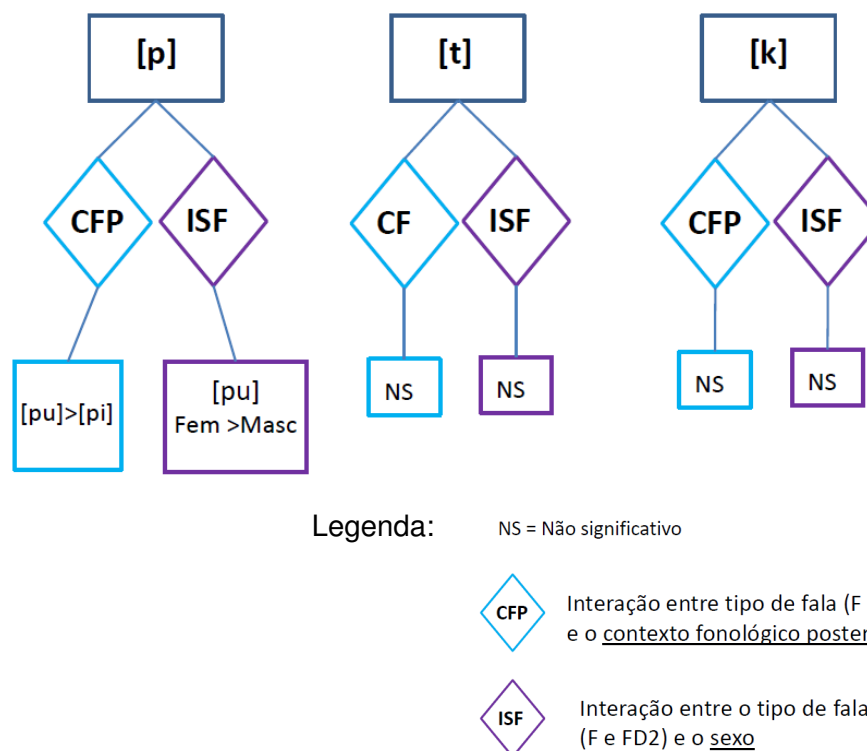
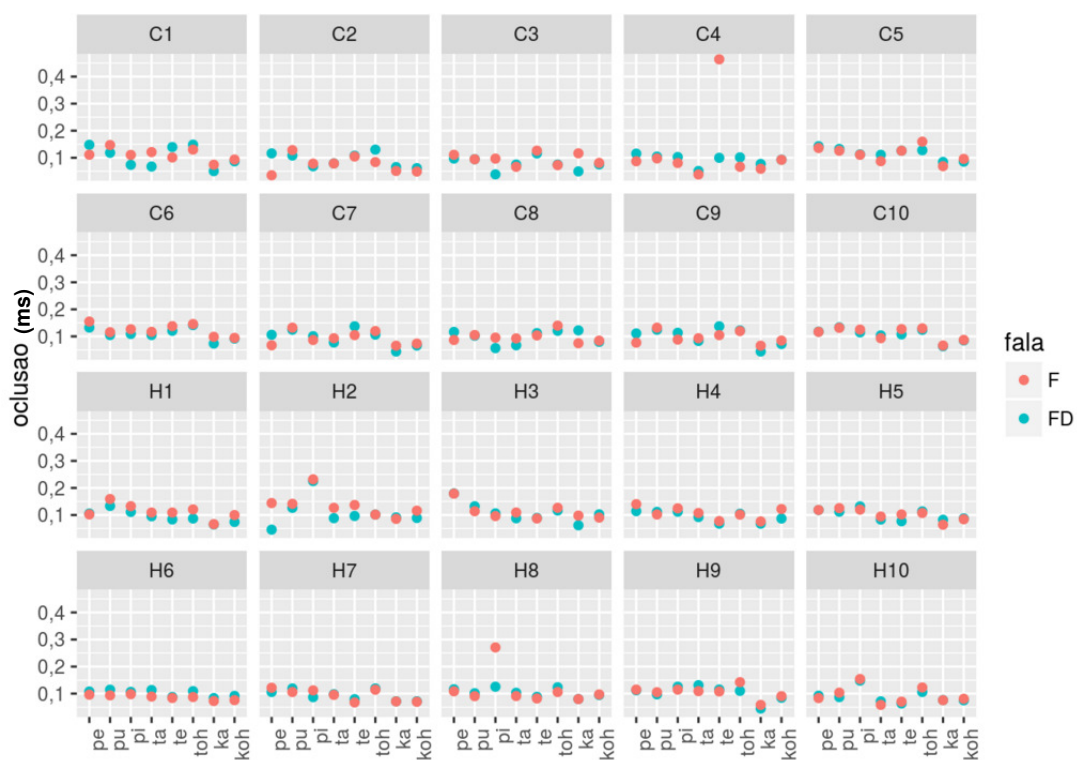


Figura 19 - Resultados para Soltura.

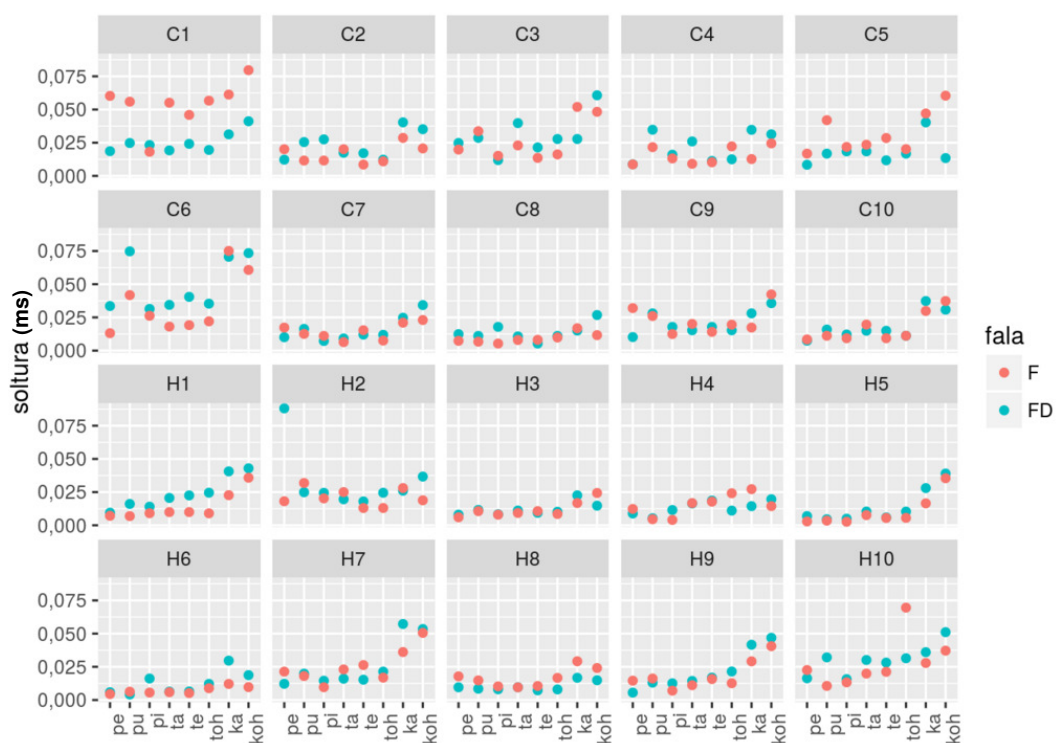
Pode-se observar que a soltura traz menos informações em relação às interações das covariáveis sexo e contexto fonológico posterior. Em relação ao tempo de soltura de [p], verificou-se que o contexto fonológico posterior apresentou valores maiores para [pu] em relação a [pi], enquanto o sexo feminino produziu a sílaba [pu] com valores maiores que o sexo masculino.

Para os fones [t, k] não foram encontradas interações significativas.

A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** é um apanhado dos gráficos que representam os valores do tempo de produção de oclusão ou de soltura no eixo vertical e das sílabas no eixo horizontal, de cada amostra.



(a)



(b)

Figura 20 – Gráficos de Dispersão dos tempos de oclusão (a) e soltura (b) da amostra. Fonte: A autora (2016).

A observação do comportamento de cada sílaba de cada amostra permite verificar que o comportamento do tempo de oclusão parece ser mantido mesmo utilizando o disfarce, embora observe-se que as medidas apresentam-se distribuídas de forma bastante semelhante entre os sujeitos.

Já para o tempo de soltura, observa-se maior influência do disfarce. O indivíduo C1, por exemplo, embora mantenha o mesmo padrão, tem o tempo de soltura da fala disfarçada com valores menores (exceto [pi]). Em situação forense, o tempo de oclusão poderia ser considerado um parâmetro de convergência para C1. Um bom exemplo de convergência de comportamentos de oclusão e de soltura é o indivíduo H3.

Considerando que Nolan (1983) indica que um parâmetro eficiente deveria ocorrer frequentemente nas amostras, ser de fácil mensuração ou quantificação, ser robusto - ou seja resistente a distorções do sinal, disfarces ou imitações e não ser influenciável por estados físicos ou emocionais ou outros contextos de comunicação, a análise das fases das oclusivas não vozeadas abrange algumas dessas características.

É importante salientar que, embora apenas um elemento não seja suficiente para incluir ou excluir a possibilidade de autoria, os comportamentos semelhantes observados entre F e FD sugerem que os segmentos de oclusão e de soltura podem ser considerados em exames forenses.

4 CONCLUSÃO

O estudo viabilizou a obtenção de medidas de duração das fases de oclusão e de soltura das consoantes oclusivas não vozeadas ainda não reportadas para o português brasileiro (PB). As aplicações têm geralmente a finalidade de comparação entre fonemas como, por exemplo, o tempo de duração das oclusivas vozeadas comparado ao tempo de duração das não vozeadas, já que essa é uma informação importante para os estudiosos da aquisição da linguagem.

Os estudos envolvendo aprendizagem de uma segunda língua também se debruçam sobre a duração das oclusivas, pois tendem a estabelecer-se como um resíduo da língua materna em um segundo idioma fluente. Trabalhos envolvendo as características das oclusivas também podem incluir falantes não nativos de português brasileiro, verificando os traços que possam permanecer da língua materna. Embora não seja uma realidade no Brasil, as ações terroristas têm trazido ao mundo a necessidade de verificar qual a língua materna de um locutor envolvido nesse tipo de ação. As medidas de oclusão e de soltura podem trazer elementos de diferenciação.

As medidas de duração das fases de oclusão aparentam comportamento pouco modificado diante dos disfarces, significando evidências em um conjunto de características. A oclusão é quase como uma fase preparatória da soltura e, por ser produzida com a ausência de som, aparenta ter menor possibilidade de ser alterada conscientemente, até mesmo por locutores mais treinados.

As medidas de soltura apresentaram comportamento mais suscetível ao uso do disfarce. Uma consideração relevante é o contexto fonológico. Com exceção de [p], ficou evidenciada a importância de que os fonemas analisados se encontrem em um mesmo contexto fonológico para que possam ser comparados. Verificou-se que para cada consoante o contexto fonológico posterior pode exercer maior ou menor influência.

As características das consoantes oclusivas no domínio temporal aparentam constituir parâmetros pouco suscetíveis ao uso do disfarce, principalmente porque a produção ocorre de modo inconsciente. Já a soltura pode sofrer influências dialetais. Caso um locutor utilizasse uma característica norte americanizada (sotaque), por exemplo, o tempo de soltura sofreria alguma influência.

O tempo de oclusão das sílabas [pi, pu, te, tɛ] e o tempo de soltura de [kɔ] mostraram-se robustos ao uso do disfarce e a bilabial [p] tem a característica de não sofrer influência do contexto fonológico posterior. Assim, conclui-se que o trabalho atingiu o objetivo de obter parâmetros que possam ser incorporados às rotinas forenses e abriu possibilidades de estudos futuros.

Existe a possibilidade de alimentar algumas ferramentas de verificação automática com dados referentes à duração. No entanto, como os resultados indicaram comportamentos bastante parecidos para fala sem disfarce e fala com disfarce, os parâmetros de oclusão e soltura no domínio temporal não representam uma boa alternativa para a detecção de disfarces, e sim para a comparação de amostras.

O trabalho apresentado tem algumas possibilidades de desenvolvimento a serem exploradas. Uma primeira abordagem seria verificar a variabilidade intrafalante desses parâmetros em fala espontânea, de amostras com grande quantidade de fala e que permitam a inserção desses fonemas em contextos fonológicos diversos, imitações. Outra possibilidade seria explorar se existe algum tipo de disfarce mais eficaz em relação a essas medidas e, ainda, como os disfarces eletrônicos deliberados as modificam.

REFERÊNCIAS

AMINO, K.; OSANAI, T.; KAMADA, T. MAKINAE, H.; ARAI, T. Historical and procedural overview of forensic speaker recognition as a science. *In: Forensic speaker recognition*. Springer New York, 2012. p. 3-20.

BARROCO, M. A. L.; DOMINGUES, M. T. P.; LOUSADA. M.; JESEUS, L. M. T. Análise temporal das oclusivas orais do português europeu: um estudo de caso de normalidade e perturbação fonológica. **Revista CEFAC**, v.9, n.2, p. 154-63, abril-junho, 2007.

BEHLAU, M. MADAZIO, G., FEIJÓ, D. PONTES P. Avaliação de voz. *In: Behlau M, Voz: o livro do especialista*. v.1. Rio de Janeiro: Revinter; 2001. p. 85-246.

BARBOSA, P.A.; MADUREIRA, S. **Manual de fonética acústica experimental - Aplicações a dados do português**. São Paulo, SP: Editora Cortez, 2015.

BOERSMA, P.; WEENINK, D. PRAAT, **doing phonetics by computer** (Version 5.4.08). 2015. Disponível em: <<http://www.praat.org/>>.

BRAID, Antonio César Morant. **Fonética Forense**. 2. ed. Campinas, SP: Editora Millenium, 2003.

BRASIL. **Decreto lei no 3.689** (Código de Processo Penal), de 3 de outubro de 1941. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 1941.

BRASIL. **Lei no 11.690** (Alterações do Código de Processo Penal relativos à prova), de 9 de junho de 2008. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2008.

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica** - 4 ed. Atual: São Paulo, 1987.

BYRNE, C.; FOULKES, P. The 'mobile phone effect' on vowel formants. **The International Journal of Speech, Language and the Law**, v.11, n.1, p.1350-1771, 2004.

CAMPBELL, J. P.; SHEN, W.; CAMPBELL, W, M.; SCWARTZ, R.; BONASTRE, J.; MATROUF, D. Forensic speaker recognition: a need for caution. **IEEE Signal Processing Magazine**, v.26, p.95-103, 2011.

CRISTÓFARO-SILVA, T.; YEHA, H. C. **Sonoridade em Artes, Saúde e Tecnologia**. Belo Horizonte: Faculdade de Letras, 2009. Disponível em<<http://fonologia.org>. ISBN 978-85-7758-135-1>.

DAJER, M. E. **Análise de Sinais de Voz por padrões visuais da dinâmica vocal**. 2010. 182f. Tese (Doutorado) - Programa de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, 2010.

DELLWO, V.; RAMYEAD, S.; DANKOVICOVA, J. The influence of voice disguise on temporal characteristics of speech. *In: IAFPA ANNUAL CONFERENCE*. 2009. **IAFPA abstract collection**. University of Cambridge, 2009.

DENES, P.B.; PINSON,E.N. The speech chain: the physics and biology of spoken language. *In: BARBOSA, P. A.; MADUREIRA, S. Manual de fonética acústica experimental - Aplicações a dados do português*. São Paulo: Cortez, 2015.

DORMAN, M. F.; STUDDERT-KENNEDY, M.; RAPHAEL, L. J. Stop-consonant recognition: Release *bursts* and formant transitions as functionally equivalent, context-dependent cues. **Perception & Psychophysics**, v. 22.2, p.109-122, 1977.

