

Larissa Mary Rinaldi

**Procedimentos para a Análise de Vogais e Obstruintes na Fala Infantil do
Português Brasileiro**

CAMPINAS

2010

Larissa Mary Rinaldi

**Procedimentos para a Análise de Vogais e Obstruintes de Fala Infantil no
Português Brasileiro**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Linguística, pelo Programa de Mestrado em Linguística da Universidade Estadual de Campinas.

Orientador: Profa. Dra. Eleonora Cavalcante Albano

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca do IEL - Unicamp

R47p

Rinaldi, Larissa Mary.

Procedimentos para a análise das vogais e obstruintes na fala infantil do português brasileiro / Larissa Mary Rinaldi. -- Campinas, SP : [s.n.], 2010.

Orientador : Eleonora Cavalcante Albano.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem.

1. Aquisição de linguagem. 2. Fonologia gestual. 3. Obstruintes (Linguística). 4. Vogais. I. Albano, Eleonora Cavalcante. II. Universidade Estadual de Campinas. Instituto de Estudos da Linguagem. III. Título.

tjj/iel

Título em inglês: Procedures for the Analysis of Child Vowels and Obstruents in Brazilian Portuguese.

Palavras-chaves em inglês (Keywords): Language acquisition; Gestural Phonology; Obstruents; Vowels.

Área de concentração: Linguística.

Titulação: Mestre em Linguística.

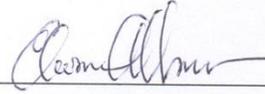
Banca examinadora: Profa. Dra. Eleonora Cavalcante Albano (orientadora), Profa. Dra. Regina Yu Shon Chun e Profa. Dra. Ivone Panhoca. Suplentes: Profa. Dra. Larissa Cristina Berti e Profa. Dra. Haidée Wertzner.

Data da defesa: 26/08/2010.

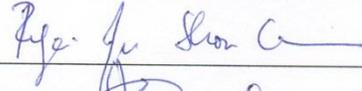
Programa de Pós-Graduação: Programa de Pós-Graduação em Linguística.

BANCA EXAMINADORA:

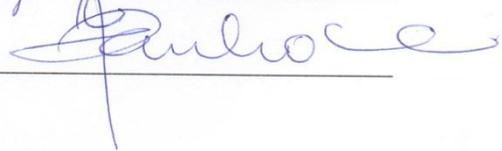
Eleonora Cavalcante Albano



Regina Yu Shon Chun



Ivone Panhoca



Larissa Cristina Berti

Haidée Wertzner

IEL/UNICAMP
2010

Dedico este trabalho à minha família, que vai muito além de laços sanguíneos, e é formada por amigos, colegas, parentes, amores e, principalmente, avós.

Agradecimentos

Creio que poucas palavras não seriam suficientes para agradecer a todos que fizeram parte deste trabalho de alguma forma, então me desculpo de antemão por possíveis omissões.

Gostaria de agradecer primeiramente à minha grande Mestra, Profa. Dra. Eleonora Cavalcante Albano, que me acompanha desde a Iniciação Científica me proporcionando grandes ensinamentos que dizem respeito à minha vida acadêmica, além de ser uma grande amiga. Agradeço também às Professoras que tanto me ajudaram na qualificação: Ivone Panhoca e Larissa Berti. Agradeço à banca examinadora, pela disponibilidade.

Agradeço à FAPESP pelo apoio e financiamento, ao IEL pela estrutura, ao estúdio Pires musical Studio pela competência e aos meus sujeitos de pesquisa e seus responsáveis pela constância e dedicação desinteressada. Agradeço também à comissão de Pós-Graduação pela ajuda e paciência constante e indispensável, em especial Rose, Cláudio e Miguel.

Agradeço imensamente aos meus avós (e pais), Neuza Therezinha Garcia Rinaldi e João Roberto Graziano por todos os anos de dedicação, carinho e cumplicidade que tornaram este momento possível.

Agradeço à Vitor Dellangélica por todo apoio e especialmente pelos bons papos, que entrecortavam as dificuldades do trabalho.

Agradeço também de uma forma especial à Rodrigo de Oliveira Barbosa, meu companheiro de todos os dias, interlocutor para qualquer questão, ajudante na compreensão das Ciências Exatas e grande amor de minha vida.

Agradeço aos meus amigos, que já se tornaram irmãos, pelos momentos de descontração, pelo apoio e carinho. Agradeço a Thaís Lattanzi, Gustav Lima, Camila Braz de Souza, Adriano da Silva Braga, Milton Kurimori, Lucas Lahan Martins, Camila Reijers, Régis Fernandes, Ana Paula Leme Spina, Núbia Garcia Vianna, Marcos Pilon, Maria Isabel do Amaral, Patrícia Bassan Conrado, Luciana D'allagnol Siqueira, Cíntia Myuki Nishida, Ana Carolina Constantini, Sabrina Pereira Kubota, Mayla Bianchin Monteiro, Henrique Manoel Abreu, Ladir Almada, Diego Carvalho Andrade, Débora Durante Francisco Viotto, Thaís Maziviero, Marina Belloni e Juliana Yumi Mano.

Entre meus amigos agradeço especialmente à Assib Augusto Abraão por, além de estar sempre ao meu lado como amigo-irmão, ter feito efetivamente parte deste trabalho com as ilustrações do instrumento de avaliação. Ainda dentre amigos agradeço em especial, pela presença nos momentos mais difíceis, à: Pedro Lane, Aline Mara de Oliveira, Humberto Romani, Alex Borro, Vivian Prieto, José Mário Gaspar Conterato, Letícia Bocchi e Marcela Rosa Lima. Agradeço à minha cunhada-irmã Thaís de Oliveira Barbosa e aos meus queridos sogrinhos.

Agradeço a todos meus companheiros de LAFAPE que compartilharam questões, soluções e boas amizades que levarei comigo sempre. Obrigada Denise Pozzani, Diego Ramirez, Ana Paula Roza, Francisco Menezes, Francisca Soares, Lucila Schliemann. Em especial agradeço à Luciana Lessa Rodrigues por ser sempre minha companheira, à Maria Claudia de Freitas pelos sempre bons conselhos, à Laudino Roces Rodrigues por fazer meus dias mais leves e felizes, à Antonio Pessotti pela ajuda imprescindível nos momentos mais difíceis e ao Leonardo Oliveira, por compartilhar comigo seus conhecimentos sobre Scripts.

Além disso, gostaria de agradecer a todos que de forma direta ou indireta participaram deste trabalho e aos professores e colegas participantes da São Paulo School of Advanced Studies in Speech Dynamics, que me trouxeram iluminação com relação aos rumos finais deste trabalho.

E, por fim, um agradecimento especial à minha mãe, Lilian Mary Rinaldi, falecida em julho de 2002, por toda a inspiração e caráter que ela me deixou.

Lista de Tabelas

Tabela 1: Médias dos formantes das vogais [a], [i] e [u] das nove crianças e da adulta. (p. 72)

Tabela 2: F, p e poder estatístico dos formantes diferenciando as vogais. (p. 73)

Tabela 3: Áreas dos espaços vocálicos das nove crianças e da adulta. (p. 76)

Tabela 4: F, p e poder estatístico dos formantes diferenciando o gênero. (p. 83)

Tabela 5: Transição Formântica de F2 das 9 crianças – Número de Ocorrências e Percentagem. (p. 84)

Tabela 6: F, p e poder estatístico dos momentos espectrais do ruído diferenciando local de constricção e vozeamento. (p. 96)

Tabela 7: Vozeamento das Fricativas Desvozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem. (p. 100)

Tabela 8: Desvozeamento das Fricativas Vozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem. (p. 101)

Tabela 9: Levantamento Bibliográfico – Fricativas. (p. 103)

Tabela 10: F, p e poder estatístico dos momentos espectrais do estouro diferenciando local de constricção e vozeamento. (p. 111)

Tabela 11: F, p e poder estatístico do VOT diferenciando local de constricção e vozeamento. (p. 116)

Tabela 12: Vozeamento das Oclusivas Desvozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem. (p. 117)

Tabela 13: Vozeamento das Oclusivas Vozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem. (p. 118)

Tabela 14: Levantamento Bibliográfico – Oclusivas. (p. 120)

Tabela 15: Duração Relativa de Fricativas Desvozeadas. (p. 122)

Tabela 16: Duração Relativa de Fricativas Vozeadas. (p. 123)

Tabela 17: Duração Relativa de Oclusivas Desvozeadas. (p. 125)

Tabela 18: Duração Relativa de Oclusivas Vozeadas. (p. 126)

Tabela 19: Duração Absoluta de Vogais – Médias das 9 Cçs e Adulta (para comparação). (p. 128)

Tabela 20: Duração Absoluta de Fricativas Desvozeadas. (p. 131)

Tabela 21: Duração Absoluta de Fricativas Vozeadas. (p. 132)

Tabela 22: Duração Absoluta de Oclusivas Desvozeadas. (p. 134)

Tabela 23: Duração Absoluta de Oclusivas Vozeadas. (p. 135)

Lista de Ilustrações

Figura 1: Sobreposição do Espaço Vocálico dos Contextos Controlado e Balanceado. (p. 44)

Figura 2: Triângulo Vocálico obtido de valores de F1 e F2 da amostra de vogais do segundo estudo piloto. (p. 54)

Figura 3: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pela criança J., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra] (p. 63)

Figura 4: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pelo adulto L., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra] (p. 63)

Figura 5: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pela criança J., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra] com cursor no ponto de estabilização de F2 (p. 64)

Figura 6: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pelo adulto L., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra] com cursor no ponto de estabilização de F2. (p. 64)

Figura 7: Triângulo vocálico de médias das vogais de todas as crianças e da adulta. Cada ponto representa a média de 60 repetições de [a], [i] e [u]. (p. 72)

Figura 8, 9 e 10: Diferenciação estatística dos formantes das vogais [i], [a] e [u]. (p. 74)

Figura 11: Triângulo vocálico da criança Is. com 60 repetições de cada vogal. (p. 77)

Figura 12: Espaço vocálico da criança Is. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 77)

Figura 13: Triângulo vocálico da criança Ju. com 60 repetições de cada vogal. (p. 77)

Figura 14: Espaço vocálico da criança Ju. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 77)

Figura 15: Triângulo vocálico da criança Na. com 60 repetições de cada vogal. (p. 78)

Figura 16: Espaço vocálico da criança Na. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 78)

Figura 17: Triângulo vocálico da criança Ra. com 60 repetições de cada vogal. (p. 78)

Figura18: Espaço vocálico da criança Ra. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 78)

Figura 19: Triângulo vocálico da criança Vi. com 60 repetições de cada vogal. (p. 79)

Figura 20: Espaço vocálico da criança Vi. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 79)

Figura 21: Triângulo vocálico da criança Ga. com 60 repetições de cada vogal. (p. 79)

Figura 22: Espaço vocálico da criança Ga. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 79)

Figura 23: Triângulo vocálico da criança Vn. com 60 repetições de cada vogal. (p. 80)

Figura 24: Espaço vocálico da criança Vn. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 80)

Figura 25: Triângulo vocálico da criança Ni. com 60 repetições de cada vogal. (p. 80)

Figura26: Espaço vocálico da criança Ni. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 80)

Figura 27: Triângulo vocálico da criança Ma. com 60 repetições de cada vogal. (p. 81)

Figura28: Espaço vocálico da criança Ma. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 81)

Figura 29: Triângulo vocálico da Adulta com 60 repetições de cada vogal. (p. 81)

Figura 30: Espaço vocálico da Adulta realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas. (p. 81)

Figuras 31, 32 e 33: Diferenciação estatística entre gêneros dos formantes das vogais [i], [a] e [u]. 29 – F1; 30 – F2; 31 – F3. (p. 83)

Figuras 34, 35 e 36: Médias do centróide das fricativas. 34 – Local de Construção; 35 – Vozeamento; 36 – Associação entre local e vozeamento. (p. 96)

Figuras 37, 38 e 39: Médias da variância das fricativas. 37 – Local de Construção; 38 – Vozeamento; 39 – Associação entre local e vozeamento. (p. 97)

Figuras 40, 41 e 42: Médias da assimetria das fricativas. 40 – Local de Construção; 41 – Vozeamento; 42 – Associação entre local e vozeamento. (p. 98)

Figuras 43, 44 e 45: Médias da curtose das fricativas. 43 – Local de Construção; 44 – Vozeamento; 45 – Associação entre local e vozeamento. (p. 99)

Figuras 46, 47 e 48: Médias do centróide das oclusivas. 46 – Local de Construção; 47 – Vozeamento; 48 – Associação entre local e vozeamento. (p. 112)

Figuras 49, 50 e 51: Médias da variância das oclusivas. 49 – Local de Construção; 50 – Vozeamento; 51 – Associação entre local e vozeamento. (p. 113)

Figuras 52, 53 e 54: Médias da assimetria das oclusivas. 52 – Local de Construção; 53 – Vozeamento; 54 – Associação entre local e vozeamento. (p. 114)

Figuras 55, 56 e 57: Médias da assimetria das oclusivas. 55 – Local de Construção; 56 – Vozeamento; 57 – Associação entre local e vozeamento. (p. 115)

Figuras 58, 59 e 60: Médias do VOT das oclusivas. 58 – Local de Construção; 59 – Vozeamento; 60 – Associação entre local e vozeamento. (p. 116)

Figura 61: Duração Relativa de Fricativas Desvozeadas. (p. 123)

Figura 62: Duração Relativa de Fricativas Vozeadas. (p. 124)

Figura 63: Duração Relativa de Oclusivas Desvozeadas. (p. 125)

Figura 64: Duração Relativa de Oclusivas Vozeadas. (p. 127)

Figura 65: Duração Absoluta (ms) de Vogais. (p. 129)

Figura 66: Duração Absoluta de Fricativas Desvozeadas. (p. 132)

Figura 67: Duração Absoluta de Fricativas Vozeadas. (p. 133)

Figura 68: Duração Absoluta de Oclusivas Desvozeadas. (p. 135)

Figura 69: Duração Absoluta de Oclusivas Vozeadas. (p. 136)

Sumário

Lista de Tabelas	15
Lista de Ilustrações	17
Resumo	23
Abstract.....	25
1. Introdução.....	27
1.1. Procedimentos de Avaliação da Fala Infantil	27
1.2. Parâmetros Acústicos para Análise de Vogais	35
1.3. Parâmetros Acústicos para a Análise de Fricativas	38
1.4. Parâmetros Acústicos para a Análise de Oclusivas	39
1.5. Proposta do Presente Estudo: Objetivos	40
2. Elaboração do Instrumento de Avaliação.....	41
2.1. O Primeiro Estudo Piloto	41
2.2. Critérios Considerados para o Desenvolvimento do Instrumento de Avaliação	46
2.3. Metodologia de Coleta.....	49
2.4. “Instrumento Envolvendo Palavras” Vs. “Instrumento Envolvendo Logatomas”	51
2.5. O Segundo Estudo Piloto.....	53
2.6. A Opção pelo Instrumento Envolvendo Palavras	56
3. Metodologia	59
3.1. Sujeitos, Materiais e Métodos.....	59
3.2. A Divisão em Duas Frentes de Análise	62
3.3. A Necessidade do Uso de Scripts	67
4. Resultados	71
4.1. Vogais	71
4.1.1. Parâmetros Acústicos Estáticos	71
4.1.2. Comparação entre gêneros.....	82
4.1.3. Parâmetros Acústicos Dinâmicos	83
4.1.4. Discussão	85
4.2. Fricativas.....	86

4.2.1.	Embasamento das Análises de Fricativas.....	86
4.2.2.	Parâmetros Acústicos Estáticos.....	94
4.2.3.	Parâmetros Acústicos Dinâmicos.....	100
4.2.4.	Discussão.....	102
4.3.	Oclusivas.....	105
4.3.1.	Embasamento das Análises de Oclusivas.....	105
4.3.2.	Parâmetros Acústicos Estáticos.....	110
4.3.3.	Parâmetros Acústicos Dinâmicos.....	117
4.3.4.	Discussão.....	120
4.4.	Dados de Duração.....	122
4.4.1.	Duração Relativa.....	122
4.4.2.	Vogais (Duração Absoluta).....	127
4.4.3.	Fricativas (Duração Absoluta).....	130
4.4.4.	Oclusivas (Duração Absoluta).....	134
5.	À Guisa de Conclusão.....	137
6.	Referências Bibliográficas.....	147
7.	Anexos.....	157
7.1.	O livrinho infantil.....	157
7.2.	Termo de consentimento Livre e Esclarecido.....	160
7.3.	Aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp (PARECER CEP: N 358/2008; CAAE: 0291.0.146.000-08).....	162
8.	Apêndice – Scripts.....	164
8.1.	Scripts Utilizados.....	164
8.1.1.	Para segmentação semi automática:.....	164
8.1.2.	Para coleta de valores dos formantes.....	165
8.1.3.	Para duração de segmentos.....	178
8.1.4.	Para fricativas surdas (o de vozeadas somente tem um filtro passa baixo de diferença).....	180
8.1.5.	Para Oclusivas Surdas (o de vozeadas somente tem um filtro passa baixo de diferença).....	183

Resumo

Esta dissertação pretende criar uma base de dados de referência da fala infantil, para o estudo de vogais e obstruintes do Português Brasileiro (doravante PB). Os sujeitos têm de 5 a 7 anos de idade, sem história de patologias de fala. Para isso, desenvolveu-se uma ferramenta lúdica para a coleta da fala dos sujeitos. A metodologia é centrada em uma história infantil, intitulada "Deu a louca nos Contos de Fadas", e usa um jogo de percurso de tabuleiro para gerar a emissão de 57 palavras criadas para o instrumento. O total de palavras alvo é 36. Elas foram criadas pondo-se em correspondência cada obstruinte do PB (fricativas e oclusivas) com as vogais [a], [i] e [u]. A metodologia permite a coleta de todos os sons do PB na posição de ataque inicial e medial. Este estudo utilizou-o apenas para observar obstruintes e vogais em posição tônica inicial. Foram coletados dados de 9 crianças (5 meninas e 4 meninos) na fase final de aquisição da linguagem. Para as gravações, o pesquisador solicitou às crianças que dissessem as palavras alvo inseridas em uma frase veículo que se mantinha dentro do tema lúdico. A frase foi "Digo ____ volte atrás". Essa dizia respeito a desfazer uma suposta confusão gerada pelos protagonistas da história infantil. Era a frase "mágica". Apenas uma sessão de coleta de dados (para cada criança) foi suficiente para gravar todas as palavras-alvo. Em análise preliminar, notou-se que os parâmetros acústicos estáticos nem sempre eram capazes de descrever a variação e a dinâmica dos fenômenos da fala infantil. Por isso usamos dois tipos de análise: uma de parâmetros acústicos estáticos e uma de parâmetros acústicos dinâmicos, baseada em inspeção de forma de onda e espectrogramas. Para a análise estatística optou-se pelo Modelo Linear Geral (GLM) com uma Análise de Variância de Medidas Repetidas. O *alpha* foi estabelecido em 0,05. Como resultado das análises de parâmetros acústicos de vogais obtivemos que F1 diferenciou [a] de [i] e [u], F2 diferenciou as três vogais e F3 diferenciou [i] de [a] e [u]. As frequências dos três formantes é mais alta do que o esperado para adultos. A análise dinâmica de forma de onda e espectrogramas parece indicar demora para a estabilização da trajetória formântica, especialmente em F2 para cerca de 9% dos casos. Como resultado das análises de parâmetros estáticos de consoantes fricativas, obtivemos que a assimetria e o centróide foram eficazes para diferenciar os três locais de constricção, o vozeamento e a interação entre local e vozeamento. A curtose não distinguiu as fricativas em nenhum parâmetro. A variância somente diferenciou local de constricção. A análise dinâmica parece indicar que ocorre desvozeamento parcial em fricativas vozeadas e vozeamento parcial em fricativas desvozeadas. Como resultado das análises de parâmetros estáticos de consoantes oclusivas, obtivemos que a assimetria e o centróide foram eficazes para diferenciar os três locais de constricção, o vozeamento e a interação entre local e vozeamento. A curtose e a variância foram eficazes para diferenciar os três locais de constricção e o vozeamento, porém não para sua associação. O VOT foi eficaz para diferenciar não somente vozeamento, mas também o local de constricção. A análise dinâmica indica que ocorre desvozeamento parcial em oclusivas vozeadas e vozeamento parcial em oclusivas desvozeadas. E que vogais infantis tem frequências mais altas do que da adulta, porém seus espaços vocálicos são semelhantes. Esses fenômenos podem ser iluminados pela fonologia Gestual (Browman & Goldstein, 1992; Ball & Kent, 1997; Scobbie, 1998; Albano, 2001; Kent & Read, 2002; Shadle, 2006; Goldstein, Byrd & Saltzman 2006). Esperamos que essa abordagem possa trazer ainda mais luz à este trabalho.

Abstract

This master's thesis study aims at creating a reference database for the study of vowels and obstruents in child speakers of Brazilian Portuguese (henceforth BP). The subjects are between 5 and 7 years old, with no history of speech disorders. Special tool was developed for data collection, centered on a child story named "Fairy Tales Go Crazy" with 57 words created for the instrument with all sounds of BP in initial and medial onset position. To prompt word utterance a board game was used. The total number of target words is only 36: total of words which were created by matching each BP obstruent (fricatives and plosives) with the vowels [a], [i] and [u]. The tool was used in this study to observe obstruents and vowels only in initial stressed position. The data was collected from 9 children (5 girls and 4 boys) in the final stages of language acquisition, selected as randomly as possible. Researcher asks each child to say the target words embedded in a carrier sentence. A preliminary analysis showed that acoustic phonetic parameters were not always sufficient to describe the variation and dynamics of the speech signal in child language. Therefore, we have used two types of analysis: a Static Acoustic Analysis and a Dynamic Acoustic Analysis. The static acoustic analysis made the following measurements: for vowels, relative duration (a percent obtained of segment absolute duration divided per word duration), absolute duration and the first three formants; for fricatives, relative and absolute duration and the four spectral moments (Jongman, 2000). The fricative spectral moments were measured at their center in a 40 millisecond window; for plosives, relative and absolute duration, voice onset time (VOT) and the burst spectral moments (Forrest et al., 1988). Statistical analysis was performed by a General Linear Model (GLM) with a Repeated Measures Analysis of Variance. Alpha was set at 0.05. For the vowels the dependent variables were the formants and the independent ones were the vowels. As expected, F1 was effective in differentiating the vowel [a] from [i] and [u], F2 was effective for differentiating the three vowels, F3 was effective only to differentiate the vowel [i] from [u] and [a]. For the fricatives the independent variables were the articulation places (lip-dental, alveolar or post-alveolar) associated with the voicing (voiced or devoiced) - total of six independent variables - and the dependent variables were the first four spectral moments. The skewness and centre of gravity were effective in differentiating the three places of articulation, and the association between the voicing and place. The kurtosis did not distinguish fricatives in any parameter. The standard deviation differed only place of articulation. For plosives the independent variables were places of articulation (bilabial, dental/alveolar and velar) associated with the voicing (voiced or devoiced) - total of six independent variables - and the dependent variables were the four spectral moments and VOT. The skewness and centre of gravity were effective in differentiating the three places of articulation, the voicing and the association between voicing and place. The kurtosis and variance were effective in differentiating the three places of articulation and voicing separately, but not for their association. As expected, the VOT could distinguish the voicing, but was also effective for differentiating the place of articulation as well as the association between voicing and point. The dynamic acoustic analysis showed that voiced plosives may devoice and devoiced plosives may voice. It showed that, often, normal children's strategies are similar to those with language pathologies described by Berti (2006), Freitas (2007) and Rodrigues (2007). We should note that none of these phenomena would seem strange to the adult listener, being auditorily imperceptible. In spite of deviating from adults in acoustic trajectories as seen on spectrograms, normal children seem to produce something which sounds close to what is expected by adults. These phenomena may be illuminated by Gestural Phonology (Browman & Goldstein, 1992; Ball & Kent, 1997; Scobbie,

1998; Albano, 2001; Kent & Read , 2002; Shadle, 2006; Goldstein, Byrd & Saltzman 2006). We hope this approach may shed further light on this work.

1. Introdução

Neste estudo, a fala infantil no Português Brasileiro é colocada em foco visando a criar um corpus de referência de vogais e obstruintes. Portanto, neste capítulo, levantaremos os procedimentos de avaliação fonológica disponíveis nacionalmente, descreveremos os parâmetros comumente utilizados pela fonética acústica para realizar a análise de obstruintes e vogais e, por fim, definiremos os objetivos deste trabalho.

1.1. Procedimentos de Avaliação da Fala Infantil

O processo de aquisição de linguagem vem sendo estudado por diversos campos de conhecimento ao longo dos anos, cada qual sob sua especialidade. Fato é que, a partir do nascimento, a criança vive a aquisição de linguagem até que sua fala se assemelhe profundamente à fala adulta, e este é um processo construído com bases na interação com sujeitos adultos e com pares etários.

Essa fala é caracterizada por um funcionamento lingüístico distinto do da fala do adulto. Até certa idade, as diferenças de pronúncia são bem aceitas. Só passam a ser chamadas de “erros” ou “desvios” quando o uso da língua por uma criança é muito diferente de outras crianças de sua idade. Ou seja, quando a fala da criança apresenta diferenças de pronúncia, vocabulário e gramática muito marcantes em relação à dos seus pares etários.

No âmbito profissional, a necessidade ou não de terapia fonoaudiológica, exceto em casos de atrasos muito expressivos, é resultado de critérios subjetivos, uma vez que a avaliação de ouvintes depende da escuta do profissional que a realiza. A ausência de critérios objetivos pode levar a uma patologização excessiva e prejudicar o desenvolvimento da criança.

As queixas de linguagem infantil já foram vistas sob diversas óticas dentro da Fonoaudiologia. Uma das primeiras maneiras de encarar fenômenos de fala infantil foi (*cf.* McREYNOLDS,1988) a abordagem articulatória no sentido fisiológico. Essa abordagem mais tradicional ainda não considerava a diferença entre problemas de origem fisiológica e de origem cognitiva e lingüística. Considerava as alterações como “distúrbio articulatório”, e as incluía no mesmo grupo dos distúrbios decorrentes de alguma perturbação da motricidade orofacial. O termo utilizado era “desordem articulatória funcional”, que, em seu uso mais restrito, segundo MOTA (2001), se referia apenas ao fato que a causa da dificuldade de fala era ainda desconhecida. Segundo o Comitê de Motricidade Oral da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia, em um dicionário de terminologias, Distúrbio Articulatório seria uma

“alteração na pronúncia dos sons da fala; distúrbio no qual os sons da fala são produzidos incorretamente e inadequadamente, comparando com os padrões normais, algumas vezes nomeado como distúrbio fonológico”. (MARCHESAN, et.al. – Acesso em 12/2006)

A avaliação constava principalmente da observação dos padrões musculares e análise de ouvintes da qualidade dos sons da fala produzidos, classificando-os a partir da análise do inventário fonético em: acerto, omissão, substituição e distorção dos sons. Segundo WERTZNER (2004), “a preocupação dos fonoaudiólogos era com a produção correta do som, mostrando que o distúrbio

articulatório era identificado como a falta de precisão motora dos sons da fala”. A terapia baseava-se, portanto, em “instalar” fonemas por meio de treinos e exercícios com as estruturas que se consideravam alteradas.

Com base em estudos lingüísticos, iniciou-se uma separação entre problemas articulatórios e fonológicos, como proposto, por exemplo, em McREYNOLDS (1988). Os avanços no campo da fonologia passam a influenciar fortemente o olhar sobre problemas de fala. Tem início outra preocupação: analisar os fenômenos, agora com base em uma determinada concepção de linguagem. A concepção utilizada nesse momento via a linguagem apenas:

“...como código, com níveis ou subsistemas a serem investigados, ou seja, sob uma concepção que investiga a linguagem enquanto produção e compreensão fonético-fonológica e sintático-semântica através de repetição de lista de palavras, nomeação de figuras, identificação de erros gramaticais, definições de termos, complementação de sentenças orais e outras estratégias similares.” (HAGE 1997, p.16)

A avaliação, nesse contexto, era baseada em testes padronizados. Um exemplo é o “Exame de Linguagem – TIPITI”, elaborado no início da década de 80 pelas fonoaudiólogas BRAZ & PELLICIOTTI (1981), com o objetivo de avaliar “distúrbios da comunicação”. As provas desse teste são: avaliação da comunicação oral e gráfica baseada nos programas escolares e provas específicas para a avaliação das áreas de emissão do nível fonético-fonológico, de percepção auditiva e visual. Outro exemplo é o Teste de Habilidades Psicolingüísticas adaptado para ser utilizado no Brasil por BOGOSSIAN & SANTOS (1977)

Essa abordagem já representou um avanço sobre a abordagem articulatória estrita, pois passou a considerar o fato de que algumas queixas de fala não implicavam em desorganização ou ausência de sistema.

Porém, os testes padronizados acima mencionados são alvo de muitas queixas e críticas. Eles avaliam a linguagem em um contexto artificial, fora da situação comunicativa, o que os torna descontextualizados e atemporais (HAGE, 1994) e, portanto, inadequados para refletir o desenvolvimento, que é eminentemente temporal. O sujeito pode, por razões culturais, não entender o que lhe está sendo perguntado, e assim, apresentar escores rebaixados. Os testes também quantificam apressadamente uma propriedade humana que tem aspectos qualitativos que não se evidenciam adequadamente em análises puramente numéricas. Eles podem ser úteis como forma complementar, mas não única, de avaliação.

Todas as formas de avaliação mencionadas até agora desconsideram a linguagem enquanto atividade comunicativa e discursiva.

Começa então a surgir, entre os fonoaudiólogos, a busca pela lógica dessas queixas fonoaudiológicas relacionadas ao sistema fônico. A partir da década de 70, surge a abordagem que utiliza o termo desvio fonológico afirmando que as causas das queixas fonológicas, descartados possíveis problemas articulatórios (como, por exemplo, de hipotonia ou mesmo questões de motricidade oral como frênulo curto), residiriam no fato de que a organização do sistema de sons da criança não é apropriada. COMPTON (1970) e OLLER (1973) foram os primeiros a demonstrar que crianças que apresentam fala ininteligível muitas vezes possuem um sistema fonológico tão estruturado quanto o das crianças cuja fala se desenvolve sem nenhum problema. Os fonemas que essas crianças têm, apesar de serem em número menor do que os das

crianças que não apresentam esse tipo de “erro”, também representam uma aquisição ordenada e baseiam-se em alterações sistemáticas do sistema adulto.

Na mesma linha, LEONARD (1995) argumenta que, nas queixas fonoaudiológicas relacionadas ao sistema fônico, os erros de “omissão” e de “substituição” são muito mais freqüentes do que os de “distorção” intrafonema. Se as dificuldades fossem decorrentes principalmente de “erros” articulatórios (problemas de ordem motora), as “distorções” (que parecem ser relativamente próximas de alvos articulatórios) deveriam representar o maior número de erros observados. O autor conclui, portanto, que esses “erros” seriam decorrentes de uma organização diferenciada do sistema fonológico, e não de uma desorganização desse sistema.

Essa abordagem utiliza para as crianças com queixas fonoaudiológicas do sistema fônico o termo desvio fonológico, que se baseia no modelo de produção de fala proposto por HEWLETT (1985), e é composto por três elementos: a fonologia, a fonética e a articulação. A definição de desvio ou desordem fonológica aqui mencionada deve-se a GRUNWELL, (1981): as características clínicas da criança são principalmente erros de pronúncia; não há causa fisiológica para a alteração de fala; e outras capacidades de linguagem tais como semântica e sintaxe encontram-se preservadas. Nessa visão está implícita a teoria gerativista proposta por CHOMSKY & HALE (1968) onde se propõe a análise fonêmica por meio de traços fonológicos, geralmente binários. Um som pode ser mais sonoro, mais nasal, enquanto outro pode ser surdo e plosivo, por exemplo. Segundo INGRAM (1997), tratando dessa visão, “este sistema consiste de vários conjuntos de traços baseados em suas propriedades acústicas e/ou articulatórias” (INGRAM, 1997, p.9, in BALL & KENT, 1997, tradução nossa).

Essa visão traz o benefício de entender as dificuldades da criança como uma organização não padrão de seu sistema fonológico. Ou seja, esse sistema possui uma estrutura determinada e regras internas, porém diferente em alguns aspectos organizacionais, trazendo, portanto, a “[...] possibilidade de descrever, analisar e explicar esse sistema” (LAMPRECHT, 2004, p.193). Ainda segundo a mesma autora:

“o conceito de desvio fonológico parte da premissa de que a fala com desvios constitui um sistema fonológico. Nessa fala nada é aleatório ou casual, porque existe um sistema consistente, um sistema de regras que, num primeiro momento, pode não estar claro ao observador em razão do afastamento daquele que é o esperado.” LAMPRECHT (*ibidem*, p.197)

Uma forma de avaliação inserida nesse contexto teórico e largamente utilizada no meio fonoaudiológico é a proposta por YAVAS, HERNANDORENA e LAMPRECHT (2001). Nela os autores propõem, baseando-se nos processos fonológicos, uma avaliação composta por gravação de amostra, transcrição fonética, análise contrastiva, análise de traços distintivos, associados à avaliação de “fatores não fonológicos”, levando em conta a sintaxe e a semântica.

Embora se deva reconhecer que a linha de pensamento que versa sobre os chamados desvios fonológicos traz consigo muita evolução com relação às anteriores, é importante ressaltar que utiliza categorias estáticas, que parecem não ter consistência empírica, sendo muitas vezes contraditas pelos dados. Exemplos disso podem ser vistos nos trabalhos de BERTI (2006), FREITAS (2007) e RODRIGUES (2007) que demonstram que há fenômenos na fala infantil que parecem indicar que existem estados intermediários entre dois fones contrastantes.

BERTI (*op.cit.*), realizando observação instrumental de dois grupos de crianças de 5 a 7 anos, um com e outro sem queixas fonoaudiológicas, demonstrou que as antes chamadas “trocas” entre [s] e [S] ou [z] e [Z] não o são propriamente. Nesses casos as crianças distinguam as

fricativas dentais das palatais em um número insuficiente de parâmetros fonético-acústicos. O que ocorre é uma “aquisição incompleta do contraste” (p.199).

Outro exemplo é FREITAS (*op.cit.*), estudo semelhante da aquisição de fricativas, que trabalha também com os fones [s] e [ʃ], porém na direção inversa, além de apresentar um caso onde a criança parecia produzir [t] no lugar de [s]. No momento em que sua produção no lugar no fonema /ʃ/ auditivamente se assemelha a um [s], os dados revelam que alguns parâmetros acústicos podem ser considerados significativamente diferentes, demonstrando novamente os chamados contrastes encobertos. Vale também ressaltar o estudo realizado por RODRIGUES (*op.cit.*), com a aquisição de róticos sob o mesmo olhar teórico, que também reforça a existência do fenômeno revelando uma distinção encoberta entre o rótico e uma semivogal semelhante.

A abordagem dos chamados desvios fonológicos não permite a contemplação desses “estados intermediários”, pois funciona na base do tudo ou nada, a saber: a presença ou a ausência de determinadas propriedades. Por exemplo, um som não pode ser mais sonoro e menos sonoro ao mesmo tempo, e, se a produção realizada pelo sujeito for intermediária entre esses dois traços, não será contemplada.

A relevância dos processos fônicos gradientes encontrados na variação e na mudança lingüística foi um dos motivos pelos quais se fez necessário adotar um modelo dinâmico de produção de fala (*cf.* ALBANO, 2001).

A partir da observação de que os processos fônicos das línguas se apresentam ora como categóricos, ora como gradientes, BROWMAN e GOLDSTEIN (1992), propõem Fonologia Articulatória, (doravante FAR), que adota como unidade de análise o chamado gesto articulatório – sendo também conhecida como Fonologia Gestual. O termo gesto é usado para denotar uma

classe de movimentos articulatórios ao invés de um único e invariável movimento, **sem, contudo, reduzi-lo a uma entidade atemporal**. Os gestos articulatórios são “caracterizações abstratas de eventos articulatórios, cada um com seu tempo e duração intrínsecos” (BROWMAN & GOLDSTEIN, *op. cit.*, p.155, tradução nossa). Ou seja, se trata de “uma oscilação abstrata que especifica constrictões no trato vocal e induz o movimento dos articuladores” (ALBANO, *op.cit.*, p.52).

O gesto é “uma entidade física cujas possibilidades de combinação são determinadas pela fisiologia articulatória e suas relações com a fisiologia auditiva” (Albano, *op.cit.*, p.82). Ou seja, é uma oscilação abstrata que afeta o tempo de vários parâmetros articulatórios, denominados variáveis do trato, os quais determinam, por sua vez, as trajetórias dos articuladores.

Com essa proposta, a análise instrumental torna-se uma ferramenta de acesso a informações sobre as sincronias e assincronias dos articuladores na fala. Ainda segundo a mesma autora,

“a pesquisa instrumental vem revelando, há alguns anos, que muitos processos apreendidos como categóricos pela observação outiva são, na verdade, gradientes e, em muitos casos, demonstravelmente contínuos, se examinados sob condições experimentalmente controladas.” ALBANO (*op.cit.*, p.22)

A autora propõe uma extensão de FAR denominada FAAR (Fonologia Acústico Articulatória) em que as relações acústico-articulatórias são consideradas.

Essa abordagem, assim como a Fonologia Gestual como um todo, sustenta a comensurabilidade entre a Fonologia e a Fonética, a saber: essas áreas têm muitos parâmetros em

comum, que diferem somente quanto à partição discreta ou contínua das dimensões envolvidas.

Pode-se afirmar, portanto que num modelo gestual

“na esteira de FAR, contínuos equivalentes ao ponto e modo de articulação, bem como outros, novos, referentes à magnitude e à sincronização relativa entre os gestos, devem ser avaliados quanto à possibilidade de selecionar automaticamente um número fixo de valores discretos passíveis de utilização simbólica.” ALBANO (*op.cit.*, p.104)

Segundo KENT (1997), “a fonologia gestual apaga a linha que outras teorias fonológicas pretenderam delinear entre a fonética e a fonologia ou entre a fonologia e a representação articulatória” (KENT, 1997, p.248, tradução nossa).

A avaliação nessa abordagem é uma proposta nova, do grupo Dinafon¹, geralmente realizada por meio de gravações de amostras de fala da criança e sua posterior análise acústica onde se procura tornar visíveis os mecanismos de produção que a criança utiliza. A análise estatística também é utilizada para interpretar os achados a respeito dos correlatos articulatórios dos fones na criança.

O procedimento de avaliação que será visto a seguir (seção metodologia) se inspira nesta última proposta apresentada, a Fonologia Gestual.

1.2. Parâmetros Acústicos para Análise de Vogais

¹ DINAFON – Grupo de Pesquisa em Dinâmica Fônica registrado no CNPq e liderado pela Profa. Dra. Eleonora Cavalcante Albano. Ver: <http://dgp.cnpq.br/buscaoperacional/detalhegrupo.jsp?grupo=0079801JCEECNA> e <http://www.dinafon.iel.unicamp.br/>

Estudos acústicos como, por exemplo, PETERSON & BARNEY (1952), HILLENBRAND, GETTY, CLARK & WHELLER (1995) e LEE, POTAMIANOS & NARAYANAN (1999) documentaram diferenças entre a produção de vogais de adultos e crianças. McGOWAN (2006), em um trabalho com sintetização de vogais de crianças e posterior análise perceptual de escolha forçada (realizada por adultos), utilizando um modelo de cinco tubos para inferir sobre a forma do trato vocal dos três primeiros formantes das crianças, encontra que o comprimento do tubo transversal para cada vogal, em termos proporcionais, era quase sempre maior que o do adulto. Em termos de proporção o comprimento do tubo transversal era duas vezes maior nas crianças do que nos adultos na vogal [u]. Outro achado deste mesmo estudo é que a flexibilidade da base de língua pode ser mais importante que a velocidade laríngea na determinação das escalas de formantes para crianças jovens.

Considerando a diferença na produção articulatória de adultos e crianças, uma descrição dessas vogais infantis faz-se necessária. Ela já existe nas vogais de língua inglesa; propomo-nos (conforme seção 1.6. Objetivos) em descrevê-las para o Português Brasileiro.

Faz-se também necessário considerar estudos sobre a interferência da tonicidade da vogal em suas características acústicas. MARSHAL & NYE (1983) realizaram um estudo perceptivo visando diferenciar vogais em posição tônica e pós-tônica e vogais de maior e menor duração. Seus resultados demonstraram que versões de vogais tônicas e pós-tônicas de mesma sílaba são significativamente diferentes. Porém versões pós-tônicas apresentaram a mesma variação acústica que suas versões tônicas.

O fato de diferenças entre características acústicas de vogais tônicas e pós-tônicas ser irrelevante quanto aos parâmetros que se pretende avaliar aqui (no caso, F1, F2 , F3 e duração) nos leva a priorizar as análises de vogais em posição tônica. Estas vogais são mais estáveis e apresentam maior duração, facilitando sua análise.

Quanto ao tipo de análise realizada, ou seja, os parâmetros acústicos selecionados para análise de vogais, ressaltamos SHADLE (2006). Em seu capítulo a autora levanta os procedimentos necessários para uma análise adequada de vogais (além de versar sobre a análise de todos os sons possíveis da fala). A autora demonstra que os procedimentos realizados aqui para caracterizar as vogais são uma forma de classificação, conforme proposto por PETERSON e BARNEY (1952). Essa classificação é embasada nas características dadas pelos valores dos dois primeiros formantes de cada vogal. Realizam-se gráficos cruzando esses dois valores e obtém-se o Espaço Vocálico do sujeito (também conhecido como triângulo vocálico no caso do Português e de várias outras línguas), detalhado mais à frente.

Para que essa classificação possa ser utilizada, deve-se partir da Teoria Fonte-Filtro de Produção Acústica, proposta por FANT (1970). Essa teoria parte de uma simplificação que considera a estrutura complexa do trato vocal um tubo fechado de um dos lados. Em LADEFOGED (1974, p. 89) podemos ver que o trato vocal, anatomicamente falando, é fechado na extremidade onde se encontram as pregas vocais, compondo a fonte sonora, e aberto na outra extremidade, dos lábios. Compõe assim, uma câmara de ressonância de formato complexo que, visando simplificações físicas e matemáticas, pode ser considerada como tendo o formato de um tubo cilíndrico retificado.

Tal teoria é também exposta didaticamente em KENT & READ (2002), principalmente em seu segundo capítulo. A Teoria acústica para vogais considera o trato vocal adulto como sendo um tubo de aproximadamente 17,5cm fechado de um dos lados e com uma fonte de produção sonora, uma membrana vibrátil, as pregas vocais. A partir disso esse tubo teria uma frequência fundamental (F0 – voz) e formantes múltiplos desse primeiro valor (F1, F2, F3 e assim por diante). Vale ressaltar também que, se mudarmos a extensão do tubo ressoador, mudamos as frequências de ressonância, conseqüentemente. Quanto menor o tubo, maiores serão as frequências. Segundo a Teoria da Perturbação, conforme são realizadas mudanças na conformação desse tubo, ou seja, conforme constrições articatórias vão sendo realizadas, os valores desses formantes vão sendo alterados. No caso, o levantamento do dorso de língua abaixa valores de F1 e o levantamento da frente da língua aumenta os valores de F2.

Após esse breve resumo teórico, pode-se definir a noção de Espaço Vocálico. Ele pode ser considerado, segundo LADEFOGED (2001), uma área cercada pelas possibilidades de frequências dos dois primeiros formantes. Sua área e suas características variarão conforme variar a produção do sujeito. O espaço vocálico é um instrumento de grande valor para a caracterização das vogais e, por isso, foi selecionado para ser utilizado nesse estudo.

1.3. Parâmetros Acústicos para a Análise de Fricativas

Dentre os parâmetros existentes para a descrição e classificação das fricativas, os parâmetros selecionados para este trabalho devem-se a SHADLE (op.cit., 2006), JONGMAN (2000) e JESUS & SHADLE (2002). Esses estudos realizam descrições de fricativas, sendo os

dois primeiros para o Inglês e o último para o Português Europeu. Mais à frente (p. 71), durante a apresentação dos resultados e discussão, haverá uma descrição mais exaustiva destes estudos com parâmetros utilizados e seus achados.

Nesta seção sua relevância advém do fato de que eles apresentam os quatro momentos espectrais como parâmetros suficientemente robustos para a caracterização de fricativas. Portanto, os parâmetros utilizados serão os quatro primeiros momentos espectrais – centróide, variância, assimetria, curtose – e a duração. Os quatro momentos serão extraídos a partir da região central da fricativa, onde a produção é mais estável, de duração de 40 milissegundos (seguindo os moldes do estudo para o Português Europeu).

1.4. Parâmetros Acústicos para a Análise de Oclusivas

Dentre os parâmetros existentes para a descrição e classificação das oclusivas, os parâmetros selecionados para este trabalho se devem a FORREST (1988; 1990) e JESUS & LOUSADA (2006). Esses estudos realizam descrições de oclusivas, sendo os dois de mesma autoria uma descrição para o Inglês e o último para o Português Europeu. Mais à frente (p. 89), durante a apresentação dos resultados e discussão, haverá uma descrição mais exaustiva destes estudos com parâmetros utilizados e seus achados.

Nesta seção, sua relevância advém do fato que eles apresentam momentos espectrais de diversos trechos da oclusiva, *voice onset time* (VOT), duração da oclusão e duração do estouro como parâmetros suficientemente robustos para a caracterização de oclusivas. Em JESUS & LOUSADA, os momentos espectrais não são extraídos de transformadas rápidas de Fourier de

toda a oclusiva, como nos estudos de FORREST, mas somente da região do estouro. Portanto, os parâmetros utilizados serão os quatro momentos espectrais do estouro, VOT e duração da oclusão e do estouro.

1.5. Proposta do Presente Estudo: Objetivos

O objetivo deste estudo é realizar uma descrição acústica de vogais e obstruintes do Português Brasileiro falado por crianças de 5 a 7 anos de idade. Ou seja, constituir um corpus com uma amostra satisfatória de sujeitos de referência para estudos instrumentais de avaliação de linguagem. Serão realizadas a descrição e a análise estatística dos parâmetros acústicos na descrição das vogais e das obstruintes (consoantes fricativas e oclusivas) em posição tônico-acentuada sob o enfoque da Fonologia Gestual.

No entanto, no decorrer do trabalho, um objetivo secundário foi acrescentado: criar um instrumento sólido de avaliação que permita coletar os dados de maneira semelhante a outras amostras colhidas, para diferentes fins, por diferentes pesquisadores. Ou seja, criar um instrumento que possa ser utilizado em outros estudos da área, permitindo futuras comparações de dados com o corpus que pretendemos constituir, seguindo a mesma metodologia de coleta.

2. Elaboração do Instrumento de Avaliação

2.1. O Primeiro Estudo Piloto

Durante a execução deste trabalho, realizamos dois estudos pilotos: um antes do desenvolvimento do instrumento de avaliação e um depois, utilizando-o.

O primeiro estudo piloto foi realizado com uma criança que não está inclusa entre os sujeitos desta pesquisa. O estudo foi realizado antes do mestrado visando verificar diferenças na produção de vogais de contextos definidos como controlado e balanceado (ver abaixo) e buscando possíveis pistas sobre como desenvolver o instrumento definitivo de avaliação.

A metodologia nesse caso é diferente da do restante do estudo, porém muito próxima em sua organização e composição. O contexto controlado foi composto pela gravação de formas dissílabas paroxítonas construídas utilizando todas as vogais existentes no português brasileiro, em posição tônica e pós-tônica, combinadas com a consoante plosiva bilabial “p”. Substitui-se também a plosiva [p] pelas outras obstruintes do PB, que são [b], [t], [d], [k], [g], [f], [v], [s], [z], [ʃ], [ʒ], transcritas pelo alfabeto Sampa². Palavras dissílabas paroxítonas é o tipo de palavra mais comumente encontrada no vocabulário do Português Brasileiro dominado pelas crianças. A plosiva bilabial “p” foi selecionada neste momento porque a sua produção não demanda

² Alfabeto disponibilizado pelo IPA (International Phonetic Alphabet) para transcrição fonética em computador. Observa-se que os caracteres não romanos e romanos maiúsculos são referentes aos seguintes fonemas: [k] – é o fonema referente à letra ‘c’ de “casa”; [ʃ] é o fonema referente às letras ‘ch’ de chave; [ʒ] – é o fonema referente à letra ‘j’ da palavra jipe; [N] – é o fonema referente ao som de ‘nh’ da palavra “tinha”; e quanto às vogais, [6] se refere ao [a] átono, [I] se refere ao [i] átono e [U] se refere ao [u] átono. A acentuação da sílaba é marcada pela apóstrofe, que segue a sílaba tônica da palavra.

movimento de língua, evitando possível co-articulação com as vogais. O silêncio da plosiva também auxilia, durante análise acústica, a visualização da vogal alvo.

As palavras, neste primeiro contexto do piloto, estão inseridas na frase veículo “Digo _____ bem bonito.”.

As palavras que resultaram desse processo de elaboração são: [papa]; [pepu]; [pEpi]; [pipa]; [popi]; [pOpu]; [pupa]; [pampu]; [pempe]; [pimpa]; [pompi]; [pumpo]; além das combinações com as outras consoantes em início de palavra.

Para criar uma situação lúdica nas gravações, elaborou-se um jogo. Foram construídos fantoches em papel de diversos animais e cada um recebeu como nome uma das palavras alvo elaboradas. O jogo consiste em acumular pontos para, ao final do jogo alcançar uma recompensa. Os fantoches “saem” aleatoriamente de uma mala e ao sair “dizem” por meio de ventriloquismo com a voz da pesquisadora “– Oi! Eu sou o _____!” então a criança deve dizer a frase veículo estipulada. Cada vez que fala, ganha uma fichinha. Com o acúmulo de fichinhas a criança ganha o jogo.

Por exemplo, se o primeiro fantoche que fosse sorteado fosse o fantoche [pupa], este “diria” “– Oi eu sou o [pupa]!” e a criança deveria responder: “– Digo [pupa] bem bonito!”. Ao fazer isso ela ganharia sua fichinha. E o jogo prosseguiria até que todos os fantoches houvessem sido sorteados cinco vezes cada um. Esse número de sorteios era responsável pelo número de repetições que se esperava de cada criança para a realização do estudo com fidedignidade estatística. Esse foi o contexto definido como controlado.

Ainda para este primeiro piloto, mas para o contexto balanceado, historinhas infantis balanceadas foram construídas levando em conta o aparecimento dos fonemas em posição inicial,

medial e de coda, de acordo com dados do Minidicionário Aurélio levantados por ALBANO (2001). Criou-se assim, uma escala para que o aparecimento dos fonemas da historinha fosse equivalente às porcentagens do português segundo o Minidicionário. A escala variava a cada 0,5%. Ou seja, quando o levantamento fornecia uma porcentagem de aparecimento de 0,0 a 0,5 no minidicionário, isto equivaleria a 1 aparecimento na historinha. De 0,51 a 1,00, equivaleria a 2. De 1,01 a 1,5, seriam 3 aparecimentos. E assim por diante. Com os resultados obtidos escolheram-se palavras que iriam compor a historinha.

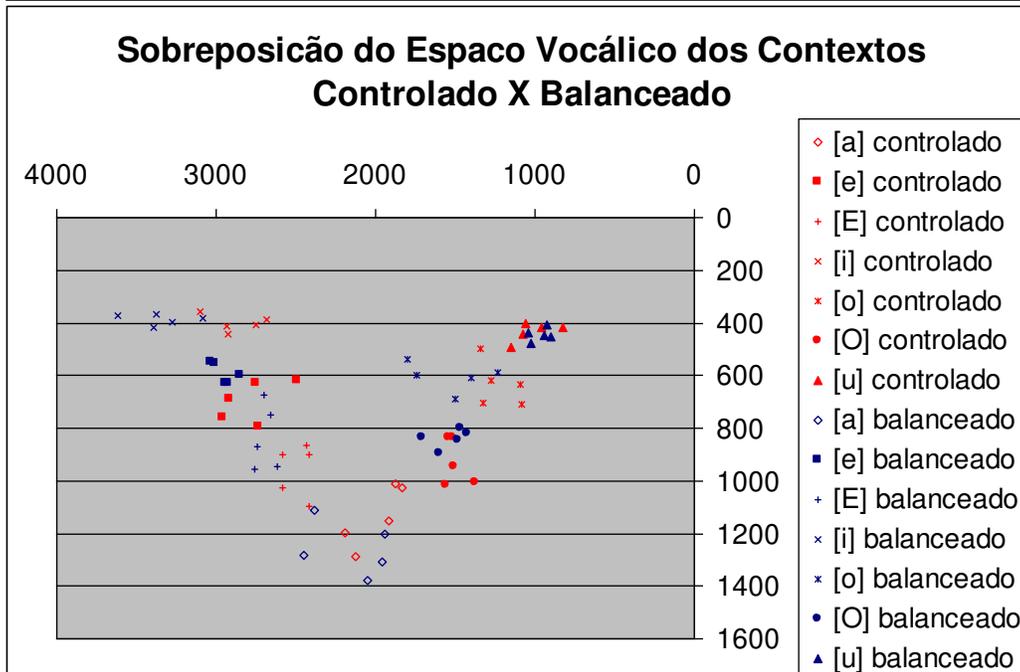
Foram obtidas 50 palavras dissílabas paroxítonas com sentido. As palavras obtidas foram separadas em 2 grupos de 25, e, com isso, elaboram-se duas historinhas, uma com o tema voltado ao campo e outra com o tema voltado a cidade. As historinhas seguem em anexo onde as palavras avaliadas, palavras alvo, encontram-se em negrito. A criança foi previamente apresentada à historinha até conhecê-la inteiramente. A enunciação neste caso ocorreria por uma espécie *prompting* que a pesquisadora fornece. Por exemplo, em um trecho da história a pesquisadora lia “... ele ficou preso por causa de uma ponte e machucou a _____” e a criança falaria a palavra referente à esta lacuna, que no caso é “pata”.

Para tanto selecionou-se uma criança do sexo feminino, com sete anos de idade, sem nenhuma queixa ou alteração fonoaudiológica. Ela foi submetida à coleta, em contexto lúdico, em sala acusticamente tratada do LAFAPE³, na Universidade Estadual de Campinas.

Os resultados dos formantes (F1 e F2) das vogais coletadas podem ser observados na figura1, que segue abaixo.

³ LAFAPE – Laboratório de Fonética e Psicolinguística do Instituto de Estudos da Linguagem da Universidade Estadual de Campinas

Figura 1: Sobreposição do Espaço Vocálico dos Contextos Controlado e Balanceado



O gráfico 1 representa os valores de F1 em função dos valores de F2, onde F2 é apresentado no eixo das abscissas e F1 no eixo das ordenadas na fala da criança (triângulo Vocálico). Os dados apresentados parecem indicar que o espaço vocálico do contexto balanceado está um pouco mais aberto variando mais com relação a F2. Porém, comparando-se as vogais individualmente, aparentemente não há padrão fixo. Note-se que há sobreposição dos valores dos dois contextos em várias vogais.

Parece não haver diferenças significativas entre os dois contextos. Entretanto, como neste piloto só houve um sujeito, não se pôde fazer uma análise estatística para testar a hipótese. Porém no contexto balanceado as palavras foram enunciadas isoladamente, ou seja, estavam em foco. Segundo ROCES (2010) o foco pode contribuir para mudanças na coprodução das palavras, além de alterar questões prosódicas da fala. Consideramos melhor eliminar esta variável no instrumento definitivo.

Todas as formas de avaliação são passíveis de crítica (HAGE, 1994), uma vez que se distanciam da fala natural. Não se pode dizer que a perspectiva dinâmica está isenta, mas ela prevê menores diferenças entre os contextos pelo fato de a fala da criança ser inerentemente mais lenta, uma vez que a duração e o tempo de produção são considerados.

Surge deste piloto a idéia de testar a inclusão de dois contextos diferentes no mesmo instrumento de coleta (não necessariamente um contexto balanceado e um controlado, mas algo próximo disso) onde um contexto envolveria palavras e o outro envolveria logatomas. Vale ressaltar que com a história balanceada a fala tornou-se mais natural, chegando ao ponto em que a criança passou praticamente a contar a história sozinha, sem o acompanhamento do pesquisador.

Deste piloto, surgiram as seguintes definições para o desenvolvimento do instrumento de coleta:

- a. O contexto de frase veículo facilita a segmentação dos dados e, também, sua análise. Em conseqüência, mesmo em um contexto balanceado lúdico baseado em uma historinha, o seu uso é recomendável;
- b. Parece não haver diferenças de produção articulatória entre palavras e logatomas, desde que ambos estejam inseridos em mesmo contexto lúdico; as diferenças provavelmente estariam na taxa de elocução da palavra alvo, que, no caso que utiliza logatomas, parece ser mais lenta;
- c. Para o que nos interessa neste estudo, mais relevante que um balanceamento de acordo com o a freqüência de ocorrência no Minidicionário seria garantir ao menos 5 repetições de cada obstruente, e conseqüentemente 5 repetições de cada vogal em contato com cada obstruente, em mesma posição e tonicidade na palavra;

- d. Seria interessante realizar um teste mais amplo com esses dois tipos de contexto (um com palavras e um com logatomas) para verificar sua viabilidade para este estudo.

Após essas observações, iniciou-se a elaboração do instrumento de avaliação a ser utilizado nesta dissertação.

2.2. Critérios Considerados para o Desenvolvimento do Instrumento de Avaliação

Para a elaboração do instrumento três fatores principais foram considerados: (1) a necessidade de várias repetições do mesmo som em contexto controlado – consequência do uso de método experimental; (2) a tentativa de oferecer um instrumento contextualizado que permita observação (em nosso caso, por meio de interação direta do avaliador com a criança) da interação da criança com o sujeito (cf. HAGE, 2003) e análise da *linguagem em funcionamento* (cf. COUDRY & FREIRE, 2005); e (3) a criação de um contexto lúdico visando proporcionar sentido à atividade de enunciação das palavras alvo que, se realizada isoladamente, pode ser uma tarefa tediosa e de difícil realização com crianças.

Com relação aos objetivos experimentais, o instrumento de avaliação foi desenvolvido inicialmente para abranger as vogais extremas do triângulo vocálico do Português Brasileiro ([a], [i] e [u]) e as consoantes fricativas e oclusivas. Os padrões de coleta em contexto controlado foram anteriormente utilizados por outros estudos realizados no LAFAPE.

No entanto, este instrumento possibilitaria a emissão de 57 palavras criadas para o instrumento utilizando todos os sons do PB em posição inicial e medial. A posição de coda não foi contemplada. O instrumento usa um jogo de percurso de tabuleiro para gerar a emissão de

todas essas palavras. Para tanto, haveria inicialmente dois procedimentos: um onde a fala seria coletada em contexto controlado e outro onde a fala seria coletada em contexto “balanceado”. Ambos os contextos estão inseridos na mesma situação lúdica.

Porém, vale esclarecer que o total de palavras alvo para este estudo é de apenas 36, palavras essas referentes à correspondência cada obstruente do PB (fricativas e plosivas) em posição inicial de palavra com as vogais [a], [i] e [u] em posição tônica. A sílaba átona de cada palavra não será analisada neste estudo, exceto quanto à duração (ver em 2.3. Metodologia de Coleta).

O instrumento, portanto, permite a coleta de todos os sons do PB na posição de ataque inicial e medial. Este estudo utilizou-o apenas para observar obstruintes e vogais em posição tônica inicial.

No intuito de contextualizar a atividade, de modo a permitir interação entre o pesquisador e a criança, buscamos nos aproximar (passíveis diferenças metodológicas e de embasamento teórico) do que propõe HAGE (2003). A autora traz como opção às diversas avaliações padronizadas a observação da interação – a perspectiva defendida pela autora orienta-se parcialmente por VYGOSTKY (1988). Esta proposta é composta por um procedimento em que se analisa o comportamento geral da criança, incluindo a linguagem, em contextos naturais e não-estruturados. Em geral, procura-se observar pelo que a criança se interessa, para onde olha, se presta atenção à fala ou atividade do outro, o que pega, como manipula os objetos. Concordamos com esta abordagem no sentido de que é importante observar a interação e todas as ações que a compõe para avaliar linguagem. Porém propomo-nos a assumir não um papel de observador, mas sim de agente na interação com a criança, por considerarmos tal posicionamento mais rico com relação à contextualização.

Como a análise da interação pode fazer parte de qualquer processo de avaliação, procuramos considerar esses fatores durante as coletas. Segundo a autora, a observação comportamental é o procedimento que melhor detecta as funções comunicativas da linguagem, sendo extremamente útil para entender a natureza complexa dos processos de aquisição de linguagem. Procuramos, porém, ir além da mera observação de uma interação alheia, o que forneceu ainda mais dados na tentativa da compreensão da aquisição.

E, por fim, com relação ao caráter lúdico do instrumento, o centramos em uma história infantil, intitulada "Deu a louca nos Contos de Fadas". Para criá-la foram necessárias pesquisas sobre histórias infantis, os chamados "Contos de Fadas". Essa pesquisa foi realizada por meio de livros infantis, desenhos animados, informações disponíveis na internet, além de informações oferecidas pelas próprias crianças. As histórias pesquisadas foram "Cinderela", "Aladim", "A Bela Adormecida", "Lago dos Cisnes", "Alice no País das Maravilhas", "Peter Pan", "João e o Pé de Feijão", "O Gato de Botas" e "Os Três Porquinhos". Essas histórias foram escritas e reescritas ao longo dos anos, sendo difícil atribuí-las a um único autor. Apresentam praticamente um caráter de senso comum, mas a pesquisa mostrou-se essencial para que a história fizesse sentido para as crianças e pudesse trabalhar com humor (uma vez que o tema da história inverte os acontecimentos casuais de todos esses contos de fadas). O fato de serem histórias geralmente conhecidas pelas crianças auxilia na contextualização do instrumento, e caso a criança não conheça a história, favorece maior interação sobre o assunto.

2.3. Metodologia de Coleta

Para desenvolver a metodologia de coleta, criou-se uma história infantil, de título “Deu a Louca nos Contos de Fadas”. O tema gira em torno de dois duendes, chamados Vupa e Chimo, que, enquanto estão brincando e buscando ouro no fim de um arco-íris, encontram uma chave mágica que governa todo o mundo encantado. Ao tirá-la do lugar, fazem com que todos os contos de fadas fiquem confusos. A história descreve os efeitos sobre vários contos de fadas. Por fim, os duendes pedem ajuda a três amigas fadas para desfazer a confusão. Fazem uma poção mágica e tudo se resolve.

Para elaborar a história, tomou-se como base 57 palavras. Essas palavras, por sua vez, foram criadas a fim de conter os fonemas consonantais do Português Brasileiro em posição inicial e medial, associados às vogais [a], [i] e [u], compondo palavras dissílabas paroxítonas. Por priorizarmos, durante a seleção, palavras que fizessem parte do cotidiano infantil, e para manter o “balanceamento”, não foi possível selecionar somente palavras já existentes na língua portuguesa. Nestes casos, criaram-se palavras com a função de nome próprio. Desse processo, as palavras obtidas foram: Bala, baba, bife, burro, casa, kibe, cura, dado, disse, duna, fada, fita, fuça, fujo, gato, guizo, Guize (nome de uma rainha na história), gude, Guga (nome de um rei na história), jarra, jipe, Jufa (outro nome próprio), lago, laje, lixa, ligue, luva, manha, malhe, milho, mu(r)cho, nane, ninho, nuca, palha, pare, piro, puxe, rabo, rima, russo, sapo, sino, suco, suja, talo, time, tufo, varre, vivo, Vupa (nome de um dos duendes, personagens principais), chave, Chimo (nome de outro dos duendes), chute, Záli, Zíki, Zúni (nomes das três fadas). Palavras dissílabas paroxítonas CV’CV são o tipo mais comumente encontrado no vocabulário do Português Brasileiro dominado pelas crianças. Esse número de 57 palavras foi o menor possível para que

obtivéssemos todas as consoantes em posição inicial e medial em contato ao menos uma vez com as vogais [a], [i] e [u].

Apesar de as palavras apresentarem todos os fonemas consonantais do Português Brasileiro em posição inicial e medial, neste estudo o foco está em: vogais e consoantes fricativas e oclusivas em posição tônica (inicial), que são [p], [b], [t], [d], [k], [g], [f], [v], [s], [z], [ʃ], [ʒ]. As outras palavras selecionadas, compostas por outras consoantes, assim como os dados de consoantes em posição pós-tônica (medial), não serão analisadas neste momento (no mestrado), mas ficarão disponíveis no laboratório (LAFAPE) para caso outros estudos necessitem dos dados para comparação, ou mesmo para estudos futuros da própria pesquisadora.

A história gerou um livrinho ilustrado, impresso e encadernado. A edição gráfica do material foi realizada pela própria pesquisadora utilizando o software livre Br.Officer, no caso a sua ferramenta Draw. As ilustrações foram realizadas por desenhista profissional, porém sua idéia, em detalhes, é de autoria da própria pesquisadora, que acompanhou atentamente a produção das ilustrações. Associados ao livrinho, foram produzidos dois jogos de tabuleiro que geram a produção semi-espontânea das palavras alvo em contexto de frase-veículo. Ambos são jogos de percurso, porém diferentes entre si. A ilustração original dos jogos foi feita manualmente pelo ilustrador, e digitalizada e formatada pela pesquisadora, para posterior impressão e encadernação. A apresentação impressa, e não somente digital, do material foi um fator determinante na motivação dos sujeitos. Poder folhear o livro e manusear o jogo reforça o caráter lúdico da avaliação. Além disso, o material apresenta grande flexibilidade por não necessitar condições específicas no estúdio de gravação, como mais tomadas de energia elétrica, presença de computador dentro da sala acústica, entre outros. O computador portátil, ou mesmo somente um monitor, dentro do estúdio de gravação já foi reportado, em estudos anteriores no

LAFAPE, como um fator gerador de ruído nas gravações. O material impresso tem assim nova vantagem, uma vez que somente produz ruído ao ser manuseado pela criança, e tal manuseio pode ser controlado pela pesquisadora.

A utilização desse material demanda apresentação prévia da criança ao livro, para posterior gravação com os jogos de tabuleiro.

2.4. “Instrumento Envolvendo Palavras” Vs. “Instrumento Envolvendo Logatomas”

O primeiro jogo é apresentado ludicamente à criança, a partir da idéia de que, na historinha, uma confusão foi causada e jogar o jogo seria uma chance de ajudar desfazer toda a confusão causada pelos duendes. Ele apresenta as 57 palavras alvo citadas acima, dispostas cada uma em uma casa do percurso na mesma ordem que aparecem na história, de forma ideogramática. Ou seja, em cada casinha que a criança percorre há um desenho que remete à palavra alvo, de acordo com as mesmas ilustrações vistas no livrinho. A cada casa que a criança avança ela deve dizer: “Digo _____ volte atrás.”, como se ao dizê-lo estivesse realizando uma espécie de magia para reverter os problemas narrados na história. Isso faz com que as palavras sejam enunciadas em contexto de frase veículo, porém com maior naturalidade, por se tratar de fala semi-espontânea. Esse contexto não pode ser considerado foneticamente balanceado conforme a sua frequência no Português Brasileiro em termos de proporção de aparecimento dos fonemas. Esse critério foi abandonado por uma priorização de número menor de palavras alvo. Porém, a criança produzirá todos os sons do Português Brasileiro em posição tônica e pós-tônica,

ou seja, abdicamos do balanceamento para garantir o aparecimento de todos os sons alvo no mesmo contexto (inicial e tônico na palavra dissílaba paroxítona) com ao menos cinco repetições.

O segundo jogo mantém o tema principal do livro, mas propõe uma coleta de contexto controlado com 57 logatomas (não-palavras) criados pela pesquisadora. Nesse jogo há 57 potes de “ingredientes mágicos”. Ou seja, cada logatoma ganhou o sentido de nome de um dos potes de ingredientes de uma poção. No jogo os nomes vêm escritos por extenso e as palavras são enunciadas pela criança por meio de repetição retardada. A pesquisadora cita o nome da poção e, por tratar-se também de um jogo de percurso, para avançar as casas a criança deve dizer: “Me dê um pote de _____ bem cheio.”. Novamente a palavra alvo está inserida em frase veículo, porém nesse caso o contexto é controlado.

Os logatomas desse segundo jogo, transcritos segundo o alfabeto Sampa, são: [ka'ZI], [lu'bi], [gu'zi], [mu'b6], [Za'fU], [du'li], [ba'iu], [tu'r6], [mu'gU], [Su'NI], [fu'v6], [pu'jU], [ca'sU], [ti'Z6], [bu'lh6], [ba'gi], [SiN6], [ma'S6], [ki'm6], [si'lhU], [za'mI], [mi'SI], [Sa'ri], [da'zU], [Zi'f6], [ga'zU], [cu'tI], [Ru'p6], [ki'l6], [ni'rU], [zi'mU], [si'nI], [li'bU], [pi'd6], [la'xU], [sa'nU], [zu'g6], [pa'dU], [ra'lhI], [di'kU], [Ra'dI], [nu'r6], [fi'vU], [bu't6], [cu'kI], [ti'NU], [fa'vI], [ki'tU], [ta'rU], [du'li], [du'k6], [bi's6], [na'ri], [ba'sI], [pu'pI], [ki'l6], [gi'z6], [Ri'pU], [su'n6], [Zu'fi] e [ki'g6]. Eles foram desenvolvidos também como dissílabos paroxítonos, tomando-se cuidado para que as combinações de consoantes e vogais não gerassem graus de dificuldade de enunciação elevados.

A aplicação dos dois jogos nos permitiu comparar o contexto controlado e o naturalista quanto à duração de produção. No entanto, veremos a seguir que o segundo jogo apresentou algumas dificuldades de aplicação levando a algumas mudanças na metodologia.

Segue em anexo uma cópia do livrinho assim como imagens dos tabuleiros com respectivas peças personalizadas com os personagens (as peças do jogo foram feitas com figuras dos personagens principais – duendes e fadas – visando maior envolvimento com o tema).

2.5. O Segundo Estudo Piloto

Para inspeção inicial dos dados coletados no mestrado e verificação da funcionalidade do instrumento realizaram-se análises preliminares de uma amostra retirada dos dados de quatro crianças.

Pretendeu-se neste piloto caracterizar amostras das vogais das crianças em contato com algumas das obstruintes alvo do trabalho. Como amostra foi selecionada uma repetição de cada vogal em contato com uma fricativa desvozeada, uma fricativa vozeada, uma oclusiva desvozeada e uma oclusiva vozeada de cada criança. Ou seja, obtivemos para cada criança quatro vogais [a], quatro vogais [i] e quatro vogais [u]. O total foi de 12 ocorrências de vogal para cada criança, totalizando 48 ocorrências de cada vogal a serem analisadas (considerando quatro crianças).

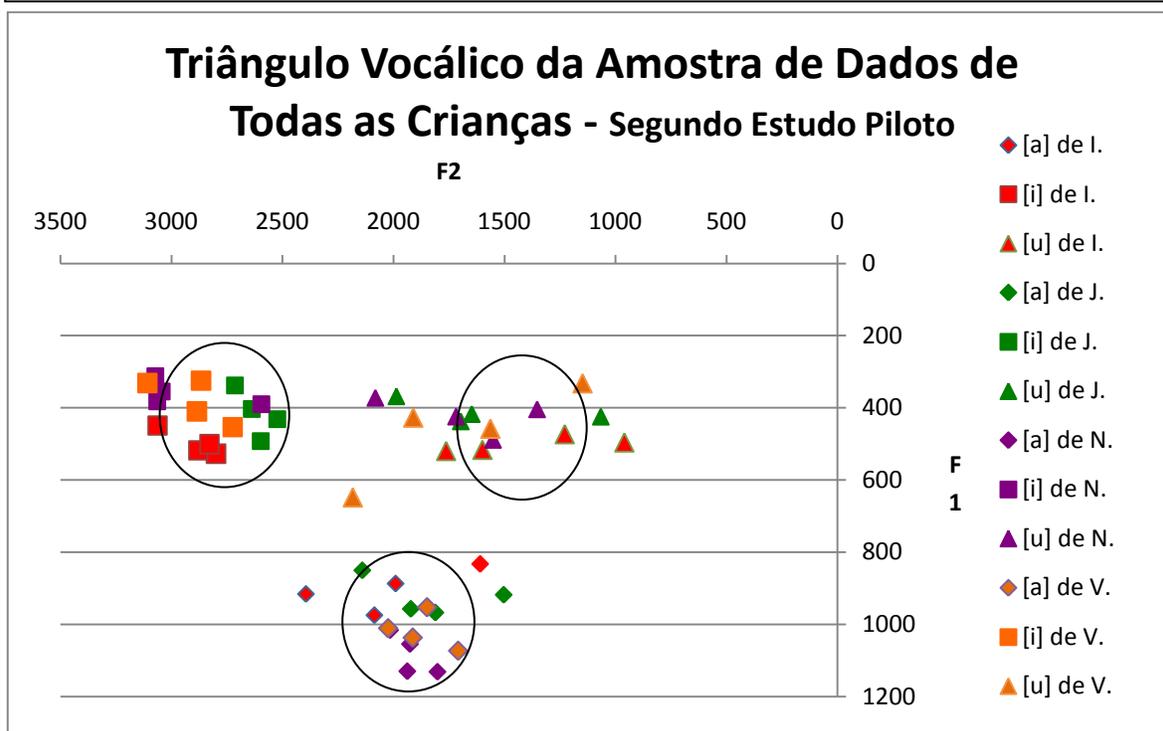
O objetivo neste momento foi verificar a funcionalidade do instrumento de coleta e observar resultados preliminares que pudessem iluminar possibilidades futuras de análise.

Foi realizada a análise das vogais tônicas provenientes da coleta do primeiro jogo, que apresenta palavras (e não logatomas) do contexto da história desenvolvida. Para ilustração dos resultados referentes ao formantes das vogais, selecionou-se uma amostra das vogais, incluindo

[a], [i], e [u] em contato com uma consoante oclusiva surda e uma sonora e em contato com uma fricativa surda e uma sonora. Os dados referentes a tal seleção seguem em anexo na tabela 1.

A partir dos dados desta tabela anexa, confeccionou-se um gráfico de espaço vocálico, para ilustrar o comportamento dessas vogais. Segue a figura 2.

Figura 2 : Triângulo vocálico obtido de valores de F1 e F2 da amostra de vogais do segundo estudo piloto



Segundo resultados da Teoria de Produção Acústica, apresentada no primeiro capítulo (FANT, 1970, LADEFOGED, 1974, KENT & READ, 2002) podemos afirmar que os valores encontrados dentro dos círculos encontram-se dentro do esperado para os dois primeiros formantes. Encontra-se, porém, uma maior dispersão de F2 da vogal [u]. Porém, nota-se que essas discrepâncias acontecem sempre com consoantes palatais, parecendo uma variação ainda causada pela coarticulação. As produções de Vogal [u] que apresentam F2 aumentado são as referentes às palavras “chute” da criança J., que apresenta um $F2=1987.6\text{Hz}$; “chute” da criança

N., que apresenta um $F2= 2081,3\text{Hz}$; “chute” da criança V., que apresenta um $F2= 1910,8\text{Hz}$; e na criança I., apesar de ainda um valor apropriado para $F2$, na palavra “jufa” o $F2$ também sobe um pouco, sendo de $F2= 1763,3$. Os valores de $F2$ das palavras “chave” e “jarra” em todas as crianças encontram-se, ao menos, um pouco elevados. As consoantes palatais parecem surtir efeito sobre as vogais de um modo geral.