DRESCH, A. A. G. **Método de reconhecimento de vogais e extração de parâmetros acústicos para análises forenses**. 2015. 90f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

ERIKSSON, A. The Disguised Voice: Imitating Accents or Speech Styles and Impersonating Individuals. *In: Language and Identities*, 8. Edinburg: Kapitel, 2010. p.86 – 96.

ERIKSSON, A.; WRETLING, P. How flexible is the human voice?—a case study of mimicry. **Target**, v. 30, n. 43.20, p. 29.90, 1997.

FIGUEIREDO, R. M.; BRITTO, H. S. A report on the acoustic effects of one type of disguise. **Forensic Linguistic**, v. 3(1), p. 168-175, 1996.

FIGUEIREDO, R.M. **Identificação de falantes: aspectos teóricos e metodológicos**. 1994. 365f. Tese (Doutorado em Ciências) - IEL, UNICAMP, Campinas.

FRAGOSO, H. C. **Lições de direito penal: parte geral**. 5. ed. Rio de Janeiro: Forense, p. 146-147 1993 niterói. impetus.

GFRÖRER, S. G. Auditory-instrumental forensic speaker recognition. *In: 8th European Conference on Speech Communication And Technology, Eurospeech 2003 - Interspeech 2003. Eurospeech Abstract Collection*. Geneva, Switzerland, 2003.

GILLIER, R. **O disfarce da voz em fonética forense**. 2011. 103f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Linguística da Faculdade de Letras, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2011.

GOLD, E.; FRENCH, P. An International Investigation of Forensic Speaker Comparison. *In: 17TH INTERNATIONAL CONGRESS OF PHONETIC SCIENCES (ICPhS). ICPhS abstract collection*. Hong Kong, 2011.

GOMES, M. L. C. An acoustic description of vowels brazilian portuguese in normal and disguised voice. *In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FORENSIC PHONETICS AND ACOUSTICS (IAFPA) ANNUAL CONFERENCE. IAFPA Abstract collection*. Tampa, 2013.

GOMES, M. L. C.; CARNEIRO, D. O. A fonética forense no Brasil: cenários e atores. **Language and Law/Linguagem e Direito**, v. 1(1), p.751-754, 2014.

GOMES, M. L. C.; RICHERT, L.; MALAKOSKI, J. Identificação de locutor na área forense: a importância da pesquisa interdisciplinar. *In: Anais do X ENCONTRO DO CELSUL*. Cascavel, PR: CELSUL, 2012.

GOMES, M. L. C.; CARNEIRO, D. O.; DRESCH, A. A. G. Análise perceptiva e acústica em fonética forense: uma pesquisa em disfarce de voz. **Domínios de Linguagem**, v.10, n.2, p.559-589, 2016.

GONÇALVES, C. S. **Taxa de elocução e de articulação em corpus forense do português brasileiro**. 2013. 192f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós Graduação em Letras, Pontifícia Universidade Católica de Porto Alegre. Porto Alegre, 2013.

GRECO, L. G. Perícias em registros audiovisuais e fonética forense. *In: Ciências forenses: uma introdução às principais áreas da criminalística moderna*. Campinas, SP: Millenium Editora, 2013.

HOVE, I.; DELLWO, V. The effects of voice disguise on f0 and on the formants. *In: INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR FORENSIC PHONETICS AND ACOUSTICS (IAFPA) ANNUAL CONFERENCE. IAFPA Abstract collection*. Zurich, 2014.

LOUSADA, M. L. **Estudo da produção de oclusivas do português europeu**. 124f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Fala e da Audição) - Universidade de Aveiro, Aveiro, 2006.

JOVIČIĆ, S. T.; ŠARIĆ, Z. Acoustic analysis of consonants in whispered speech. *Journal of voice*, v. 22, n. 3, p. 263-274, 2008.

KENT, R. D.; READ, C. **Acoustic Analysis of Speech**. Albany: Singular, 2. ed. 2002.

KENT, R.; READ, C. **Análise acústica da fala** [livro eletrônico]; tradução Alexandro Rodrigues Meireles. São Paulo: Cortez, 2015.

JOHNSON, C. C.; HOLLIEN, H.; HICHS, J. W. *apud* FIGUEIREDO, R. M. **Identificação de falantes: aspectos teóricos e metodológicos**. 1994. 365f. Tese (Doutorado em Ciências) - IEL, UNICAMP, Campinas, p. 12.

KREMER, R. L. **Fundamental frequency: an analysis of age and gender**. 2015. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Curso de Licenciatura em Letras, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015

KREMER, R. L.; GOMES, M. L. C. A eficiência do disfarce em vozes femininas: uma análise da frequência fundamental. **ReVEL**, vol. 12, n. 23, 2014.

KÜNZEL, H. Beware of the 'telephone effect': the influence of telephone transmission on the measurement of formant frequencies. **Forensic Linguistics**, v. 8(1), p. 1350-1771, 2001.

LADEFOGED, P. Review: the phonetic bases of speaker recognition by F.J. Nolan. **Journal of Phonetics**. v. 12, 1984.

LADEFOGED, P. (1997). **Instrumental techniques for linguistic phonetic fieldwork**. In: W. J. Hardcastle & J. Laver (Eds.), *The handbook of phonetic sciences*. (pp. 137-66). Oxford: Blackwell.

LAUREANO, G. H. C. **Coeficiente de correlação Intraclasse: Comparação entre métodos de estimação clássico e bayesianos**. 2011. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Estatística, Estatística, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

LEVELT, W. J. M. Speaking: from intention to articulation. In: BARBOSA, P.A.; MADUREIRA, S. **Manual de fonética acústica experimental - Aplicações a dados do português**. São Paulo: Cortez, 2015.

LISKER, I.; ABRAMSON, A. A Cross-language study of voicing in initial stops: acoustical measurements. **Word**, v.20, p. 384-422, 1964.

LLISTERRI, J. Fonética y tecnologías del habla. **Filología e informática. Nuevas tecnologías en los estudios lingüísticos**, Barcelona, **Seminari de Filologia i Informàtica, Departament de Filologia Espanyola, Universitat Autònoma de Barcelona-Editorial Milenio**, p. 449-79, 1999.

LOUSADA, M. L. **Estudo da produção de oclusivas do português europeu**. 2006. 124f. Dissertação (Mestrado) - Secção Autónoma de Ciências da Saúde, Universidade de Aveiro, 2006.

MARTINS, F.; RODRIGUES, C.; BRISSOS, F. Fronteiras do vozeamento na identificação de falantes. In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE LINGÜÍSTICA. **Anais do XXIX Encontro Nacional da Associação Portuguesa De Linguística**. Porto, 2014.

MASTHOFF, H. A report on voice disguise experiment. **Forensic Linguistics**, vol.3 (1), p. 160-167, 1996.

MEINERZ, C. MASTHOFF, H. Effect of telephone-line transmission and digital audio format on formant tracking measurements. *In: International Association For Forensic Phonetics And Acoustics (Iafpa) Annual Conference. IAFPA Abstract collection.* Santander, 2012.

MELO, R.M.; BOLLI, H. M.; MEZZOMO, C. L.; BRASIL, B.C.; LOVATTO, L.; ARZENO, L. Desvio fonológico e a dificuldade com a distinção do traço [voz] dos fonemas plosivos - dados de produção e percepção do contraste de sonoridade. **Rev CEFAC**, v. 14, n. 1, p.18-29, 2012.

MORRISON, G. S.; SAHITO, F. H.; JARDINE, G.; DJOKIC, D.; CLAVET, S.; BERGHS, S.; DORNEY, C. G. INTERPOL survey of the use of speaker identification by law enforcement agencies. **Forensic Science International**, v 263, p. 92-100, 2015.

MUKAKA, M. M. a guide to appropriate use of correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, v. 24 (3), p. 69-71; 2012.

MURPHY, C. F. B; PAGAN-NEVES, L. O; SCHOCHAT, E.; WERTZNER, H. F. Análise acústica de características temporais de consoantes no Português Brasileiro. **Revista da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 14(3), p.300, 2009.

NEUSTEIN, A.; PATIL, H. A. **Forensic speaker recognition**. City: Springer, 2012.

NOLAN, F. **The phonetics bases of speaker recognition**. Cambridge: Cambridge University Press, 1983.

PASSETTI, R. R. **O efeito do telefone celular no sinal de fala: Uma análise fonético-acústica com implicações para a verificação de locutor em português brasileiro**. 2015. 106f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Estudos da Linguagem, Universidade Estadual de Campinas, 2015.

PIFAIA, L. R. MADAZIO, G., BEHLAU, M. Diagrama de desvio fonatório e análise perceptivo-auditiva pré e pós terapia vocal. **CoDAS**, v.25, n.2, p.140-147, 2013.

PRESTES, S. P. C. **Produção de consoantes oclusivas iniciais do inglês por falantes nativos de PB**. 2013. 139f.Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Letras, Universidade Federal do Paraná, 2013.

REICH, A, R.; MOLL, K. L.; CURTIS, J. F. Effects of selected vocal disguises upon spectrographic speaker identification. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 60, n. 4, p. 919-925, 1976.

RODMAN, R.; POWELL, M. Computer recognition of speakers who disguise their voice. *In: The International Conference On Signal Processing Applications And Technology ICSPAT2000*. **2000 IEEE Abstract collection**. Dallas, 2000.

ROSE, P.; SIMMONS, A. F-pattern variability in disguise and over the telephone—comparisons for forensic speaker identification. *In: 6TH AUSTRALIAN INTERNATIONAL CONFERENCE ON SPEECH SCIENCE AND TECHNOLOGY. Proceedings of the 6th Australian International Conference on Speech Science and Technology*. Melbourne, 1996.

RUA, S. M. **Estudo morfológico-dinâmico do tracto vocal humano**. 2006. 162f.. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia - Universidade do Porto, 2006.

SANTOS, R. S.; SOUZA, P. C. *In: Introdução à lingüística II: princípio de análise*. FIORIN, J. L. 4. ed., 2ª reimpressão. São Paulo: Contexto, 2008.

SIEGEL, S.; CASTELLAN, N.J. **Coefficiente de correlação linear de Pearson: Estatística não-paramétrica para Ciências do Comportamento**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

SILVA, T. C. **Fonética e fonologia do português. : roteiro de estudos e guia de exercícios**. 9ªed. 2ª reimpressão. São paulo. Contexto. 2009.

TRIOLA, M. F. **Introdução à estatística**. 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2005.

VELOSO, J. The role of consonantal duration and tenseness in the voicing distinctions of portuguese stops. *In: 13th International Congress Of Phonetic*

Sciences. **Proceedings of the 13th International Congress of Phonetic Sciences.** Stockholm, 1995.

WAGNER, I. KÖSTER, O. Perceptual recognition of familiar voices using falsetto as a type of voice disguise. *In: [ICPhS-14] 14th International Congress of Phonetic Sciences.* **ICPhS Archive.** San Francisco, 1999.

WOLF, J. J. Efficient acoustic parameters for speaker recognition. **The Journal of the Acoustical Society of America**, v. 51, n. 6B, p. 2044-2056, 1972.

ZHANG, C; TAN, T. Voice disguised and automatic speaker recognition. **Forensic Science International Journal**, v.175(2-3), p.118-22, 2007.