A intenção inicial seria realizar somente a análise dos parâmetros fonético-acústicos da fala infantil, a saber: três primeiros formantes e duração – para vogais; momentos espectrais e duração – para fricativas; e momentos espectrais, duração e VOT para oclusivas. Porém, durante estas análises preliminares os aspectos dinâmicos da fala das crianças nos chamaram a atenção.

Ao contrário do esperado, os valores encontrados na análise dos dados apresentam diferenças de acordo com a palavra de onde foram extraídos, e não entre as crianças. Porém, para que estes valores fossem encontrados, tiveram de ser medidos manualmente e extraídos da região de maior escurecimento dos formantes das vogais, o que não coincidiu necessariamente com um ponto de estabilização, que diversas vezes não pode ser encontrado.

Além de fornecer alguns resultados preliminares, essas análises demonstraram que a metodologia foi efetiva para a coleta, permitindo-nos continuar com a coleta dos dados de todos os sujeitos.

O fato de existirem produções peculiares nos guiou para possíveis decisões de forma de análise, tratadas mais à frente, no capítulo 3, quando retomaremos alguns achados deste piloto.

2.6. A Opção pelo Instrumento Envolvendo Palavras

A intenção inicial seria realizar comparações entre 2 contextos: um mais naturalista, composto por palavras do PB, e um mais controlado, composto por logatomas. Os resultados dos estudos piloto nos levaram a desenvolver esses dois contextos separadamente no instrumento de avaliação.

Porém, após tais análises preliminares, pode-se perceber que a variação na produção seria uma constante em ambos os contextos e que somente um dos instrumentos seria necessário para a constituição do *corpus*. Além disso, vale ressaltar que o primeiro jogo se demonstrou mais útil durante a coleta. Nele as produções foram semi-espontâneas. Em alguns poucos casos as crianças realizaram pausas antes da enunciação da palavra alvo. O segundo jogo, por usar as palavras escritas por extenso nos ícones (rótulos dos potes), apresentou alguns problemas para o objetivo desse trabalho. As crianças, de faixa etária de 5 a 7 anos de idade, encontram-se também em fase de aquisição de leitura/escrita. Ao verem os nomes escritos, elas tentavam ler a palavra antes que a pesquisadora a pronunciasse para repetição. Isso gerou pausas excessivas, típicas de leitura infantil. Esse poderia ser um dado extremamente útil para pesquisas da área, porém não é o foco deste trabalho. As crianças foram solicitadas a repetir a frase veículo com a palavra alvo nos casos em que tentaram ler; porém, em diversos casos, repetiram somente a palavra ou mudaram a estrutura da frase veículo. O corpus desse segundo jogo é mais fechado e menos lúdico, o que dificultou possíveis negociações com as crianças (visando melhor enunciação). Em geral, nenhuma criança se negou a repetir a frase veículo, quando houve esse processo de lentificação da leitura. Porém, isso gerou um aumento no tempo de coleta, causando aparente impaciência e cansaço nas crianças e trazendo dificuldades para dar continuidade às gravações por haver

tornado a coleta mais longa. Por exemplo, em um dos casos, ao invés da coleta se estender por cerca de duas horas, como o de costume, ela durou três horas, tempo excessivamente longo para manter a atenção da criança em um único instrumento. Esse período de duas horas inclui em média quatro pausas de 10 minutos para sair do estúdio, beber água, descansar um pouco e, somente então, retomar a gravação. Mesmo assim, o ideal seria reduzir esse tempo para evitar que a criança se cansasse demais. Dados tais fatos, decidimos realizar a coleta somente com o primeiro jogo, que contém palavras e permite a enunciação espontânea.

3. Metodologia

3.1. Sujeitos, Materiais e Métodos

Os sujeitos gravados são crianças na faixa etária de cinco a sete anos de idade, de ambos os sexos. Essa faixa foi selecionada porque coincide com o final da etapa de aquisição, momento em que aparecem as maiores queixas de pronúncia. Nessa fase a criança encontra-se em processo de estabilização de seus gestos articulatórios, e essas queixas aparecem geralmente como resultado de possíveis “deslizes” no gesto (ainda não estável).

Os sujeitos foram selecionados aleatoriamente, por meio do acesso da pesquisadora às crianças dessa faixa etária.

Os sujeitos não apresentam nenhum tipo de queixa ou alteração fonoaudiológica. O número de sujeitos seria de 10 (sendo 5 do sexo feminino e 5 do sexo masculino), porém um dos meninos desistiu da pesquisa, deixando-nos com um total de 9 sujeitos (sendo 5 do sexo feminino e 4 do sexo masculino). Não foram realizados exames audiológicos, porém durante a seleção dos sujeitos tomou-se o cuidado de questionar a respeito de qualquer possível indício de queixa audiológica e nenhuma criança, ouvidos seus familiares, apresentou queixas. Para garantir a confidencialidade da pesquisa os sujeitos serão identificados nesta pesquisa pela letra inicial de seu nome.

Para as gravações foram utilizados equipamentos de alta qualidade em som, no caso os equipamentos disponíveis no estúdio Pires Max Musical Studio, especializado em gravações profissionais de música, que possui sala acusticamente tratada. Os equipamentos utilizados são:

um computador com processador Intel Core 2 Duo 2.4 GHZ, 2 GB DDRII 667 MHZ, 512 MB Seagate SATA II 250 GB, 1 HD externo Seagate SATA 99 320 GB (BACKUP), DVD-RW e 2 monitores LCD SANSUNG 19; 2 microfones unidirecionais sendo um SHURE SM 57 e o outro um SUPER LUX D5; mesa de som e placa de gravação são MESA MACKIE ONYX 1640 e CARD FIREWIRE MACKIE ONYX 16 CANAIS; o programa de gravação utilizado é o SONAR (programa baseado para gravação em HD, da Twelve Tone Systems); e, por fim, os cabos são da marca Santo Angelo com *plug* AMPHENOL (balanceado).

As crianças foram convidadas a participar das gravações e o fizeram com autorização de seus responsáveis (ver em anexo termos de consentimento livre e esclarecido e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas – CEP/FCM).

A sala de gravação é ampla, o que permitiu que pesquisadora e sujeitos se sentassem no chão e “jogassem” de maneira casual, sem se preocupar com a gravação em si. Isso só foi possível, porque dois microfones unidirecionais de alta precisão foram posicionados em suportes elevados para captar a fala das crianças, permitindo assim liberdade de movimentos, reforçando a naturalidade de fala.

Antes do início da gravação as crianças são sempre apresentadas ao livrinho infantil, a avaliadora e a criança lêem a história e comentam sobre ela, com enfoque nas palavras alvo contidas no livrinho. Esse momento é essencial para que as crianças se familiarizem com o tema do jogo proposto, para que elas pronunciem e tenham contato com alguma palavra contida na avaliação que elas não tenham conhecimento prévio e para aumentar a naturalidade da interação entre a avaliadora e a criança, que nesse momento se aproximam.

Para a gravação, a criança é informada que haverá uma brincadeira, e que ela será gravada, podendo, se quiser, levar para casa um CD com a gravação para, por exemplo, mostrar

aos seus pais. Neste momento o ambiente do estúdio foi de grande ajuda, pois várias crianças alegaram se sentirem como cantoras, ou pessoas famosas, e a atmosfera descontraída favoreceu bastante a interação.

Explicam-se então as regras do jogo, relatando como geralmente se joga um jogo de percurso (joga-se o dado e, dependendo do número tirado, andam-se as casas cumprindo-se a tarefa solicitada pelo jogo em questão), e alerta-se que, tanto a criança quanto a avaliadora, somente poderão “andar as casas tiradas” no dado após enunciarem as “palavras mágicas”. No caso da criança não se lembrar de todas as palavras, há a possibilidade de recorrer ao livrinho a qualquer momento. Em alguns casos, em que a criança que não conseguiu lembrar as palavras mesmo com apoio, a avaliadora manteve o jogo sempre equilibrado para que a criança pudesse ganhar e sentir-se motivada.

O que tornou esse procedimento bastante versátil foi o fato de ele ser passível de ajustes ou adaptações a pedido das crianças ou de acordo com a criatividade do avaliador. Em alguns casos, visando maior estímulo de algumas crianças, estabeleceram-se espécies de níveis, a cada rodada o jogo ficaria mais complicado ao adicionar-se um dado, ou seja, o número de palavras a serem lembradas seria maior (um dado até 6 palavras, dois dados até 12 palavras, 3 dados até 18 palavras e assim por diante). Além desse, há diversos recursos lúdicos que se podem criar ou adaptações do instrumento à resposta das crianças que se podem fazer durante a gravação. Foram realizadas adaptações, como, por exemplo, a inserção de uma comemoração para quando o “feitiço” estivesse completo, o abandono do uso dos dados fazendo com que a criança avançasse no jogo falando a frase veículo até onde sua memória permitisse, entre outros. Para fazer essas adaptações, porém, foi necessário um cuidado da pesquisadora para evitar que qualquer alteração de taxa de elocução ou mesmo de produção tivesse que ser introduzida como mais uma variável.

Esse cuidado tornou-se necessário para que o contexto das gravações fosse o mesmo para todas as crianças gravadas, independentemente das estratégias lúdicas aplicadas com cada criança.

3.2. A Divisão em Duas Frentes de Análise

Durante o segundo estudo piloto, descrito acima, realizou-se uma inspeção de forma de onda e espectrogramas. Os resultados desse segundo piloto influenciaram decisões a respeito da metodologia. Isso ocorreu no sentido de ampliar as análises para além dos parâmetros fonético-acústicos selecionados para este estudo, que pareceram nem sempre ser suficientes para descrever as variações e peculiaridades da fala infantil.

Durante tal inspeção (de forma de onda e espectrogramas), notou-se que quando as vogais estavam em contato com consoantes palatais ocorreu um alongamento da fase de transição formântica especialmente do segundo formante da vogal na palavra, e em alguns raros casos a estabilização da trajetória formântica não acontece. O gesto articulatório da consoante precedente interfere na produção da vogal.

Tal fenômeno é reportado na literatura, sendo denominado coarticulação⁴. Os dados levantam a suspeita que a criança coarticula mais do que o adulto nesses casos.

⁴ Segundo Oliveira et.al. (2001, p.3) “Em termos tradicionais, define-se coarticulação como a influência entre segmentos discretos de fala. Como a produção de fala se dá num contínuo, ter-se-ia a coarticulação para suavizar as transições entre os estados discretos (segmentos). A coarticulação seria, portanto, o resultado do movimento dos articuladores na produção dos segmentos.”

Afirma-se também que há uma perspectiva dinâmica do processo, que vê a coarticulação como uma relação entre gestos articulatórios que possuem um tempo intrínseco e que se sobrepõem na realização da fala (BROWMAN & GOLDSTEIN 1992).

Visando verificar essa possibilidade, decidiu-se analisar alguns dados do pesquisador, um adulto do sexo feminino, pronunciando as mesmas frases veículos e palavras alvo durante a coleta da fala das crianças, para verificar sua produção e realizar uma comparação.

Comparando-se a produção da criança com a do adulto por meio de inspeção de espectrogramas e forma de onda, pôde-se observar que há diferenças na duração da transição formântica das vogais para a mesma palavra e, até mesmo, diferenças na produção da vogal da criança e do adulto.

Segue uma análise descritiva com alguns espectrogramas de fala onde é possível visualizar a coarticulação na produção infantil e na do adulto. Todas as janelas representam cerca de 1 segundo.

Figura 3: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pela criança J., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra]

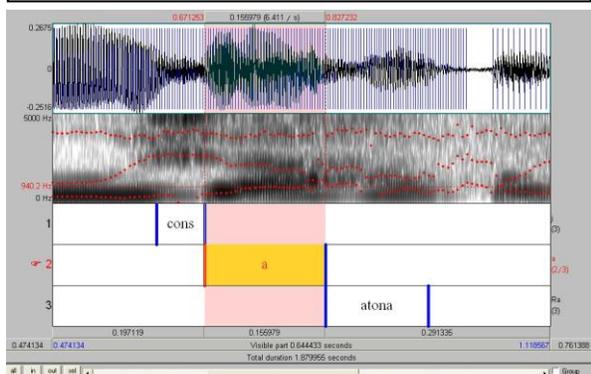
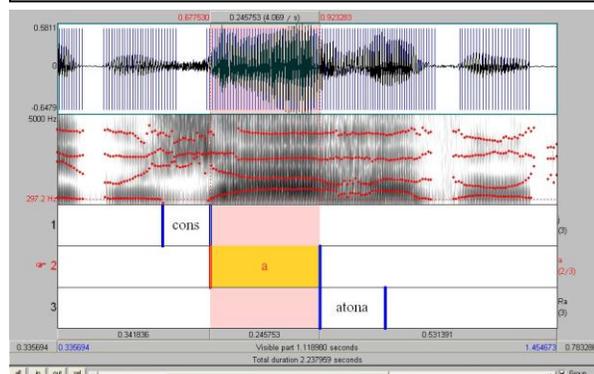


Figura 4: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pelo adulto L., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra]



Comparando-se as figuras 3 e 4 pode-se notar que no adulto a estabilização da trajetória formântica, principalmente em F2, ocorre de forma mais rápida e os formantes parecem mais visíveis, mais definidos. Há também no adulto um período de transição entre a consoante e a vogal, porém essa transição entre um gesto e outro se dá de forma mais rápida e efetiva no adulto.

Nesse caso encontramos uma produção que se assemelha a um pequeno glide antecedendo a vogal e a não estabilização da mesma. O fonema [Z] apresenta posicionamento de lábios e língua muito semelhantes ao da vogal [i], e como a estabilização do gesto parece estar demorando mais que o usual para acontecer, o que se ouve é algo parecido com [Z^ja'R6], com um pequeno glide antes de se ouvir a vogal [a] propriamente dita.

O gesto da consoante “contamina” o gesto da vogal por um período de tempo maior que o esperado, gerando os resultados acústicos relatados. A questão é o tempo levado para estabilização as trajetória, porém aqui, além desse atraso na transição do fonema /Z/ para a vogal [a], ocorre a produção de uma semivogal semelhante a [j].

No adulto a estabilização da trajetória é mais rápida, e graças a isso, o efeito auditivo e a acústica não se assemelham a uma semi-vogal. Na fase de transição entre [Z] e [a], escuta-se um som intermediário entre os dois sons, que não se trata de semi-vogal [j].

Esse mesmo exemplo é novamente ilustrado nas figuras 5 e 6 onde, para facilitar a visualização do ponto aproximado de estabilização, o cursor marca na figura o ponto de estabilização das vogais correspondentes.

Figura 5: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pela criança J., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra] com cursor no ponto de estabilização de F2

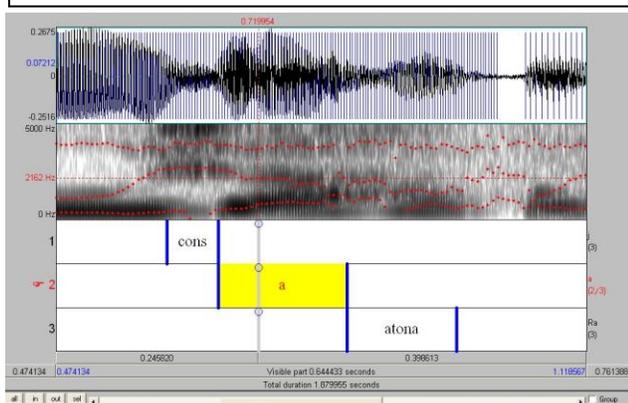
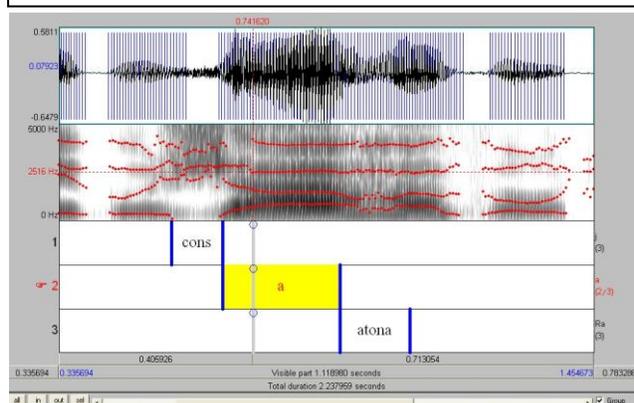


Figura 6: Forma de Onda e Espectrograma da palavra [ZaRa], produzida pelo adulto L., onde cons=[Z], a=[a] e átona=sílaba átona [Ra] com cursor no ponto de estabilização de F2



A análise dos espectrogramas sugere que a criança acaba “aproximando” os gestos dos diferentes sons produzidos e esse fato está relacionado com uma maior coarticulação.

A aquisição da linguagem nos parece ser, como um todo, um fenômeno dinâmico, no sentido que ocorre por meio de idas e vindas, não sendo um processo linear, mas caminhando de forma diferente para cada indivíduo até que a aquisição esteja completa. Alguns fonemas são de mais fácil produção que outros. Mesmo quando auditivamente a criança parece já produzir os fonemas de forma semelhante ao adulto, fenômenos como a coarticulação, exposta aqui, revelam que seus gestos articulatorios estão ainda em fase de estabilização. As crianças estabelecem suas próprias estratégias de produção buscando o alvo adulto. Estudos anteriores já relataram isso em crianças com queixa, mas o uso de diferentes estratégias articulatorias aparentemente também são utilizadas pelas que não apresentam queixas.

Há aqui a necessidade de uma ponte com o fenômeno dos contrastes encobertos, que justamente revela estratégias articulatorias na tentativa de acertar o alvo (articulatório). Os contrastes ocorrem quando o gesto acontece muito próximo do alvo esperado, mas não exatamente nele (pode haver um *undershoot* ou um *overshoot*).

As crianças aqui avaliadas não apresentam contrastes encobertos, porém também utilizam estratégias (bem sucedidas) para produzir os sons da fala de acordo com o esperado. Sua produção nos parece “fundida”, ou seja, é como se ela tentasse produzir todos os gestos que compõem a palavra de uma forma altamente sobreposta, aumentando a influência entre fonemas e aproximando gestos de consoantes e vogais. Acredita-se que ambos os fenômenos: o da coarticulação e o dos contrastes encobertos; estejam relacionados.

SCOBIE (1998), mesmo que sob outro enfoque teórico, de cunho mais gerativo, trata a respeito de ambos os fenômenos. Além de defini-los, afirma que os contrastes encobertos foram descobertos em estrutura, modo, voz e localização, mostrando que, a princípio, nenhum parâmetro de contraste fonológico é imune a expressão encoberta. Ou seja, tal parâmetro afetaria todos os níveis do sinal acústico, inclusive a articulação dos sons.

O aumento da coarticulação pode apresentar uma raiz comum com o fenômeno dos contrastes encobertos. Na procura pelo alvo articulatorio, a criança acaba acertando o alvo por fim, porém em seu próprio *timing* e com certa demora em alcançar a estabilização da trajetória. E, mesmo que haja algum desvio do alvo, nesses casos ele não é suficientemente grande para causar a impressão de alguma alteração de pronúncia no ouvinte adulto, que acaba incluindo o som produzido em uma de suas categorias estáticas sobre os sons da fala (classificando o som de acordo com o que acredita estar ouvindo).

NITTROUER (1989) realiza uma comparação perceptual de vogais de adultos e crianças. Seu foco é sobre a coarticulação e o estudo é organizado da seguinte maneira: Seleciona-se produções CV (consoante-vogal) de fricativa-vogal; coleta-se produções de adultos e crianças da mesma sílaba; e, por fim, recorta-se o som somente da vogais colocando vogais de adultos e crianças para serem comparadas. Seus resultados indicam que as vogais de crianças e adultos em mesmo contexto consonantal foram consideradas diferentes em teste perceptivo, mesmo sendo apresentadas como um único grupo de forma aleatória, graças ao fenômeno da coarticulação.

Esse é um exemplo de diferenças na produção de vogais de adultos e crianças, em decorrência de maior coarticulação infantil, na língua inglesa. Nos dados apresentados, vê-se indícios de que o mesmo ocorra no Português Brasileiro. Vale ressaltar, porém, que nas crianças não se esperam diferenças entre gêneros, uma vez que seus tratos vocais ainda não se

diferenciaram com o desenvolvimento. Neste fato repousa a justificativa de que em nosso trabalho não foram realizadas comparações entre gêneros, mas sim entre adulto e crianças.

Pretende-se deslocar um pouco o foco deste trabalho para fenômenos como os trazidos nesta revisão de literatura, mantendo-se as análises de parâmetros acústicos mais estáticos, mas dando certo foco aos fenômenos dinâmicos que apareceram nas coletas.

Tais fatos nos levaram a decidir por duas frentes de análise: uma onde seriam medidos parâmetros acústicos regularmente utilizados na literatura (vide neste mesmo capítulo, nos subtítulos 3.4, 3.5 e 3.6), denominada Análise de Parâmetros Acústicos Estáticos, e outra onde seria realizada uma inspeção de forma de onda e espectrogramas, para verificar peculiaridades nas produções das crianças, denominada Análise de Parâmetros Acústicos Dinâmicos.

3.3. A Necessidade do Uso de Scripts

A análise acústica é um processo que deve ser realizado com extremo cuidado para evitar erros de medida, e por isso, quando realizada manualmente, demanda muito tempo. Após concluirmos o desenvolvimento do instrumento de coleta obtivemos os seguintes números: considerando que seriam 10 crianças, 36 palavras alvo, 5 repetições de cada palavra e dois segmentos analisados por palavra, precisaríamos coletar manualmente todos os parâmetros acústicos de 3600 segmentos. Considerando que para cada segmento há ao menos 3 medidas (*cf.* resenha capítulo 1) precisaríamos realizar ao menos 10000 medidas manualmente – isso após realizar a segmentação de todos os dados, que por si só já é bastante trabalhosa. Com o período desejado para o desenvolvimento de uma dissertação essa tarefa não seria possível. Por essa

razão, e para evitar erros durante as medições, optamos por realizar semi-automatizações dessas análises.

Para isso passamos a estudar os procedimentos do programa praat⁵ para elaborar scripts e para adaptar scripts existentes para as análises necessárias ao estudo. Em anexo segue um tutorial a respeito de como fazê-lo e seguem os scripts utilizados na íntegra, para que possam ser readaptados às necessidades de outros pesquisadores.

Neste trabalho utilizamos os seguintes scripts:

- a. Script de segmentação semi-automática baseado em Dynamic Time Warping (DTW)⁶. O Algoritmo é descrito em KEOGH & PAZZANI (2001);
- b. Script para medida em milissegundos da duração de segmentos;
- c. Script para coletar os três primeiros formantes de vogais (Desenvolvido por OLIVEIRA & ARANTES, em preparação) adaptado para formantes de vogais infantis;
- d. Script para medida de momentos espectrais do ruído de uma região central de 40ms de fricativas desvozeadas;
- e. Script para medida de momentos espectrais do ruído de uma região central de 40ms de fricativas vozeadas;
- f. Script para medida de momentos espectrais do estouro de oclusivas desvozeadas;

⁵ Boersma P, Weenink D. Praat: doing phonetics by computer. [Programa de computador]. Compilado de <http://www.praat.org/>.

⁶ Dynamic Time Warping é um algoritmo de medida de similaridade entre duas seqüências que podem variar no tempo ou velocidade. Por exemplo, as semelhanças de padrão do andar de duas pessoas poderia ser detectado, mesmo se em um vídeo a pessoa estivesse andando devagar e se em outro, ele estivesse andando mais rápido, ou mesmo se houvesse acelerações e desacelerações no decurso de uma observação. O DTW tem sido aplicado a vídeos, áudio e gráficos - na verdade, todos os dados que podem ser transformados em uma representação linear podem ser analisado com DTW. Uma aplicação bem conhecida é o reconhecimento automático de fala, onde é eficaz analisando diferentes velocidades de fala.

g. Script para medida de momentos espectrais do estouro de oclusivas vozeadas.

Os quatro últimos scripts foram desenvolvidos pela própria pesquisadora. O primeiro, (a), foi desenvolvido por PESSOTI (2010) e semi-automatizado pela pesquisadora, o segundo foi adaptado de outro script desenvolvido por OLIVEIRA (SOARES, 2009) e o terceiro, (c) é da autoria já afirmada.

Para evitar que qualquer etapa de análise fosse realizada sem intervenção humana, todos os scripts são semi-automáticos, necessitando da supervisão e do conhecimento técnico da pesquisadora. Porém seu uso foi essencial para viabilizar análises de uma quantidade de dados tão elevada.

4. Resultados

4.1. Vogais

4.1.1. Parâmetros Acústicos Estáticos

Para a análise de vogais, conforme visto na resenha apresentada no subtítulo 1.2. (p. 25 a 28), os parâmetros acústicos estáticos selecionados para análise foram F1, F2, F3 e duração. A duração será apresentada em um subtítulo à parte do capítulo 4 que tratará unicamente da duração dos segmentos (4.Duração; 4.4.2.Vogais). Além destes parâmetros, incluímos *posthoc* o cálculo da área do espaço vocálico. O espaço vocálico pode ser definido como o polígono formado pelo triângulo vocálico, ou seja, pelas vogais plotadas no espaço em relação à F1 (ordenadas) e F2 (abscissas). É realizado, portanto, o cálculo geométrico da área do espaço vocálico.

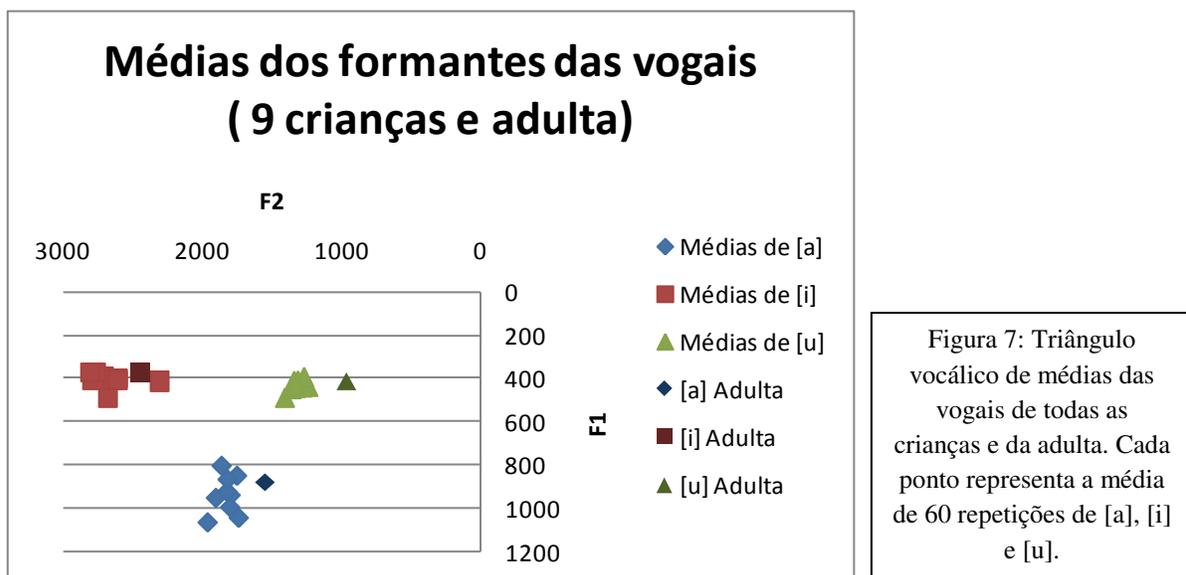
Formantes

Para realizar a análise estatística dos dados de formantes coletados, as variáveis independentes são as próprias vogais e as Variáveis dependentes são os formantes (analisados um a um). O teste aplicado foi de modelo linear geral (GLM – *General Linear Model*) com uma ANOVA de medidas repetidas (*Repeated Measures*). Para tanto se trabalhou com a média de cada formante de cada sujeito. Obtivemos, portanto, nove casos (um para cada sujeito) de cada formante (F1, F2 e F3) para as três vogais ([a], [i] e [u]). O teste foi gerado a fim de investigar se cada formante seria capaz de diferenciar estatisticamente as três vogais. O *alpha* foi estabelecido em $p < 0,05$. A tabela com as médias dos formantes de cada sujeito pode ser vista à seguir. Tabelas com os valores de cada repetição (60 por criança para cada vogal analisada) podem ser encontradas como anexo (subtítulo 7.4. Dados Brutos).

Tabela 1: Médias dos formantes das vogais [a], [i] e [u] das nove crianças e da adulta.

Criança	Média F1 [a]	Média F2 [a]	Média F3 [a]	Média F1 [i]	Média F2 [i]	Média F3 [i]	Média F1 [u]	Média F2 [u]	Média F3 [u]
Is.	807,1055	1861,7784	3011,9320	492,0182	2670,6160	3430,4370	490,5378	1402,0305	3232,9655
Ju.	852,9278	1751,3404	3325,0603	399,1768	2602,9626	3565,1808	413,4248	1307,1848	3085,8979
Na.	954,5494	1902,6825	3108,3289	390,1652	2704,6210	3565,1808	440,7538	1231,5302	3288,0892
Ra.	1067,2190	1961,8215	3540,2432	406,8465	2641,8354	3556,0545	451,1267	1354,8737	3357,0267
Vi.	942,0510	1797,3257	2968,5669	411,1920	2607,2015	3449,7913	445,6671	1322,8955	3214,2961
Ga.	925,7560	1822,9823	3683,2297	406,0653	2780,9605	3579,7378	443,6188	1274,6485	3319,8557
Vn.	997,2904	1801,2973	3055,0506	372,7168	2762,0522	3416,5773	396,8343	1262,7345	3031,7265
Ni.	869,9883	1818,9735	2970,9607	376,1110	2799,0237	3537,7283	414,5430	1334,8323	3117,2073
Ma.	1046,2078	1739,2187	2634,7398	414,2395	2307,2997	3249,7382	437,7673	1321,8123	3279,7947
Média	940,3439	1828,6023	3144,2347	407,6146	2652,9525	3483,3807	437,1415	1312,5047	3214,0955
<i>DesvPad</i>	<i>87,542021</i>	<i>70,836789</i>	<i>321,56867</i>	<i>34,94578</i>	<i>148,6602</i>	<i>108,3312</i>	<i>27,094008</i>	<i>51,232881</i>	<i>112,27338</i>
<i>Coef.Var</i>	<i>9,31%</i>	<i>3,87%</i>	<i>10,23%</i>	<i>8,57%</i>	<i>5,60%</i>	<i>3,11%</i>	<i>6,20%</i>	<i>3,90%</i>	<i>3,49%</i>
Adulta	883,27367	1545,1272	2548,6722	374,66467	2444,0067	3093,2027	414,75383	960,71392	2682,76

Podemos notar, na tabela 2, que os valores dos formantes infantis são aparentemente bastante diferentes dos valores da adulta analisada. Isso pode ser explicado pela diferença no tamanho de trato vocal, que, no caso das crianças, é menor. Os dados de F1 e F2 exibidos na tabela acima foram plotados em gráfico de dispersão, que pode ser visto a seguir.

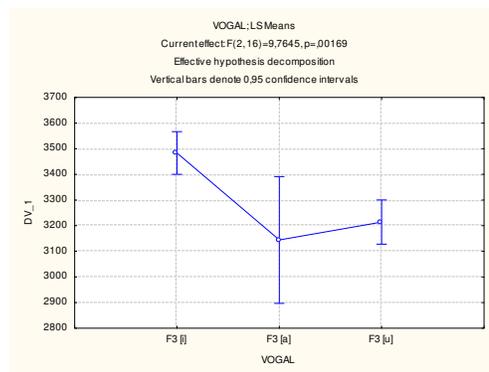
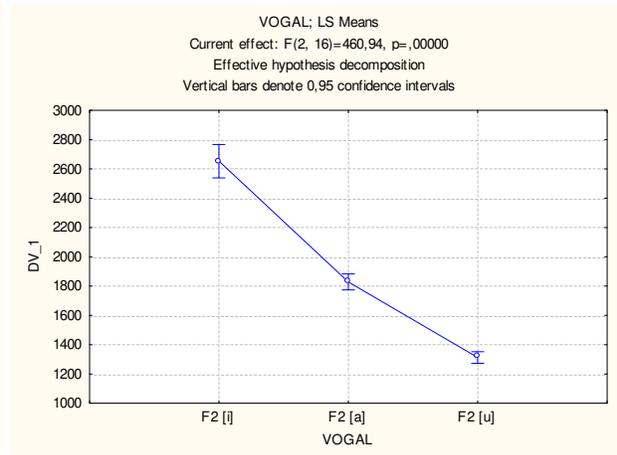
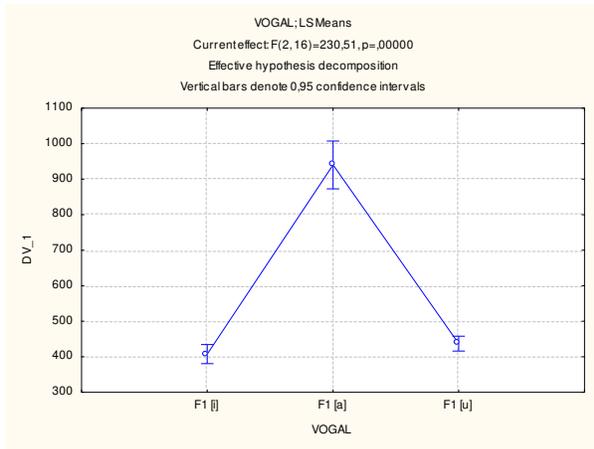


Estes dados referentes às 9 crianças, representados na tabela 2 e plotados no gráfico acima, foram a base para a análise estatística. Não foi possível incluir a adulta na análise estatística por se tratar de apenas um sujeito. Retomando-se, os formantes foram as variáveis dependentes e as vogais foram as variáveis independentes. Nesta análise estatística, conforme esperado, F1 foi efetivo para diferenciar a vogal [a] das vogais [i] e [u], F2 foi efetivo para diferenciar as três vogais entre si, F3 foi efetivo somente para diferenciar a vogal [i] de [u] e [a]. Ilustramos estes resultados em uma tabela e em gráficos que podem ser vistos a seguir.

FORMANTE Vogais	F	P	Poder estatístico
<i>F1</i>	230,512	0,000000	1,000000
<i>F2</i>	460,936	0,000000	1,000000
<i>F3</i>	9,764	0,001692	0,956989

Tabela 2: F, p e poder estatístico dos formantes diferenciando as vogais.

Na tabela 3 podemos observar que, para F1, F2, e F3, $p < 0,05$ apresentando significância para diferenciar as vogais. Quais vogais são diferenciadas, porém, pode-se ver por meio dos gráficos a seguir.



Figuras 8, 9 e 10: Diferenciação estatística dos formantes das vogais [i], [a] e [u].

Nos gráficos acima podemos observar os resultados da análise estatística onde F1 foi efetivo para diferenciar a vogal [a] das vogais [i] e [u], F2 foi efetivo para diferenciar as três vogais entre si, F3 foi efetivo somente para diferenciar a vogal [i] de [u] e [a].

Espaços Vocálicos

O espaço vocálico tem sido utilizado em estudos sociolingüísticos, como por exemplo, JACEWICZ, FOX & SALMONS (2007), que visa estudar diferenças dialetais e de gênero com base em espaços vocálicos. Para calcular a área utilizam-se as médias dos dois primeiros

formantes de cada vogal. No nosso caso, utilizaremos somente as vogais extremas do triângulo vocálico como coordenadas para compor este polígono (neste caso, triângulos).

Para o cálculo da área destes triângulos utilizamos os valores de F1 e de F2 como coordenadas espaciais. Esse processo foi realizado de forma semi-automática por meio do programa de computador MatLab⁷. As áreas de cada criança podem assim ser comparadas em mesma escala numérica. HODGE et.al. (2004) é outro estudo que trata do cálculo da área do espaço vocálico. Nossa metodologia se aproxima da deste trabalho, exceto pelo fato de trabalharmos com três vogais – resultando em um triângulo como polígono –, enquanto HODGE (op.cit.) trabalha com 4 vogais (além das extremas inclui [æ], por se tratar da língua inglesa) – resultando em um quadrilátero como polígono –. O script criado por nós para este cálculo encontra-se na íntegra como apêndice.

Apresentaremos, portanto, lado a lado, o triângulo vocálico de cada criança incluindo as 60 repetições de cada vogal e o triângulo obtido com suas médias, utilizado para calcular a área do espaço vocálico e, por último, o triângulo referente aos dados da adulta. Os valores negativos encontrados nos eixos do espaço vocálico se devem somente à inversão dos eixos para melhor visualização do formato do polígono. Obviamente não existem formantes negativos, porém a inversão dos eixos no programa gera automaticamente a inversão do sinal. Os valores devem, portanto, ser considerados como positivos à observação, uma vez que para cálculo de área os valores das coordenadas serem positivos ou negativos não interfere nos resultados.