APÊNDICE A - TABELAS DE DADOS DAS AMOSTRAS

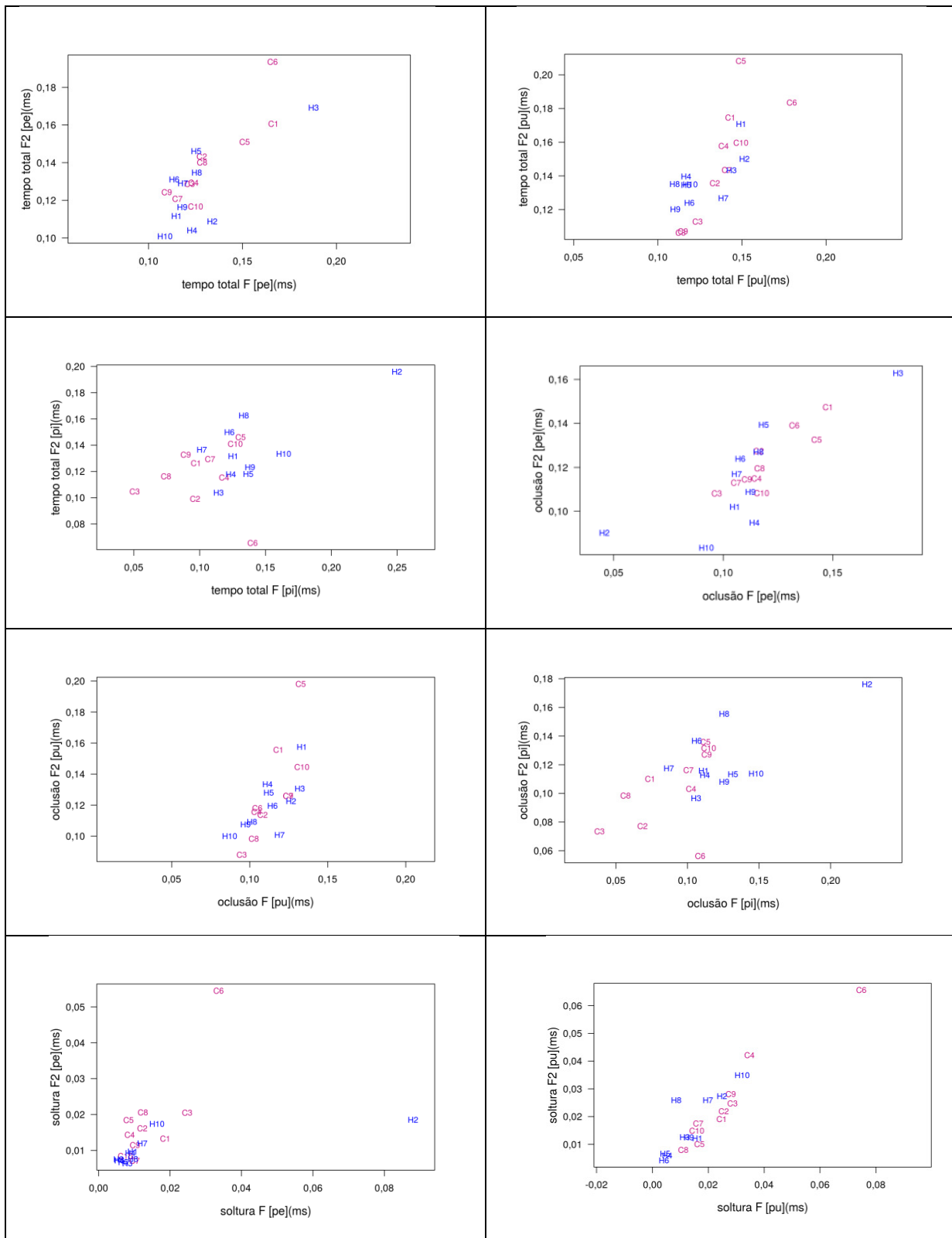
C	V	rep	fal	GC1			GC2			GC3			GC4			GC5		
				total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt
p	e	1	m	0.160731	0.147358	0.013299	0.143191	0.127435	0.016186	0.128704	0.108818	0.020524	0.129332	0.114992	0.014334	0.151085	0.132619	0.018466
p	u	1	m	0.174713	0.155591	0.019122	0.135753	0.113833	0.02192	0.112883	0.088083	0.0248	0.157729	0.115609	0.04212	0.20816	0.198088	0.010072
p	i	1	m	0.126348	0.11014	0.016208	0.099129	0.077275	0.021854	0.104759	0.073545	0.031214	0.11531	0.108062	0.012248	0.146048	0.135975	0.010073
p	e	2	m	0.166392	0.14776	0.018632	0.128369	0.116144	0.012225	0.121863	0.097063	0.0248	0.123973	0.115239	0.008734	0.151084	0.14769	0.008394
p	u	2	m	0.143132	0.118367	0.024765	0.133777	0.108296	0.025481	0.123573	0.094925	0.028648	0.139073	0.104305	0.034768	0.149406	0.132618	0.016788
p	i	2	m	0.097062	0.073803	0.023259	0.096481	0.068489	0.027507	0.050512	0.038585	0.011927	0.118554	0.102595	0.015959	0.112474	0.018466	0.018466
t	é	1	m	0.127245	0.108438	0.018227	0.106175	0.0964	0.009775	0.126994	0.10818	0.018814	0.11722	0.100914	0.016306	0.174586	0.15612	0.018466
t	ó	1	m	0.125346	0.108946	0.015871	0.12111	0.1028	0.018741	0.13298	0.112028	0.020952	0.114173	0.097552	0.016621	0.132619	0.119189	0.013443
t	ó	1	m	0.154086	0.133142	0.020944	0.137372	0.120247	0.017282	0.164195	0.134264	0.029931	0.105266	0.069091	0.086175	0.154442	0.135976	0.018466
t	a	1	m	0.119411	0.107173	0.012238	0.089923	0.068003	0.021919	0.132125	0.104332	0.027793	0.073447	0.057423	0.015534	0.102402	0.083936	0.018466
t	e	1	m	0.152149	0.12196	0.0303	0.133902	0.11838	0.015099	0.15436	0.123574	0.030786	0.121917	0.107279	0.014638	0.172908	0.147727	0.025181
t	é	2	m	0.123964	0.103189	0.020775	0.12361	0.108941	0.014669	0.135546	0.107753	0.027793	0.106049	0.086332	0.019717	0.14437	0.125904	0.018466
t	ó	2	m	0.126885	0.114361	0.012524	0.035454	0.026896	0.008558	0.110746	0.094925	0.015821	0.101733	0.090381	0.011352	0.122546	0.105759	0.016787
t	ó	2	m	0.167654	0.148397	0.019558	0.142228	0.130003	0.012225	0.102621	0.074828	0.027793	0.113955	0.101425	0.01253	0.144369	0.127582	0.016787
t	a	2	m	0.086775	0.067541	0.019234	0.096537	0.079116	0.017421	0.114595	0.074829	0.039766	0.076952	0.050992	0.02596	0.129261	0.1110795	0.018466
t	e	2	m	0.163708	0.139554	0.024154	0.125178	0.107579	0.017115	0.13736	0.115894	0.021466	0.111003	0.099744	0.011259	0.137655	0.125904	0.011751
k	a	1	m	0.112499	0.078465	0.034034	0.082368	0.048415	0.033953	0.098345	0.057724	0.046621	0.1241	0.072121	0.051979	0.134297	0.067149	0.067148
k	ó	1	m	0.165852	0.123565	0.042287	0.105901	0.080073	0.025828	0.143243	0.085091	0.058152	0.121153	0.072161	0.048992	0.125904	0.090651	0.035253
k	a	2	m	0.081855	0.060544	0.031311	0.105821	0.065478	0.040344	0.077394	0.049601	0.027793	0.11187	0.07701	0.034699	0.124744	0.084455	0.040289
k	ó	2	m	0.127889	0.086774	0.041151	0.096731	0.061562	0.035169	0.135974	0.075256	0.060718	0.124253	0.092905	0.031348	0.099044	0.085615	0.013429
p	e	1	d	0.117141	0.086827	0.030314	0.102558	0.090027	0.012531	0.119534	0.092391	0.027143	0.097731	0.085495	0.011694	0.146048	0.120867	0.025181
p	u	1	d	0.175898	0.117141	0.058757	0.12427	0.108432	0.015838	0.189882	0.134291	0.055591	0.101289	0.086065	0.015224	0.199767	0.177944	0.021823
p	i	1	d	0.277049	0.244232	0.032817	0.089502	0.077928	0.011574	0.074877	0.061828	0.013049	0.076149	0.059846	0.016303	0.132619	0.120868	0.011751
p	e	2	d	0.17155	0.111158	0.060261	0.055434	0.035332	0.020102	0.130757	0.110921	0.019836	0.095808	0.087138	0.00867	0.157763	0.135976	0.016787
p	u	2	d	0.202883	0.146995	0.055888	0.14052	0.128125	0.011574	0.128105	0.094437	0.033668	0.119123	0.097465	0.021658	0.167871	0.125903	0.041968
p	i	2	d	0.127855	0.110482	0.018138	0.089708	0.078134	0.011574	0.111965	0.096827	0.015138	0.09376	0.080595	0.013165	0.132619	0.1110795	0.021824
t	é	1	d	0.168428	0.10536	0.063068	0.102623	0.087952	0.014671	0.09201	0.071653	0.020357	0.107003	0.070618	0.036385	0.068828	0.048683	0.020145
t	ó	1	d	0.084538	0.051439	0.033099	0.090512	0.078287	0.012225	0.108311	0.092913	0.015398	0.082429	0.063266	0.019163	0.139334	0.120868	0.018466
t	ó	1	d	0.183493	0.129226	0.054267	0.111556	0.100248	0.011308	0.116663	0.10257	0.014093	0.080936	0.065546	0.01539	0.172908	0.157799	0.015109
t	a	1	d	0.129491	0.099551	0.02994	0.075186	0.055015	0.020171	0.072555	0.055852	0.016703	0.077986	0.066686	0.011842	0.115832	0.083936	0.031896
t	e	1	d	0.188823	0.137673	0.051115	0.105995	0.092593	0.013402	0.099698	0.082995	0.016703	0.066117	0.043888	0.022229	0.137655	0.119189	0.018466
t	é	2	d	0.159222	0.088043	0.071966	0.091375	0.078583	0.012792	0.101315	0.083449	0.017866	0.084964	0.071855	0.013109	0.137654	0.120867	0.016787
t	ó	2	d	0.156182	0.124792	0.031389	0.095639	0.085283	0.010356	0.105661	0.088696	0.016965	0.09735	0.065607	0.031743	0.132618	0.087793	0.045325
t	ó	2	d	0.186805	0.130151	0.056654	0.095031	0.084066	0.010965	0.088997	0.072816	0.016181	0.088915	0.066686	0.022229	0.179623	0.159478	0.020145
t	a	2	d	0.176087	0.120964	0.055123	0.09881	0.078708	0.020102	0.08952	0.066553	0.022967	0.047308	0.038188	0.00912	0.110795	0.087793	0.023502
t	e	2	d	0.146694	0.101058	0.045936	0.113065	0.104536	0.008529	0.13963	0.1126058	0.01572	0.0474003	0.463784	0.010259	0.114442	0.125903	0.028539
k	a	1	d	0.115644	0.070359	0.045285	0.078243	0.035454	0.042789	0.061906	0.036329	0.025577	0.101962	0.074666	0.022796	0.115831	0.080578	0.035253
k	ó	1	d	0.235779	0.140402	0.131737	0.085284	0.055435	0.029849	0.128929	0.076731	0.051198	0.091315	0.075443	0.016413	0.162835	0.1110795	0.05204
k	a	2	d	0.135489	0.074241	0.061248	0.079828	0.051197	0.028631	0.168339	0.116402	0.051937	0.071976	0.059277	0.012699	0.115831	0.068827	0.047004
k	ó	2	d	0.173025	0.093403	0.079622	0.069757	0.049046	0.020712	0.12919	0.080907	0.048283	0.116843	0.092335	0.024508	0.156121	0.095887	0.060434

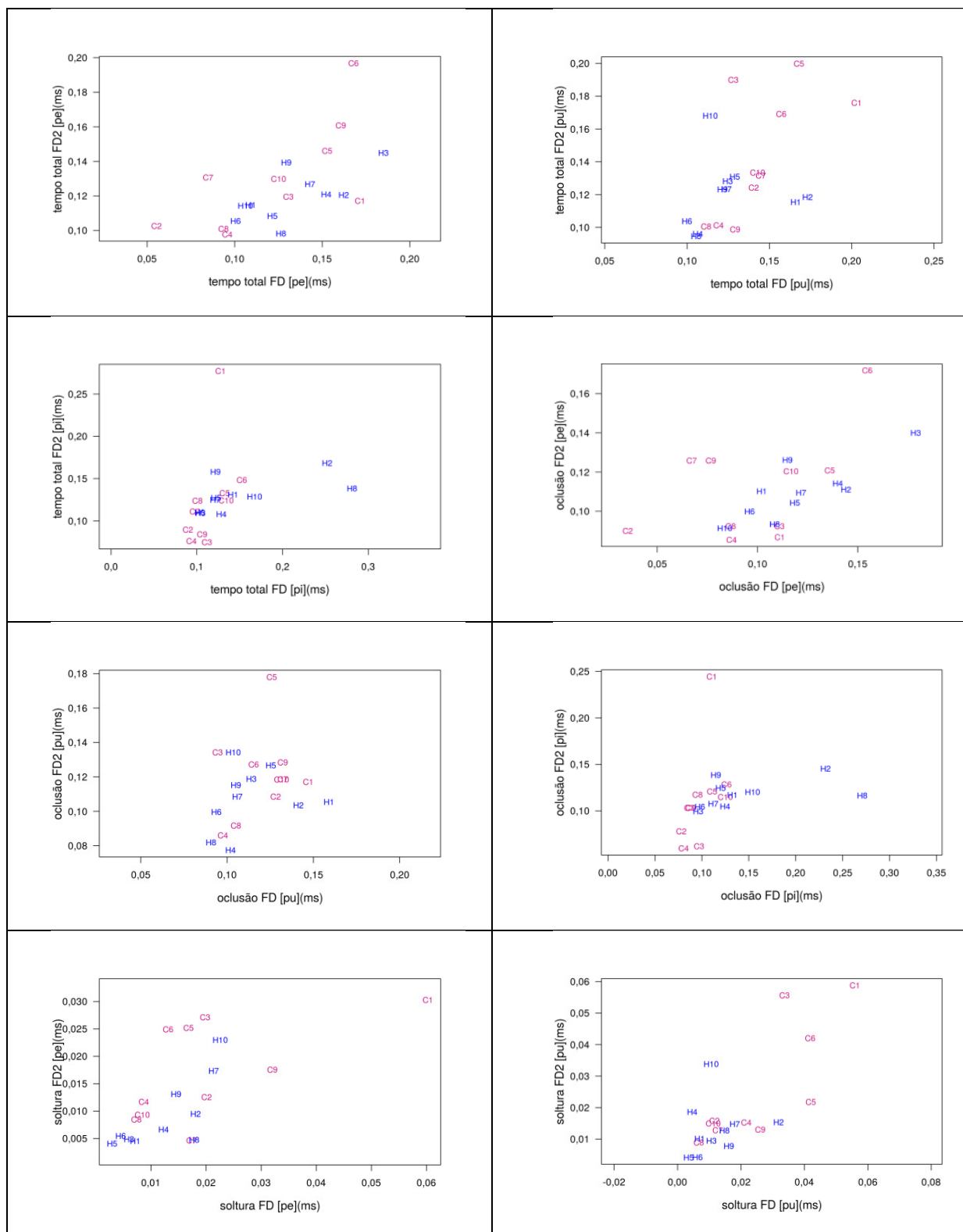
C	V	rep	fala	GC6			GC7			GC8			GC9			GC10		
				total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt
p	e	1	m	0.193476	0.139018	0.054458	0.120749	0.113021	0.007115	0.140122	0.119153	0.020592	0.124359	0.114572	0.011479	0.116664	0.108264	0.0084
p	u	1	m	0.183609	0.118034	0.065575	0.143438	0.125904	0.017534	0.106335	0.098355	0.00798	0.10714	0.125904	0.028061	0.159597	0.144664	0.014933
p	i	1	m	0.065575	0.056394	0.009181	0.12933	0.116211	0.013112	0.116373	0.098355	0.018018	0.13265	0.127163	0.038264	0.140931	0.131598	0.009333
p	e	2	m	0.166038	0.132461	0.033577	0.115351	0.105892	0.010072	0.128562	0.116567	0.012398	0.109691	0.110795	0.010204	0.125064	0.117598	0.007466
p	u	2	m	0.179675	0.10492	0.074755	0.141008	0.124644	0.016364	0.113562	0.102492	0.01107	0.114793	0.124644	0.028061	0.149331	0.133464	0.015867
p	i	2	m	0.14025	0.108854	0.031396	0.107877	0.100634	0.007243	0.074511	0.056629	0.017882	0.089284	0.113313	0.017857	0.126932	0.114798	0.012134
t	e	1	m	0.177346	0.144264	0.034393	0.103523	0.092424	0.011099	0.137523	0.104107	0.033416	0.13265	0.109536	0.015306	0.118531	0.094265	0.024266
t	e	1	m	0.153776	0.12197	0.031806	0.099081	0.086213	0.012868	0.124671	0.101536	0.023135	0.120533	0.090651	0.01977	0.090532	0.070933	0.019599
t	ó	1	m	0.185011	0.139019	0.045992	0.115232	0.105425	0.009807	0.144445	0.13114	0.013305	0.112242	0.11709	0.020408	0.122265	0.112932	0.009333
t	a	1	m	0.132373	0.09574	0.036633	0.096232	0.086517	0.009715	0.09245	0.06557	0.02688	0.084181	0.103241	0.025509	0.102665	0.085865	0.0168
t	e	1	m	0.103782	0.055083	0.048699	0.129755	0.115832	0.013923	0.110393	0.098355	0.012441	0.138625	0.115832	0.014218	0.129731	0.111064	0.018667
t	e	2	m	0.156706	0.123281	0.033425	0.1042	0.094056	0.010144	0.116472	0.101513	0.014912	0.096936	0.107018	0.015306	0.124131	0.106398	0.017733
t	e	2	m	0.140053	0.103609	0.036444	0.087037	0.07608	0.010344	0.113236	0.101335	0.011901	0.094385	0.085615	0.010204	0.122264	0.104531	0.017733
t	ó	2	m	0.176995	0.141641	0.035354	0.11891	0.106396	0.011901	0.13139	0.120677	0.011071	0.122446	0.122126	0.015306	0.135331	0.124131	0.0112
t	a	2	m	0.139362	0.104919	0.034443	0.086424	0.077272	0.009152	0.077493	0.067136	0.010714	0.084181	0.083096	0.015305	0.118531	0.103598	0.014933
t	e	2	m	0.161133	0.120658	0.040475	0.149284	0.137235	0.012049	0.118419	0.112042	0.005304	0.10714	0.137235	0.017856	0.122264	0.107331	0.014933
k	a	1	m	0.122116	0.0657	0.056459	0.102378	0.079319	0.023059	0.095918	0.080082	0.015836	0.104589	0.079319	0.035713	0.105465	0.073732	0.031733
k	ó	1	m	0.11651	0.085558	0.029952	0.091409	0.057915	0.033494	0.122198	0.086433	0.035765	0.099487	0.057915	0.045917	0.097998	0.073732	0.024266
k	a	2	m	0.144091	0.073443	0.070648	0.068795	0.044067	0.024729	0.136934	0.122198	0.015093	0.089283	0.044067	0.02806	0.100799	0.063466	0.037333
k	ó	2	m	0.165249	0.091805	0.073444	0.101135	0.066236	0.034286	0.106561	0.079777	0.026784	0.096936	0.071765	0.035713	0.115732	0.084932	0.0308
p	e	1	d	0.196725	0.171806	0.024919	0.130565	0.125904	0.004662	0.100875	0.092394	0.008481	0.160736	0.125904	0.017575	0.129731	0.120397	0.009334
p	u	1	d	0.169183	0.127215	0.041968	0.131509	0.118671	0.012838	0.100545	0.091617	0.008928	0.098747	0.128421	0.012972	0.133464	0.118531	0.014933
p	i	1	d	0.148199	0.128527	0.019672	0.111184	0.103241	0.007499	0.123835	0.117496	0.005981	0.084132	0.103241	0.014746	0.124131	0.114798	0.009333
p	e	2	d	0.167872	0.154757	0.013115	0.084859	0.067087	0.017328	0.093664	0.086605	0.007366	0.160592	0.076802	0.03201	0.125064	0.116665	0.008399
p	u	2	d	0.157214	0.115412	0.041802	0.144789	0.132199	0.01259	0.111461	0.105054	0.006714	0.129124	0.132199	0.026042	0.142798	0.131598	0.0112
p	i	2	d	0.152539	0.126309	0.02623	0.097743	0.086675	0.011068	0.100669	0.095379	0.005311	0.106338	0.088133	0.012479	0.134398	0.125065	0.009333
t	e	1	d	0.206088	0.174429	0.031659	0.105502	0.095687	0.009815	0.083154	0.077492	0.005662	0.137752	0.095687	0.017857	0.125997	0.115731	0.010266
t	e	1	d	0.163937	0.137707	0.02623	0.104156	0.094428	0.009728	0.07312	0.06557	0.00755	0.109691	0.094428	0.010204	0.104532	0.090532	0.014
t	ó	1	d	0.177849	0.142953	0.034896	0.115052	0.105759	0.009682	0.11651	0.107254	0.009613	0.120827	0.105759	0.013181	0.135331	0.125065	0.010266
t	a	1	d	0.166481	0.108854	0.057627	0.080698	0.073025	0.007673	0.099717	0.092614	0.00746	0.081284	0.110795	0.010459	0.130665	0.113865	0.0168
t	e	1	d	0.159335	0.13115	0.028185	0.117735	0.106229	0.011506	0.117303	0.106232	0.011428	0.092281	0.110795	0.013794	0.123198	0.103598	0.0196
t	e	2	d	0.157379	0.137707	0.019672	0.096854	0.086805	0.010493	0.086564	0.080173	0.006391	0.114161	0.099464	0.013319	0.126882	0.114749	0.012133
t	e	2	d	0.162869	0.137707	0.025162	0.095321	0.084356	0.010965	0.078991	0.070497	0.008494	0.106551	0.084356	0.010741	0.092398	0.082132	0.010266
t	ó	2	d	0.168136	0.145576	0.022034	0.127164	0.119609	0.007555	0.149486	0.139612	0.009874	0.127497	0.119609	0.019532	0.140931	0.129731	0.0112
t	a	2	d	0.134818	0.116723	0.018095	0.099559	0.093169	0.00639	0.100288	0.092614	0.00798	0.089519	0.093169	0.020074	0.112931	0.093332	0.019599
t	e	2	d	0.156893	0.137707	0.019186	0.119923	0.104608	0.015315	0.111775	0.103673	0.008102	0.085721	0.104608	0.014106	0.136264	0.126931	0.009333
k	a	1	d	0.145576	0.085558	0.059018	0.086281	0.062952	0.023773	0.107378	0.071879	0.035856	0.091432	0.062952	0.02743	0.110131	0.079332	0.030799
k	ó	1	d	0.094509	0.065575	0.028934	0.104851	0.073034	0.031373	0.091486	0.07188	0.028606	0.078878	0.083096	0.019719	0.111998	0.082132	0.029866
k	a	2	d	0.173421	0.098362	0.075059	0.086501	0.06547	0.021031	0.094746	0.074644	0.016853	0.111763	0.06547	0.017361	0.096132	0.066266	0.029866
k	ó	2	d	0.155202	0.094428	0.060774	0.09641	0.073382	0.023028	0.095536	0.08418	0.011662	0.116646	0.084355	0.042318	0.124131	0.086798	0.037333

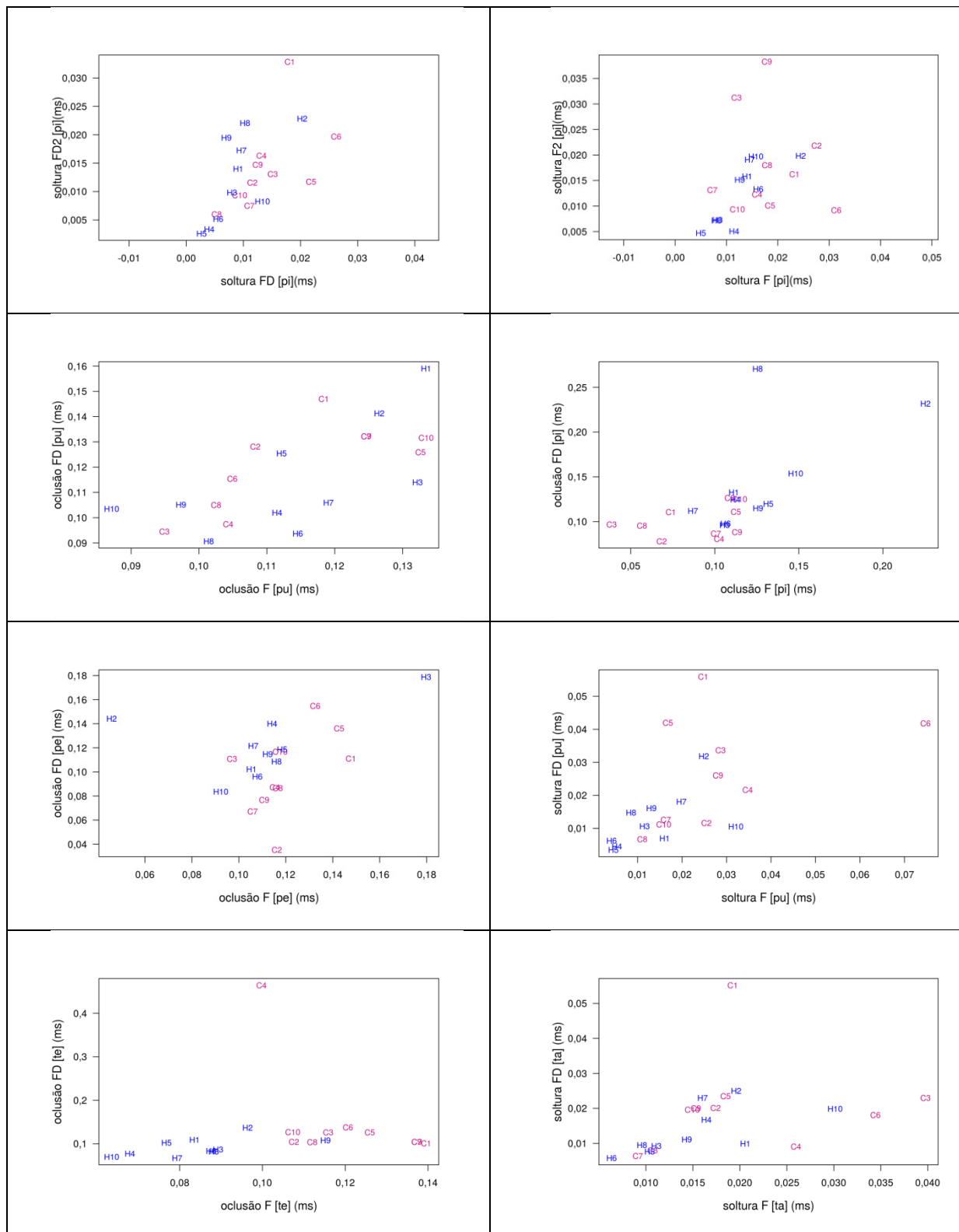
C	V	rep	voz	GH1			GH2			GH3			GH4			GH5		
				total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt
p	e	1	m	0.111712	0.10201	0.009702	0.108742	0.090239	0.018503	0.169325	0.162913	0.006412	0.10406	0.094841	0.009219	0.146039	0.139291	0.006748
p	u	1	m	0.170811	0.157503	0.012147	0.150083	0.122677	0.027406	0.143417	0.130762	0.012655	0.1396	0.133588	0.006012	0.134677	0.128035	0.006642
p	i	1	m	0.131614	0.11582	0.01594	0.195394	0.17609	0.019844	0.103926	0.09664	0.007286	0.117876	0.112853	0.005823	0.118141	0.113418	0.004723
p	e	2	m	0.114883	0.105387	0.004996	0.133807	0.118805	0.08805	0.187834	0.179801	0.080133	0.123101	0.114212	0.008880	0.175375	0.118437	0.006938
p	u	2	m	0.149535	0.13345	0.016085	0.151437	0.12654	0.024897	0.143767	0.132172	0.011595	0.116815	0.111494	0.005321	0.116729	0.112154	0.004575
p	i	2	m	0.125436	0.111401	0.014035	0.249842	0.225382	0.02446	0.114263	0.105975	0.008288	0.123654	0.112146	0.011508	0.13679	0.1318	0.00499
t	e	1	m	0.124776	0.100978	0.023798	0.124109	0.099469	0.02464	0.096402	0.0839	0.012502	0.12268	0.111447	0.011441	0.098471	0.087233	0.011238
t	e	1	m	0.116437	0.092485	0.023952	0.107206	0.093057	0.014149	0.101734	0.093675	0.008059	0.086313	0.069249	0.017064	0.093168	0.086529	0.006639
t	o	1	m	0.12145	0.10758	0.013846	0.1271	0.103974	0.023945	0.054572	0.043094	0.011478	0.127504	0.114599	0.013012	0.152976	0.146326	0.006762
t	a	1	m	0.100226	0.08243	0.017796	0.094146	0.069112	0.025034	0.086737	0.072236	0.014501	0.09179	0.062965	0.028825	0.11274	0.103413	0.009327
t	e	1	m	0.126644	0.098597	0.02746	0.179806	0.149023	0.030778	0.111297	0.099981	0.011316	0.13445	0.115048	0.019402	0.123876	0.115531	0.008345
t	e	2	m	0.11588	0.095289	0.020591	0.107891	0.088274	0.019617	0.099063	0.087945	0.011118	0.108889	0.092458	0.016431	0.093561	0.083178	0.010383
t	e	2	m	0.106068	0.083552	0.022516	0.114429	0.096447	0.017982	0.098716	0.089305	0.009411	0.086606	0.067984	0.018622	0.08277	0.076849	0.005921
t	o	2	m	0.099774	0.082391	0.017383	0.159091	0.137148	0.021943	0.109327	0.09883	0.010497	0.109718	0.092458	0.01726	0.143143	0.134712	0.008431
t	a	2	m	0.090217	0.077157	0.02706	0.107083	0.069408	0.03258	0.101564	0.085733	0.015831	0.093783	0.083903	0.009088	0.066908	0.053342	0.013566
t	e	2	m	0.111583	0.087032	0.024551	0.126093	0.101575	0.024518	0.12688	0.116692	0.010188	0.115775	0.104695	0.011108	0.123741	0.11339	0.010351
k	a	1	m	0.097621	0.067527	0.030094	0.138152	0.109649	0.028503	0.136034	0.110198	0.025836	0.104021	0.088913	0.015108	0.115951	0.090047	0.025904
k	o	1	m	0.127719	0.092815	0.034904	0.090858	0.065181	0.025677	0.096282	0.075926	0.030356	0.099545	0.08022	0.019325	0.065631	0.059796	0.005835
k	o	2	m	0.105599	0.064984	0.040615	0.117286	0.091223	0.026063	0.084481	0.061919	0.022562	0.08241	0.067984	0.014426	0.110301	0.082274	0.028027
k	o	2	m	0.117204	0.074268	0.042936	0.142936	0.125795	0.03669	0.117185	0.102403	0.014782	0.106668	0.08702	0.019648	0.12646	0.087482	0.038978
p	e	1	d	0.114764	0.110242	0.004522	0.120509	0.111034	0.009475	0.144985	0.140068	0.004917	0.120837	0.114212	0.006625	0.108363	0.104327	0.004036
p	u	1	d	0.115482	0.105405	0.010077	0.118403	0.103534	0.015322	0.128301	0.118802	0.009499	0.096099	0.077502	0.018597	0.130884	0.12669	0.004194
p	i	1	d	0.131192	0.117204	0.013988	0.168279	0.145463	0.022816	0.109596	0.099734	0.009862	0.108041	0.104695	0.003346	0.127219	0.124606	0.002613
p	e	2	d	0.109264	0.102118	0.007146	0.162247	0.144139	0.018108	0.184939	0.178918	0.006021	0.152357	0.140046	0.012311	0.121494	0.118579	0.002915
p	u	2	d	0.165909	0.15898	0.00693	0.173102	0.141232	0.03187	0.124659	0.114009	0.01065	0.106547	0.101976	0.004571	0.128932	0.125423	0.003509
p	i	2	d	0.142187	0.132577	0.0091	0.257062	0.231780	0.07078	0.104146	0.096145	0.008001	0.128699	0.124648	0.004051	0.172613	0.119433	0.000768
t	e	1	d	0.150192	0.141573	0.008619	0.123161	0.112151	0.01101	0.100309	0.092401	0.007908	0.125314	0.078861	0.046453	0.117957	0.108672	0.009285
t	e	1	d	0.114268	0.105311	0.008957	0.121828	0.108709	0.013119	0.094768	0.083601	0.011167	0.093677	0.080221	0.013456	0.112344	0.102746	0.009598
t	o	1	d	0.110518	0.095156	0.015362	0.150324	0.139373	0.010951	0.12579	0.118069	0.007721	0.106291	0.092458	0.013833	0.139505	0.132194	0.007311
t	a	1	d	0.089888	0.072869	0.017019	0.106521	0.08462	0.021901	0.102171	0.093868	0.008303	0.084019	0.059826	0.024193	0.097566	0.089278	0.008288
t	e	1	d	0.129696	0.120685	0.009011	0.105422	0.090867	0.014555	0.120524	0.112928	0.007589	0.123614	0.111494	0.01212	0.138782	0.129558	0.000933
t	e	2	d	0.119035	0.10908	0.009955	0.15156	0.126571	0.024989	0.118583	0.10933	0.009303	0.12414	0.107414	0.016726	0.101967	0.094293	0.007674
t	e	2	d	0.119036	0.109081	0.009955	0.149334	0.136895	0.013038	0.097903	0.087214	0.010689	0.095311	0.077501	0.01781	0.107949	0.102081	0.005524
t	o	2	d	0.109789	0.098637	0.011152	0.155728	0.139798	0.015935	0.132391	0.118737	0.013654	0.096107	0.087019	0.009088	0.135289	0.129658	0.005631
t	a	2	d	0.109789	0.098637	0.011152	0.101767	0.083297	0.01847	0.093037	0.077231	0.015806	0.086323	0.069343	0.01698	0.095542	0.085995	0.009547
t	e	2	d	0.129696	0.120685	0.009011	0.114752	0.101405	0.013037	0.135146	0.126617	0.008529	0.125509	0.10138	0.024129	0.113024	0.10742	0.005604
k	a	1	d	0.093995	0.070786	0.023209	0.131254	0.120308	0.010951	0.106672	0.093135	0.114405	0.0843	0.030105	0.094018	0.067728	0.032629	0.003187
k	o	1	d	0.120749	0.085872	0.034813	0.130597	0.084965	0.045631	0.102668	0.075535	0.027133	0.117024	0.108774	0.00825	0.116754	0.084884	0.03187
k	a	2	d	0.088835	0.066145	0.02269	0.113718	0.085685	0.028032	0.114565	0.097763	0.016802	0.103366	0.076142	0.027224	0.080605	0.064071	0.016534