⁷ MATLAB (MATrix LABoratory) – Software comercializado pela companhia Math Works®. Software interativo de alta performance voltado para o cálculo numérico. O MATLAB integra análise numérica, cálculo com matrizes, processamento de sinais e construção de gráficos onde problemas e soluções são expressos matematicamente, diferentemente da programação tradicional. O Seu elemento básico de informação é uma matriz que não requer dimensionamento. Esse sistema permite programação por meio de scripts. Para maiores informações ver <http://www.mathworks.com/>.

HODGE et.al. (op.cit.) encontrou em seus resultados que quanto mais naturalista o contexto, ou seja mais variado, maior é o tamanho do espaço vocálico, e quanto mais controlado o contexto, e portanto com menor variação de produção, menor o tamanho do espaço. Vale ressaltar para esta análise, portanto, que um aumento da área do triângulo pode indicar maior dispersão, e, portanto, maior variação da produção das vogais analisadas.

Seguem, na tabela 1, os resultados dos cálculos dessas áreas e sua estatística descritiva.

Criança	Área do espaço vocálico
Is.	2,0046
Ju.	2,8791
Na.	3,9541
Vi.	3,2693
Ra.	4,0988
Ga.	3,7342
Vn.	4,5663
Ni.	3,4273
Ma.	3,0472
Média	3,44232222
<i>Desvio Padrão</i>	<i>0,759271578</i>
<i>Coefficiente de Variação</i>	<i>22,05695833</i>
Adulta	3,5919

Tabela 3: Áreas dos espaços vocálicos das nove crianças e da adulta.

Podemos notar que a média da área das crianças foi de $3,44232 (x10^5)$ e que o coeficiente de variação indica alta variabilidade (variação aceitável até 20%). A média das crianças é bastante semelhante à da adulta que é de $3,5919 (x10^5)$. Considerando que os valores dos formantes nos pareceram bastante diferentes, essa semelhança com relação ao espaço vocálico é bastante interessante. Discutiremos esses achados em 4.1.4.

Seguem os triângulos e espaços vocálicos das nove crianças.

Figura 11: Triângulo vocálico da criança Is. com 60 repetições de cada vogal.

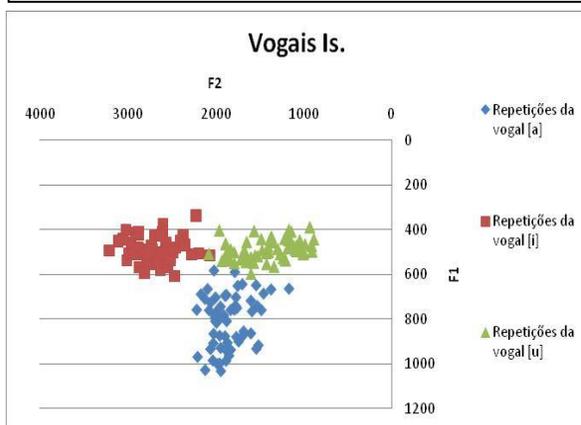
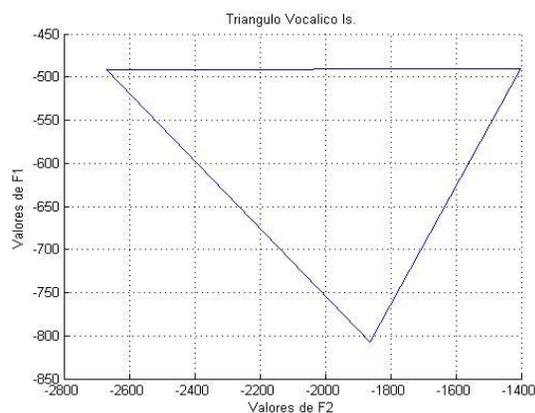


Figura12: Espaço vocálico da criança Is. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste primeiro caso o valor da área do espaço vocálico foi de $2,0046 \times (10^5) = 200460$. Este valor está consideravelmente abaixo da média das nove crianças (3,44). Ou seja, a dispersão das vogais é menor.

Figura 13: Triângulo vocálico da criança Ju. com 60 repetições de cada vogal.

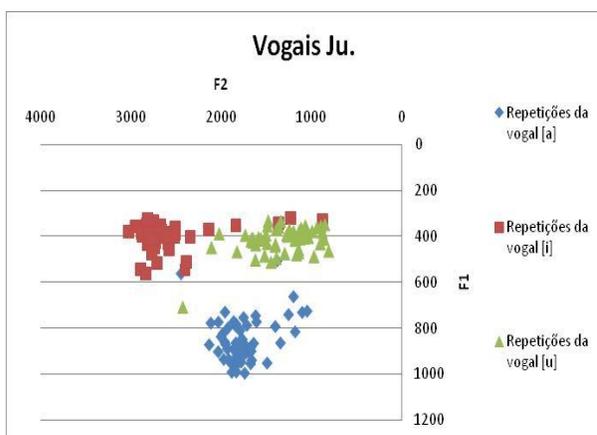
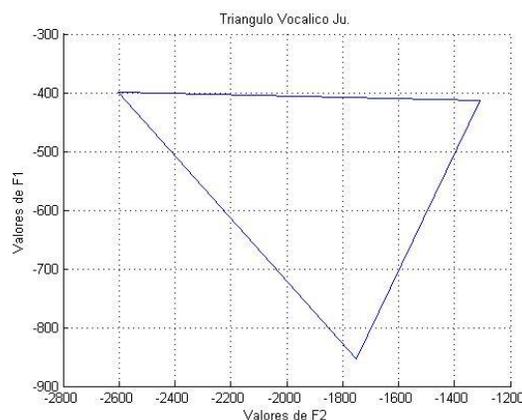


Figura14: Espaço vocálico da criança Ju. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste segundo caso o valor da área do espaço vocálico foi de $2,8791 \times (10^5) = 287910$. Ou seja, também menor que a média (3,44). Porém podemos notar que a área de Ju. é maior d que a de Is. o que também pode ser notado em seus triângulos vocálicos. No triângulo de Ju. em alguns

casos as vogais se aproximam muito umas das outras, como por exemplo nas repetições de [i] que apresentam F2 muito semelhante ao de [u] (vide figura 9).

Figura 15: Triângulo vocálico da criança Na. com 60 repetições de cada vogal.

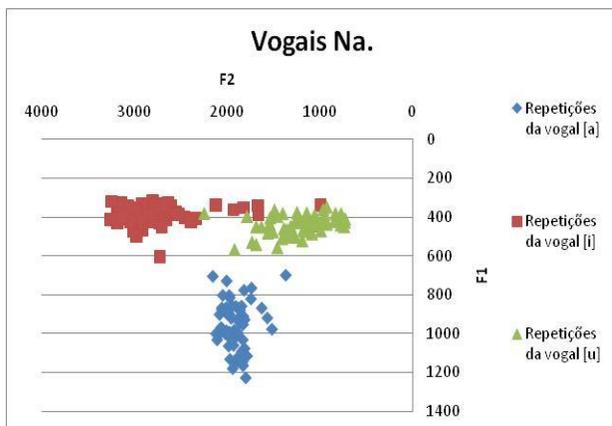
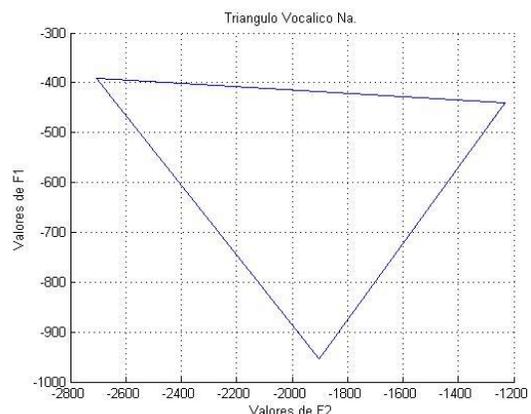


Figura 16: Espaço vocálico da criança Na. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste terceiro caso o valor da área do espaço vocálico foi de $3,9541 \times 10^5 = 395410$. Ou seja, maior que a média (3,44). Isso fica claro no triângulo vocálico que indica grande variação na produção. Há também casos de repetições de [i] com F2 semelhante ao de [u].

Figura 17: Triângulo vocálico da criança Ra. com 60 repetições de cada vogal.

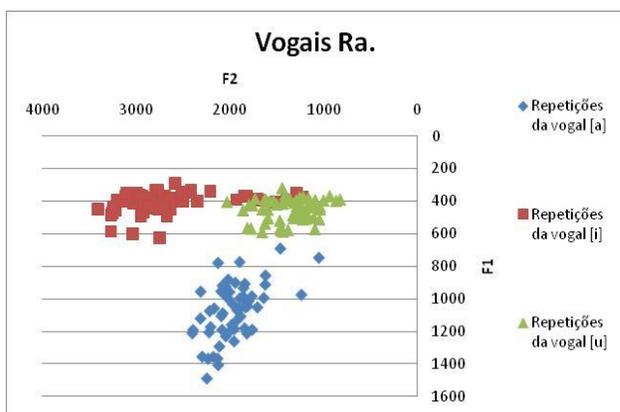
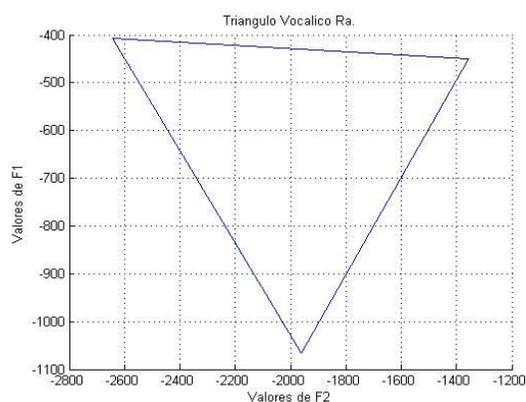


Figura 18: Espaço vocálico da criança Ra. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste quarto caso o valor da área do espaço vocálico foi de $4,0988 \times 10^5 = 409880$. Ou seja, bastante maior que a média (3,44). Isso também pode ser visto no triângulo vocálico que

indica grande variação na produção. Há casos de repetições de [i] com F2 semelhante ao de [u] e também casos de [a] com F1 se aproximando do F1 de [u].

Figura 19: Triângulo vocálico da criança Vi. com 60 repetições de cada vogal.

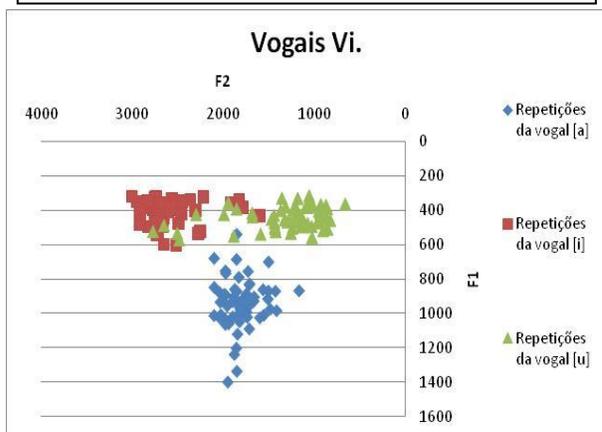
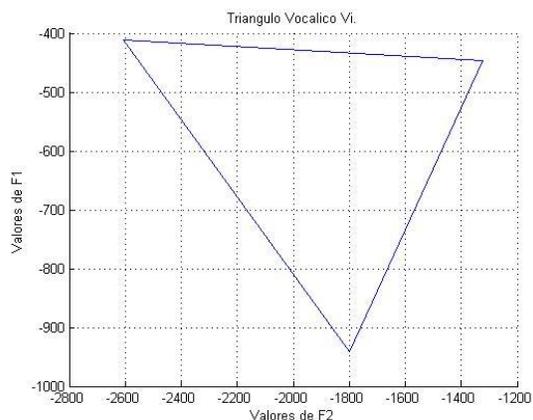


Figura20: Espaço vocálico da criança Vi. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste quinto caso o valor da área do espaço vocálico foi de $3,2693 \times 10^5 = 326930$. Ou seja, bastante pouco menor que a média (3,44). Neste caso a produção das três vogais é bastante próxima, se confundindo em vários casos. Há casos de repetições de [i] com F2 se aproximando do F2 [u], há casos de repetições com F2 de [u] semelhantes ao F2 de [i] e há também casos de [a] com F1 se aproximando do F1 de [u].

Figura 21: Triângulo vocálico da criança Ga. com 60 repetições de cada vogal.

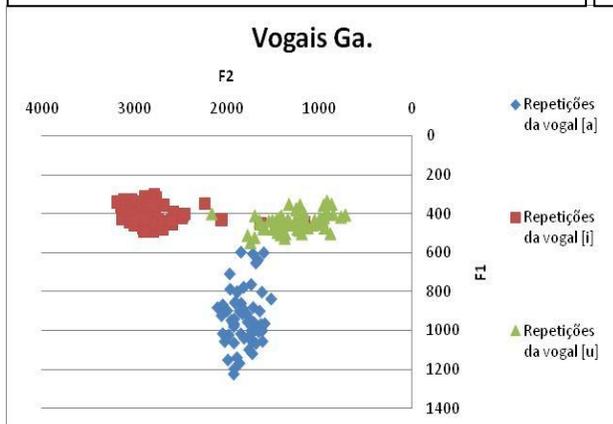
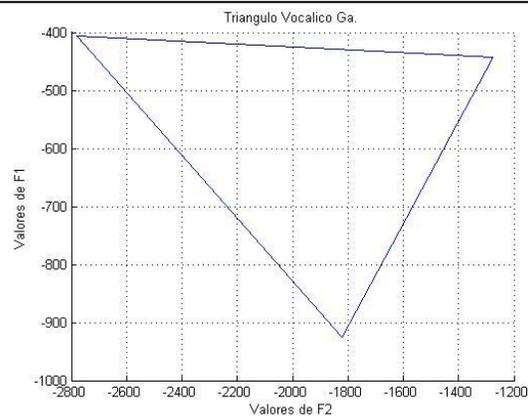


Figura22: Espaço vocálico da criança Ga. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste sexto caso o valor da área do espaço vocálico foi de $3,7342 \times 10^5 = 373420$. Ou seja, próxima à média (3,44). O triângulo nos mostra vogais bem definidas, mas há poucos casos de repetições de [i] com F2 semelhante ao de [u] e também poucos casos de [a] com F1 se aproximando do F1 de [u].

Figura 23: Triângulo vocálico da criança Vn. com 60 repetições de cada vogal.

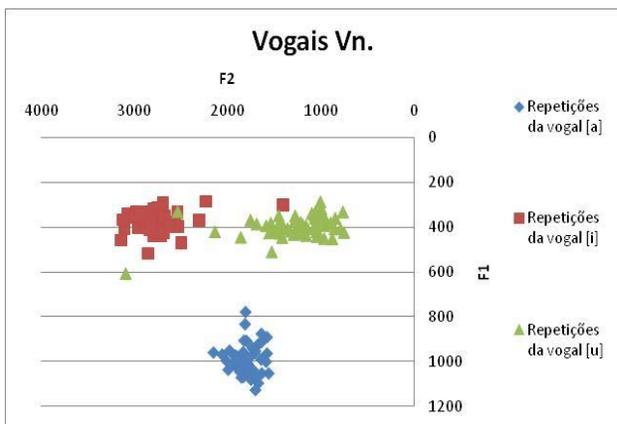
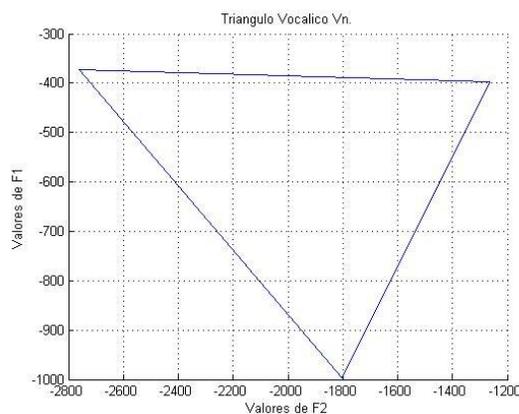


Figura24: Espaço vocálico da criança Vn. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste sétimo caso o valor da área do espaço vocálico foi de $4,5663 \times 10^5 = 456630$. Ou seja, bem mais alta que a média (3,44). O triângulo nos mostra vogais bem definidas, mas há poucos casos de repetições de [i] com F2 semelhante ao de [u] e também alguns casos de [a] com F2 de [u] se aproximando do F2 de [a].

Figura 25: Triângulo vocálico da criança Ni. com 60 repetições de cada vogal.

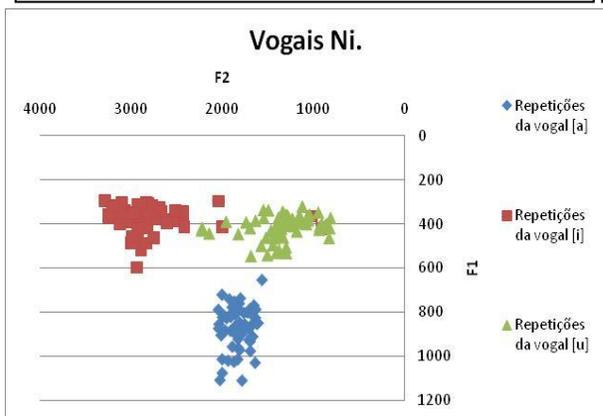
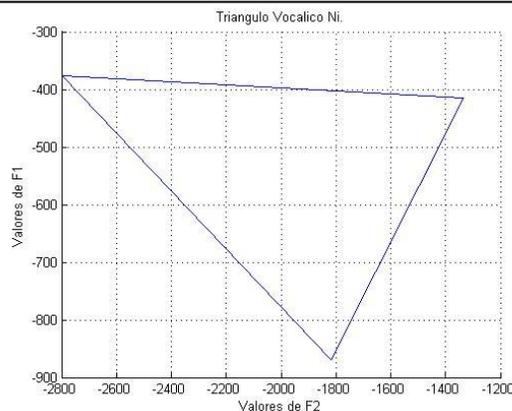


Figura26: Espaço vocálico da criança Ni. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste oitavo caso o valor da área do espaço vocálico foi de $3,4273 \times 10^5 = 342730$. Ou seja, o valor mais próximo da média (3,44). O triângulo nos mostra maior dispersão dos valores de F2 de [i] se aproximando dos valores de [u] e também alguns casos onde ocorre o contrário.

Figura 27: Triângulo vocálico da criança Ma. com 60 repetições de cada vogal.

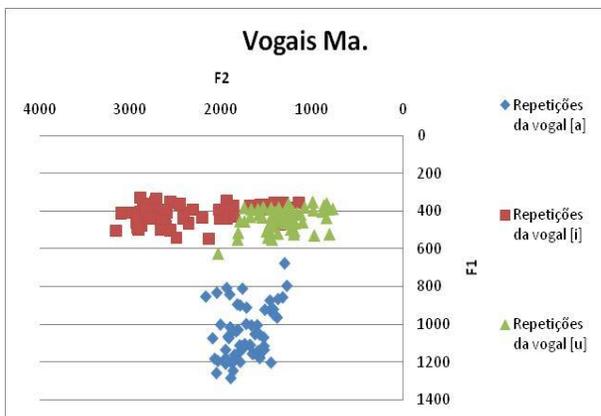
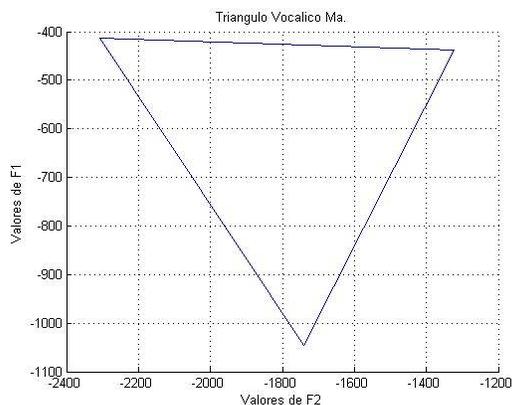


Figura 28: Espaço vocálico da criança Ma. realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



Neste nono, e último, caso o valor da área do espaço vocálico foi de $3,0472 \times 10^5 = 304720$. Ou seja, mais baixa e próxima à média (3,44). O triângulo nos mostra uma grande sobreposição de valores de F2 de [i] aos valores de F2 de [u] e também alguns casos de repetições de [a] com F1 se aproximando do F1 de [u]. Segue o espaço vocálico da adulta, para bases de comparação, acompanhado do triângulo vocálico.

Figura 29: Triângulo vocálico da Adulta com 60 repetições de cada vogal.

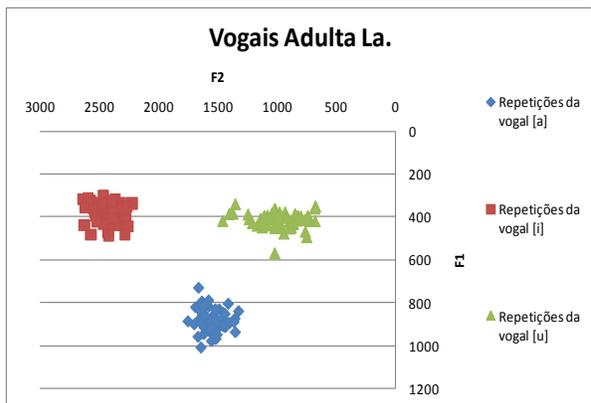
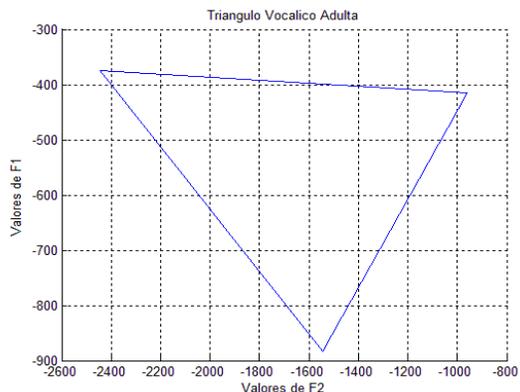


Figura 30: Espaço vocálico da Adulta realizado usando as médias de F1 e F2 de [a], [i] e [u] como coordenadas.



No caso da adulta encontramos menos dispersão em cada vogal, porém o espaço vocálico é bastante semelhante com a média das crianças. O Espaço tem área de $3,5919 (x10^5)$ enquanto a média das crianças foi de 3,44.

4.1.2. Comparação entre gêneros

Realizou-se também, *posthoc*, uma comparação estatística entre a produção de vogais das crianças do sexo masculino e feminino. Tal procedimento foi realizado visando uma comparação com os resultados da análise dos parâmetros acústicos dinâmicos das vogais, apresentado na próxima seção. No caso das crianças, os tratos vocais não apresentam diferenças morfológicas de acordo com o gênero. Portanto, de acordo com a Teoria Acústica da Produção de Vogais (KENT & READ, op.cit.), detalhada anteriormente, não esperaríamos diferenças entre os formantes das crianças de acordo com o gênero.

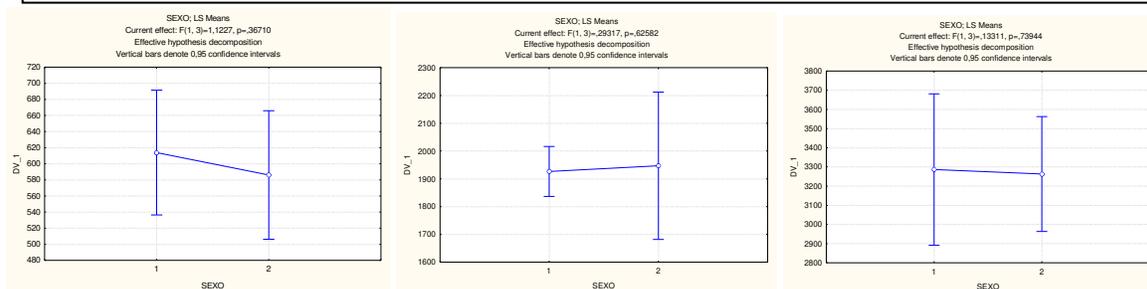
Para possibilitar a análise estatística, ambos os grupos comparados (sexo feminino e sexo masculino) necessitam apresentar o mesmo número de sujeitos. Como neste estudo há 5 crianças do sexo feminino e 4 do masculino, uma das meninas (Ju.) foi excluída aleatoriamente. Tomou-se, portanto, as médias da produção de cada formante de 8 crianças (4 crianças por grupo) verificando se para cada formante haveriam diferenças estatisticamente significantes entre os gêneros.

Os resultados demonstram que F1, F2 e F3 não distinguiram os dois grupos, com $p > 0,05$ (F1: $p=0,367$; F2: $p=0,625$; F3: $p=0,739$). Segue a tabela e os gráficos referentes aos resultados.

FORMANTE Vogais	F	p	Poder estatístico
F1	1,12	0,367	0,11
F2	0,293	0,625	0,0679
F3	0,133	0,739	0,0581

Tabela 4: F, p e poder estatístico dos formantes diferenciando o gênero.

Figuras 31, 32 e 33: Diferenciação estatística entre gêneros dos formantes das vogais [i], [a] e [u]. 29 – F1; 30 – F2; 31 – F3.



Estes resultados demonstram que os valores dos formantes (parâmetro estático) não diferenciam os gêneros. Diferenças de transição formântica serão apresentadas na próxima seção.

4.1.3. Parâmetros Acústicos Dinâmicos

Para a análise dos parâmetros acústicos dinâmicos observou-se se as vogais apresentavam transição formântica de F2 ocupando mais ou menos de 30% da duração da totalidade da vogal. Essa observação foi realizada por meio de inspeção de forma de onda e espectrogramas. Ao contrário do encontrado no estudo piloto (onde o aumento de transição parecia ser influenciado pela consoante precedente), as crianças apresentaram transições formânticas maiores do que 30% de forma aleatória, e não dependendo do contexto CV. Ou seja, o aumento da transição ocorreu em oito das nove crianças, em contextos independentes da consoante precedente. Uma das crianças não apresentou esse aumento de transição, assim como a adulta. Segue na tabela 5 uma descrição resumida destas ocorrências.

Tabela 5: Transição Formântica de F2 das 9 crianças – Número de Ocorrências e Percentagem

Crianças	VOGAIS [a], [i] e [u]	Ocorrências	Menos que 30% de Trans. F2	Mais que 30% de Trans. F2
Is.	soma	180	169	11
Ju.	soma	180	175	5
Na.	soma	180	180	0
Ra.	soma	180	175	5
Vi.	soma	180	171	9
Ga.	soma	180	149	31
Ni.	soma	180	158	22
Ma.	soma	180	145	35
Vn.	soma	180	149	31
9 Cç.	Média ocorrências	Total = 180	163,44	16,56
Adulta	soma	180	180	0
Crianças	VOGAIS [a], [i] e [u]	Percentual	Menos que 30% de Trans. F2	Mais que 30% de Trans. F2
Is.	total	100%	93,89%	6,11%
Ju.	total	100%	97,22%	2,78%
Na.	total	100%	100,00%	0%
Ra.	total	100%	97,22%	2,78%
Vi.	total	100%	95,00%	5,00%
Ga.	total	100%	82,78%	17,22%
Ni.	total	100%	87,78%	12,22%
Ma.	total	100%	80,56%	19,44%
Vn.	total	100%	82,78%	17,22%
9 Cç.	Média percentual	100%	90,80%	9,20%
Adulta	total	100%	100%	0%

Podemos observar, na tabela, que o total de ocorrências de aumento de transição de F2 foi em média de 16,5 ocorrências por criança, representando cerca de 9% dos casos. Porém o grupo de crianças do sexo masculino (composto por Ga., Ni., Ma. e Vn.) nos parece apresentar um número maior de ocorrências de aumento de transição do que as crianças do sexo feminino (Is., Ju., Na., Ra. e Vi.). Este indício não pôde ser confirmado estatisticamente pelo tamanho de amostra e por apresentar grupos com diferentes números de sujeitos. A adulta, assim como a criança Na., não apresentou aumento de transição de F2.

4.1.4. Discussão

Como resultado das análises de parâmetros estáticos de vogais obtivemos que F1 diferenciou [a] de [i] e [u], F2 diferenciou as três vogais e F3 diferenciou [i] de [a] e [u]. As frequências dos três formantes é mais alta do que o esperado para adultos, o que já é previsto segundo PETERSON & BARNEY (1952), HILLENBRAND, GETTY, CLARK & WHELLER (1995) e LEE, POTAMIANOS & NARAYANAN (1999) e ASSMANN & KATZ (2000). No estudo perceptivo de ASSMAN & KATZ (op.cit), com relação ao efeito do tempo no movimento dos formantes, os autores afirmam que crianças apresentam frequências fundamentais (F0's) mais altos do que adultos, e também, formantes mais altos. Isso pode ser explicado pelo tamanho de trato vocal, que nas crianças é menor.

As áreas dos espaços vocálicos tiveram média de 3,44 (valor bastante semelhante ao da adulta – 3,59), com coeficiente de variação de 22%. A variação ocorreu entre as crianças de forma aleatória. Esta variação pode ser explicada por diferenças de estabilização dos gestos das vogais produzidas entre as crianças. Como não encontramos diferenças aparentes entre meninos e meninas, este nos parece ser um fator que varia individualmente, no caso deste estudo.

Com relação à comparação entre adulta e crianças vale ressaltar que, apesar dos valores dos formantes das crianças e da adulta serem bastante diferentes, seus espaços vocálicos são bastante semelhantes. Tal achado pode indicar que as crianças não estão somente em processo de aquisição de contrastes fônicos, mas que também estão adquirindo características sócio-fonéticas.

A comparação entre gêneros demonstrou que nenhum dos três formantes diferenciou os dois grupos, conforme esperado.

A análise dinâmica indicou alongamento da trajetória formântica em cerca de 9% dos casos, nas crianças. O grupo de crianças do sexo masculino parece apresentar um número maior de ocorrências de aumento de transição do que as crianças do sexo feminino, o que não pode ser confirmado estatisticamente. Tais resultados apresentavam indícios em NITTROUER (1989).

4.2. Fricativas

4.2.1. Embasamento das Análises de Fricativas

Levantaremos, neste subtítulo, a bibliografia que embasou a seleção dos parâmetros acústicos a serem utilizados, assim como resultados de diversos estudos que realizaram descrições das fricativas, a fim de futuras comparações com este trabalho.

SHADLE (op.cit.), em seu capítulo “Acoustic Phonetics” da Enciclopédia de Linguagem e Lingüística, trata dos parâmetros acústicos mais comuns para todas as classes de sons do Inglês. No trecho em que nos fala sobre fricativas, dentre outros parâmetros, a autora apresenta o uso dos 4 momentos espectrais proposto por FORREST (op.cit.) para descrever as oclusivas. Afirma que aplicados às fricativas, os momentos espectrais foram efetivos para diferenciar /s,S/ entre elas e das interdentais /T,D/, não as distinguindo entre si as interdentais.

Em JONGMAN (op.cit.) o autor realiza uma descrição das fricativas do inglês. Os resultados demonstram que o centróide distinguiu as fricativas de acordo com o ponto de articulação. A variância distinguiu o ponto de articulação, diferenciando todos os pontos exceto /f,v/ e /T,S/, onde o resultado foi marginal. A variância foi baixa para as sibilantes, e alta para as

não sibilantes. A assimetria distinguiu todos os pontos de articulação e a curtose somente não distinguiu /f,v/ de /s,z/. Já quanto ao vozeamento, houve distinção pelos quatro momentos, porém com um tamanho de efeito menor do que do ponto de articulação (resultado contrário ao encontrado em nosso trabalho). Ainda no trabalho de Jongman, as fricativas desvozeadas se caracterizaram por valores mais altos de centróide e de curtose do que das vozeadas. A variância das vozeadas foi maior do que das desvozeadas.

JESUS & SHADLE (op.cit.) realizaram um estudo das características espectrais de fricativas do Português Europeu. Foram gravados quatro sujeitos adultos falantes do Português Europeu (dois homens, duas mulheres). A análise mostra que mais da metade das fricativas vozeadas sofrem desvozeamento. Como resultado, diferenças substanciais foram observadas entre os espectros de fricativas vozeadas e desvozeadas, de mesmo ponto de articulação. – Esse fato corrobora nossos achados –. Os parâmetros de inclinação espectral, frequência de amplitude máxima e amplitude dinâmica, que são derivados de estudos anteriores tais como EVERS, REETZ & LAHIRI (1998), comportaram-se como previsto para as mudanças de nível de esforço (effort level)⁸, vozeamento e ponto de articulação dentro da fricativa. Alterações na tonicidade da sílaba, contudo, não afetaram as fricativas de uma forma consistente com a variação do nível de esforço.

Em ONAKA E WATSON (2000) os autores realizam comparações entre as produções de crianças (de 7 a 11 anos de idade) e adultos das 9 fricativas do inglês. Seus resultados mostram que em geral, verificando-se as Transformadas Rápidas de Fourier (FFTs), as fricativas

⁸ Nível de Esforço (tradução nossa para Effort Level) foi utilizado no trabalho supracitado como uma possível variação na produção articulatória das fricativas, produzidas de modo sustentado. Seu significado é muito semelhante à quantidade de “força” utilizada na produção articulatória. Foram considerados três níveis de esforço: suave, médio e alto. Conforme o nível de esforço aumenta, temos uma maior velocidade do ar no trato e um aumento da amplitude do som produzido. Ou seja, o estudo utilizou este parâmetro como uma variável que poderia influenciar a produção articulatória, questionando se com maior esforço haveria mudanças nos demais parâmetros analisados.

produzidas pelas crianças são semelhantes às produzidas pelos adultos. Realizam também a análise dos 4 momentos espectrais e comparam os resultados de crianças e adultos. O centróide diferenciou as fricativas /T, s, S/ das crianças das dos adultos. A variância diferenciou as fricativas /f, T, D, S, Z/ das crianças das dos adultos. Nos casos da assimetria e da curtose somente /s/ apresentou diferenças significativas entre os dois grupos.

Ainda no mesmo estudo, o centróide das fricativas desvozeadas é mais alto do que das fricativas vozeadas. Para /h,S,Z,s,z/ quanto mais posterior a constrição, mais baixo é o centróide. Para as fricativas desvozeadas, exceto /h/ o centróide infantil é maior que o dos adultos, sendo que esta diferença foi significativa para /T,s,S/. Isso ocorre provavelmente devido ao fato de os tratos vocais infantis serem menores que os dos adultos e, portanto, apresentarem frequências de ressonância mais altas. Isso não foi encontrado para as vozeadas.

NISSEN & FOX (2005) encontraram, em seu estudo sobre as características acústicas e espectrais de fricativas produzidas por crianças de 3 a 6 anos de idade, que assimetria e variância são importantes parâmetros acústicos na diferenciação e na qualificação das fricativas desvozeadas, com variação espectral a ser a única medida para separar os quatro pontos de articulação.

Quanto aos momentos espectrais, encontrou-se que o Centróide diferiu os 4 pontos de articulação. A variância também foi efetiva para diferenciar os pontos, com um efeito ainda maior que o do centróide. A assimetria foi efetiva para diferenciar pontos de articulação, sendo que esse efeito de ponto foi causado principalmente pela assimetria elevada das fricativas palato-velares. Por fim, a Curtose diferenciou somente 2 dos 4 pontos de articulação, devido ao valor decrescido da curtose de fricativas palato-velares.

Foi ainda demonstrado que o contraste entre as sibilantes /s/ e /S/ foi menos representativo em crianças do que em adultos, caracterizada por uma mudança dramática em vários parâmetros espectrais em cerca de cinco anos de idade.

Porém os autores afirmam que em crianças, ao contrário do encontrado em JONGMAN (op.cit.) para adultos, nenhum parâmetro, exceto a variância, diferencia /f,v/. Além significativos efeitos de interação de idade foram observados para as medidas espectrais de centróide, assimetria e curtose. Em cada uma destas medidas, o efeito de interação foi devido principalmente a um aumento da distinção acústica entre o /s/ e /S/ conforme a idade do falante aumentava. Em termos de centróide, uma diferença significativa entre /s/ e /S/ foi demonstrada nos falantes de 5 anos de idade e, posteriormente, diferenciada pelos adultos em teste perceptivo. Para assimetria, um contraste semelhante ao do adulto parece se desenvolver nos falantes de 4 anos de idade aumentando nos falantes com o aumento da idade. Estes resultados sugerem que para vários parâmetros acústicos o desenvolvimento do contraste sibilante continua a ser aperfeiçoado ao longo da infância até a fase adulta. Essa mesma tendência geral entre os grupos etários foi relatada por NITTROUER (1995), que também encontrou diferenças acústicas relacionadas à idade. Nittrouer concluiu que estas diferenças eram o produto do desenvolvimento contínuo de articulação, mesmo para crianças de 7 anos de idade. A ausência de diferença acústica entre as sibilantes nos grupos mais jovens de falantes também podem ser parcialmente devido ao tamanho relativamente menor do trato vocal. Em adultos, a diferença entre a articulação de uma fricativa alveolar ou palatal pode resultar em grandes variações acústicas, que pode não ser o caso de crianças mais jovens.

No caso, podemos notar diferenças de produção entre a criança e o adulto, onde a criança parece diferenciar /s/ e /S/ ao longo do desenvolvimento anos. A não diferenciação entre /f/ e /v/ pode se dar pelo tamanho do trato vocal, segundo os autores.

Segundo NITTROUER et.al. (1987), em um estudo sobre as diferenças da produção de fricativas entre adultos e crianças, o tamanho do efeito do contexto vocálico variou com a idade do falante. Crianças mostraram maiores diferenças na frequência de F2 das fricativas em função da vogal seguinte do que adultos. Portanto, independentemente da contribuição exata de cada uma das possíveis causas desses achados, parece que as crianças estão fazendo alguma coisa diferente dos adultos para produzir um efeito de contexto de vogal maior do que o encontrado nos adultos (NITTROUER et al., 1988). Segundo a autora esta observação exige uma análise fisiológica mais aprofundada.