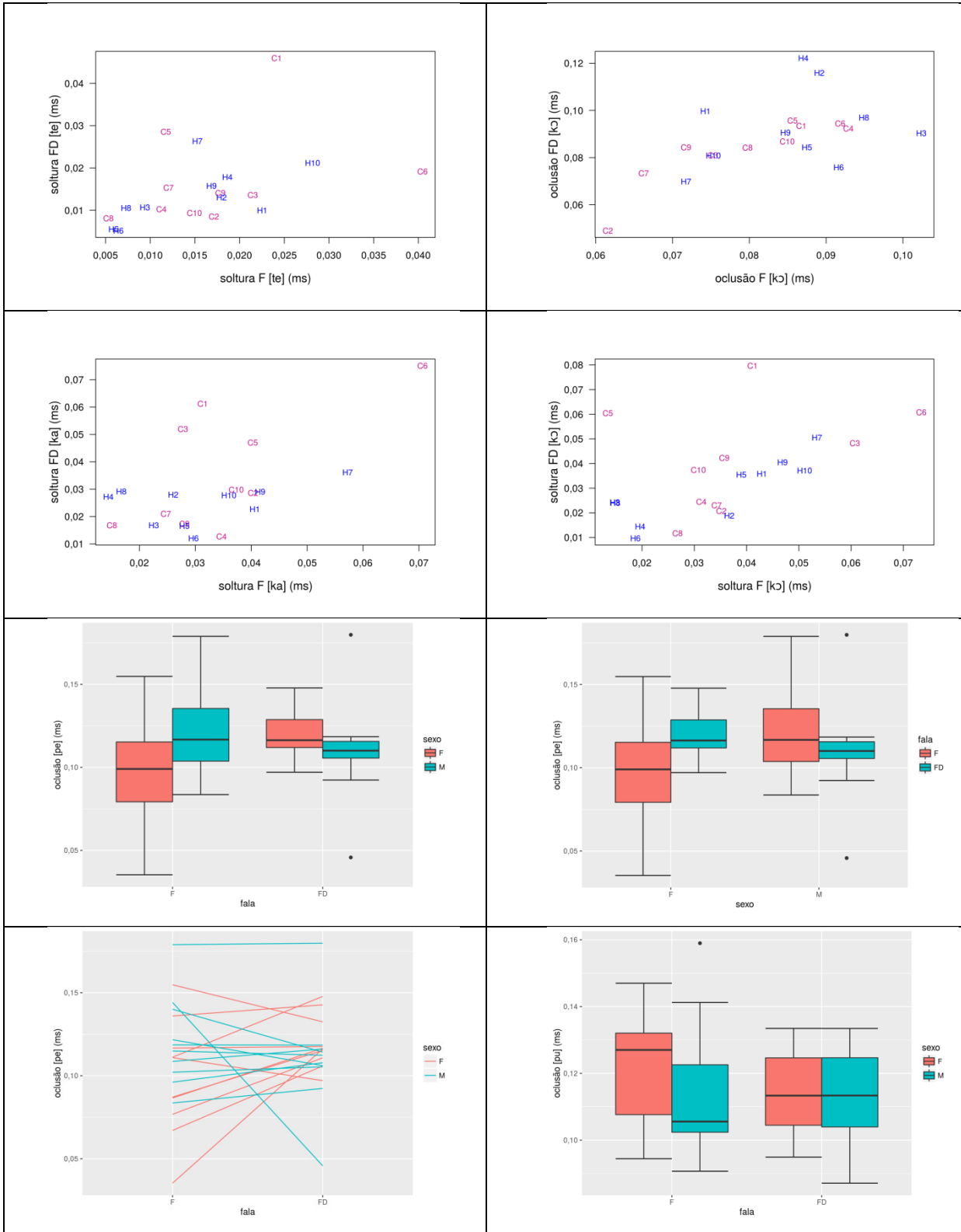
C	V	rep	voz	GH6			GH7			GH8			GH9			GH10		
				total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt	total	oclusão	solt
p	e	1	m	0.131121	0.12391	0.007211	0.12896	0.116964	0.011996	0.134766	0.1271	0.007666	0.11642	0.108856	0.007564	0.10095	0.083493	0.017457
p	u	1	m	0.124023	0.119771	0.004252	0.126712	0.100759	0.025953	0.135186	0.10926	0.025926	0.120204	0.107633	0.012571	0.135106	0.100191	0.034915
p	i	1	m	0.15001	0.136701	0.013309	0.136635	0.117552	0.019083	0.162689	0.155656	0.007165	0.123258	0.108072	0.015186	0.133589	0.113854	0.019735
p	e	2	m	0.113688	0.107823	0.005865	0.118316	0.106103	0.012213	0.125676	0.1161	0.009576	0.117889	0.112334	0.005555	0.110873	0.092355	0.016375
p	u	2	m	0.118694	0.114562	0.004132	0.138925	0.119079	0.019846	0.109931	0.101435	0.008496	0.110434	0.097356	0.013078	0.11921	0.087115	0.032095
p	i	2	m	0.122648	0.106475	0.016173	0.101522	0.087019	0.014503	0.13336	0.125562	0.00807	0.138164	0.125596	0.012568	0.16375	0.14803	0.01572
t	e	1	m	0.127564	0.120976	0.006588	0.116964	0.100969	0.015995	0.127552	0.118334	0.009218	0.141498	0.126998	0.0145	0.107782	0.079698	0.028084
t	e	1	m	0.097726	0.091303	0.006423	0.09897	0.081975	0.016995	0.100894	0.092712	0.008182	0.118077	0.107042	0.011035	0.107023	0.081975	0.025048
t	o	1	m	0.150346	0.143475	0.006871	0.144268	0.130528	0.01374	0.149316	0.139704	0.009594	0.114649	0.076223	0.038426	0.139661	0.11689	0.022771
t	a	1	m	0.099467	0.089998	0.009469	0.095416	0.080912	0.014504	0.084592	0.076732	0.00786	0.084938	0.070553	0.014385	0.106263	0.085011	0.021252
t	e	1	m	0.141198	0.133681	0.007517	0.124422	0.103049	0.021373	0.106628	0.10068	0.005948	0.144607	0.126616	0.017991	0.138143	0.110818	0.027325
t	e	2	m	0.119555	0.113214	0.006341	0.113736	0.097706	0.01603	0.112727	0.103135	0.009592	0.14547	0.131133	0.014337	0.101525	0.071395	0.03013
t	e	2	m	0.094056	0.087606	0.00645	0.094653	0.079386	0.015267	0.095484	0.088188	0.009296	0.132077	0.115227	0.014685	0.091701	0.063536	0.028165
t	o	2	m	0.142183	0.133431	0.008752	0.125949	0.105339	0.02061	0.114726	0.105634	0.009092	0.16257	0.147905	0.014665	0.156545	0.135585	0.020996
t	a	2	m	0.095437	0.088954	0.006483	0.092362	0.075569	0.016793	0.141242	0.133244	0.007998	0.08375	0.069272	0.014478	0.100216	0.079911	0.020305
t	e	2	m	0.121301	0.109171	0.01213	0.140453	0.119079	0.021374	0.131435	0.123463	0.007972	0.131607	0.110135	0.021472	0.137551	0.106111	0.031444
k	a	1	m	0.109167	0.100433	0.008729	0.143505	0.095416	0.048089	0.095442	0.07963	0.015817	0.113708	0.057707	0.055501	0.11689	0.074384	0.042506
k	o	1	m	0.108237	0.091478	0.016759	0.112973	0.067936	0.045037	0.114815	0.094445	0.02037	0.106072	0.076316	0.03018	0.133589	0.074385	0.059204
k	a	2	m	0.113214	0.083562	0.029652	0.129002	0.071752	0.05725	0.096742	0.080001	0.016741	0.086546	0.044933	0.041613	0.112005	0.075598	0.036025
k	o	2	m	0.110389	0.09165	0.018739	0.125186	0.071753	0.053433	0.10977	0.094913	0.014873	0.131582	0.084718	0.046864	0.126415	0.075325	0.05109
p	e	1	d	0.105469	0.099988	0.005481	0.126727	0.109403	0.017324	0.098256	0.093499	0.004757	0.139362	0.126249	0.013113	0.114364	0.09137	0.022994
p	u	1	d	0.103899	0.095584	0.004315	0.123325	0.108526	0.014799	0.094663	0.081903	0.01276	0.123209	0.115362	0.007847	0.168217	0.134332	0.033885
p	i	1	d	0.110027	0.104771	0.005187	0.124969	0.107704	0.017265	0.138605	0.116554	0.022051	0.158266	0.138778	0.019488	0.128652	0.120357	0.008295
p	e	2	d	0.100617	0.096132	0.004485	0.143057	0.12168	0.021377	0.126428	0.108613	0.017815	0.129448	0.114885	0.014563	0.106171	0.083609	0.022562
p	u	2	d	0.09996	0.093707	0.006253	0.123999	0.105941	0.018058	0.105453	0.090691	0.014762	0.121358	0.105177	0.016181	0.114134	0.103517	0.010617
p	i	2	d	0.103611	0.098012	0.005599	0.121592	0.111961	0.009631	0.281058	0.270803	0.010255	0.121923	0.114885	0.007038	0.167322	0.154027	0.013295
t	e	1	d	0.104278	0.099243	0.005035	0.118074	0.099085	0.018746	0.111359	0.103767	0.008092	0.150816	0.132295	0.018521	0.104554	0.087611	0.016943
t	e	1	d	0.090333	0.084565	0.005768	0.088616	0.074009	0.014607	0.097673	0.091228	0.006445	0.126278	0.111127	0.015151	0.098026	0.063536	0.034449
t	o	1	d	0.133503	0.126556	0.006947	0.116682	0.104307	0.012375	0.108281	0.096724	0.011557	0.157827	0.140845	0.016982	0.115877	0.096514	0.019363
t	a	1	d	0.088132	0.08195	0.006182	0.087972	0.074817	0.013155	0.076453	0.067588	0.008765	0.105712	0.09661	0.009102	0.096815	0.075032	0.021783
t	e	1	d	0.110725	0.105809	0.004916	0.118392	0.101948	0.016444	0.121183	0.105004	0.016179	0.161678	0.148342	0.013336	0.132715	0.100863	0.031852
t	e	2	d	0.095049	0.089211	0.005838	0.118392	0.095371	0.023021	0.100668	0.091111	0.009557	0.120378	0.109221	0.011157	0.078301	0.058394	0.019907
t	e	2	d	0.089217	0.084025	0.005192	0.093727	0.067417	0.02631	0.092663	0.082136	0.010527	0.123785	0.108008	0.015777	0.091573	0.070338	0.021235
t	o	2	d	0.12766	0.12228	0.00538	0.134835	0.118392	0.016443	0.103009	0.093026	0.007283	0.173137	0.15372	0.01947	0.138022	0.116788	0.021234
t	a	2	d	0.100639	0.095688	0.004951	0.037354	0.028325	0.009029	0.085895	0.079706	0.006689	0.118121	0.105176	0.012945	0.11148	0.087591	0.023889
t	e	2	d	0.096354	0.08748	0.008874	0.131222	0.114368	0.016854	0.122566	0.105912	0.016654	0.155023	0.142393	0.01263	0.192274	0.122728	0.069546
k	a	1	d	0.086349	0.072614	0.013735	0.093727	0.076462	0.017265	0.157805	0.069077	0.088728	0.107178	0.081516	0.025662	0.099236	0.072612	0.026624
k	o	1	d	0.105267	0.09336	0.011907	0.113459	0.081394	0.032065	0.156457	0.088204	0.068253	0.137006	0.090353	0.046653	0.130702	0.099236	0.031466
k	a	2	d	0.084771	0.072665	0.012111	0.107145	0.071029	0.036116	0.108992	0.079819	0.029173	0.087377	0.058252	0.029125	0.103517	0.075647	0.02787

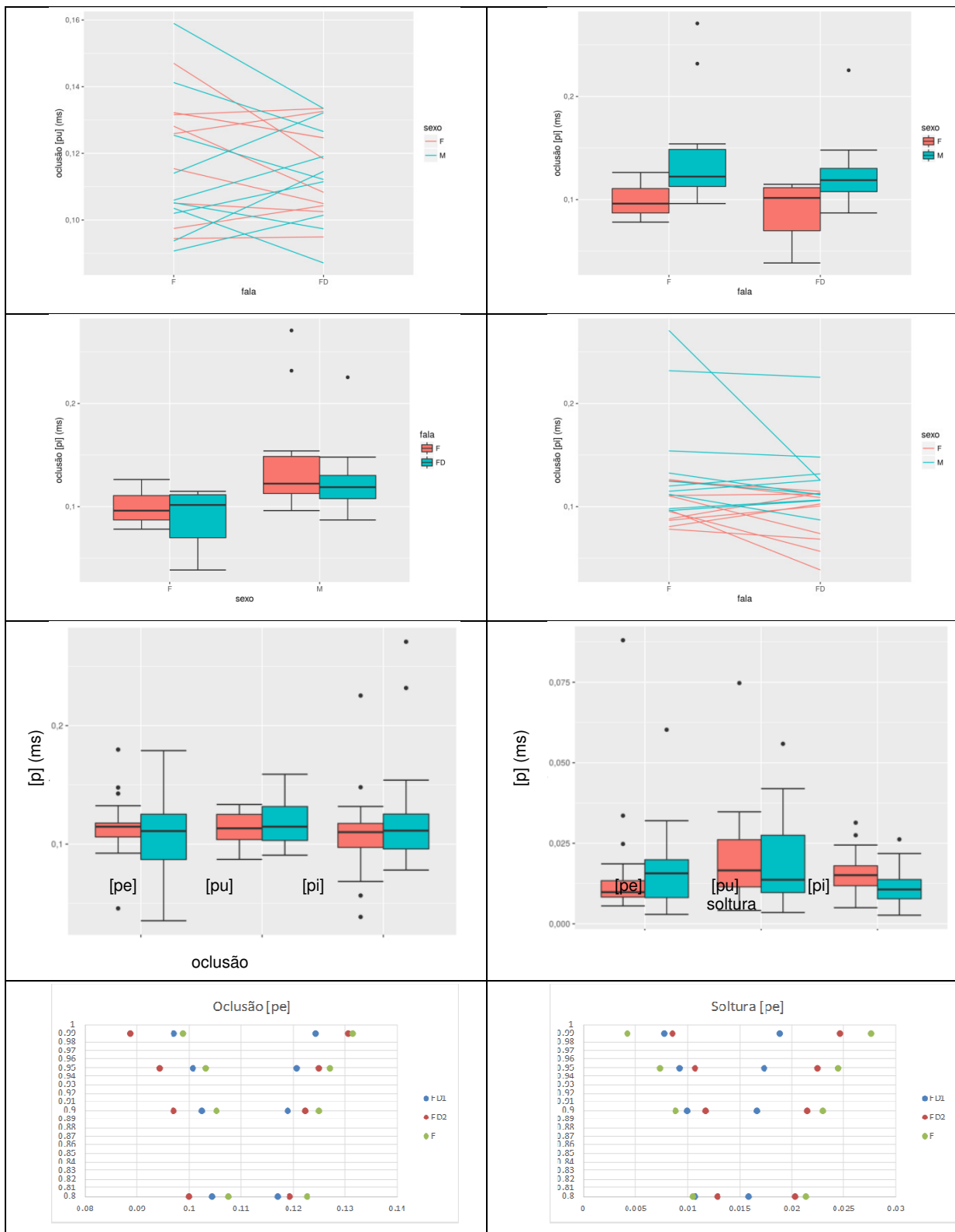
APÊNDICE B - GRÁFICOS DO FONEMA [P]

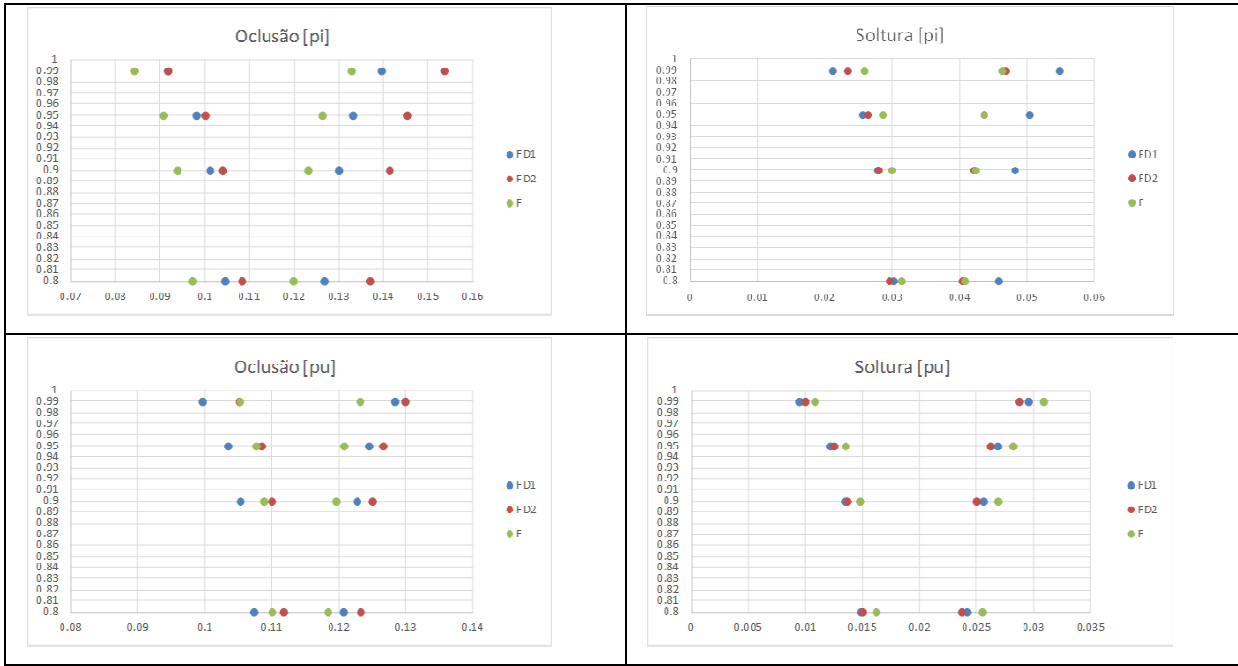




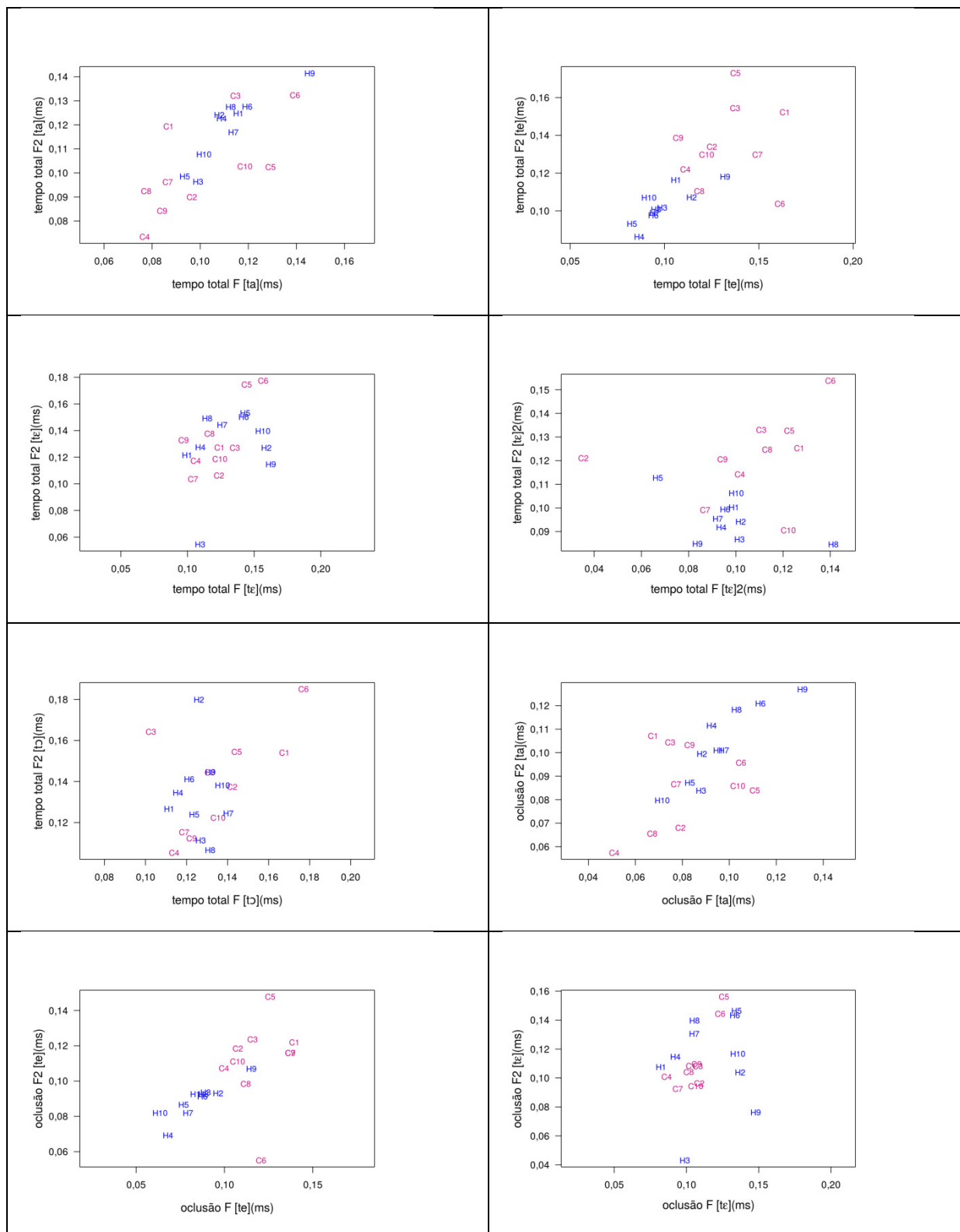


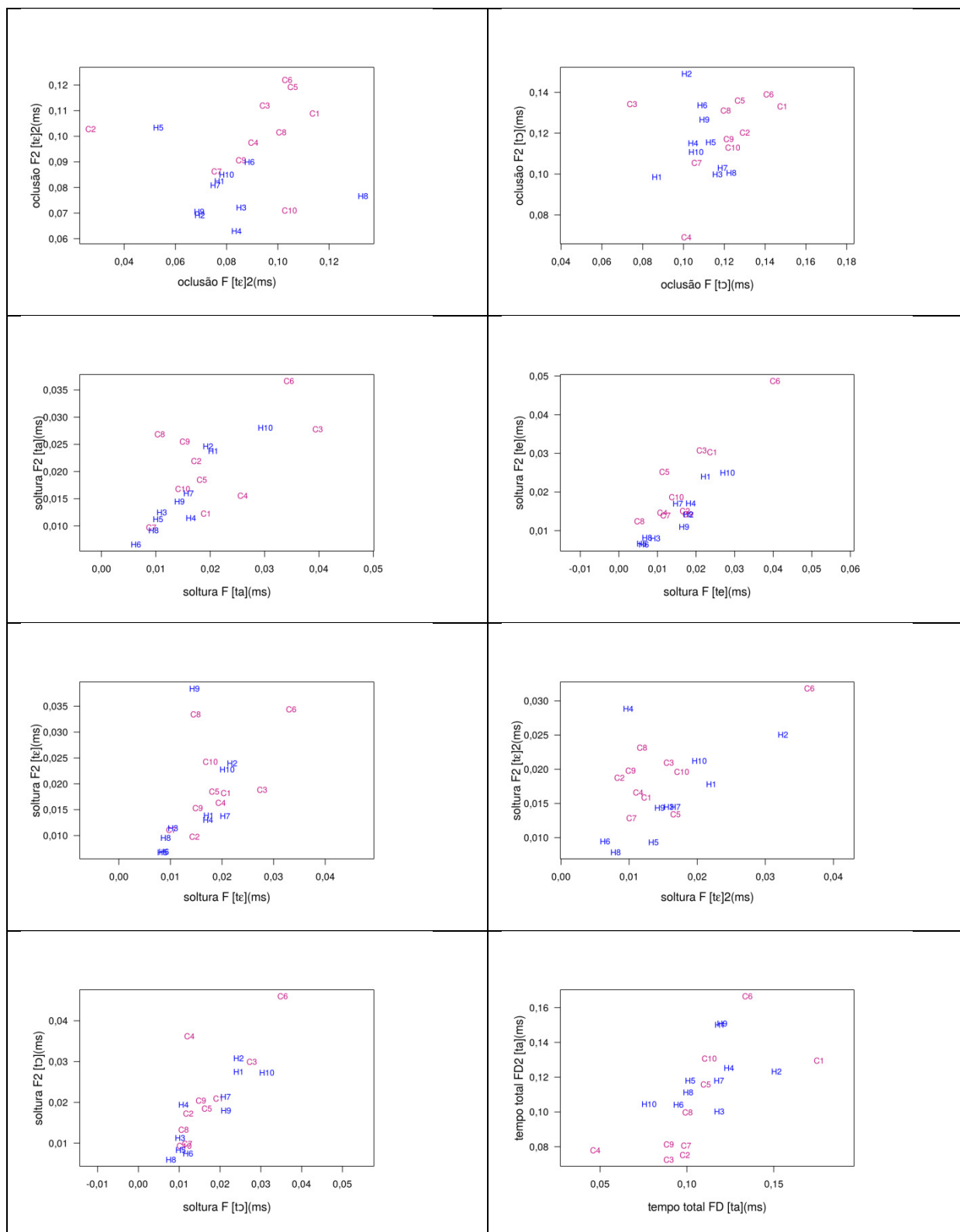


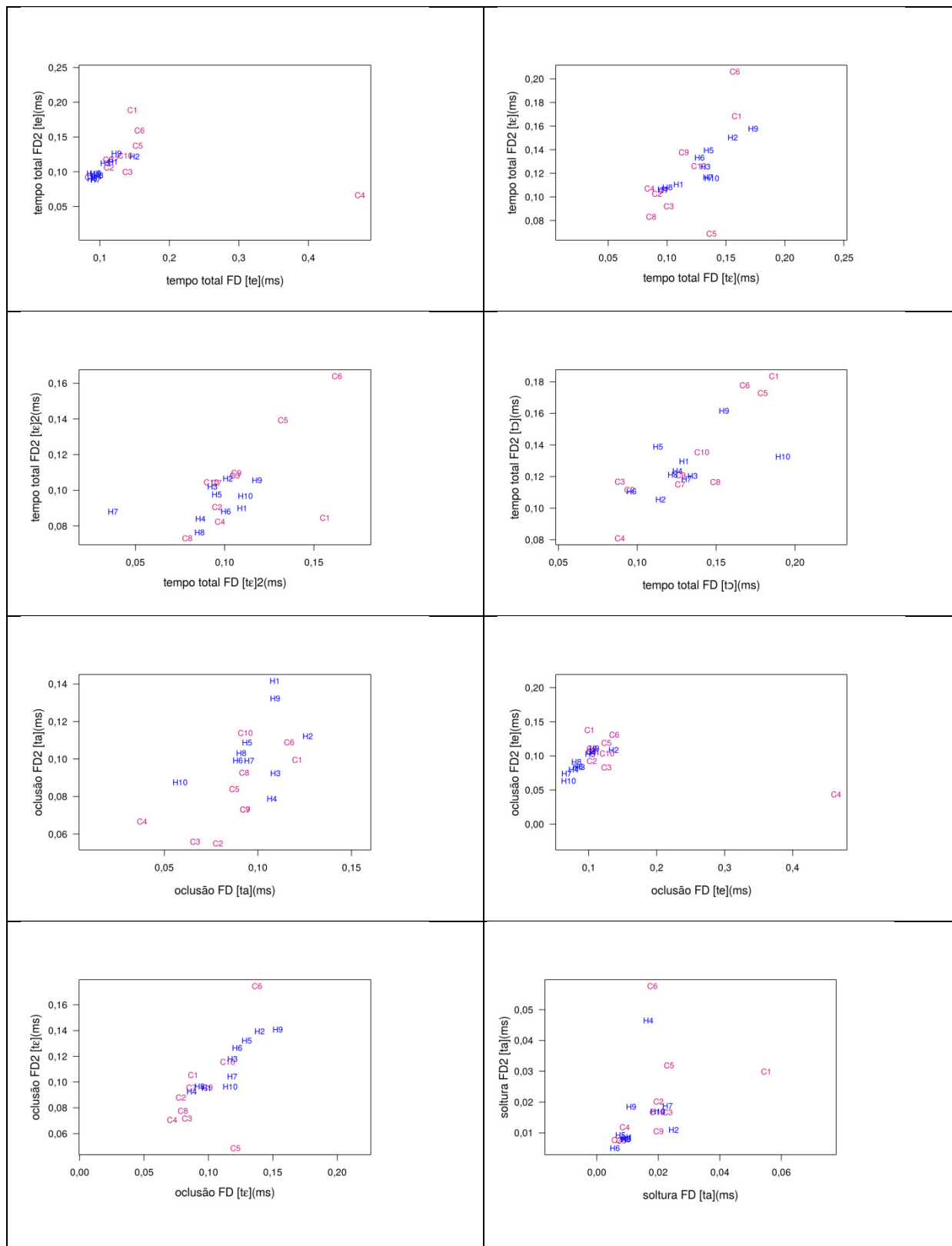


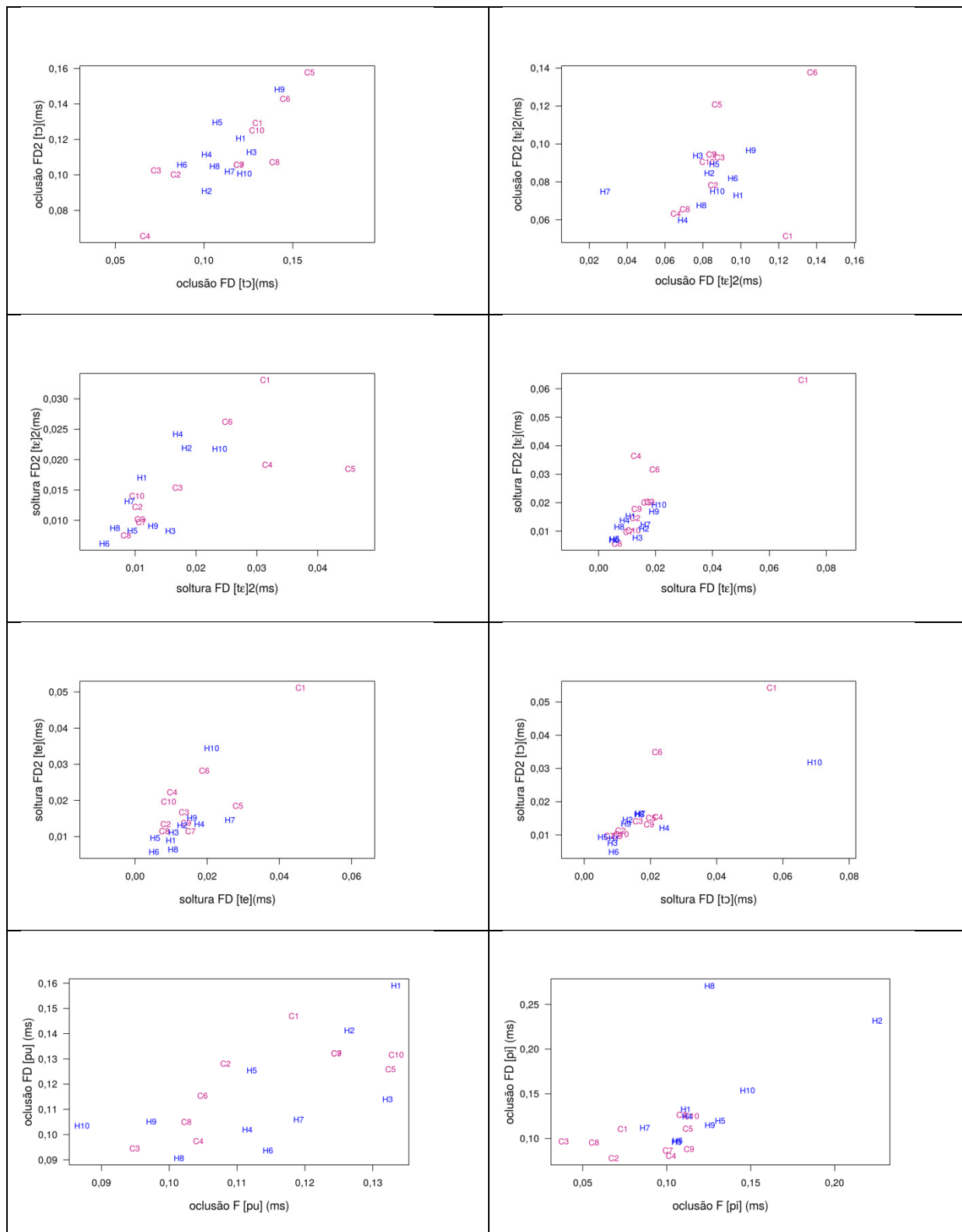


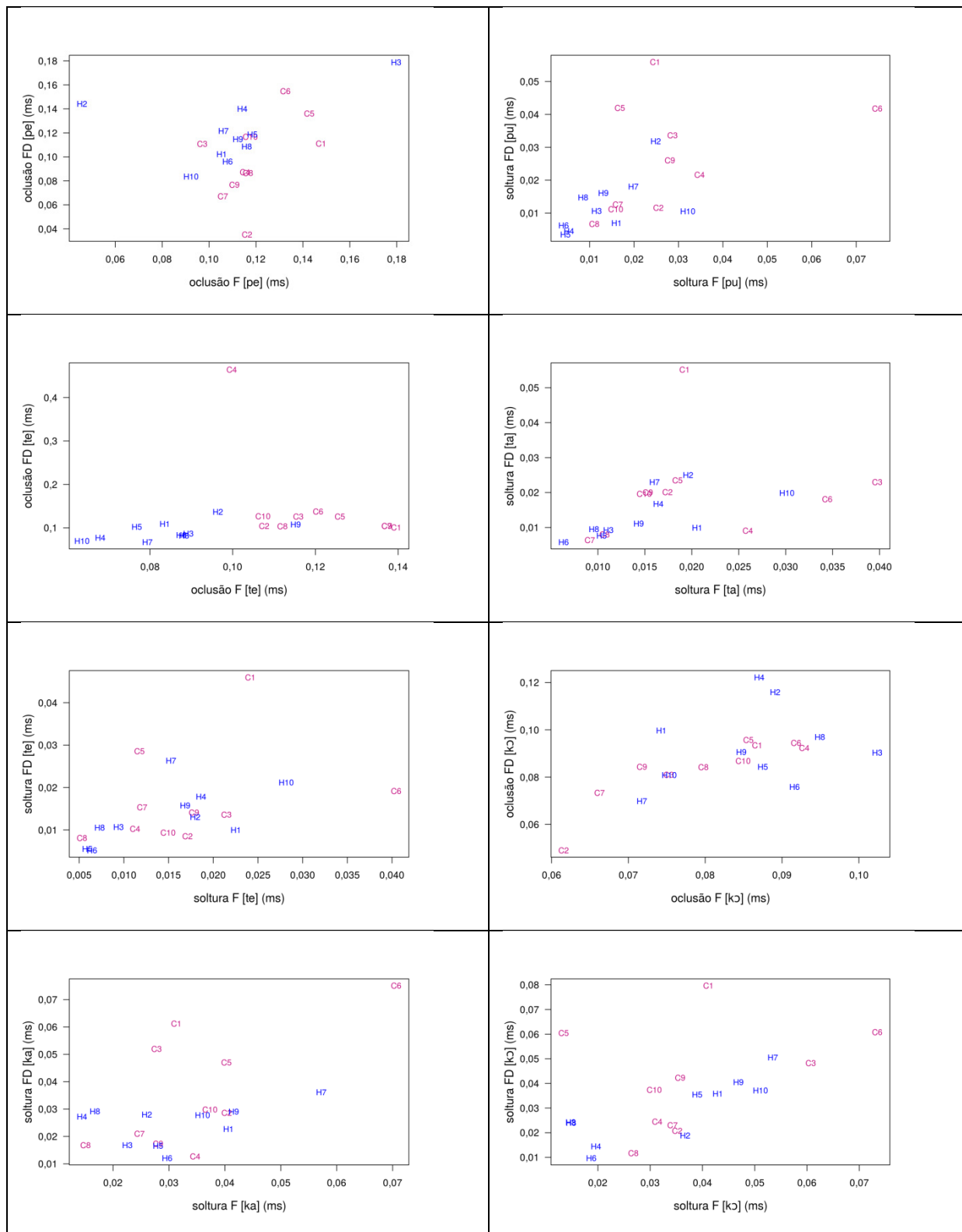
APÊNDICE C - GRÁFICOS DO FONEMA [T]