BERTI (op.cit.) realiza uma investigação sobre o estabelecimento do contraste entre as fricativas /s/ e /S/ em crianças com e sem queixas fonoaudiológicas falantes do PB. Adota como parâmetros acústicos o pico espectral, os momentos espectrais do ruído, parâmetros relativos às características acústicas das vogais adjacentes às fricativas e parâmetros relativos ao padrão temporal (duração, taxa de mudança da frequência formântica). Ao tratar dos momentos espectrais, a autora analisou o poder de diferenciação estatística dos momentos de acordo com a vogal adjacente à fricativa.

O centróide realizou diferenciação do ponto de articulação das fricativas /s/ e /S/ para ambos os grupos (com e sem queixa) somente no contexto das vogais /i/ e /a/, porém não diferenciou as fricativas diante da vogal /u/ em ambos os grupos. A variância apresentou diferença entre os três diferentes trechos do ruído fricativo alveolar seguido das vogais /i, a, u/ e diferença entre os dois grupos de crianças, no tocante à variância da fricativa palatal. Os dois

grupos de crianças se diferenciaram somente quanto à variância da fricativa palatal em todos os contextos vocálicos, onde o grupo de crianças com queixas fonoaudiológicas apresentou uma maior variância do que o grupo de crianças sem queixas fonoaudiológicas. Nos restantes momentos espectrais, na comparação entre os grupos, não foi obtido nenhum efeito significativo. A assimetria realizou diferenciação do ponto de articulação das fricativas /s/ e /S/ para ambos os grupos (com e sem queixa) somente no contexto das vogais /i/ e /a/, porém não diferenciou as fricativas diante da vogal /u/ em ambos os grupos. A curtose não diferencia nem as fricativas, nem os grupos de crianças.

FREITAS (op.cit) realiza um estudo longitudinal com duas crianças com queixas fonoaudiológicas. Em uma das crianças observou-se o estabelecimento de contraste entre as fricativas e plosivas coronais surdas e em na outra o estabelecimento de contraste entre as fricativas coronais surdas alveolar e palatal. Os parâmetros acústicos utilizados foram duração, pico espectral, transição formântica, centróide, variância, assimetria e curtose. Os momentos espectrais foram utilizados para comparar produções longitudinais das crianças com queixa, além de comparar as produções das crianças com queixa com a criança utilizada como referência. O centróide, nos dados das crianças analisadas, revelou uma tendência de valores mais altos para [s] do que para [S], revelando maior dispersão de valores das crianças com queixa. A variância permitiu a constatação da existência de distinções realizadas pelas crianças em várias das análises realizadas. A assimetria também foi um parâmetro sensível para apreender distinções nas análises realizadas tanto para a criança controle, quanto para as crianças com queixa. A curtose, por fim, foi um parâmetro sensível para evidenciar a presença de contrastes entre a produção esperada e a encontrada nas crianças com queixa em algumas das análises realizadas.

Henri Fu e seus colegas (FU, RODMAN, MCALLISTER, BITZER, & XU, 1999) realizaram um estudo para determinar como diferenciar as fricativas desvozeadas somente com os quatro momentos espectrais utilizando um determinado algoritmo. Este estudo foi realizado com 3 adultos, na tentativa de caracterizar as fricativas desvozeadas do inglês. Os resultados indicaram que o primeiro momento foi eficaz para diferenciar /s/ das outras fricativas. A variância diferenciou /f,T/ de /S/ já que era mais baixa para /S/. Já para diferenciar /h/ de /S/ foi utilizado um algoritmo adicional sobre o centróide. Uma vez que com relação ao centróide /f,T/ e /s,S/ são bem separados, eles aplicaram o mesmo algoritmo adicional para diferenciá-los. Esse estudo reforça a hipótese de que os 4 momentos espectrais seriam suficientes para diferenciar as fricativas.

Em HAUPT (2008) as características acústicas das fricativas sibilantes /s,z,S,Z/ do português brasileiro em início e final de sílaba foram estudadas. Os sujeitos foram 2 adultos do sexo masculino de duas variações dialetais do Português Brasileiro. Neste estudo não foram realizadas medidas dos 4 momentos espectrais, mas sim as medidas dos picos espectrais obtidos através do cálculo de 4 formantes. Procedimento realizado a fim de caracterizar alveolares e palato-alveolares, que, associado às medidas de duração da fricção, apresentava o intuito de diferenciar as fricativas desvozeadas das vozeadas. Tal estudo apresenta indícios de que as alveolares têm seu pico mais proeminente em regiões de frequência mais altas que as palato-alveolares e que as desvozeadas têm a fricção mais longa que as vozeadas, diferença que, no entanto, diminui quando essas consoantes se encontram em final de sílaba. Porém, tal estudo não apresenta testes estatísticos que reforcem tais indícios.

Em WRENCH (1995) é apresentado um algoritmo para descrever o espectro de fricativas em termos de múltiplos centros de gravidade, comparando-o aos métodos tradicionais de

parametrização de espectros de fricativas. Para tanto uma análise dos FFT's (LPC) e do centróide é comparada a uma Análise de Centróides Múltiplos (MCA) e os pontos fortes e pontos fracos desta abordagem mais recente (MCA) são discutidos. O estudo é realizado com um adulto do sexo masculino. A maior relevância deste estudo para esta resenha é que, segundo os autores do próprio estudo, apesar de ser útil na diferenciação das fricativas, esta técnica ainda é menos útil do que as técnicas que envolvem medidas de LPC. Isso reforça a escolha metodológica realizada em nosso trabalho, que trabalha com medidas espectrais.

EVERS, REETZ & LAHIRI (op.cit.) tentaram distinguir e caracterizar as fricativas /s,S/ de dois falantes de Inglês, do Holandês e do Bengali (por meio da análise de 12 palavras reais). Para tanto realizaram sua análise com uma manipulação do parâmetro acústico bastante parecida com a de nosso trabalho. Utilizaram o espectro de uma única janela de 40ms localizada no centro da fricativa para calcular a inclinação do espectro. Seus resultados demonstraram ser possível separar /s/ de /S/ usando a descrição da inclinação do espectro acima e abaixo de 2,5kHz. As línguas fazem a distinção entre /s/ e /S/ da mesma forma, de onde se conclui que o estatuto fonológico do som na língua (que nesse caso pode ser contrastivo ou alofônico a depender da língua) não afeta esta distinção fonética, e que correlatos acústicos adequados mostram um tipo de invariância relativa e não absoluta.

E, por fim, CIELO & CASARIN (2008) se propõem a estudar as características dos sons fricativos surdos por meio de uma revisão da literatura pertinente às características acústicas, fonéticas e fonológicas dos fonemas fricativos surdos que integram o sistema fonológico do Português. Porém realizam uma breve descrição de literaturas que se aproximam mais da medicina do que da lingüística a respeito da utilização das fricativas com fins de avaliação e terapia. O estudo faz também referência aos “Desvios Fonológicos” afirmando que os sons

fricativos são geralmente problemáticos como classe. Este estudo não nos oferece base de comparação para uma descrição acústica de fricativas, em nível de parâmetros acústicos.

4.2.2. Parâmetros Acústicos Estáticos

Para a análise das fricativas os parâmetros acústicos selecionados para análise se devem principalmente a SHADLE (op.cit.), JONGMAN (op.cit.) e JESUS & SHADLE (op.cit.). Os parâmetros foram os primeiros quatro momentos espectrais do ruído, retirados de uma região central de 40ms e a duração. A duração será apresentada em um subtítulo à parte do capítulo 4 que tratará unicamente da duração dos segmentos (4.Duração; 4.4.3.Fricativas).

Antes da apresentação dos resultados, cabe realizar uma descrição sucinta do que vêm a ser cada um dos momentos espectrais que são analisados nos estudos levantados na resenha, assim como neste estudo para fricativas e oclusivas. O primeiro momento, centróide, corresponde ao cálculo da média ponderada da intensidade dos componentes de frequência de um espectro FFT que apontam para um centro de gravidade. Trocando em miúdos, toma-se o valor de cada frequência fornecida pelo espectro multiplicando-o pelo valor de sua intensidade correspondente e divide-se a soma de todos esses produtos pela soma de todos os valores de frequência do espectro. A variância, matematicamente falando, é o quadrado do desvio padrão. Sua função é descrever a variabilidade, a medida da dispersão, da distribuição sobre a média. A assimetria é uma medida de inclinação da distribuição das frequências. O valor zero indica uma distribuição simétrica em torno da média. O valor positivo indica inclinação para a direita (negativo com concentração de energia nas frequências mais baixas). O valor negativo indica inclinação para a

esquerda (positivo com concentração de energia em frequências mais altas). E, por fim, a curtose indica maior ou menor achatamento da distribuição das frequências. Quanto maior a presença de picos maior é a curtose. Valores negativos indicam uma curva de distribuição achatada.

Voltando aos resultados, para realizar a análise estatística dos momentos espectrais coletados, as variáveis independentes são o local de constrição e o vozeamento⁹ e as variáveis dependentes são os momentos espectrais (analisados um a um). O teste aplicado foi de modelo linear geral (GLM – *General Linear Model*) com uma ANOVA de medidas repetidas (*Repeated Measures*). Para tanto se trabalhou com a média de cada momento espectral de cada sujeito. Obtivemos, portanto, nove casos (um para cada sujeito) de cada momento (centróide, variância, assimetria e curtose). O teste foi gerado a fim de investigar se cada momento seria capaz de diferenciar estatisticamente os sons produzidos em cada local de constrição e seu vozeamento/desvozeamento. O *alpha* foi estabelecido em $p < 0,05$. Temos, portanto, como locais de constrição: lábio-dental, alveolar e palato-alveolar; como vozeamento: vozeada ou desvozeada; obtendo um total de 6 fatores e 2 variáveis independentes. As variáveis dependentes foram centróide, variância, assimetria e curtose.

Como resultado, encontramos que a assimetria e o centróide foram eficazes para diferenciar os três locais de constrição, o vozeamento e a interação entre local e vozeamento. A curtose não distinguiu as fricativas em nenhum parâmetro. A variância somente diferenciou local de constrição e a interação entre local e vozeamento. Tais resultados estão expressos na tabela a seguir, onde em vermelho estão os dados que apresentaram significância.

⁹ Utilizamos os termos Local de Constrição e Vozeamento visando nos aproximar dos termos da Fonologia Gestual (cf. CHITORAN, GOLDSTEIN & BYRD (2009).

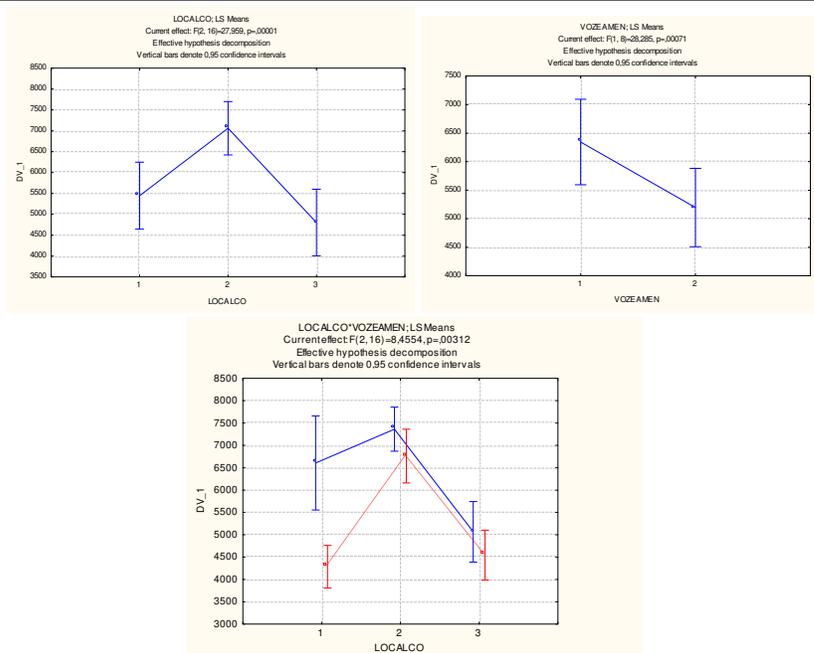
Tabela 6: F, p e poder estatístico dos momentos espectrais do ruído diferenciando local de constrictão e vozeamento.

MOMENTO ESP. Fricativas	Parâmetro	F	P	Poder estatístico
<i>Centróide</i>	Local	27,959	0,000006	0,999995
	Vozeamento	28,285	0,000712	0,995977
	Local*Vozeamento	8,455	0,003121	0,926150
<i>Variância</i>	Local	41,6824	0,000000	1,000000
	Vozeamento	1,0238	0,341250	0,145524
	Local*Vozeamento	4,8942	0,021956	0,721977
<i>Assimetria</i>	Local	10,76384	0,001092	0,971959
	Vozeamento	14,35367	0,005322	0,910994
	Local*Vozeamento	12,47127	0,000544	0,986848
<i>Curtose</i>	Local	1,70470	0,213237	0,305100
	Vozeamento	0,26841	0,618422	0,074451
	Local*Vozeamento	1,58370	0,235751	0,285876

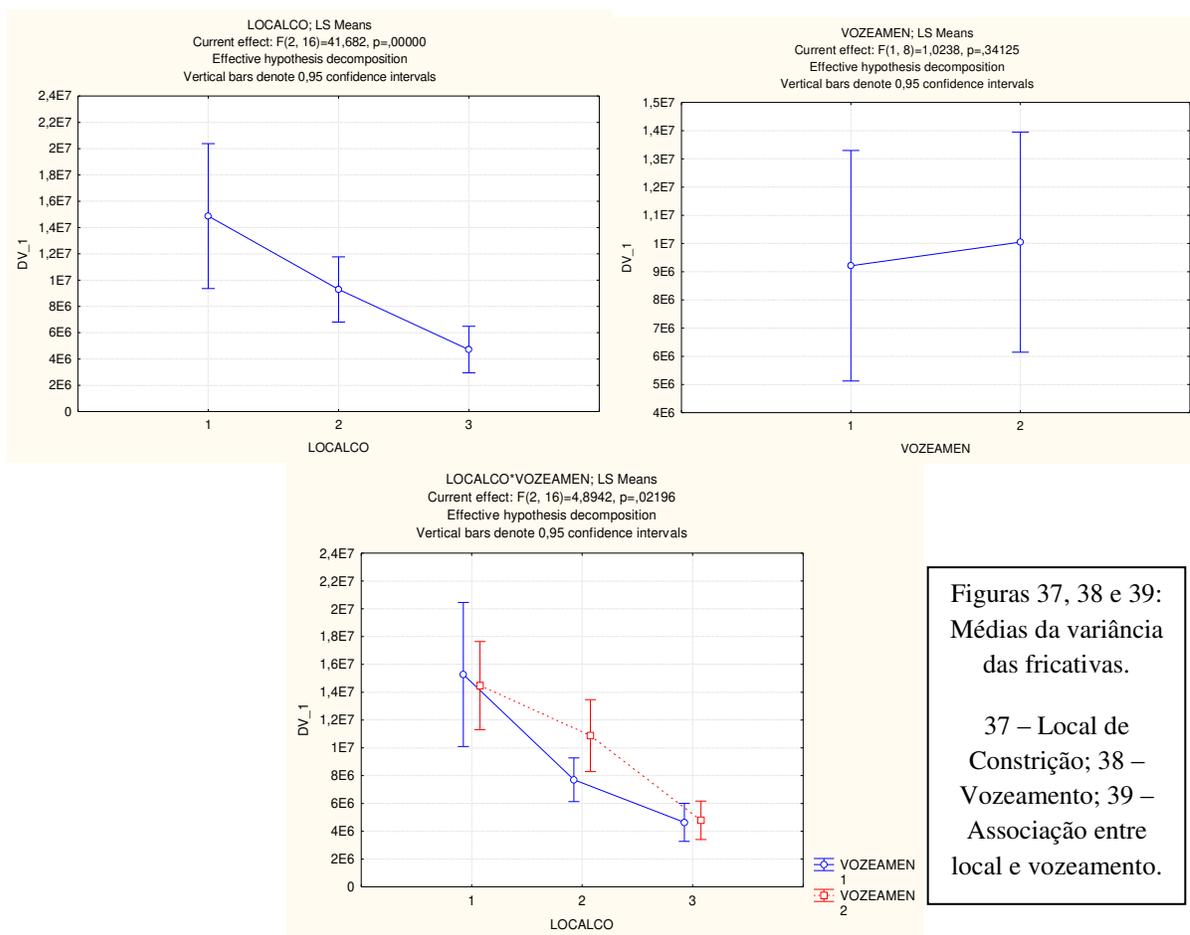
Os resultados descritos na tabela acima podem resumidos pelos gráficos a seguir.

Figuras 34, 35 e 36: Médias do centróide das fricativas.

34 – Local de Constrictão; 35 – Vozeamento; 36 – Associação entre local e vozeamento.



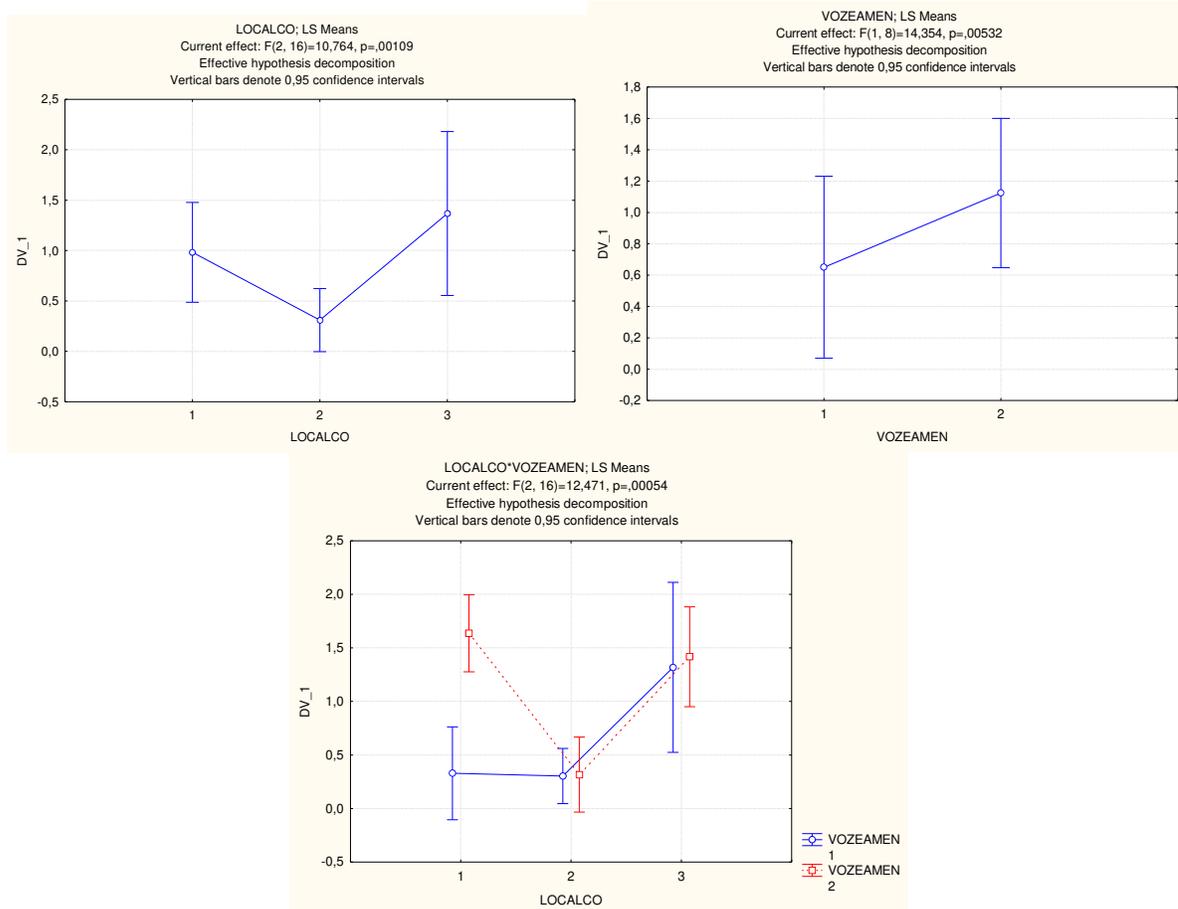
No caso das figuras 34 a 36, os três gráficos mostram que o centróide foi eficaz para diferenciar local de constricção, vozeamento e associação entre local e vozeamento no caso das fricativas.



Neste caso os gráficos das figuras 37 e 39 mostram que a variância foi eficaz para diferenciar local de constricção e a associação entre local e vozeamento. No outro gráfico, da figura 38 e referente ao vozeamento, a diferença não foi significativa ($p>0,05$).

Figuras 40, 41 e 42: Médias da assimetria das fricativas.

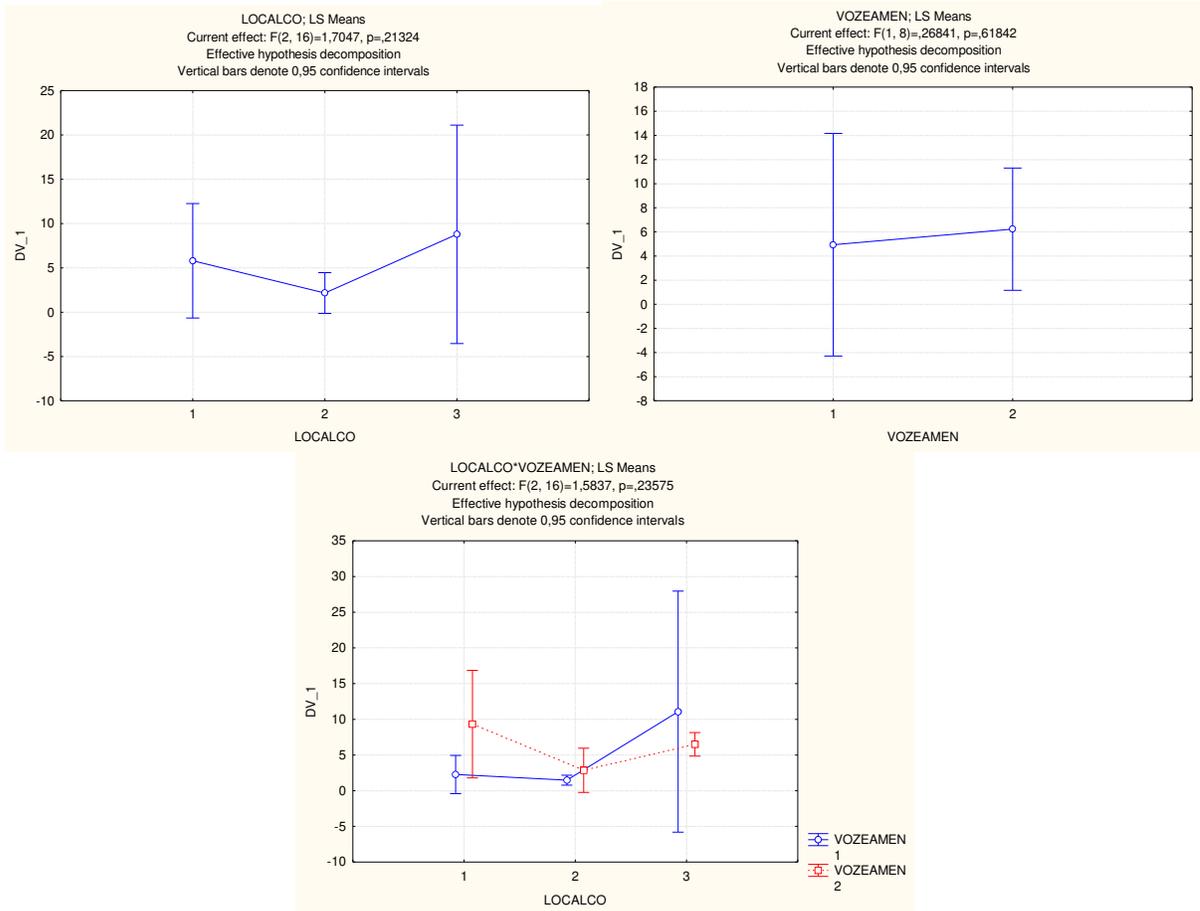
40 – Local de Construção; 41 – Vozeamento; 42 – Associação entre local e vozeamento.



No caso das figuras 40 a 42, os três gráficos mostram que a assimetria foi eficaz para diferenciar local de construção, vozeamento e associação entre local e vozeamento no caso das fricativas.

Figuras 43, 44 e 45: Médias da curtose das fricativas.

43 – Local de Construção; 44 – Vozeamento; 45 – Associação entre local e vozeamento.



Neste caso, os gráficos referentes às figuras 43 à 45 mostram que a curtose não foi eficaz para diferenciar nem local de construção, nem vozeamento nem a associação entre local e vozeamento ($p>0,05$ nos três casos).

Uma discussão destes resultados será realizada ainda nesta seção (subtítulo 4.2.4.), em conexão com os resultados de inspeção de forma de onda e espectrogramas correlacionando-os à literatura levantada na resenha.

4.2.3. Parâmetros Acústicos Dinâmicos

Para a análise dos parâmetros acústicos dinâmicos observou-se se as fricativas apresentavam vozeamento conforme ou diferente do esperado. Ou seja, verificou-se se as fricativas desvozeadas apresentaram algum tipo de vozeamento, e em caso positivo, se este foi maior ou menor que 50% da duração da fricativa. E verificou-se se as fricativas vozeadas apresentaram algum tipo de desvozeamento e, em caso positivo, se este foi maior ou menor que 50% da duração da fricativa. Essa observação foi realizada por meio de inspeção de forma de onda e espectrogramas. Segue nas tabelas 7 e 8 uma descrição resumida destas ocorrências.

Tabela 7: Vozeamento das Fricativas Desvozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem

Crianças	FRIC. DESVOZEADAS	Ocorrências	Sem vozeamento	Vozeia menos que 50%	Vozeia mais que 50%
Is.	Soma	45	19	26	0
Ju.	Soma	45	30	12	3
Na.	Soma	45	8	24	13
Ra.	Soma	45	22	18	5
Vi.	Soma	45	14	20	11
Ga.	Soma	45	38	6	1
Ni.	Soma	45	29	15	1
Ma.	Soma	45	38	7	0
Vn.	Soma	45	43	1	1
9 Cç.	Média ocorrências	Total = 45	26,78	14,33	3,89
Adulta	Soma	45	26	19	0
Crianças	FRIC. DESVOZEADAS	Percentual	Sem vozeamento	Vozeia menos que 50%	Vozeia mais que 50%
Is.	Total	100%	42,22%	57,78%	0,00%
Ju.	Total	100%	66,67%	26,67%	6,67%
Na.	Total	100%	17,78%	53,33%	28,89%
Ra.	Total	100%	48,89%	40,00%	11,11%
Vi.	Total	100%	31,11%	44,44%	24,44%
Ga.	Total	100%	84,44%	13,33%	2,22%
Ni.	Total	100%	64,44%	33,33%	2,22%
Ma.	Total	100%	84,44%	15,56%	0,00%

Vn.	Total	100%	95,56%	2,22%	2,22%
9 Cç.	Média percentual	100%	59,51%	31,85%	8,64%
Adulta	Total	100%	58%	42%	0%

Na tabela 7 podemos observar que nas crianças as fricativas desvozeadas apresentaram algum tipo de vozeamento em cerca de 40% das ocorrências, sendo que em 31,85% dos casos este vozeamento tomou menos que 50% da duração da fricativa e em 8,64% dos casos tomou mais que 50% da duração da fricativa. Na adulta o percentual é bastante próximo do total de vozeamento nas crianças, com um valor de 42%. Não foram encontradas referências deste fenômeno na literatura.

Tabela 8: Desvozeamento das Fricativas Vozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem

Crianças	FRIC. VOZEADAS	Ocorrências	100% Vozeado	Desvozeia menos que 50%	Desvozeia mais que 50%
Is.	Soma	45	42	3	0
Ju.	Soma	45	30	10	5
Na.	Soma	45	40	3	2
Ra.	Soma	45	34	5	6
Vi.	Soma	45	31	12	2
Ga.	Soma	45	45	0	0
Ni.	Soma	45	40	4	1
Ma.	Soma	45	33	11	1
Vn.	Soma	45	36	7	2
9 Cç.	Média ocorrências	Total = 45	36,78	6,11	2,11
Adulta	Soma	45	44	1	0
Crianças	FRIC. VOZEADAS	Percentual	100% Vozeado	Desvozeia menos que 50%	Desvozeia mais que 50%
Is.	Total	100%	93,33%	6,67%	0,00%
Ju.	Total	100%	66,67%	22,22%	11,11%
Na.	Total	100%	88,89%	6,67%	4,44%
Ra.	Total	100%	75,56%	11,11%	13,33%
Vi.	Total	100%	68,89%	26,67%	4,44%
Ga.	Total	100%	100,00%	0,00%	0,00%
Ni.	Total	100%	88,89%	8,89%	2,22%
Ma.	Total	100%	73,33%	24,44%	2,22%

Vn.	Total	100%	80,00%	15,56%	4,44%
9 Cç.	Média percentual	100%	81,73%	13,58%	4,69%
Adulta	Total	100%	98%	2%	0%

Na tabela 8 podemos observar que nas crianças as fricativas vozeadas apresentaram algum tipo de desvozeamento em cerca de 18% das ocorrências, sendo que em 13,58% dos casos este desvozeamento tomou menos que 50% da duração da fricativa e em 4,69% dos casos tomou mais que 50% da duração da fricativa. Na adulta o desvozeamento ocorreu em cerca de 11% dos casos, todos em menos que 50% da fricativa. JESUS & SHADLE (2002) relataram para o Português Europeu que mais da metade das fricativas vozeadas sofrem algum tipo de desvozeamento. No nosso caso, a porcentagem encontrada foi menor tanto para as crianças quanto para a adulta.

4.2.4. Discussão

Como resultado das análises de parâmetros estáticos de consoantes fricativas, obtivemos que a assimetria e o centróide foram eficazes para diferenciar os três locais de constrição, o vozeamento e a interação entre local e vozeamento. A curtose não distinguiu as fricativas em nenhum parâmetro. A variância somente diferenciou local de constrição. Para verificar os pontos de aproximação e distanciamento deste trabalho com a literatura, elaboramos a tabela a seguir que apresenta estudos sobre as fricativas conjuntamente com nossos resultados. Os estudos encontram-se resumidos, visando demonstrar se os momentos espectrais foram eficazes para diferenciar local de constrição e vozeamento.

Tabela 9: Levantamento Bibliográfico - Fricativas

Tabela Fricativas								
Estudo	Centróide		Variância		Assimetria		Curtose	
<i>Autor e data</i>	<i>Local</i>	<i>Vozeamento</i>	<i>Local</i>	<i>Vozeamento</i>	<i>Local</i>	<i>Vozeamento</i>	<i>Local</i>	<i>Vozeamento</i>
Jongman 2000	SIM	SIM – efeito menor que do ponto. O centr. é mais ato para as vozeadas.	SIM – mas não diferencia /f,v/ de /T,S/. A variânc. é baixa nas sibilantes e alta nas não-sibilantes.	SIM – efeito menor que do ponto.	SIM	SIM – efeito menor que do ponto.	SIM – mas não diferencia /f,v/ de /s,z/.	SIM – efeito menor que do ponto. A curt. É mais alta para as vozeadas.
Rinaldi, 2010	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO
<i>Comparação diferente:</i>	<i>Adulto</i>	<i>Criança</i>	<i>Adulto</i>	<i>Criança</i>	<i>Adulto</i>	<i>Criança</i>	<i>Adulto</i>	<i>Criança</i>
Onaka & Watson 2000	Diferencia /T,s,S/ entre os dois grupos.		Diferencia /f,T,D,S,Z/ entre os dois grupos.		Diferencia somente /s/ entre os dois grupos.		Diferencia somente /s/ entre os dois grupos.	
RINALDI, 2010	Não foi realizada estatística para comparar.							
<i>Comparação volta à ser:</i>	<i>Ponto</i>	<i>Sonoridade</i>	<i>Ponto</i>	<i>Sonoridade</i>	<i>Ponto</i>	<i>Sonoridade</i>	<i>Ponto</i>	<i>Sonoridade</i>
NISSEN & FOX 2005	SIM	-	SIM	-	SIM	-	SIM	-
FU, RODMAN, MCCALLISTER BITZER & XU 1999	Diferencia /s/ das outras fricativas.	-	Diferencia /f,T/ de /S/.	-	-	-	-	-
RINALDI, 2010	SIM	SIM	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO

Os resultados encontrados neste estudo se aproximam dos achados de JONGMAN (op.cit) com relação ao centróide e à assimetria, já a curtose não diferenciou as fricativas em nosso estudo e a variância diferencia somente local de constricção, e não local e vozeamento como no estudo de Jongman. Os resultados encontrados neste estudo se aproximam dos achados de NISSEN & FOX (op.cit), que estuda somente as fricativas surdas, com relação ao centróide, à variância e à assimetria. E, por fim, nossos resultados se aproximam dos achados de FU, RODMAN, MCCALLISTER, BITZER & XU (op.cit.) com relação ao centróide e à variância.

A análise dinâmica demonstra que as fricativas desvozeadas apresentaram algum tipo de vozeamento em cerca de 40% das ocorrências das crianças e em cerca de 42% das ocorrências da adulta e que as fricativas vozeadas apresentaram algum tipo de desvozeamento em cerca de 18% das ocorrências das crianças e em cerca de 11% das ocorrências da adulta. O desvozeamento de fricativas vozeadas é previsto para o Português Europeu em JESUS & SHADLE (op.cit), porém com porcentagem bastante maior (mais que 50%) do que a encontrada em nosso estudo (18%). O único resultado que não foi previsto pela literatura é o vozeamento parcial das fricativas desvozeadas que apresentou porcentagens semelhantes para as crianças e para a adulta. Tais resultados indicam que o processo de aquisição do contraste vozeamento ainda está em curso, mas já se assemelha muito da produção da adulta. Devemos considerar que na frase veículo há uma vogal antecedendo a fricativa, e que segue à fricativa também uma vogal, ou seja, manter o vozeamento durante a fricativa parece ser uma estratégia de produção facilitadora para todos os sujeitos. Além disso, a presença de ocorrências semelhantes entre adulta e crianças pode indicar que o vozeamento no Português Brasileiro é produzido de maneira diferente do encontrado no Português Europeu (faz-se necessário um estudo maior com relação a este tópico). O controle do vozeamento no caso das fricativas desvozeadas parece ser de mais difícil produção neste contexto VCV, ou seja, Vogal/Consoante/Vogal. O fato dos resultados demonstrarem menor desvozeamento das vozeadas do que o esperado pode ser indício do mesmo fenômeno. Manter o vozeamento constante mais frequentemente pode ser uma forma de apoio à produção articulatória do contraste vozeamento no PB. Para obterem-se maiores informações sobre este fenômeno fazem-se necessários maiores estudos analisando a fala adulta para posteriormente compará-la à infantil.

4.3. Oclusivas

4.3.1. Embasamento das Análises de Oclusivas

Levantaremos, neste subtítulo, a bibliografia que embasou a seleção dos parâmetros acústicos a serem utilizados, assim como resultados de diversos estudos que realizaram descrições das oclusivas, a fim de futuras comparações com este trabalho.

Para as oclusivas começamos com a bibliografia que foi embasou a escolha pelos 4 momentos espectrais do estouro, FORREST (1988 e 1990).

No estudo de 1988, é descrito um procedimento estatístico para classificar obstruintes desvozeadas em posição inicial e tônica de palavras monossílabas. Para a análise foram realizadas Transformadas Rápidas de Fourier (FFT's), usando uma janela de *Hamming* de 20 ms, com medidas dos 4 momentos espectrais a cada 10ms. Ou seja, a janela utilizada é sempre de 20ms sendo medida a cada 10ms a partir do início da obstruinte até o terceiro ciclo da vogal seguinte. As janelas de medida, portanto, se sobrepõem a fim de dar conta de toda a plosiva produzida, independentemente de sua duração. – Vale lembrar, neste momento, que para este trabalho não utilizamos exatamente a mesma metodologia de análise, mas, sim, adaptamos esse tipo de análise às necessidades deste realizando medidas dos momentos espectrais somente da região do estouro. – Cada FFT foi tratada como uma distribuição de probabilidade aleatória a partir da qual os quatro primeiros momentos espectrais (centróide, variância, assimetria e curtose) foram computados.

Os dados foram agrupados em contextos vocálicos para falantes de um determinado gênero e de entrada para uma análise discriminante. Usando os momentos calculados a partir dos espectros, 92% das oclusivas desvozeadas foram classificadas corretamente quando os aspectos dinâmicos da oclusiva foram incluídos. Ainda mais importante, o modelo construído a partir de dados dos sujeitos do sexo masculino classificou corretamente 94% das oclusivas desvozeadas produzidas por falantes do gênero feminino. A classificação das fricativas desvozeadas quando todos os pontos de articulação foram incluídos na análise não excedeu 80% de acertos quando os momentos, tanto em escalas lineares quanto em *Bark*¹⁰, foram usadas. No entanto, a classificação de somente as sibilantes desvozeadas apresentou 98% de acertos quando os momentos a partir da transformada de *Bark* foram utilizados. O gênero não foi determinante na efetividade dos modelos.

Ainda sob mesma autoria, em 1990, outro estudo de mesma autoria manteve seu foco em obstruintes desvozeadas, porém produzidas por quatro crianças com queixas e quatro sem queixas fonológicas, de três a seis anos e meio de idade (pesquisa bastante relevante à proposta neste trabalho). Neste estudo foi realizada uma descrição das características acústicas de oclusivas alveolares e velares, desvozeadas. Todas as crianças com queixa pareciam, após análise fonológica gerativa com base em conversa espontânea, produzir /t/ por /k/, com /k/ estando ausente em seu “inventário fonético”. Para análise, a janela inicial foi centrada no estouro da oclusiva e a janela final foi centrada no cursor que delimita o terceiro ciclo da vogal. Os momentos espectrais, como de costume, foram obtidos tratando-se cada FFT como uma distribuição de probabilidade aleatória a partir das quais as estatísticas são em resumo centróide,

¹⁰ A Escala de Bark é uma escala psicoacústica proposta por Eberhard Zwicker em 1961. Ela foi nomeada após Heinrich Barkhausen ter proposto a primeira medição subjetiva de intensidade sonora. É comumente utilizada em estudos de fonologia articulatória por permitir uma exposição dos resultados de acordo com o que a audição humana teoricamente perceberia.

variância, assimetria e curtose. Utilizou-se o mesmo sistema de janelas de coleta do trabalho de 1988. A variância foi excluída do estudo graças a resultados de estudos com adultos que demonstraram que tal momento não seria capaz de diferenciar as oclusivas. Porém foi utilizada para computar coeficientes de assimetria.

Aproximadamente 82% das consoantes das crianças sem queixas foram classificadas corretamente pela função de análise discriminante, com base no centróide (primeiro momento), na assimetria (terceiro momento) e na curtose (quarto momento) provenientes dos primeiros 40 milissegundos do intervalo de VOT. Quando a função discriminante desenvolvida para as crianças sem queixa foi aplicada para o grupo de crianças com queixas fonológicas não houve distinção entre as oclusivas velar e alveolar.

A aplicação do modelo para a fala com queixa revelou que uma criança produziu marcas distintas para o contraste velar/alveolar. Medidas de variabilidade de elocução dos alvos /t/ e /k/ indicaram maior variabilidade nas produções dessa criança, em comparação com as de crianças sem queixas. A análise fonológica dessa criança com queixa após o tratamento, no qual o contraste velar/alveolar não foi tratado, revelou produções adequadas dos sons alvo. Em contrapartida, os outros três sujeitos que apresentavam transtorno fonológico, para quem não foi encontrada nenhuma distinção acústica entre os alvos, não evidenciou qualquer conhecimento do contraste após o tratamento com outros fonemas-alvo.

BARROCO, DOMINGUES, PIRES, LOUSADA & JESUS (2007) analisam as durações das diferentes fases das oclusivas produzidas por duas crianças, uma delas queixa fonológica, falantes do Português Europeu, com sete e oito anos. Os resultados da duração total das oclusivas indicam que, para a criança sem queixa, a duração das oclusivas desvozeadas é superior a das

oclusivas vozeadas. O *Voice Onset Time* (VOT) é, de forma geral, superior para as oclusivas desvozeadas, relativamente às oclusivas vozeadas. A criança com queixa efetua desvozeamento da oclusiva vozeada [g] em todas as posições de palavra e em posição inicial da oclusiva [d], vozeando-a em posição medial e final. A oclusiva [b] é normalmente vozeada. Os resultados, como um todo, apontam para o fato de que, na criança com queixa, a maioria dos parâmetros analisados acompanhou os da criança utilizada como controle, existindo apenas poucas exceções.

LOUSADA, MARTINS & JESUS (2005) estudam pré-vozeamento, frequência do estouro e *locus* de F2 das oclusivas orais do português europeu. Seus resultados indicam que algumas vezes falantes desvozeiam oclusivas vozeadas, em posição inicial de palavra seguidas de vogal (27% de todos os itens analisados). A duração média do pré-vozeamento foi maior nas oclusivas bilabiais (75 ms) do que nas dentais (56 ms) e nas velares (47 ms). Mulheres parecem desvozeiar mais do que homens. Constatou-se também que nas oclusivas bilabiais a duração do pré-vozeamento foi maior quando precediam vogais do que quando precediam consoantes (somente analisado em oclusiva bilabial). Em relação às frequências do estouro, verificou-se que todas as oclusivas vozeadas bilabiais apresentam estouro em frequências baixas (≈ 500 Hz). Todas as oclusivas velares, vozeadas e não vozeadas apresentam uma frequência do estouro ao nível das frequências intermédias (≈ 2000 Hz). As dentais não vozeadas e algumas vozeadas nas altas-frequências (≈ 4000 Hz) e as bilabiais não vozeadas apresentam valores intermédios (≈ 1500 Hz). Com relação à *locus* de F2 não foi possível estabelecer um *locus* acústico para cada ponto de articulação, pois este variou de acordo com a palavra.

Em JESUS & LOUSADA (2006, *in*: *Experimental Linguistics*, 28-30 August 2006, p. 177 a 195) os autores investigam as características acústicas correlacionadas com o vozeamento (VOT, duração da oclusiva, duração da oclusão, duração da soltura (release), vozeamento na

duração da clusura, duração da vogal precedente e duração da vogal seguinte) e com o ponto de articulação (picos espectrais) de consoantes oclusivas. As gravações foram realizadas por seis falantes nativos do Português Europeu. A duração da oclusiva e a duração da clusura foram maiores em desvozeadas que vozeadas em todas as posições da palavra. O vozeamento na clusura, a duração da vogal precedente e duração da vogal seguinte eram geralmente mais curtos para desvozeadas que para oclusivas vozeadas. VOT foi geralmente menor do que para as bilabiais dentais e dentais e mais curtas para dentais que para velares, exceto na posição de final de palavra. A presença de indício de diferenciação de ponto de articulação por meio do VOT vem a encontro dos achados de nosso estudo.

DORMAN & RAPHAEL (1980) buscam, por meio de testes perceptivos, realizar uma comparação de parâmetros e contextos de localização na sílaba (CV versus VCV) em adultos falantes do inglês. Durante o estudo, falam sobre a análise espectral do estouro como um parâmetro válido para ajudar na localização da constrição, porém, em teste perceptivo, para o contexto VCV a percepção da diferença entre os estouros foi mais efetiva. Sua informação mais relevante para este trabalho é o reforço da análise espectral do estouro como um parâmetro útil para diferenciar oclusivas entre si.

LISKER et.al. (1965) afirma que o VOT (*Voice Onset Time*) seria o principal parâmetro de análise do vozeamento das oclusivas. LISKER et.al. (1964) estudou as oclusivas do inglês e de outras 10 línguas demonstrando que somente esse parâmetro (VOT) é suficiente como base efetiva para assimilar uma oclusiva à sua própria categoria lingüística.

Buscando ainda direções sobre o cálculo do VOT em oclusivas vozeadas encontramos que, segundo BORDEN & HARRIS (1980), VOT (*voice onset time*) é uma medida de dimensão

do tempo entre o relaxamento articulatorio da oclusão e o início da vogal das oclusivas quando em posição inicial.

4.3.2. Parâmetros Acústicos Estáticos

Para a análise das oclusivas, os parâmetros acústicos selecionados se devem principalmente a FORREST (op.cit – 1988 & 1990) e JESUS & LOUSADA (op.cit.). São eles: os quatro momentos espectrais do estouro, VOT e duração da oclusão e do estouro. Os dados de duração serão apresentados em um subtítulo à parte do capítulo 4 que tratará unicamente da duração dos segmentos (4.Duração; 4.4.3.Oclusivas).

Na análise estatística dos momentos espectrais, assim como no caso das fricativas, as variáveis independentes são o local de constrição e o vozeamento e as variáveis dependentes são os momentos espectrais (analisados um a um). O teste aplicado foi de modelo linear geral (GLM – *General Linear Model*) com uma ANOVA de medidas repetidas (*Repeated Measures*). Para tanto se trabalhou com a média de cada momento espectral de cada sujeito. Obtivemos, portanto, nove casos (um para cada sujeito) de cada momento (centróide, variância, assimetria e curtose). O teste foi gerado a fim de investigar se cada momento seria capaz de diferenciar estatisticamente os sons produzidos em cada local de constrição e seu vozeamento/desvozeamento. O *alpha* foi estabelecido em $p < 0,05$. Temos, portanto, como locais de constrição: bilabial, dental/alveolar e velar; como vozeamento: vozeada ou desvozeada; obtendo um total de 6 fatores e 2 variáveis independentes. As variáveis dependentes foram centróide, variância, assimetria e curtose.

Como resultado da análise estatística, temos que a assimetria e o centróide foram eficazes para diferenciar os três locais de construção, o vozeamento e a interação entre local e vozeamento. A curtose e a variância foram eficazes para diferenciar os três locais de construção e o vozeamento, porém não para sua associação. Tais resultados estão expressos na tabela a seguir, onde em vermelho estão os dados que apresentaram significância.

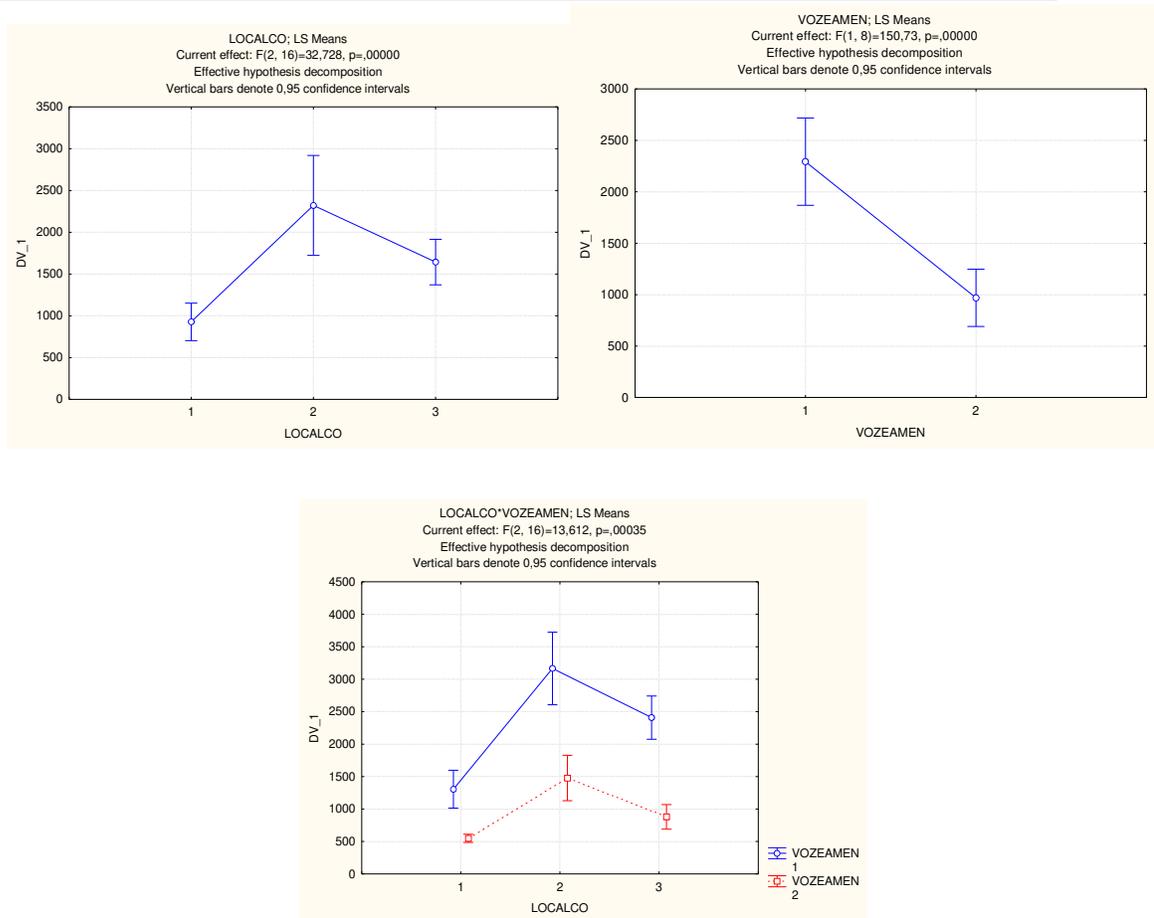
Tabela 10: F, p e poder estatístico dos momentos espectrais do estouro diferenciando local de construção e vozeamento.

MOMENTO ESP. Oclusivas	Parâmetro	F	P	Poder estatístico
<i>Centróide</i>	Local	32,7275	0,000002	1,000000
	Vozeamento	150,7281	0,000002	1,000000
	Local*Vozeamento	13,6123	0,000352	0,992198
<i>Variância</i>	Local	15,7177	0,000168	0,997109
	Vozeamento	43,0355	0,000177	0,999891
	Local*Vozeamento	1,1474	0,342256	0,216628
<i>Assimetria</i>	Local	34,8939	0,000001	1,000000
	Vozeamento	102,4306	0,000008	1,000000
	Local*Vozeamento	6,6225	0,008027	0,849405
<i>Curtose</i>	Local	11,1495	0,000928	0,976301
	Vozeamento	26,5406	0,000872	0,993947
	Local*Vozeamento	3,4512	0,056742	0,561456

Os resultados descritos na tabela acima podem resumidos pelos gráficos a seguir.

Figuras 46, 47 e 48: Médias do centróide das oclusivas.

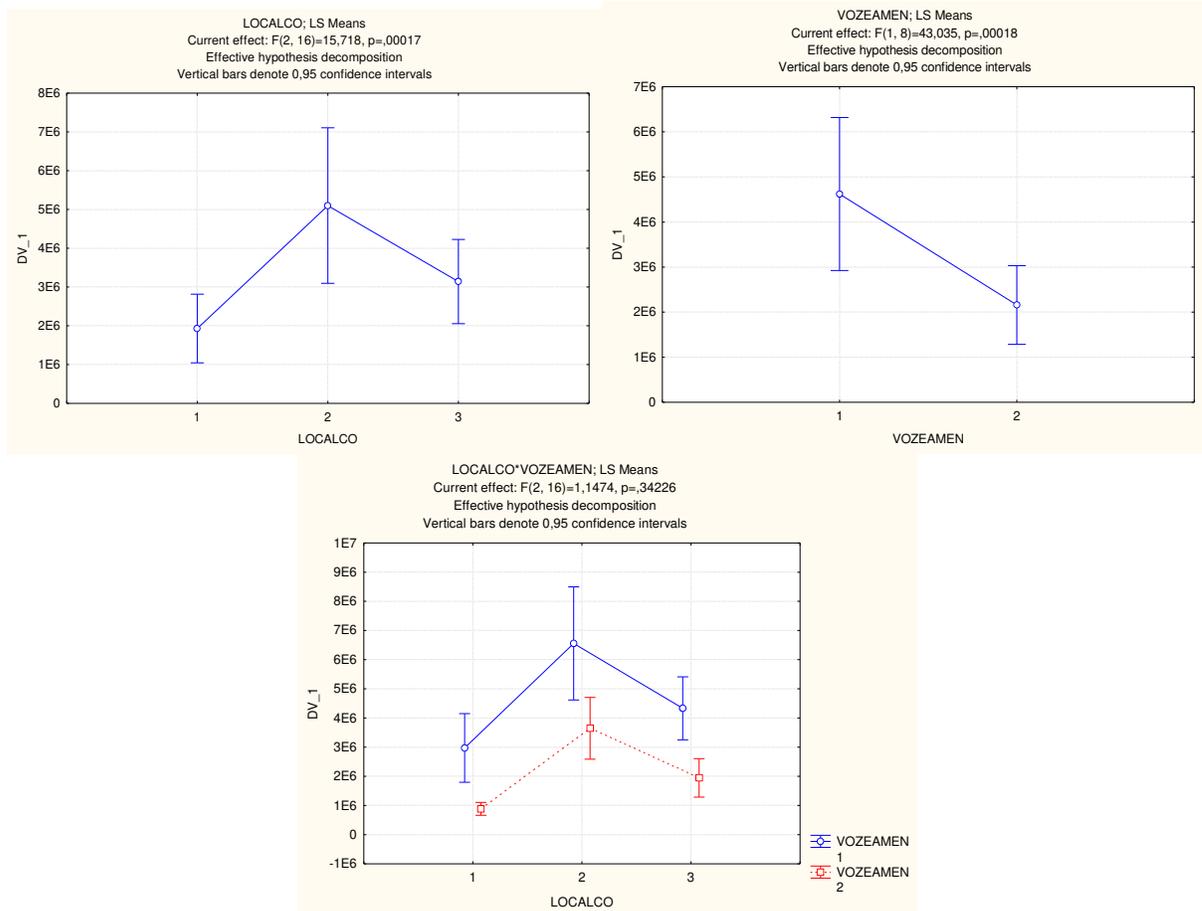
46 – Local de Construção; 47 – Vozeamento; 48 – Associação entre local e vozeamento.



No caso das figuras 46 a 48, os três gráficos mostram que o centróide foi eficaz para diferenciar local de construção, vozeamento e associação entre local de construção e vozeamento no caso das oclusivas.

Figuras 49, 50 e 51: Médias da variância das oclusivas.

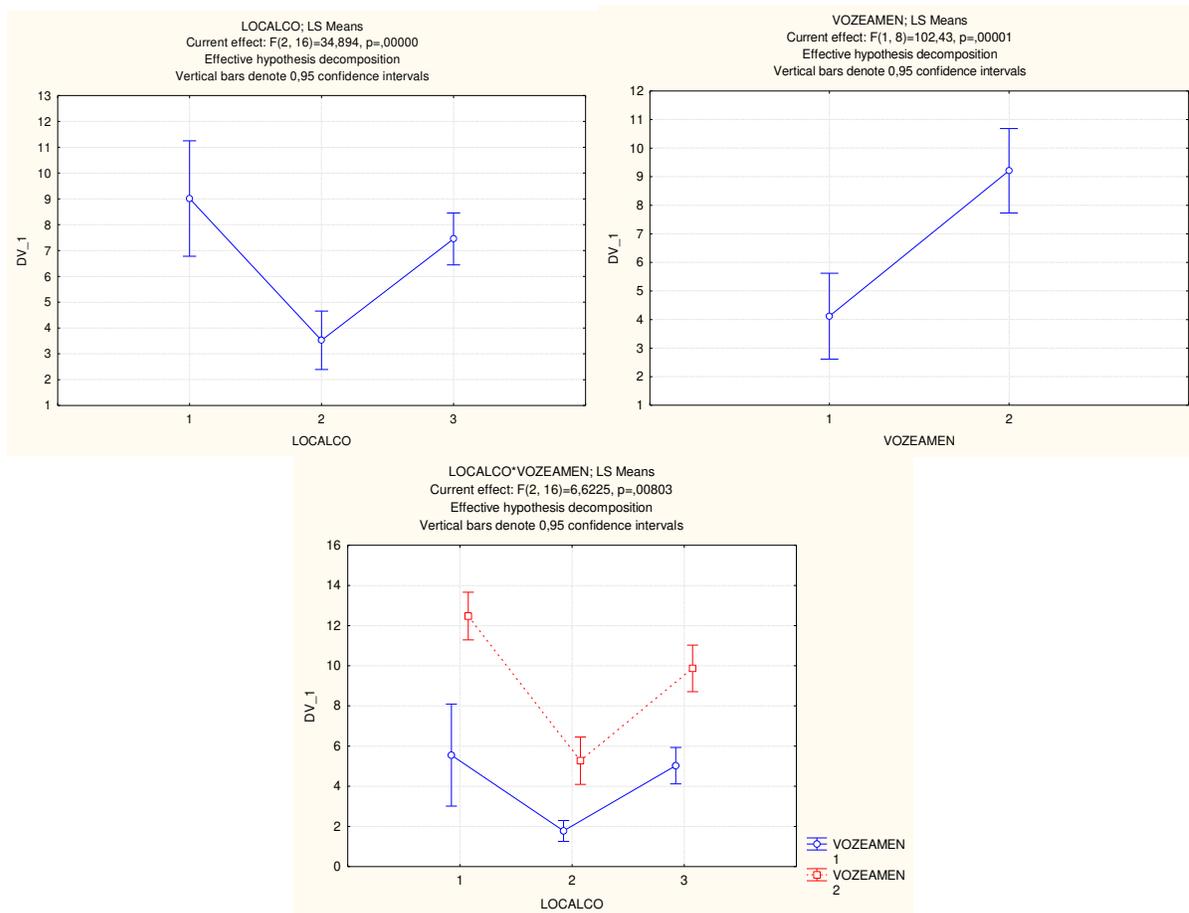
49 – Local de Constrição; 50 – Vozeamento; 51 – Associação entre local e vozeamento.



Neste caso, os gráficos referentes às figuras 49 e 50 mostram que a variância foi eficaz para diferenciar local de constrição e vozeamento. No gráfico referente a figura 51 nota-se que a assimetria não foi eficaz para diferenciar a associação entre local de constrição e vozeamento ($p>0,05$).

Figuras 52, 53 e 54: Médias da assimetria das oclusivas.

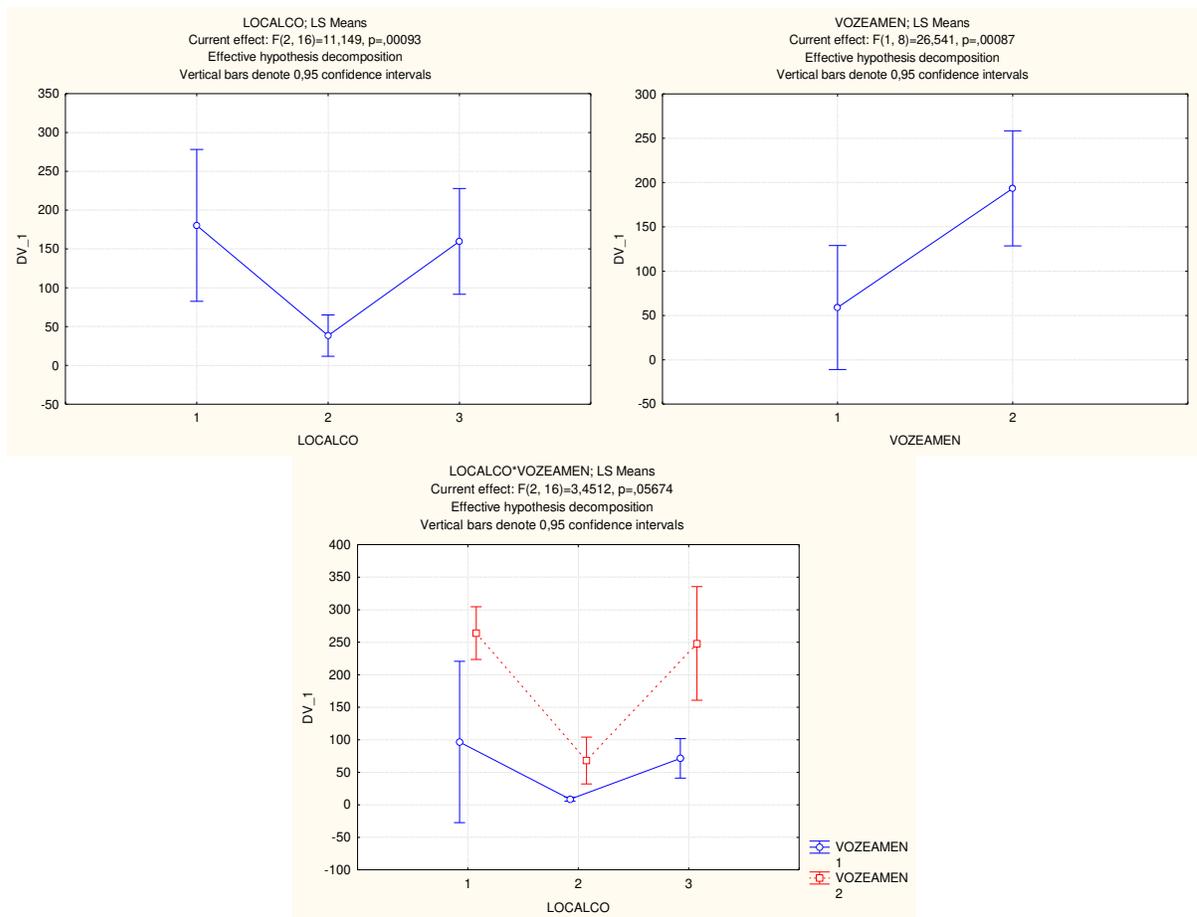
52 – Local de Construção; 53 – Vozeamento; 54 – Associação entre local e vozeamento.



No caso das figuras 52 a 54 os três gráficos mostram que a assimetria foi eficaz para diferenciar local de construção, vozeamento e a associação entre local de construção e vozeamento no caso das oclusivas.

Figuras 55, 56 e 57: Médias da assimetria das oclusivas.

55 – Local de Constrição; 56 – Vozeamento; 57 – Associação entre local e vozeamento.



Neste caso, os gráficos referentes às figuras 55 e 56 mostram que a curtose foi eficaz para diferenciar local de constrição e vozeamento. Porém o gráfico da figura 57 mostra que a curtose não foi eficaz para diferenciar a associação entre local de constrição e vozeamento ($p>0,05$).

O VOT foi eficaz para diferenciar os três locais de constrição, o vozeamento e a associação entre local e vozeamento. Tais resultados estão expressos na tabela a seguir, onde em vermelho estão os dados que apresentaram significância.

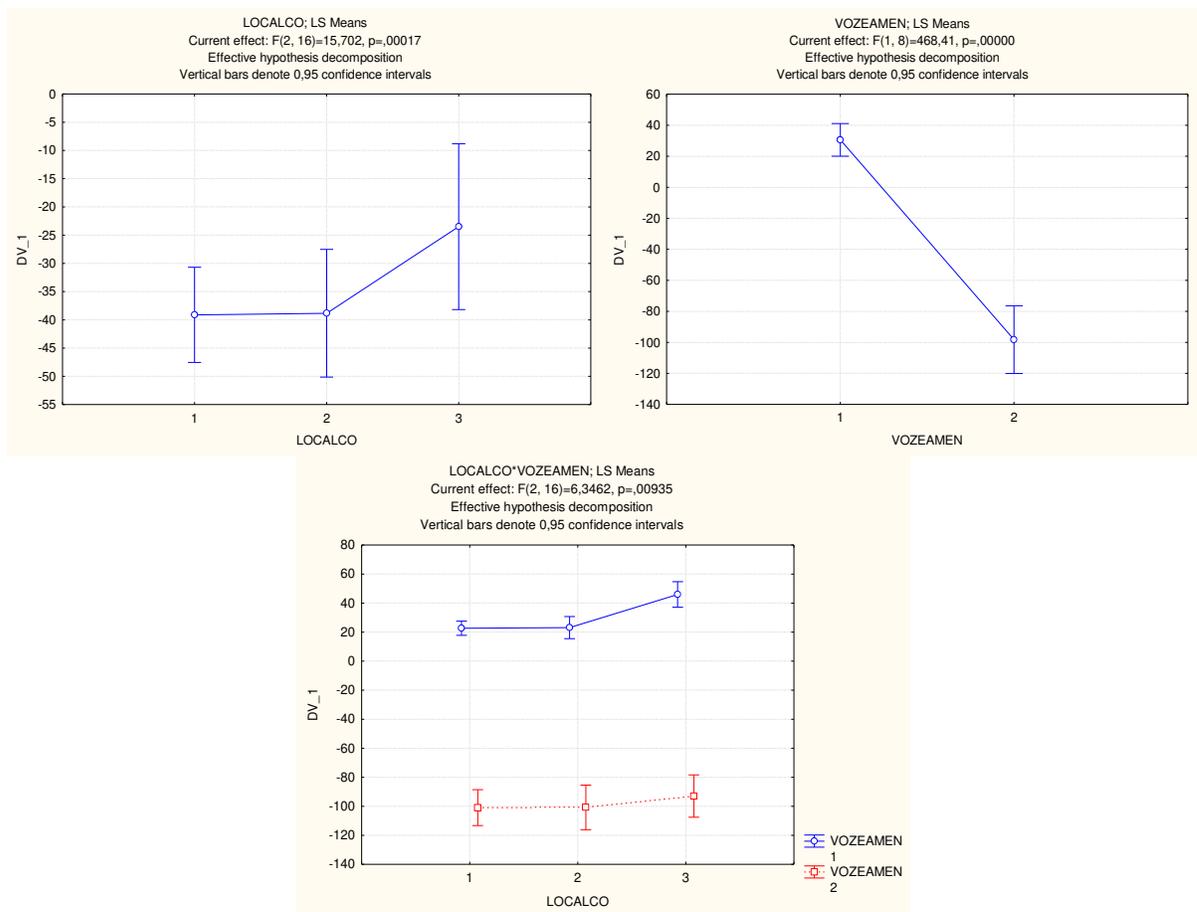
Tabela 11: F, p e poder estatístico do VOT diferenciando local de constricção e vozeamento.

Oclusivas	Parâmetro	F	P	Poder estatístico
VOT	Local	15,7020	0,000168	0,997087
	Vozeamento	468,4123	0,000000	1,000000
	Local*Vozeamento	6,3462	0,009350	0,833195

Os resultados descritos na tabela acima podem resumidos pelos gráficos a seguir.

Figuras 58, 59 e 60: Médias do VOT das oclusivas.

58 – Local de Constricção; 59 – Vozeamento; 60 – Associação entre local e vozeamento.



Neste caso, o gráfico referente à figura 58 nos mostra que o VOT foi eficaz para diferenciar as bilbiais e as alveolares das oclusivas velares. Os gráficos referentes às figuras 59 e

60 nos mostram que o VOT foi eficaz para diferenciar vozeamento e a associação entre local de constrição e vozeamento.

4.3.3. Parâmetros Acústicos Dinâmicos

Para a análise dos parâmetros acústicos dinâmicos observou-se se as oclusivas apresentavam vozeamento conforme ou diferente do esperado. Ou seja, verificou-se se as oclusivas desvozeadas apresentaram algum tipo de vozeamento, e em caso positivo, se este foi maior ou menor que 50% da duração da oclusão. E verificou-se se as oclusivas vozeadas apresentaram algum tipo de desvozeamento e, em caso positivo, se este foi maior ou menor que 50% da duração da oclusão. Essa observação foi realizada por meio de inspeção de forma de onda e espectrogramas. Segue nas tabelas 13 e 14 uma descrição resumida destas ocorrências.

Tabela 12: Vozeamento das Oclusivas Desvozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem

Crianças	OCLUS. DESVOZEADAS	Ocorrências	Sem Vozeamento	Vozeia menos que 50%	Vozeia mais que 50%
Is.	soma	45	31	9	3
Ju.	soma	45	17	11	17
Na.	soma	45	21	15	9
Ra.	soma	45	34	9	2
Vi.	soma	45	40	3	2
Ga.	soma	45	43	2	0
Ni.	soma	45	24	14	7
Ma.	soma	45	30	13	2
Vn.	soma	45	32	12	1
9 Cç.	Média ocorrências	Total = 45	30,22	9,78	4,78
Adulta	soma	45	26	19	1
Crianças	OCLUS. DESVOZEADAS	Percentual	Sem Vozeamento	Vozeia menos que 50%	Vozeia mais que 50%
Is.	total	100%	68,89%	20,00%	6,67%
Ju.	total	100%	37,78%	24,44%	37,78%

Na.	total	100%	46,67%	33,33%	20,00%
Ra.	total	100%	75,56%	20,00%	4,44%
Vi.	total	100%	88,89%	6,67%	4,44%
Ga.	total	100%	95,56%	4,44%	0,00%
Ni.	total	100%	53,33%	31,11%	15,56%
Ma.	total	100%	66,67%	28,89%	4,44%
Vn.	total	100%	71,11%	26,67%	2,22%
9 Cç.	Média percentual	100%	67,16%	21,73%	10,62%
Adulta	total	100%	57%	42%	2%

Na tabela 12 podemos observar que as oclusivas desvozeadas apresentaram algum tipo de vozeamento no caso das crianças em cerca de 32% das ocorrências, sendo que em 21,73% dos casos este vozeamento tomou menos que 50% da duração da oclusão e em 10,62% dos casos tomou mais que 50% da duração da oclusão. Na adulta houve algum tipo de vozeamento em cerca de 44% das ocorrências, sendo 42% para menos que 50% da duração da oclusão e 2% para mais que 50% da duração da oclusão. Esse fato nos fez rever a interpretação, já que nos parece que o vozeamento parcial de obstruintes desvozeadas pode ser um fenômeno do PB. Índícios deste mesmo fenômeno foram encontrados para o Espanhol em TORREIRA et.al. (2010) – estudo com oclusivas em posição intervocálica do Espanhol e do Francês – onde esse vozeamento parcial é apresentado como uma espécie de redução da consoante oclusiva.

Tabela 13: Desvozeamento das Oclusivas Vozeadas de 9 crianças e da adulta – Número de Ocorrências e Percentagem

Crianças	OCLUS.VOZEADAS	Ocorrências	100% Vozeada	Desvozeia menos que 50%	Desvozeia mais que 50%
Is.	soma	45	40	3	2
Ju.	soma	45	36	6	3
Na.	soma	45	38	2	5
Ra.	soma	45	34	8	3
Vi.	soma	45	40	2	3
Ga.	soma	45	37	3	5
Ni.	soma	45	45	0	0
Ma.	soma	45	36	8	1

Vn.	soma	45	38	6	1
9 Cç.	Média das ocorrências	Total = 45	38,22	4,22	2,56
Adulta	soma	45	44	1	0
Crianças	OCLUS.VOZEADAS	Percentual	100% Vozeada	Desvozeia menos que 50%	Desvozeia mais que 50%
Is.	total	100%	88,89%	6,67%	4,44%
Ju.	total	100%	80,00%	13,33%	6,67%
Na.	total	100%	84,44%	4,44%	11,11%
Ra.	total	100%	75,56%	17,78%	6,67%
Vi.	total	100%	88,89%	4,44%	6,67%
Ga.	total	100%	82,22%	6,67%	11,11%
Ni.	total	100%	100,00%	0,00%	0,00%
Ma.	total	100%	80,00%	17,78%	2,22%
Vn.	total	100%	84,44%	13,33%	2,22%
9 Cç.	Média do percentual	100%	84,94%	9,38%	5,68%
Adulta	total	100%	97,78%	2,22%	0%

Na tabela 13 podemos observar que as oclusivas vozeadas apresentaram algum tipo de desvozeamento no caso das crianças em cerca de 15% das ocorrências, sendo que em 9,38% dos casos este desvozeamento tomou menos que 50% da duração da fricativa e em 5,68% dos casos tomou mais que 50% da duração da fricativa. No caso da adulta o desvozeamento somente ocorreu em 2% dos casos, sendo que em 98% o vozeamento ocorreu em toda a extensão da oclusiva. MARTINS, JESUS & LOUSADA (2005) relataram para o Português Europeu que 27% dos falantes adultos realizam desvozeamento de vozeadas. No nosso caso, a porcentagem encontrada foi menor no caso das crianças e muito menos no caso da adulta.

4.3.4. Discussão

Como resultado das análises de parâmetros estáticos de consoantes oclusivas, obtivemos que a assimetria e o centróide foram eficazes para diferenciar os três locais de constrição, o vozeamento e a interação entre local e vozeamento. A curtose e a variância foram eficazes para diferenciar os três locais de constrição e o vozeamento, porém não para sua associação. O VOT foi eficaz para diferenciar não somente vozeamento, mas também o local de constrição. Para verificar os pontos de aproximação e distanciamento deste trabalho com a literatura, elaboramos a tabela a seguir que apresenta estudos sobre as oclusivas conjuntamente com nossos resultados. Nenhum dos estudos apresenta sua descrição de resultados nos mesmos moldes que organizamos aqui. Optamos, portanto, em apresentar a tabela sem os nossos resultados, comentando-os a seguir. Os estudos encontram-se resumidos.

Tabela 14: Levantamento Bibliográfico - Oclusivas

<u>Tabela Oclusivas</u>			
Estudo: Autor e data	Classificação escolhida pelo autor		
FORREST	Momentos (Espectrais) Considerados	Local de Constrição	Vozeamento
1988 (adultos)	Os 4 primeiros momentos espectrais.	Associado ao vozeamento não ultrapassa 80% de classificação.	92% da desvozeadas podem ser classificadas pelos momentos.
1990 (crianças)	Centróide, Assimetria e Curtose.	Associando-se ponto e vozeamento obtêm-se 82% de classificação das oclusivas.	
LOUSADA & JESUS (et.al.) - crianças	Presença de queixa	Ausência de queixa	Vozeamento/VOT
BARROCO, DOMINGUES, PIRES LOUSADA & JESUS, 2007	No geral se assemelham aos dados das crianças sem queixa.	Assim como as com queixa, apresenta grande variação.	VOT é maior para as vozeadas.
LOUSADA & JESUS, 2006	Duração maior nas desvozeadas.	Duração maior nas desvozeadas.	VOT menor para as dentais e bilabiais.
LOUSADA & JESUS (et.all) - adultos	Frequência do estouro	Vozeamento	
MARTINS, LOUSADA	Bilabiais apresentam estouro	27% dos falantes adultos realizam desvozeamento de vozeadas,	

& JESUS, 2005	em frequências baixas, velares em frequências médias e dentais em frequências altas.	o pré-vozeamento é maior nas bilabiais do que nas dentais e mulheres desvozeiam mais que homens.
---------------	--	--

Os resultados encontrados neste estudo se aproximam dos achados de FORREST (op.cit) com relação à efetividade dos momentos espectrais na diferenciação das oclusivas, porém em nosso estudo os 4 momentos foram eficazes para diferenciar local de constrição e vozeamento com mesma intensidade (poderes estatísticos semelhantes).