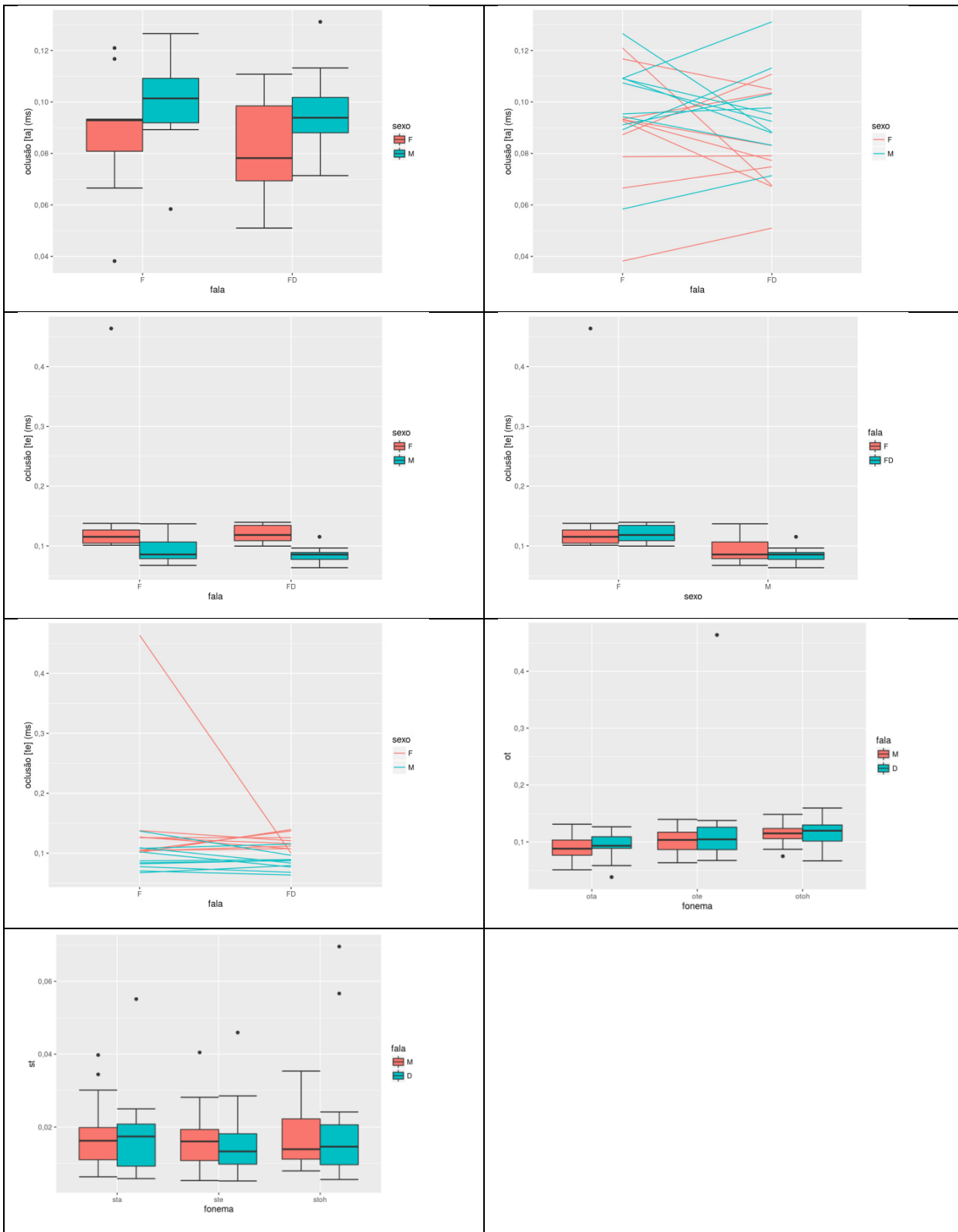


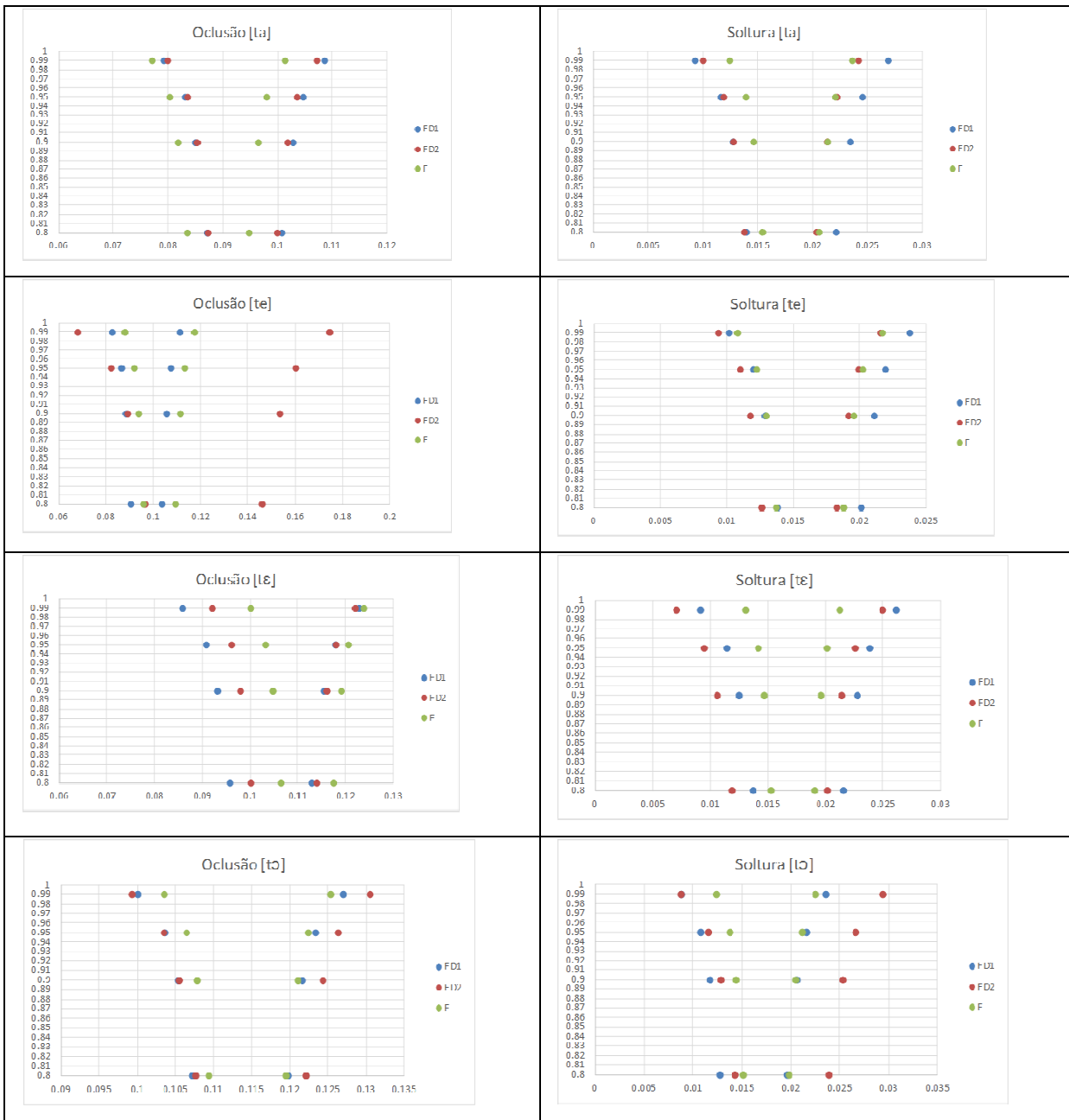




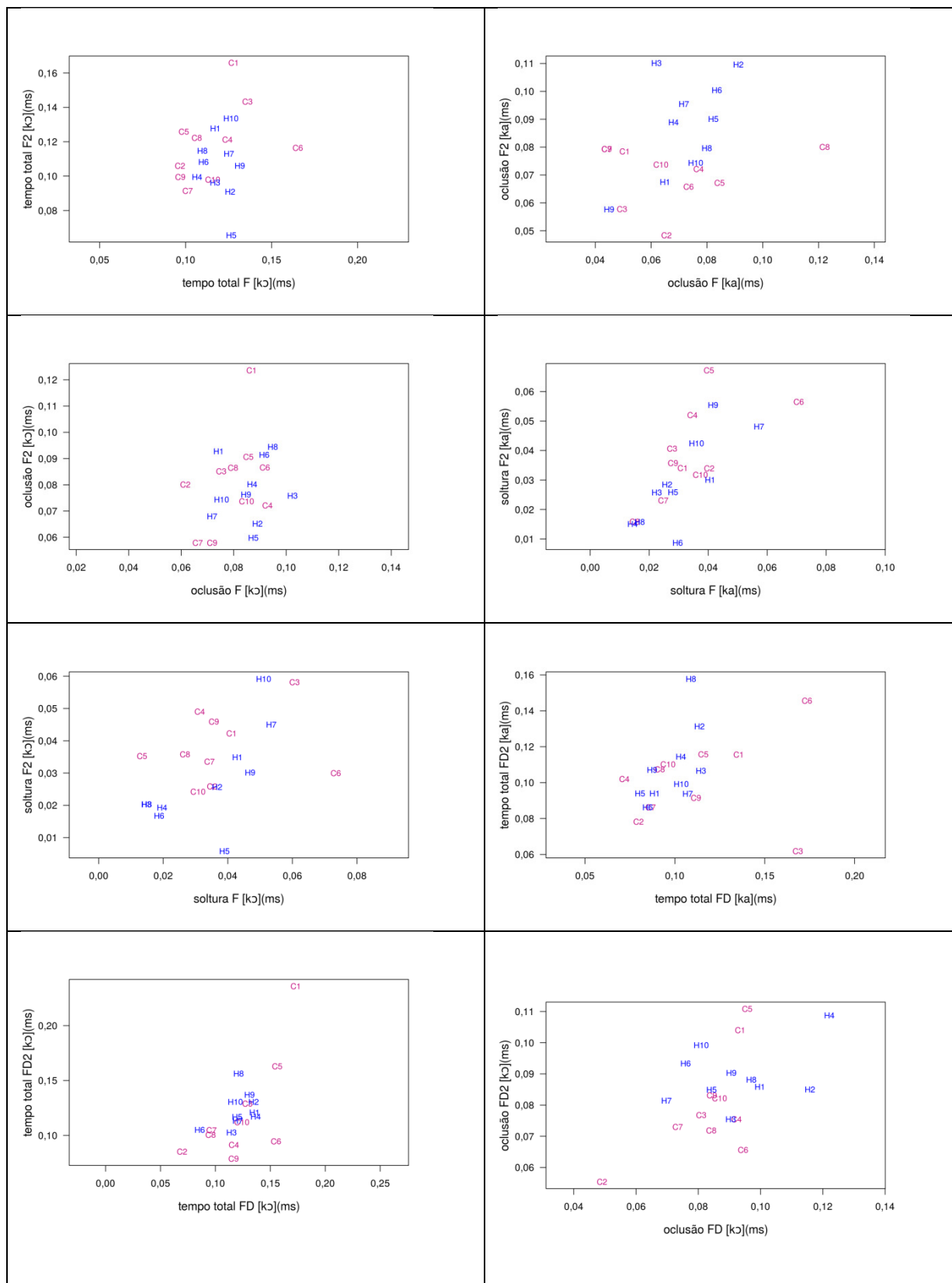


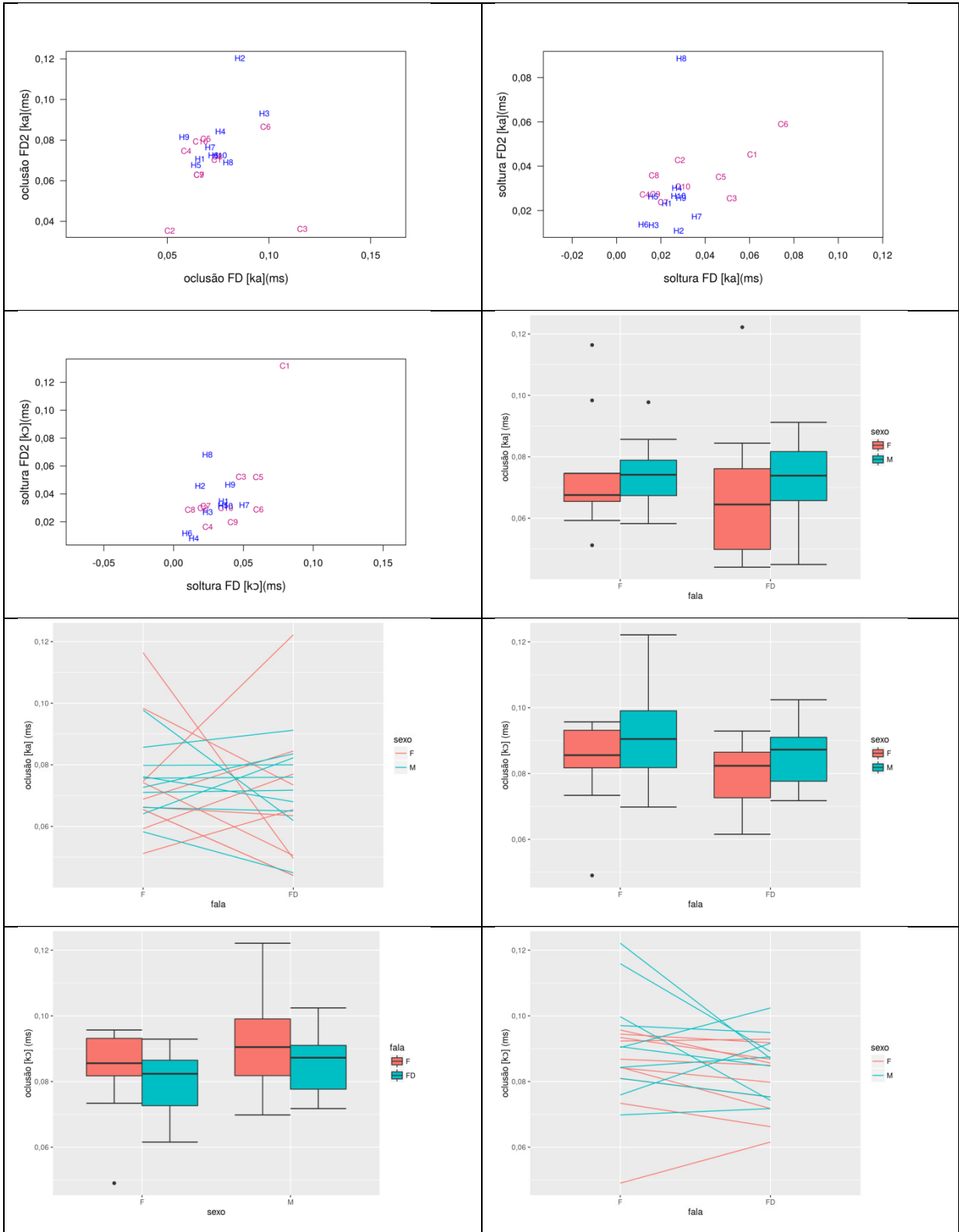


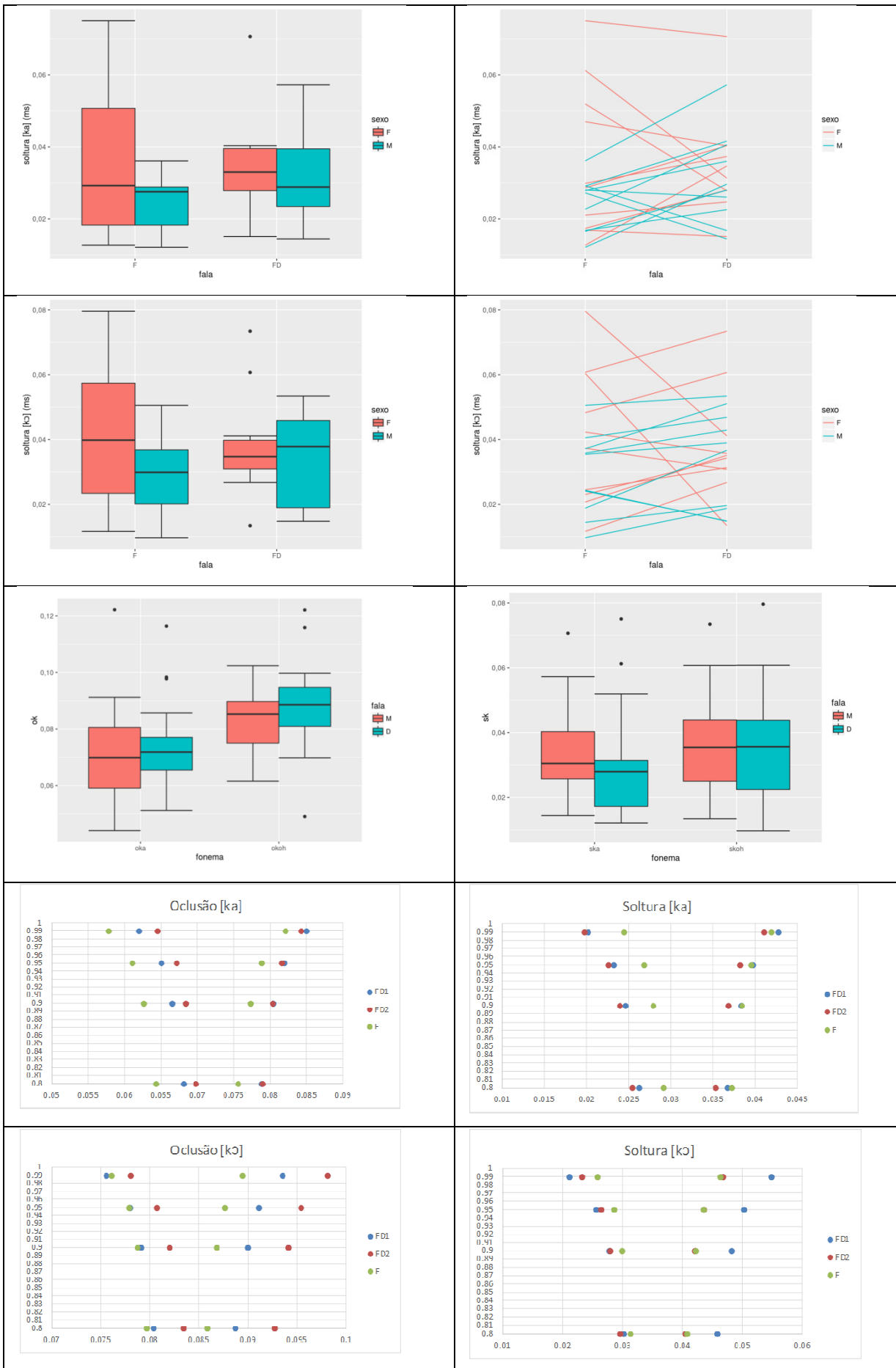




APÊNDICE D - GRÁFICOS DO FONEMA [K]







APÊNDICE E - MODELAGEM LINEAR MISTA

Primeira Modelagem: Contexto Fonológico Posterior

Tempo	Variável Resposta		Covariáveis					Obs Removida
	Consoante	Transformação	Tipo de Fala:	Vogal	Tipo de Fala	Contraste		
Oclusão	p	não	ns	ns	ns	na	não	
	t	não	ns	X	ns	ta>te. ta>toh	não	
	k	não	ns	X	ns	koh>ka	não	
Soltura	p	não	ns	X	ns	pu>pi	não	
	t	não	ns	ns	ns	na	não	
	k	não	ns	ns	ns	na	não	

Legenda:

ns: variáveis não significativas ao nível de 5% ao realizar o Teste de Razão de Verossimilhanças (TRV).

X: variáveis que permaneceram no modelo ajustado após seleção de variáveis e análise de resíduos.

na: comparação não aplicável.

Contraste: representa qual contraste foi significativo e o seu respectivo sinal.

Obs Removida: indica se foi necessário retirar algum indivíduo para realizar o ajuste do modelo

Transformação: indica se foi necessário realizar transformação na variável resposta, e se foi necessário, mostra qual transformação foi realizada.

Tempo de oclusão de [t]

$$Y_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 Vogal_i + \beta_2 Vogal_i + \varepsilon_i,$$

Em que:

Y_i = tempo de oclusão de [t] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado à sílaba [te], se $i = 1$, e 0 caso contrário

β_2 = efeito associado à sílaba [tɔ], se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Tempo de oclusão de [k]

$$Y_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 Vogal_i + \varepsilon_i,$$

Y_i = tempo de oclusão de [k] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado à sílaba [te], se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Tempo de soltura de [p]

$$Y_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 Vogal_i + \beta_2 Vogal_i + \varepsilon_i,$$

Em que:

Y_i = tempo de oclusão de [t] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado à sílaba [te], se $i = 1$, e 0 caso contrário

β_2 = efeito associado à sílaba [tɔ], se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Segunda Modelagem: Interação Sexo x Fala

Tempo	Variável Resposta			Covariáveis			Contraste	Obs Removida
	Fonema	Transformação	Fala:Sexo	Sexo	Fala			
Oclusão	pe	não	X	na	na	Feminino: FD>F	não	
	pu	não	ns	ns	ns	na	não	
	pi	não	ns	X	ns	Masculino>Feminino	não	
	ta	não	ns	ns	ns	na	não	
	te	logarítmica	ns	X	ns	Feminino>Masculino	C4	
	toh	não	ns	ns	ns	na	não	
	ka	não	ns	ns	ns	na	não	
	koh	não	ns	ns	ns	na	não	
Soltura	pe			não foi possível o ajuste				
	pu	logarítmica	ns	X	ns	Feminino>Masculino	não	
	pi	não	ns	X	X	FD>F (para tipo de fala) e F > M (para sexo)	não	
	ta	não	ns	ns	ns	na	não	
	te	logarítmica	ns	ns	ns	na	não	
	toh	logarítmica	ns	ns	ns	na	não	
	ka	não	ns	ns	ns	na	não	
	koh	não	ns	ns	ns	na	não	

Legenda:

ns: variáveis não significativas ao nível de 5% ao realizar o Teste de Razão de Verossimilhanças (TRV).

X: variáveis que permaneceram no modelo ajustado após seleção de variáveis e análise de resíduos.

na: comparação não aplicável.

Contraste: representa qual contraste foi significativo e o seu respectivo sinal.

Obs Removida: indica se foi necessário retirar algum indivíduo para realizar o ajuste do modelo

Transformação: indica se foi necessário realizar transformação na variável resposta, e se foi necessário, mostra qual transformação foi realizada.