A análise dinâmica demonstra que as oclusivas desvozeadas apresentaram algum tipo de vozeamento em cerca de 32% das ocorrências das crianças e cerca de 44% para a adulta e que as oclusivas vozeadas apresentaram algum tipo de desvozeamento em cerca de 15% das ocorrências das crianças e cerca de 2% para a adulta. O desvozeamento de oclusivas vozeadas é previsto para o Português Europeu em JESUS & LOUSADA (2006), porém com porcentagem pouco maior (27%) do que a encontrada em nosso estudo (15%) para as crianças e muito maior do que a encontrada em nosso estudo para a adulta. O único resultado que não foi previsto pela literatura é o vozeamento parcial das oclusivas desvozeadas, que foi bastante expressivo, tanto nas crianças quanto na adulta. Conforme explicitado anteriormente TORREIRA (op.cit) realiza um estudo com as oclusivas em posição intervocálica no Espanhol e no Francês. Neste estudo encontramos o único indício encontrado pela Fonologia Gestual do vozeamento parcial de oclusivas desvozeadas no Espanhol, interpretado como redução. Parece-nos que o vozeamento parcial das obstruintes desvozeadas é um fenômeno relacionado à Língua (PB), uma vez que há ocorrências semelhantes deste fenômeno entre adulta e crianças. Isso pode indicar que o vozeamento de oclusivas no Português Brasileiro como um todo é produzido de maneira diferente do encontrado no Português Europeu. Faz-se necessário um estudo maior com relação a este tópico para

verificar como o contraste vozeamento se comporta nas obstruintes do PB, uma vez que tanto os segmentos vozeados quanto os desvozeados parecem apresentar produção peculiar nesta Língua.

4.4. Dados de Duração

4.4.1. Duração Relativa

Conforme apresentado anteriormente, a duração relativa é uma normalização das durações dos segmentos em função da duração total da palavra. Ou seja, toma-se o valor da duração do segmento em milissegundos e divide-se pelo valor da duração da palavra. O resultado é uma porcentagem, que demonstra quanto da palavra o segmento selecionado ocupa. Realizamos medidas de duração de cada segmento para 180 palavras por criança e a média da duração de cada criança. O mesmo procedimento foi realizado para a adulta. Apresentaremos essas durações relativas organizadas em 4 tabelas, separando-as de acordo com a consoante inicial da palavra. Após cada tabela, segue gráfico ilustrando os valores de sua tabela correspondente.

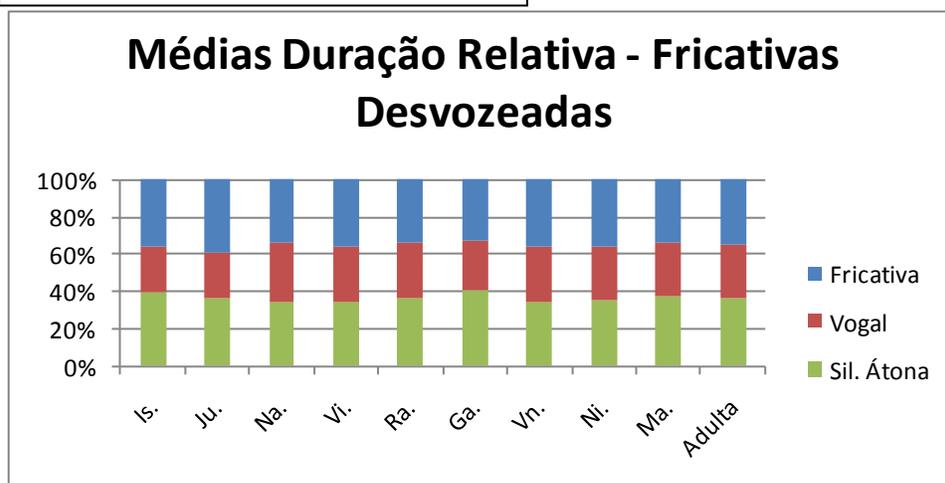
Tabela 15: Duração Relativa de Fricativas Desvozeadas

Médias - duração relativa FRICATIVAS DESVOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	35,73%	25,07%	39,29%
Ju.	39,39%	23,68%	36,93%
Na.	33,77%	31,78%	34,45%
Vi.	35,91%	29,63%	34,46%
Ra.	33,29%	30,73%	35,97%
Ga.	32,93%	26,31%	40,76%
Vn.	35,90%	29,69%	34,41%
Ni.	35,29%	29,45%	35,27%
Ma.	34,01%	28,39%	37,60%
Média	35,14%	28,30%	36,57%
Desvio Padrão	0,01970	0,02709	0,02287
Coeficiente de Variação	5,61	9,57	6,25

Adulta	35,01%	28,44%	36,48%
---------------	---------------	---------------	---------------

A duração relativa média das fricativas desvozeadas nas crianças é de aproximadamente 35%, das vogais é de aproximadamente 28% e da sílaba átona é de aproximadamente 36%. Na adulta os valores médios são aproximadamente os mesmos das médias infantis. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é baixa, indicando consistência dos dados. Segue gráfico representando os valores da tabela.

Figura 61: Duração Relativa de Fricativas Desvozeadas



Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que há certa consistência entre as crianças, que apresentam durações relativas bastante semelhantes entre elas, assim como a semelhança com as durações relativas da adulta.

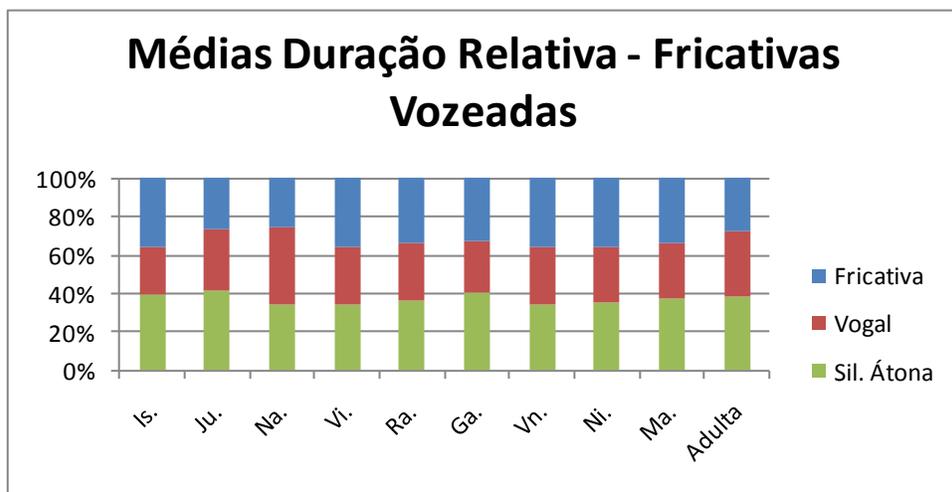
Tabela 16: Duração Relativa de Fricativas Vozeadas

Médias - duração relativa FRICATIVAS VOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	35,73%	25,07%	39,29%
Ju.	26,11%	32,54%	41,45%
Na.	25,75%	39,42%	34,83%
Vi.	35,91%	29,63%	34,46%
Ra.	33,29%	30,73%	35,97%
Ga.	32,93%	26,31%	40,76%

Vn.	35,90%	29,69%	34,41%
Ni.	35,29%	29,45%	35,27%
Ma.	34,01%	28,39%	37,60%
Média	32,77%	30,14%	37,11%
Desvio Padrão	0,0403586	0,041331	0,0276955
Coefficiente de Variação	12,32	13,71	7,46
Adulta	27,14%	34,78%	38,06%

A duração relativa média das fricativas vozeadas das crianças é de aproximadamente 32%, das vogais é de aproximadamente 30% e da sílaba átona é de aproximadamente 37%. Os valores médios das fricativas vozeadas da adulta é de aproximadamente 27%, das vogais é de aproximadamente 34% e da sílaba átona é de aproximadamente 38%. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é baixa, porém pouco mais alta do que no caso das palavras iniciadas por fricativas desvozeadas. Segue gráfico representando os valores da tabela.

Figura 62: Duração Relativa de Fricativas Vozeadas



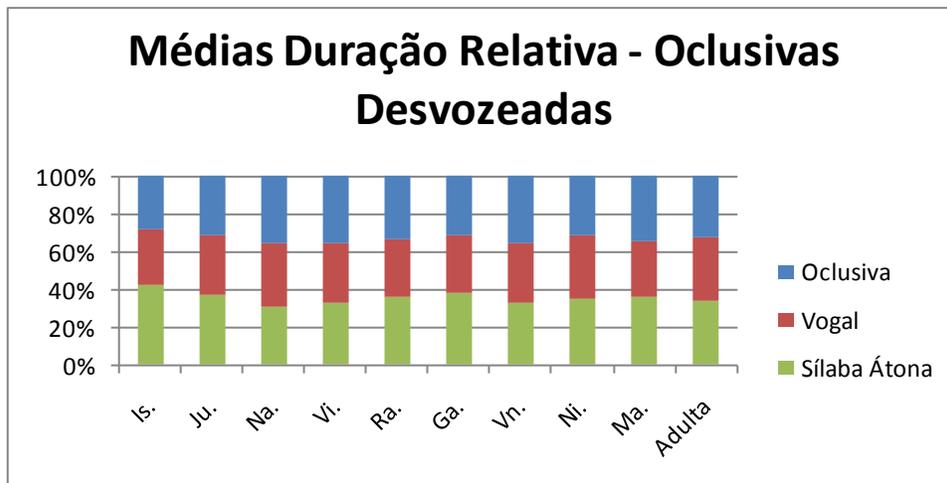
Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que há certa consistência entre as crianças, mas que a variação é maior que no caso das palavras iniciadas por fricativas desvozeadas. Além disso, nos parece que as fricativas vozeadas apresentam duração relativa menor do que as desvozeadas, o que fica mais claro comparando-se a duração da adulta nas figuras 62 e 63.

Tabela 17: Duração Relativa de Oclusivas Desvozeadas

Médias - duração relativa OCLUSIVAS DESVOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	28,40%	29,12%	42,48%
Ju.	31,15%	31,62%	37,23%
Na.	35,33%	33,65%	31,02%
Vi.	35,92%	30,88%	33,20%
Ra.	33,50%	29,96%	36,54%
Ga.	31,30%	30,80%	37,90%
Vn.	35,13%	32,32%	32,55%
Ni.	30,92%	33,73%	35,35%
Ma.	34,09%	30,30%	35,61%
Média	32,86%	31,37%	35,76%
Desvio Padrão	0,02537	0,01602	0,03391
Coefficiente de Variação	7,72	5,10	9,48
Adulta	32,48%	33,60%	33,93%

A duração relativa média das oclusivas desvozeadas nas crianças é de aproximadamente 32%, das vogais é de aproximadamente 31% e da sílaba átona é de aproximadamente 35%. Na adulta os valores médios das oclusivas desvozeadas são aproximadamente os mesmos das médias infantis, das vogais é de aproximadamente 33% e da sílaba átona é de aproximadamente 34%. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é baixa, semelhantemente ao caso das fricativas desvozeadas. Segue gráfico representando os valores da tabela.

Figura 63: Duração Relativa de Oclusivas Desvozeadas



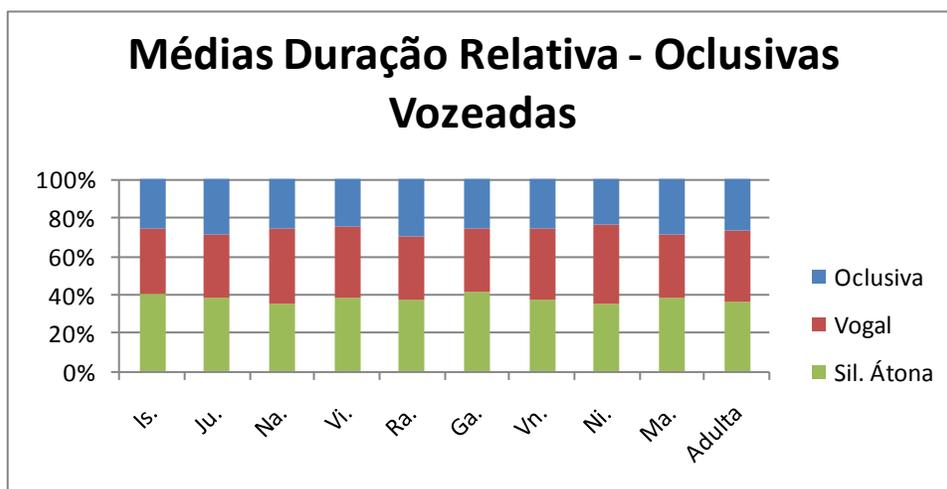
Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que há certa consistência entre as crianças, que apresentam durações relativas bastante semelhantes entre elas e também bastante semelhantes às durações da adulta.

Tabela 18: Duração Relativa de Oclusivas Vozeadas

Médias - duração relativa OCLUSIVAS VOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	25,04%	34,54%	40,43%
Ju.	28,13%	33,45%	38,42%
Na.	24,90%	39,34%	35,76%
Vi.	24,38%	37,06%	38,56%
Ra.	29,57%	33,32%	37,11%
Ga.	25,29%	33,55%	41,15%
Vn.	25,20%	36,90%	37,90%
Ni.	23,06%	41,10%	35,84%
Ma.	28,44%	32,86%	38,70%
Média	26,00%	35,79%	38,21%
Desvio Padrão	0,0217437	0,0296751	0,0183456
Coeficiente de Variação	8,36	8,29	4,80
Adulta	26,51%	36,85%	36,62%

A duração relativa média das oclusivas vozeadas das crianças é de aproximadamente 26%, das vogais é de aproximadamente 35% e da sílaba átona é de aproximadamente 38%. Na adulta os valores médios das oclusivas vozeadas são aproximadamente os mesmos das médias infantis, das vogais é de aproximadamente 37% e da sílaba átona é de aproximadamente 36%. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é baixa, semelhantemente ao caso das oclusivas desvozeadas. A duração da oclusiva, porém, parece ser menor no caso das vozeadas do que no caso das desvozeadas. Isso pode estar ocorrendo pela questão levantada previamente na discussão dos parâmetros dinâmicos de oclusivas. O contexto VCV parece facilitar a produção articulatória das vozeadas. Segue gráfico representando os valores da tabela.

Figura 64: Duração Relativa de Oclusivas Vozeadas



Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que há certa consistência entre as crianças e que a duração das oclusivas vozeadas parece ser menor do que das oclusivas desvozeadas, assim como no caso das fricativas. O fato de oclusivas desvozeadas apresentarem duração maior do que vozeadas foi também encontrado para oclusivas do Espanhol por PARREL (2010).

4.4.2. Vogais (Duração Absoluta)

A duração absoluta é a duração em milissegundos de um determinado segmento. A duração das vogais será apresentada nesta seção de acordo com a consoante que precede. Ou seja, foi realizada uma média das repetições das nove crianças das vogais [a], [i] e [u] em contato com cada fricativa e com cada oclusiva, que será apresentada na tabela a seguir. Na tabela as consoantes estão organizadas de acordo com o local de construção e o vozeamento.

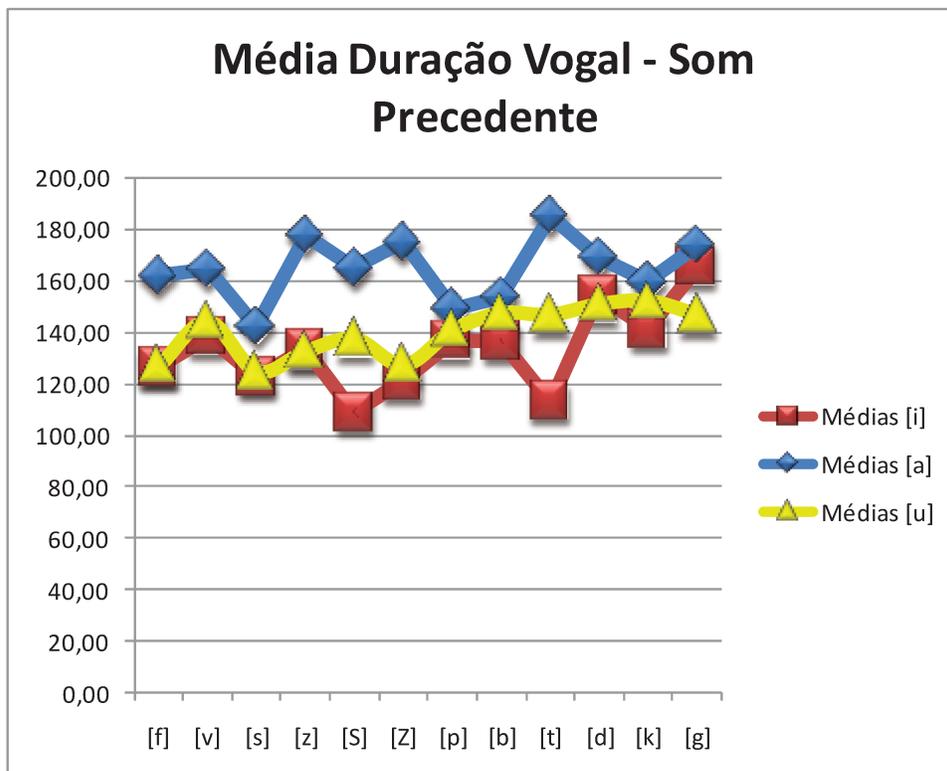
Tabela 19: Duração Absoluta de Vogais – Médias das 9 Cçs e Adulta (para comparação)

Médias 9 crianças			Médias adulta		
Vogal	Som precedente	Duração média (ms)	Vogal	Som precedente	Duração média (ms)
[a]	[f]	161,91	[a]	[f]	169,6
[a]	[v]	164,69	[a]	[v]	218,8
[a]	[s]	142,27	[a]	[s]	161,6
[a]	[z]	177,58	[a]	[z]	224,2
[a]	[S]	165,00	[a]	[S]	155
[a]	[Z]	174,99	[a]	[Z]	180,8
[a]	[p]	148,98	[a]	[p]	182,8
[a]	[b]	153,78	[a]	[b]	169,2
[a]	[t]	185,33	[a]	[t]	200,2
[a]	[d]	169,29	[a]	[d]	154,4
[a]	[k]	159,49	[a]	[k]	191
[a]	[g]	173,84	[a]	[g]	171,2
Média	fricativas	164,76	média	fricativas	181,57
desv.pad.	e	12,46	desv.pad.	e	23,14
coef.var.	oclusivas	7,56	coef.var.	oclusivas	12,74
[i]	[f]	126,36	[i]	[f]	78,2
[i]	[v]	138,47	[i]	[v]	131,2
[i]	[s]	122,56	[i]	[s]	104
[i]	[z]	133,82	[i]	[z]	132
[i]	[S]	108,76	[i]	[S]	100,2
[i]	[Z]	120,87	[i]	[Z]	85,8
[i]	[p]	136,58	[i]	[p]	146,2
[i]	[b]	136,44	[i]	[b]	153,8
[i]	[t]	113,02	[i]	[t]	87
[i]	[d]	154,22	[i]	[d]	114,8
[i]	[k]	141,13	[i]	[k]	92,4
[i]	[g]	165,24	[i]	[g]	183,4
Média	fricativas	133,12	média	fricativas	117,42
desv.pad.	e	16,23	desv.pad.	e	32,31
coef.var.	oclusivas	12,19	coef.var.	oclusivas	27,51
[u]	[f]	126,76	[u]	[f]	110,6
[u]	[v]	143,98	[u]	[v]	112,4
[u]	[s]	124,84	[u]	[s]	107,2
[u]	[z]	132,58	[u]	[z]	133,8
[u]	[S]	137,33	[u]	[S]	120,4
[u]	[Z]	127,31	[u]	[Z]	107
[u]	[p]	140,64	[u]	[p]	135,2

[u]	[b]	147,22	[u]	[b]	137,2
[u]	[t]	146,62	[u]	[t]	107,4
[u]	[d]	150,73	[u]	[d]	114
[u]	[k]	151,91	[u]	[k]	106,2
[u]	[g]	146,62	[u]	[g]	138,8
Média	fricativas	139,71	média	fricativas	119,18
desv.pad.	e	9,73	desv.pad.	e	13,24
coef.var.	oclusivas	6,96	coef.var.	oclusivas	11,11

Podemos observar que a duração parece variar de acordo com o som que antecede a vogal e de acordo com outros fatores externos, como a própria taxa de elocução. Em todos os casos o coeficiente de variação da adulta foi maior que o das crianças. Para melhor ilustrar esse indício segue o gráfico abaixo, onde estão representados somente os resultados das crianças.

Figura 65: Duração Absoluta (ms) de Vogais



Pode-se observar no gráfico que a vogal [a] apresenta durações aparentemente maiores do que as vogais [i] e [u]. Considerando que a média da duração de [a] é de 164ms, de [i] é 133ms e de [u] é 139ms podemos observar mudanças na duração causadas pelo contato com diversas consoantes. As diferenças de duração parecem estar relacionadas, na maioria dos casos, às distâncias articulatórias entre o local de constricção da vogal e o local de constricção da consoante. Aparentemente, quanto maior a distância articulatória entre os locais de constricção da obstruente precedente com relação ao local de constricção da vogal, maior a duração da vogal. Por exemplo, a palatal [S], que apresenta local de constricção muito próxima ao da vogal [i], parece causar diminuição da duração de [i].

Parece-nos também que nos diversos locais de constricção das obstruintes, exceto no par [t,d] (local=dental/alveolar), nota-se o seguinte: ocorre um aumento da duração da vogal quando ela está em contato com uma obstruente vozeada, provavelmente para compensar a duração das vozeadas em relação às desvozeadas (obstruintes vozeadas apresentaram duração menor que as obstruintes desvozeadas), mantendo uma média de duração semelhante na produção da palavra como um todo, independentemente da obstruente que inicie a palavra.

4.4.3. Fricativas (Duração Absoluta)

A duração absoluta é a duração em milissegundos de um determinado segmento, neste caso a fricativa. A duração absoluta das fricativas será apresentada nesta seção de acordo com o vozeamento. Ou seja, foram realizadas médias das durações em milissegundos das repetições das fricativas desvozeadas e vozeadas das nove crianças e da adulta. Os resultados serão apresentados

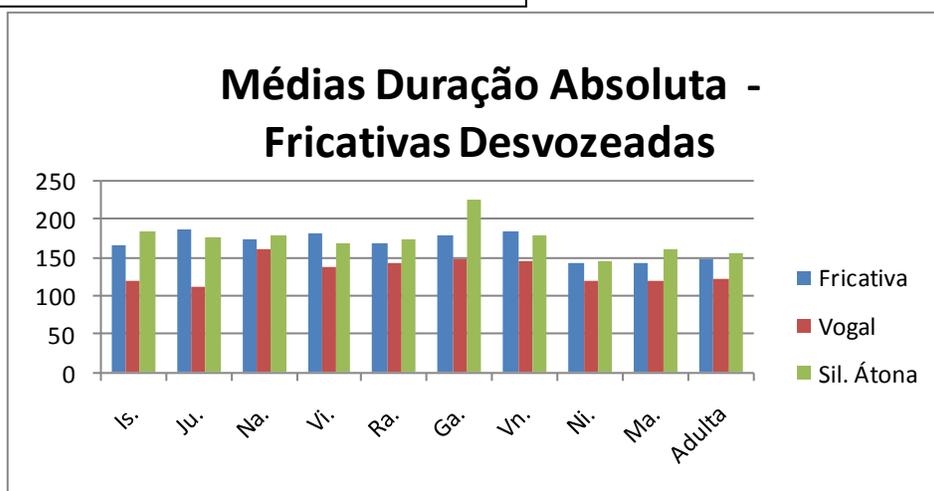
nas 4 tabelas a seguir. As tabelas incluem durações absolutas não somente das fricativas, mas das vogais e sílabas átonas também. Cada tabela será ilustrada por um gráfico.

Tabela 20: Duração Absoluta de Fricativas Desvozeadas

Médias - duração absoluta FRICATIVAS DESVOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	165	119,8	183,366667
Ju.	187,6666667	112,778	175,377778
Na.	173,3333333	161,978	178,2
Vi.	181,2	137,5	168,325
Ra.	168,2888889	143,033	172,6
Ga.	179,1055556	147,033	226,3
Vn.	184,6944444	145,625	177,533333
Ni.	143,7111111	120,433	145,6
Ma.	142,5555556	120,633	161,233333
Média	169,5061728	134,313	176,504012
Desvio Padrão	16,64908551	16,5661	21,801175
Coeficiente de Variação	9,82	12,33	12,35
Adulta	147,37777	123,067	155,5777

A duração absoluta média, nas crianças, das fricativas desvozeadas é de aproximadamente 169ms, das vogais é de aproximadamente 134ms e da sílaba átona é de aproximadamente 176ms. A duração absoluta média, na adulta, das fricativas desvozeadas é de aproximadamente 147ms, das vogais é de aproximadamente 123ms e da sílaba átona é de aproximadamente 155ms. Os valores da adulta são pouco mais baixos, indicando maior taxa de elocução em relação às crianças. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é relativamente baixa, indicando consistência dos dados. Segue gráfico representando os valores das crianças da tabela.

Figura 66: Duração Absoluta de Fricativas Desvozeadas



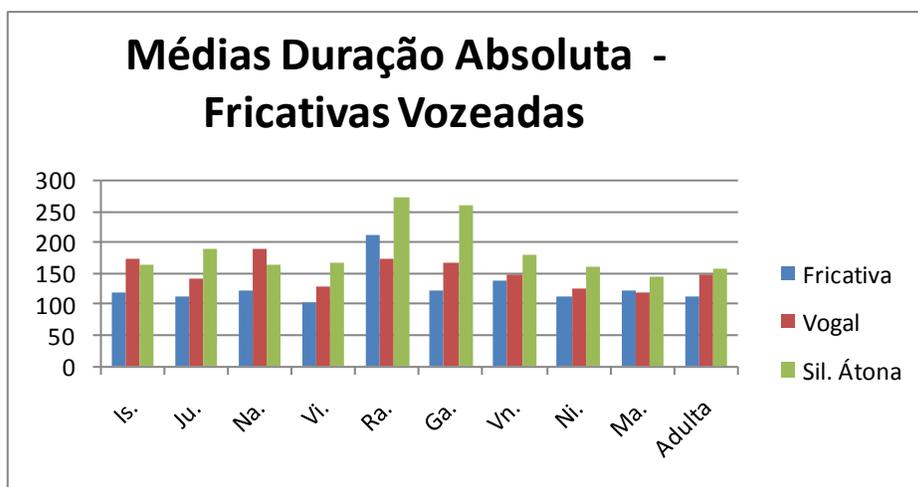
Pelo gráfico podemos notar que a duração das fricativas varia entre aproximadamente 140 e 190 milissegundos. A média da duração das fricativas desvozeadas infantis é de 169ms e a da adulta é de 147ms. Essa diferença entre a duração das crianças e da adulta pode ser explicada pela taxa de elocução, uma vez que está presente para os três segmentos da palavra. A duração dos segmentos de vogal é a menor das três medidas. A duração da adulta é bastante semelhante à infantil.

Tabela 21: Duração Absoluta de Fricativas Vozeadas

Médias - duração absoluta FRICATIVAS VOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	119,933333	173,8	165,4
Ju.	113,833333	140,04	187,8428
Na.	122,755556	188,22	163,2
Vi.	102,8	128,13	165,48333
Ra.	210,8	173,6	271
Ga.	123,266667	168,4	260,4
Vn.	137,466667	147,07	178,73333
Ni.	111,733333	125,47	161,33333
Ma.	123,8	119,6	144,53333
Média	129,598765	151,59	188,65846
Desvio Padrão	31,928459	25,03	45,340402
Coefficiente de Variação	24,64	16,51	24,03
Adulta	111,31667	147,24	156,66667

A duração absoluta média, nas crianças, das fricativas vozeadas é de aproximadamente 129ms, das vogais é de aproximadamente 151ms e da sílaba átona é de aproximadamente 188ms. A duração absoluta média, na adulta, das fricativas vozeadas é de aproximadamente 111ms, das vogais é de aproximadamente 147ms e da sílaba átona é de aproximadamente 156ms. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é mais alta do que no caso das palavras iniciadas por fricativas desvozeadas. Os valores da adulta são pouco mais baixos, indicando maior taxa de elocução em relação às crianças. Segue gráfico representando os valores das crianças da tabela.

Figura 67: Duração Absoluta de Fricativas Vozeadas



Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que a variação infantil é muito maior que no caso das palavras iniciadas por fricativas desvozeadas e também menos semelhante aos dados da adulta (exceto pelos casos de Vn., Ni. e Ma.).

4.4.4. Oclusivas (Duração Absoluta)

A duração absoluta é a duração em milissegundos de um determinado segmento, neste caso a oclusiva. A duração absoluta das oclusivas será apresentada nesta seção de acordo com o vozeamento. Ou seja, foram realizadas médias das durações em milissegundos das repetições das oclusivas desvozeadas e vozeadas das nove crianças e da adulta. Os resultados serão apresentados nas 4 tabelas a seguir. As tabelas incluem durações absolutas não somente das oclusivas, mas das vogais e sílabas átonas também. Cada tabela será ilustrada por um gráfico.

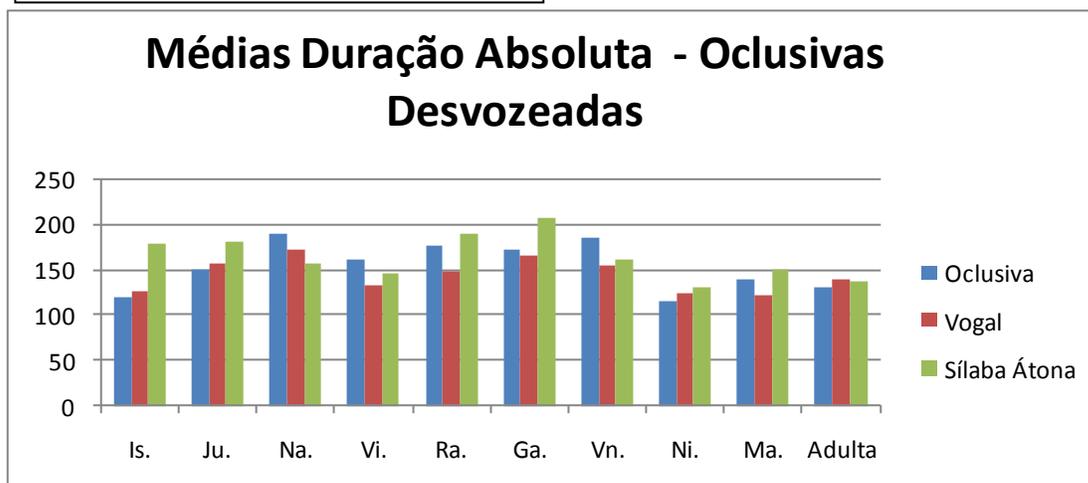
Tabela 22: Duração Absoluta de Oclusivas Desvozeadas

Médias - duração absoluta OCLUSIVAS DESVOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	120,2	125,97778	179,75556
Ju.	150,61364	156,79545	181,45455
Na.	188,64444	171,26667	156,35556
Vi.	160,6963	133,62593	145,64444
Ra.	176,62222	148,79444	190,05
Ga.	172,42222	165,71111	208
Vn.	184,81481	155,17037	161,18519
Ni.	115,64444	124,66667	130,04444
Ma.	138,71111	120,84444	149,22222
Média	156,48547	144,76143	166,85688
Desvio Padrão	27,039282	18,919211	24,669553
Coeficiente de Variação	17,28	13,07	14,78
Adulta	130,46667	138,71111	138,06667

A duração absoluta média, nas crianças, das oclusivas desvozeadas é de aproximadamente 156ms, das vogais é de aproximadamente 144ms e da sílaba átona é de aproximadamente 166ms. A duração absoluta média, na adulta, das oclusivas desvozeadas é de aproximadamente 130ms, das vogais é de aproximadamente 138ms e da sílaba átona é de aproximadamente 138ms. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é aceitável (ideal até 20%), somente um

pouco mais alta do que a variação da duração absoluta das fricativas desvozeadas. Segue gráfico representando os valores da tabela.

Figura 68: Duração Absoluta de Oclusivas Desvozeadas



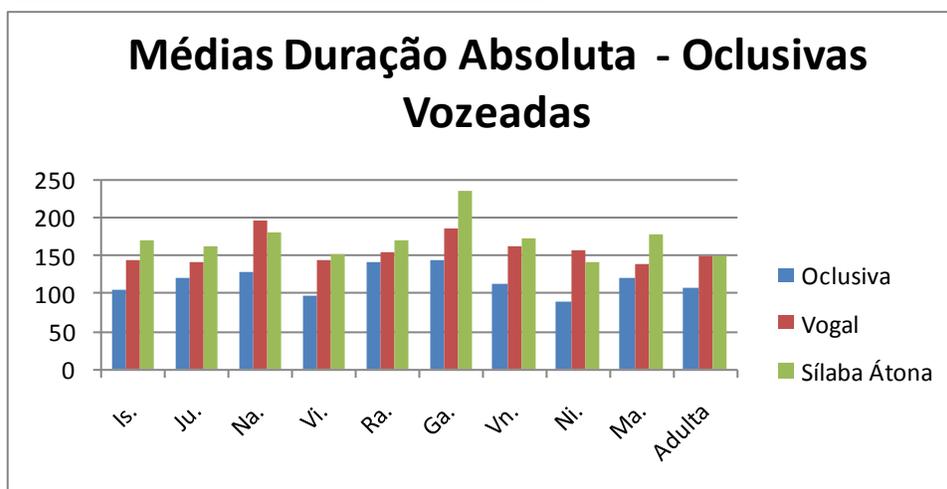
Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que há certa consistência entre as crianças, que apresentam durações absolutas com certa variação. No caso da adulta as durações dos três segmentos são bastantes semelhantes, o que torna os dados da adulta pouco diferentes dos infantis.

Tabela 23: Duração Absoluta de Oclusivas Vozeadas

Médias - duração absoluta OCLUSIVAS VOZEADAS	Consoante	Vogal	Sil. Átona
Is.	106,28889	144,71111	170,35556
Ju.	121,13333	142,51111	163,66667
Na.	128,62879	195,98333	180,04444
Vi.	96,344444	142,98333	151,67778
Ra.	141,52222	153,55556	168,90556
Ga.	143,11111	184,97778	234,17778
Vn.	111,93333	162,26667	171,73333
Ni.	90,355556	157,46667	142,24444
Ma.	120,11111	139,71111	178,08889
Média	117,71431	158,24074	173,43272
Desvio Padrão	18,430637	19,952251	25,81078
Coefficiente de Variação	15,66	12,61	14,88
Adulta	107,35556	148,53333	149,04444

A duração absoluta média, nas crianças, das oclusivas vozeadas é de aproximadamente 117ms, das vogais é de aproximadamente 158ms e da sílaba átona é de aproximadamente 173ms. A duração absoluta média, na adulta, das oclusivas vozeadas é de aproximadamente 107ms, das vogais é de aproximadamente 148ms e da sílaba átona é de aproximadamente 149ms. A taxa de elocução da adulta parece ser mais alta devido a diferença na duração dos três segmentos da palavra. Como podemos notar pelos coeficientes de variação, a variação é baixa. A duração da oclusiva, porém, parece ser menor no caso das vozeadas do que no caso das desvozeadas. Segue gráfico representando os valores da tabela.

Figura 69: Duração Absoluta de Oclusivas Vozeadas



Pelo gráfico fica reforçada a idéia de que há certa consistência entre as crianças e que a duração das oclusivas vozeadas parece ser menor do que dos segmentos de vogal e sílaba átona, além de parecer ser menor do que a duração das oclusivas desvozeadas. PARREL (op. cit.) encontrou que oclusivas vozeadas do Espanhol apresentavam duração menor que oclusivas desvozeadas. Novamente os resultados vão de encontro com esta literatura.

5. À Guisa de Conclusão

Nesta seção de fechamento no retomamos os resultados da seguinte forma: levantando possíveis hipóteses articulatórias que expliquem os fenômenos encontrados; demonstrando que a Fonologia Gestual foi fundamental para possibilitar a observação desses aspectos da produção; levantando que houve variação constante na produção infantil; levantando a importância da não padronização da avaliação considerando aspectos individuais e sociais da produção; demonstrando expectativas a respeito do instrumento de avaliação levantando pontos fortes e a melhorar; e, por fim, explicitando o desejo futuro de modificação do instrumento com o fim de aplicação clínica, assim como a continuidade desse estudo.

Visando retomar e melhor expor e discutir os resultados de nosso trabalho, podemos dizer que temos três achados principais que saltam aos olhos.

O primeiro achado está relacionado à produção de vogais. Os resultados demonstram que os valores médios dos formantes infantis são mais altos do que os valores dos formantes da adulta. Esta diferença, porém, está provavelmente relacionada somente ao tamanho do trato vocal, uma vez que comparações de espaços vocálicos demonstram que as diferenças relativas entre crianças e adulta são ínfimas. Esse fato, apesar de ter sido reportado para outras línguas, é bastante interessante na medida em que contribui para indicar que, apesar das diferenças nos valores brutos dos formantes, essas crianças estão em processo de aquisição de não somente contrastes fônicos, mas também de características sócio-fonéticas dos falantes que às cercam.