Oclusão [pe]

$$\bar{Y}_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 \text{Sexo}_i + \beta_2 \text{Fala}_i + \beta_3 \text{Sexo}_i : \text{Fala}_i + \varepsilon_i,$$

Em que:

\bar{Y}_i = tempo de oclusão de [pe] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado ao sexo masculino se $i = 1$, e 0 caso contrário

β_2 = efeito associado à fala com disfarce (FD) se $i = 1$, e 0 caso contrário

β_3 $\text{Sexo}_i : \text{Fala}_i$ = efeito associado à interação Sexo e tipo de fala

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Oclusão [pi]

$$\bar{Y}_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 \text{Sexo}_i + \varepsilon_i,$$

Em que:

\bar{Y}_i = tempo de oclusão de [pe] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado ao sexo masculino se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Oclusão [te]

$$\log(Y)_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 \text{Sexo}_i + \varepsilon_i$$

Em que:

$\log(Y)_i$ = logaritmo neperiano do tempo de oclusão de [te] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado ao sexo masculino se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Soltura [pu]

$$\log(Y)_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 \text{Sexo}_i + \varepsilon_i$$

Em que:

$\log(Y)_i$ = logaritmo neperiano do tempo de oclusão de [pu] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado ao sexo masculino se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

Soltura [pi]

$$\bar{Y}_i = \beta_0 + \mu_{0i} + \beta_1 \text{Sexo}_i + \beta_2 \text{Fala}_i + \varepsilon_i,$$

Em que:

\bar{Y}_i = tempo de soltura de [pi] avaliado no indivíduo i

β_0 = intercepto do modelo

β_1 = efeito associado ao sexo masculino se $i = 1$, e 0 caso contrário

β_2 = efeito associado a FD se $i = 1$, e 0 caso contrário

μ_{0i} = efeito aleatório associado a cada indivíduo

ε_i = erro aleatório do modelo associado a cada indivíduo

ANEXO - TERMO DE CESSÃO DO *CORPUS*



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
Diretoria do Campus Curitiba
Gerência de Ensino e Pesquisa
Departamento Acadêmico de Línguas Estrangeiras Modernas



Curitiba (PR), 20 de junho de 2016

A quem possa interessar:

Na qualidade de Líder do Grupo de Pesquisa "Estudos dos Sons da Fala"¹, registrado no CNPq e certificado pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, autorizo a pesquisadora Denise de Oliveira Carneiro a utilizar o corpus de falas normais e disfarçadas, para realização de sua pesquisa de Mestrado intitulada Medidas de Duração de Consoantes Oclusivas como Vestígios de Fala em Análise Acústico-Instrumental Forense de Amostras com e sem uso de Disfarce.

O Corpus foi montado por um grupo de professores da UTFPR e peritos criminais do Instituto de Criminalística do Paraná, todos membros do Grupo de Pesquisa, que ofereceram suas vozes com objetivos instrucionais para a realização de uma pesquisa piloto em disfarce de voz. Descrição e resultado dessa pesquisa piloto podem ser encontrados em Gomes et al (2016)².

Atenciosamente

PROFA. DRA. MARIA LÚCIA DE CASTRO GOMES

¹ <http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/7594038168914054>

² GOMES, Maria Lucia; CARNEIRO, Denise; DRESCH, Andrea. Análise perceptiva e acústica em fonética forense: uma pesquisa em disfarce de voz. *Domínios de Linguagem*. Vol. 10, 2, 2016, p. 559-588.