O segundo achado advém da análise dos parâmetros acústicos estáticos e foi descrito apenas para o Inglês por JONGMAN (op.cit.), para fricativas, e por FORREST (op.cit), para

oclusivas, tratando-se, portanto, de um resultado bastante incomum. O fato de os 4 momentos espectrais serem efetivos para distinguir não somente local de articulação, mas também o vozeamento, nos leva a crer que o vozeamento deixa marcas no próprio espectro. Ou seja, considerando que as obstruintes vozeadas tiveram seus sinais acústicos filtrados para eliminar o vozeamento antes da realização de medidas espectrais, podemos afirmar, com base nesses resultados estatísticos, que os **espectros** de obstruintes são diferentes de acordo com o vozeamento, ou seja, o **gesto** realizado para produzi-las é diferente (para mesmo local de constrição). Exemplo disso seria dizer que [f] e [v] apresentam espectros diferentes entre si, mesmo depois do [v] ser filtrado para retirada do vozeamento. Esse [v], neste caso do exemplo, estaria sofrendo enfraquecimento sócio fonético, ou seja, pela estratificação social da língua e seus mecanismos naturais de mudança, teria seu espectro modificado (e sua duração diminuída).

Este achado é bastante relevante para reforçar a opção pela Fonologia Gestual (BROWMAN & GOLDSTEIN, 1992; BALL & KENT, 1997; SCOBIE, 1998; ALBANO, 2001; KENT & READ, 2002; SHADLE, 2006; GOLDSTEIN, BYRD & SALTZMAN 2006), uma vez que teorias baseadas em traços binários não seriam capazes de descrever esse fenômeno. Para demonstrar essa necessidade de uma teoria que considere as questões articulatórias segue uma descrição de fenômenos que ocorrem na produção da fala e uma hipótese articulatória que racionaliza este achado.

Para compreendermos o funcionamento articulatório dos sons de uma língua é freqüente utilizarmos uma simplificação física considerando o trato como um tubo passível de constrições. Para entender as relações entre vozeamento e produção articulatória precisamos considerar que há relações de velocidade de fluído (no caso: ar), área do tubo (no caso: trato vocal) e relações de pressão (Infra Glótica e Supra Glótica – doravante Pig e Psg), além de considerar que estamos

lidando com um sistema real, que, apesar de sujeito às simplificações matemáticas, também implica quantidade de energia, visível no espectro.

Vale ressaltar que as pregas vocais estão posicionadas na base da laringe, ficando abertas durante a respiração e se fechando para fonar/vozear. A frequência de vibração das pregas vocais determina a frequência da voz. O fluxo aéreo que vem dos pulmões traz em si uma determinada energia, ou seja, as moléculas de ar estão em movimento no mesmo sentido, mas se chocam constantemente.

Durante a fonação (vozeamento) as pregas vocais vibram de maneira pulsátil, intermitente, ou seja, aduzindo-se e abduzindo-se. Ao abrir-se, a glote permite que uma determinada quantidade de moléculas de ar passe, mas retém uma parte dessas moléculas ao fechar-se, imediatamente. Quanto maior o número de moléculas de ar mais elas se chocam, e maior é a quantidade de energia. Em uma obstruente vozeada, se uma parte das moléculas do fluxo inicial fica “retida” nas pregas, a quantidade de energia que chega à segunda constrição (obstrução) é menor que a que chegou à primeira. No caso das desvozeadas a energia que chega é a inicial, que vem do pulmão, e por isso a quantidade de energia é maior. Essa seria uma possível explicação para o fenômeno do enfraquecimento espectral de obstruente vozeadas e a conseqüente diferenciação estatística encontrada em nossos parâmetros estáticos.

E, por fim, voltando aos achados deste trabalho, o terceiro deles advém da análise dos parâmetros acústicos dinâmicos e se coaduna com indícios encontrados por JESUS & SHADLE (op.cit.) e por JESUS & LOUSADA (op.cit.) para o PE e por TORREIRA (op.cit) para o Espanhol. Um desvozeamento de obstruente vozeadas menor do que o encontrado na literatura do PE, assim como o vozeamento parcial de obstruente desvozeadas ainda não descrito para o

Português Brasileiro (somente levantado no caso do Espanhol, por TORREIRA, op.cit), pode demonstrar estratégias diferenciadas de gestualidade na produção de obstruintes, indo a encontro do segundo achado. Essas estratégias estão relacionadas diretamente com as relações de pressão supra e infra glóticas, descritas a seguir.

Devemos considerar que uma condição para a fonação é que a pressão infraglótica seja maior que a supra glótica, ou seja, para vozear: $P_{ig} > P_{sg}$. No caso de obstruintes vozeadas o fluxo aéreo passa livremente até encontrar, como primeira constrição, as pregas vocais fechadas. Isso faz com que a pressão infra glótica seja mais alta que a supra glótica. Há uma interrupção parcial do fluxo contínuo ($P_{ig} > P_{sg}$) por meio de constrição, gerando uma obstrução intermitente. O fluxo aéreo abre as pregas vocais, mas a passagem do ar por elas em alta velocidade faz com que a pressão do ar ali diminua, fechando-as (graças ao Efeito de Bernoulli – aumento da velocidade gera diminuição de pressão). Assim, acontecem as vibrações da voz, com liberação de pulsos aéreos em determinada frequência. Essa diminuição da pressão ocorre na região glotal, sendo que no restante do trato (tubo) a pressão é alterada por suas diversas possíveis constrições.

O fluxo que passou pelas pregas vocais segue até encontrar a próxima constrição. Dependendo do grau dessa constrição, com o decorrer do tempo e acúmulo de moléculas, haverá um aumento da pressão supra glótica. Com uma obstrução no trato¹¹ a pressão supra glótica tende a aumentar.

¹¹ Pode-se afirmar que quanto maior a distância entre obstrução e glote, mais facilmente dissipa-se a pressão e menor é o aumento de pressão supra glótica que ocorre em qualquer tipo de oclusão. Esta é a mesma razão que justifica o fato de quanto mais posterior a oclusão, maior (mais energia e maior duração) o estouro. Ou seja, em oclusões mais posteriores a pressão infra glótica é grande e gera estouros maiores do que quando a oclusão é anterior e a pressão já se dissipou.

É possível que a pressão supra glótica aumente até um ponto em que supere a infra, ou seja, $P_{ig} < P_{sg}$. Nesse momento pode ocorrer uma abertura das pregas gerando desvozeamento de vozeadas, descrito em nosso trabalho.

No caso das obstruintes desvozeadas as condições para a fonação continuam sendo as mesmas ($P_{ig} > P_{sg}$). Porém em desvozeadas partimos do pressuposto que as pregas vocais estariam abertas e que o fluxo aéreo passa livremente até encontrar, como única constrição, a obstrução. Antes da obstrução (na respiração) temos que $P_{ig} = P_{sg}$. A partir do momento em que há alguma constrição (obstrução) a pressão no tubo aumenta progressivamente mantendo $P_{ig} < P_{sg}$; ou seja, mantendo uma condição inversa à da fonação (vozeamento).

Uma possibilidade de condição física que poderia favorecer o vozeamento parcial de desvozeadas, encontrado em nosso trabalho, é a obstrução não selar toda a passagem de ar, permitindo algum escape. Ou seja, se a constrição for um pouco mais “frouxa” a pressão supra glótica pode não superar a infraglótica e a condição de $P_{ig} > P_{sg}$ (condição de fonação) pode ser alcançada. Além disso, devemos considerar a interação com a abertura de glote, que não necessariamente em uma fala natural é tão grande. Ou seja, em uma fala clara a abertura das pregas vocais pode ser maior do que na fala natural, onde elas podem estar menos abertas. Nesse caso, e por meio da junção desses dois fatores, pode haver um vozeamento parcial de desvozeadas.

No caso das crianças, podemos notar pelos resultados a constante tentativa de se assemelhar à fala adulta. Digo isso no sentido de que, na tentativa de produzir o vozeamento de forma semelhante à adulta, a criança ainda vozeia as obstruintes desvozeadas em porcentagem maior do que a adulta e desvozeia obstruintes vozeadas em maior porcentagem que a adulta. Isso

demonstra ao menos a não estabilização do contrastes vozeamento, com sua aquisição ainda em curso. Porém indica que essas crianças estão adquirindo variantes sócio-fonéticas, ou seja, padrões dialetais. Como foi visto, as oclusivas revelaram maiores dificuldades de aquisição desses padrões de vozeamento que as fricativas.

A duração parece apresentar indícios relacionados ao segundo e terceiro achados, uma vez que as obstruintes desvozeadas parecem apresentar duração maior do que as obstruintes vozeadas, reforçando a possibilidade de suas produções articulatórias serem diferentes.

Ou seja, resumindo todos os achados, podemos afirmar que crianças em processo de aquisição de linguagem dizem a mesma palavra ou os mesmos sons de várias maneiras diferentes. A grande variação é um achado constante em nosso trabalho, que mostra que, durante o processo de aquisição, a criança parece fazer diversas tentativas em busca do alvo adulto. A criança considerada normal consegue realizar produções articulatórias que, auditivamente, parecem soar ao adulto conforme o esperado. Porém, conforme vimos em nossos resultados, por diversas vezes há diferenças na produção infantil. Essas diferenças podem estar ligadas não só à não estabilização da aquisição de um contraste, mas também a aproximações da variação sócio-fonética na qual estão inseridas. Fato é que a grande variação nas produções fonéticas infantis tem sido um lugar comum.

Os resultados deste estudo indiciam que crianças sem queixas fonológicas também apresentam estratégias diferenciadas de produção (como, por exemplo, as tentativas em torno do contraste vozeamento), o que, de certo modo, as aproxima das crianças com queixa estudadas por BERTI (op.cit.), FREITAS (op.cit.) e RODRIGUES (op.cit.). Isso nos leva a encontro dos resultados de BARROCO, DOMINGUES, PIRES LOUSADA & JESUS (2007), onde as crianças com queixas se assemelham muito às crianças sem queixas.

Deve-se lembrar que o que torna os achados deste estudo relevantes para repensarmos a práxis fonoaudiológica é justamente o fato de existir essa grande variação e estratégias diferenciadas por parte das crianças. Isso nos leva à conclusão de que cada criança possui uma produção articulatória única, diferenciada. A propósito, uma avaliação de linguagem embasada na Fonologia Gestual tem o potencial de incorporar o caráter individual da produção. Afirmo isso na medida de que, para produzir um determinado som de forma semelhante ao adulto, a criança tem que coordenar vários gestos articulatórios¹². Essa coordenação motora fina pode variar de criança para criança, uma vez que ela pode ter maior ou menor dificuldade nessa coordenação. Por vezes ela pode conseguir realizar parte dos movimentos necessários para produzir o som, mas não conseguir coordená-los com outros. Por isso é tão importante observar a produção individual da criança de modo a auxiliar terapêuticamente em qualquer dificuldade que possa vir a surgir.

Esse diferencial é mais um reforço pela nossa opção pela Fonologia Gestual, uma vez que sistemas de avaliação padronizados com testes e provas (no sentido de avaliar toda e qualquer criança da mesma forma, desconsiderando fatores sociais, emocionais, etc) não são capazes de observar eventos como estes. Mostra-se, então, a grande importância da aproximação entre a Lingüística e a Fonoaudiologia, interdisciplinariedade que permite considerar aspectos fonológicos, sociais, clínicos e interacionais.

Nesse sentido, devem ser pensadas as interfaces futuras que nossos achados podem apresentar com a clínica fonoaudiológica. A ausência de um corpus de fala infantil do PB foi a motivação inicial deste trabalho e os resultados encontrados demonstram a grande relevância de

¹² Segundo GOLDSTEIN, BYRD & SALTZMAN (2006) gestos articulatórios são ações de diferentes órgãos do trato vocal, tais como os lábios, ponta da língua, dorso da língua, véu palatino, glote. Gestos articulatórios são simultaneamente unidades de ação e de informação (contraste e codificação). Nesta abordagem (Fonologia Gestual), assim como em algumas outras abordagens atuais para a evolução fonológica, a estrutura fonológica é vista como decorrente das características estruturais e funcionais e das limitações da ação do corpo no ambiente.

uma observação experimental para descrever a produção fonarticulatória infantil. Porém questões se levantaram naturalmente no curso do trabalho como: Haveria a possibilidade de utilização do instrumento de coleta no contexto clínico fonoaudiológico como forma de avaliação de linguagem? Como aplicar os resultados encontrados para a fala sem queixa no contexto terapêutico? Tais questões pedem maior discussão.

O instrumento desenvolvido apresentou grande eficácia em sua tarefa original: observar a fala infantil natural, retirando o foco da criança do fato de ela estar sendo observada, para colocar esse foco no caráter lúdico. E foi a observação dos eventos articulatórios decorrentes desse tipo de interação que nos possibilitou observar a grande variação da produção infantil. Com base nos dados apresentados, há indícios que talvez a produção dessas crianças não fosse a mesma em um contexto avaliativo mais tradicional. É no sentido de trazer à tona uma fala mais próxima do cotidiano da criança que está a relevância desse instrumento, e é esse caráter naturalista dado ao contexto controlado (no sentido de apresentar os sons alvo) que o torna uma possível forma de avaliação de linguagem, assim que aperfeiçoado em alguns aspectos, como exclusão de palavras com efeito “trava-língua” e inclusão de palavras que contemplem a posição de coda e grupos consonantais. Fica, portanto, a necessidade de retomar tal instrumento em estudos futuros, melhorando pontos que se demonstraram problema e adaptando o instrumento em relação à duração das gravações e abrangência fonológica, para torná-lo uma avaliação de linguagem para uso clínico. Ressalto que essas adaptações não pretendem, em nenhum nível, tornar esse instrumento mais um sistema padronizado. Pelo contrário, tais mudanças deverão melhorar o instrumento em relação às suas principais características que são a naturalidade de fala e a adaptabilidade a diversas situações e diferentes sujeitos. Apesar de ainda não haver intenção de

apresentar o instrumento em seu estado atual para uso clínico, há a intenção de realizar essas adaptações necessárias para viabilizar seu uso neste contexto.

Vale ressaltar que maiores estudos são necessários para sedimentar os achados desta dissertação, especialmente a questão do vozeamento/desvozeamento de obstruintes no PB, bem como a possível semelhança entre as estratégias das crianças com e sem queixas fonológicas. Nesta continuidade pretendemos observar as questões levantadas pelos nossos resultados em crianças **com** queixas fonológicas, assim como em um número maior de sujeitos adultos. Somente após observarmos um quadro mais geral será possível fazer inferências clínicas de como atuar terapêuticamente. Por enquanto, a principal mudança de intervenção que podemos sugerir é colocar o foco terapêutico no que a criança está produzindo, e não no que ela ainda não consegue produzir. Ou seja, o planejamento terapêutico se inicia em observar experimentalmente o que a criança produz e como produz para, a partir daí, ajudá-la a realizar os ajustes articulatórios necessários para que sua fala se aproxime cada vez mais da do adulto. Abandona-se então a visão de falta, de distúrbio ou de desvio, adotando uma visão que entende que as dificuldades fonológicas fazem parte de um processo, que pode ser vivenciado com maior ou menor dificuldade no caso de cada criança. O fonoaudiólogo seria, portanto, o responsável por auxiliar a criança a caminhar nesse processo.

Deixamos, portanto, o desejo de continuidade deste trabalho, visando completar as possíveis lacunas e ampliar o estudo das peculiaridades da fala infantil em processo final de aquisição de linguagem.

6. Referências Bibliográficas

ALBANO, E.C., (2001). *O gesto e suas Bordas: esboço de fonologia acústico-articulatória do português brasileiro*. Campinas, SP. Editora Mercado de letras

ASSMANN, P.F. & KATZ, W.F., (2000). *Time-varying spectral change in the vowels of children and adults*. Journal Acoustic Society of America 108:1856–1866.

BALL, M.J. & KENT, R.D., (1997). *The New phonologies. Developments in clinical Linguistics*. Wisconsin, Singular publishing Ltd.

BARROCO, M.A.L., DOMINGUES, M.T.P., PIRES, M.F.M.O., LOUSADA, M. & JESUS, L.M.T., (2007). *Análise temporal das oclusivas orais do Português Europeu: um estudo de caso de normalidade e perturbação fonológica*. Rev. CEFAC [online]. 2007, vol.9, n.2, pp. 154-163. ISSN 1516-1846. doi: 10.1590/S1516-18462007000200003.

BERTI L., (2006). *Aquisição incompleta do contraste entre /s/ e /S/ em crianças falantes do português brasileiro*. Tese de doutorado inédita, Lafape, IEL, Unicamp.

BOERSMA,P., & WEENINK, D., (2002). *Praat*. [Computer software]. Amsterdam, The Netherlands: Institute of Phonetic Sciences, University of Amsterdam.

BOGOSSIAN, M.A.D.S. & SANTOS, M.J., (1977). *Manual do examinador: Teste Illinois de Habilidades Psicolinguísticas*. Rio de Janeiro: EMPSI; 1977.

BORDEN, G. & HARRIS, K., (1980). *Speech Science Primer: Physiology, Acoustics and Perception of Speech*. Baltimore: Williams and Wilkins.

BRAZ, H.A. & PELLICCIOTTI, T.H.F., (1981). *Exame de linguagem TIPITI*. São Paulo: MJN; 1981.

BROWMAN, C.P. & GOLDSTEIN, L., (1992). *Articulatory phonology: an overview*. Haskins Laboratories, New Haven.

CHOMSKY, N. & HALE, M., (1968). *Sound pattern of English*. New York: Harper & Row.

CIELO, C.A. & CASARIN, M.T., (2008). *Sons fricativos surdos*. Rev. CEFAC [online]. 2008, vol.10, n.3, pp. 352-358. ISSN 1516-1846. doi: 10.1590/S1516-18462008000300010.

COMPTON, A.J., (1970). *Generative studies in children's phonological disorders*. Journal of the Speech and Hearing Disorders;35:315-40

COUDRY, M.I.H. & FREIRE, F. (2005) *O Trabalho do Cérebro e da Linguagem: A vida e a sala de aula*. Fascículo Cefiel Unicamp – 2005-2010.

DORMAN, M.F. & RAPHAEL, L.J., (1980). *Distribution of acoustic cues for stop consonant place of articulation in VCV syllables*. Journal of the Acoustical Society of America, 67, 1333~1335.

EVERS, H., REETZ, H., & LAHIRI, A., (1998). *Cross-linguistic acoustic categorization of sibilants independent of phonological status*. J. Phonetics 26, 345–370.

FANT, G., (1970). *Acoustic theory of speech production*. Second Ed. Paris: Mouton.

FORREST , K., WEISMER, G., HODGE, M., DINNSEN, D. A., & ELBERT, M. (1990). *Statistical analysis of word-initial /k/ and /t/ produced by normal and phonologically disordered children*. *Clinical Linguistics and Phonetics*, 4, 327–340.

FORREST , K., WEISMER, G., MILENKOVIC, P. & DOUGALL, R., (1988). *Statistical analysis of word-initial voiceless obstruents: Preliminary data*. *Journal of the Acoustical Society of America* 84.115-23.

FREITAS, M.C., (2007). *Aquisição das obstruientes por crianças de 5-7 anos com queixa fonoaudiológica*. Dissertação de mestrado, Lafape, IEL, Unicamp.

FU, H., RODMAN, R., MCALLISTER, D., BITZER, D. & XU, B. (1999). *Classification of Voiceless Fricatives through Spectral Moments*. In *Proceedings of the 5th International Conference on Information Systems Analysis and Synthesis (ISAS'99)*, Skokie, Ill.: International Institute of Informatics and Systemics, 307–11.

GOLDSTEIN, L., BYRD, D. & SALTZMAN, E. (2006). *The role of vocal tract gestural action units in understanding the evolution of phonology*. (in press) In Michael Arbib, (ed.) *From Action to Language: The Mirror Neuron System*. Cambridge: Cambridge University Press.

GRUNWELL, P., (1981). *The nature of phonological disability in children*. London: Academic Press.

HAGE, S. R. V. (2003). *A avaliação fonoaudiológica em crianças sem oralidade*. *Tópicos em Fonoaudiologia*. Rio de Janeiro: Revinter, 2003. v. 5, p. 175-185.

_____ (1997). *Avaliando a Linguagem na Ausência da Oralidade: estudos psicolinguísticos*. Bauru, SP. Editora Edusc.

_____ (1994) *Avaliando a Linguagem enquanto Atividade*. Dissertação de mestrado. Campinas: IEL- UNICAMP.

HAUPT, C., (2008). *As fricativas [s], [z], [Z] [X] do Português Brasileiro*. Estudos Linguísticos. 2007;36(1):37-46.

HEWLETT, N., (1985). *Phonological versus phonetic disorders: Some suggested modifications to the current use of the distinction*. British Journal of Disorders of Communication, 20, 155–164.

HILLENBRAND, J., GETTY, L., CLARK, M. & WHEELER, K., (1995). *Acoustic characteristics of American English vowels*. J. Acoust. Soc. Am. 97, 3099–3111 (1995).

HODGE M., CHESWORTH J., et al. (2004). *Effect of phonetic context on women's vowel area*. Paper presented on From Sound to Sense, at MIT, 11 to 13, june, 2004. p.C43:48.

INGRAM (1997) in BALL, M.J. & KENT, R.D., (1997). *The New phonologies. Developments in clinical Linguistics*. Wisconsin, Singular publishing Ltd.

JACEWICZ, E., FOX, R.A. & SALMONS, J., (2007) *Vowel Space Areas Across Dialects and Gender*. ICPhS XVI, ID 1252, Saarbrücken, 6-10 August 2007.

JESUS, L.M.T. & SHADLE, C.H., (2002). *A parametric study of the spectral characteristics of European Portuguese fricatives*. Journal of Phonetics (2002) 00, 000-000 doi:10.1006/jpho.2002.0169

JONGMAN, A., WAYLAND, R. & WONG, S., (2000). *Acoustic Characteristics of English fricatives*. Journal of the Acoustical Society of America 108.1252-63.

KENT & READ, R.D. & READ, C., (2002). *The acoustic Analysis of Speech*. Iowa. Singular Publishing Company.

KENT (1997) in BALL, M.J. & KENT, R.D., (1997). *The New phonologies. Developments in clinical Linguistics*. Wisconsin, Singular publishing Ltd.

KEOGH, E. & PAZZANI, M. (2001). *Derivative Dynamic Time Warping*. In First SIAM International Conference on Data Mining (SDM'2001), Chicago, USA.

LADEFOGED, P., (2001). *Vowels and consonants: an introduction to the sounds of languages*. Blackwell Publishing

_____ (1974) *Elements of acoustic phonetics*. Chicago: University of Chicago.

LAMPRECHT, R.R. et.al., (2004). *Aquisição Fonológica do Português: perfil de desenvolvimento e subsídios para terapia*. Porto Alegre, RS. Editora Artmed

LEE, S., POTAMIANOS, A. AND NARAYAN, S., (1999). *Acoustics of children's speech; developmental changes of temporal and spectral parameters*. Journal of the Acoustical Society of America 105, 1455-1468.

LEONARD, L., (1995). *Phonological impairment*. In FLETCHER P; MacWHINNEY B (Eds.) *The handbook of child language*. Oxford:Blackwell, pp573-602.

LISKER, L. & ABRAMSON, A. S., (1964). *A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements*. Word, 20: 384-422.

_____ (1965). *Voice onset time in stop consonants: Acoustic analysis and synthesis*. Proceedings of the 5th International Congress of Phonetics.

LOUSADA, M.L. & JESUS, L.M.T., (2006) *Analysis of stop consonant production in European Portuguese*. In *Proceedings of ISCA – Tutorial and Research Workshop in Experimental Linguistics*. 28-30 August 2006, Athens, Greece. (p. 177 to 195)

MARSHAL, C.W. & NYE, P.W., (1983). *Stress and vowel duration effects on syllable recognition*. Haskins Laboratories, New Haven, Connecticut. (Received 13 December 1982; accepted for publication 15 April 1983)

LOUSADA, MARTINS & JESUS (2005), *Estudo do pré-vozeamento, frequência do burst e locus de F2 das oclusivas orais do português europeu*. IEETA/Universidade de Aveiro, 3810-193 Aveiro, Portugal.

McGOWAN, R.S., (2006). *Perception of synthetic vowel exemplars of 4 year old children and estimation of their corresponding vocal tract shapes*. J. Acoustic Society of America, DOI: 10.1121/1.12345833. PACS: 43.70.Aj. 43.70.Ep

McREYNOLDS, L.V., (1988). *Articulation Disorders of Unknown Etiology in Handbook of Speech-language Pathology and Audiology*. Philadelphia, Pennsylvania. Publisher B.C. Decker Inc

MOTA, H.B., (2001). *Terapia fonoaudiológica para os desvios fonológicos*. Rio de Janeiro: Ed. Revinter.

NISSEN, S.L. & FOX, R.A., (2005). *Acoustic and spectral characteristics of young children's fricative productions: A developmental perspective*. *Journal of the Acoustical Society of America*. 2005;118:2570–2578.

NITTROUER, S., (1995). *Children learn separate aspects of speech production at different rates: Evidence from spectral moments*. J. Acoust. Soc. Am. 1995 Jan;97(1):520-30

_____ (1989). *The perceptual Effects of child-adult differences in fricative-vowel coarticulation*. Haskins Laboratories, Connecticut.

NITTROUER, S., & STUDDERT-KENNEDY, M. (1987). *The role of coarticulatory effects in the perception of fricatives in children and adults*. Journal of Speech and Hearing Research, 30, 319–329.

OLIVEIRA, L., SILVA, A. & PACHECO, V., (2001). Por uma abordagem dinâmica dos processos fônicos - Revista Letras. www.ojs.c3sl.ufpr.br

OLLER, D.K., (1973). *Regularities in abnormal child pathology*. Journal of Speech and Hearing Disorders. 38:36-47

ONAKA, A. & WATSON, C.I., (2000). *Acoustic Comparison of child and adult fricatives*. 8th Aust. Int.Conf.Speech & Tech. – SST-2000.

PARREL, B., (2010). *How /b,d,g/ differ from /p,t,k/ in Spanish: A dynamic account*. SPSASSD presentation, June 2010, Accepted papers book, p. 31-33.

PESSOTI, A., (2010). *Similarities and differences between sung and spoken speech*. SPSASSD presentation, June 2010, Accepted papers book, p. 26-27

PETERSON, G.E. & BARNEY, H.L., (1952). *Control methods used in a study of the vowels*. Acoust. Sot. Am. 24, 175-184.

RAHAL, A., CATTONI, D. M., MARCHESAN, I.Q. *Documento Oficial 03/2003 do Comitê de Motricidade Oral (MO) da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia (SBFa).* Disponível em http://www.sbfa.org.br/download/documento_03-2003_comite_mo.doc.2003. Acesso em 23/12/2006.

ROCES, L., (2010). *Vowel-to-vowel perseveratory dissimilation effect in Brazilian Portuguese mid Vowels*. SPSASSD presentation, June 2010, Accepted papers book, p. 75-77

RODRIGUES, L.L., (2007). *Aquisição dos róticos por crianças de 5-7 anos com queixa fonoaudiológica*. Dissertação de mestrado, Unicamp, 2007

SCOBIE, J.M., (1998). *Interactions between the acquisition of phonetics and phonology*. Queen Margaret University College, Edinburgh.

SHADLE, C., (2006). *Phonetic, Acoustic*. Haskins Laboratories, New haven, Connecticut, EUA.

SOARES (2009). *Estratégias de Produção de Vogais e Fricativas: Análise Acústica da Fala de Sujeitos Portadores de Doença de Parkinson*. Tese de Doutorado Inédita, UNICAMP, Campinas.

TORREIRA, F. & ERNESTUS, M., (2010). Reducing /voiceless stop + vowel/ sequences in French and Spanish. 12 LabPhon presentation, July 2010, Abstract's book, p. 61-62.

VYGOSTKY, L.S., (1988). *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes.

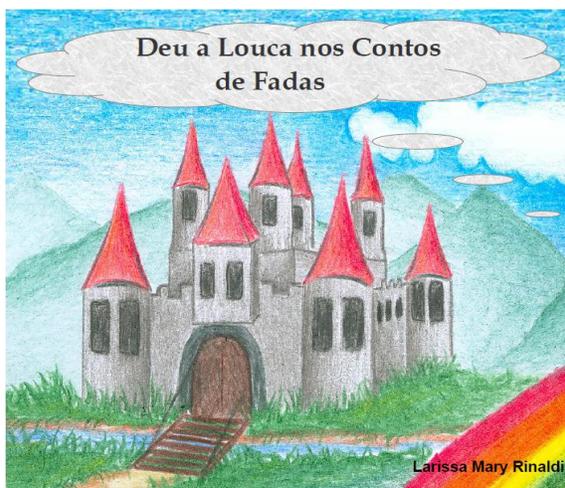
WERTZNER, H.F., (2004). *Fonologia: Desenvolvimento e Alterações*. in Ferreira, L.P, (2004). *Tratado de Fonoaudiologia* São Paulo, Editora Roca.

WRENCH, A.A., (1995). *Analysis of fricatives using multiple centres of gravity*. In Proceedings of the XIIIth International Congress of Phonetic Sciences, vol. 4, pp. 460-463.

YAVAS, M., HERNANDORENA, C. L. M., LAMPRECHT, R. R., (2001). *Avaliação fonológica da criança: Reeducação e Terapia*. Porto Alegre, RS. Editora Artmed

7. Anexos

7.1. O livrinho infantil

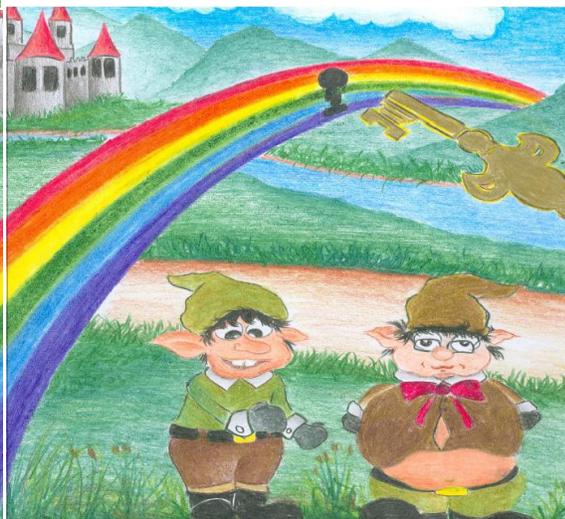
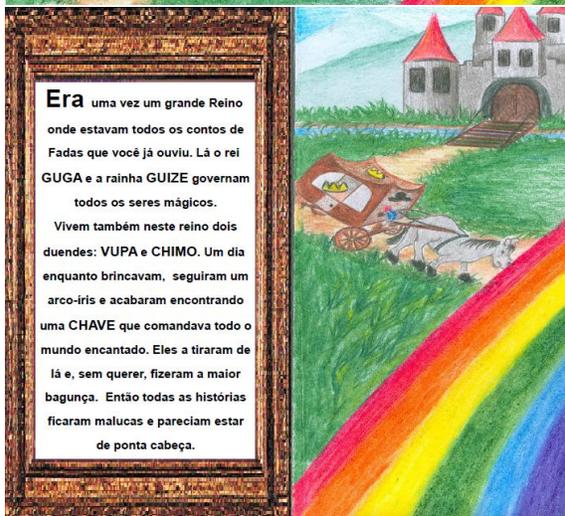


Deu a Louca nos Contos de Fadas

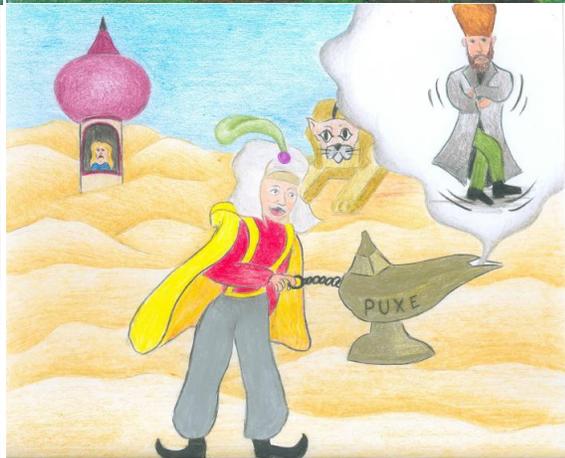
Fga. Larissa Rinaldi
Mestranda em Linguística pela Universidade Estadual de Campinas
LAFAPE/UNICAMP/TEL
Procedimentos para Avaliação Instrumental da Pronúncia do Português Brasileiro por Crianças de 5 a 7 Anos de Idade



Ilustrações por Guto Abraão



A FADA madrinha de Cinderela a deixou SUJA como estava e a mandou ao baile de JIPE, bem depois da meia noite.



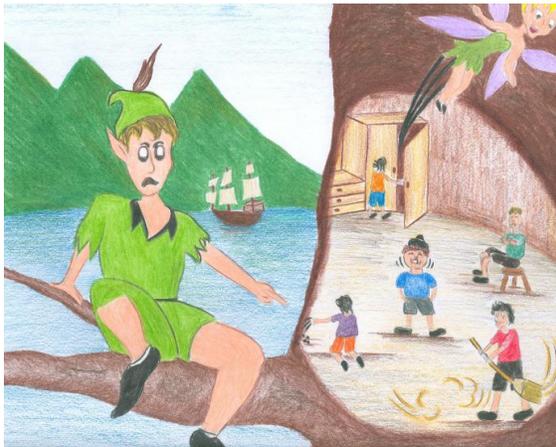
Aladim encontrou uma lâmpada na DUNA de areia aonde ao invés de estar escrito esfregue, estava escrito "PUXE". Quando ele puxava saía um RUSSO dançarino da lâmpada, e não um gênio. Jasmin, a sua amada princesa, ficou sem príncipe encantado.



A bruxa má, madrasta da Branca de Neve, estava preparando sua poção. Colocou um **TUFO** de pêlos de morcego, um **BIFE** estragado e um **KIBE** de carne de GATO. E aí você já pode imaginar, nada de maçã envenenada sair de lá de dentro. Saiu da poção uma voz que dizia sussurrando para a bruxa: - **NANE!** Naaaanel E foi ela quem caiu num sono profundo



No País das Maravilhas, durante o chá da tarde dos malucos com Alice, ao invés de haver um bule de chá havia uma **JARRA** de suco e o pratinho que eles costumavam comer estava **MU(r)CHO**. Alice logo disse: - Desse jeito eu **PIRO**. E lá dá pra pratinho murchar?



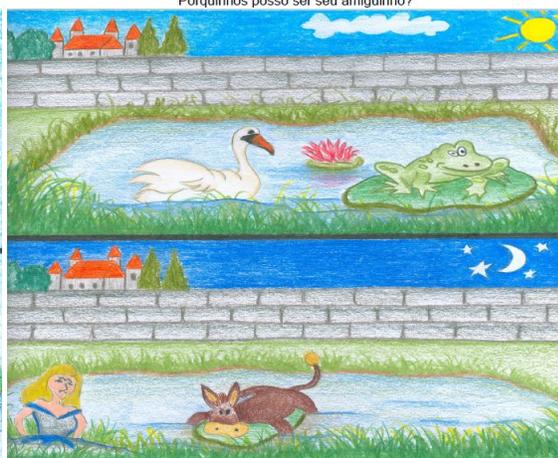
Na terra do nunca, Peter Pan ordenou a um dos meninos perdidos: - **PARE** de brincar. Chega de ser criança, de brincar de bola de **GUDE** e de comer **BALA** todo dia. Vamos crescer! E nada de fazer **MANHA**. Enquanto você **VARRE** o chão, João **FUÇA** o quarto até encontrar a Sininho para mandá-la embora e eu preparo para o almoço a salada de **TALO** de espinafre.



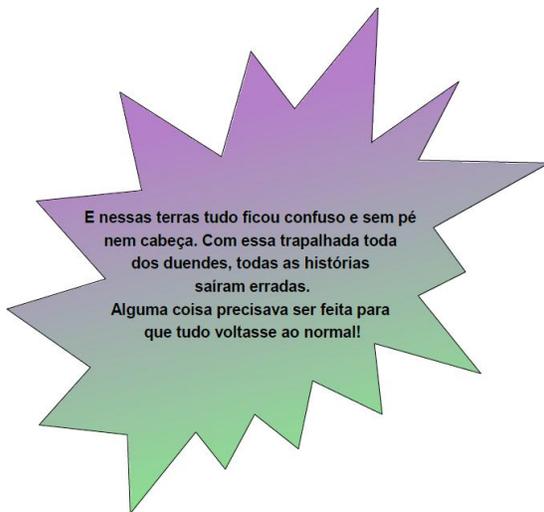
Os três porquinhos usaram cimento e tijolos para construir suas casas. Ficou muito chique! Tinha piso, **LAJE**, azulejo e nem mais um fio de **PALHA**. O lobo, depois de muito tentar derrubar suas casas, desistiu e **DISSE**: - Vou soprar, soprar e de **TIME** mudar. Porquinhos posso ser seu amiguinho?



A Galinha dos Ovos de Ouro saiu do **NINHO** e foi nadar no **LAGO** junto com os patos. Cacarejou: - Pó, póó... Estou cansada de viver sentada comendo **MILHO** e botando ovos. Aqui é minha nova **CASA**. Quero mais emoção. Se no lago tivesse ondas eu saia surfando.



No conto do Lago dos Cisnes a princesa beijou o príncipe **SAPO**. Só que ao invés de ele voltar a ser príncipe, se transformou num **BURRO**. Pobrezinhos.



Os duendes arrependidos começaram a pensar em algo para tentar consertar o que fizeram. No meio da conversa Vupa lembra de algumas amigas fadinhas e pede a Chimo que LIGUE para ZÁLI, ZÍKI e ZÚNI, três pequenas fadas, para pedir ajuda. Quando elas viram o tamanho da encrenca que eles tinham arranjado, correram para ajudá-los.



Záli, a fadinha vermelha, comandando tudo desde o começo, começou a descrever quais ingredientes encantados eles precisariam para desfazer a confusão:

- Zíki, consiga uma gardênia azul, aquela flor que CURA as fadas quando suas asas estão machucadas. Vupa, consiga um GUIZO da coleira do Gato de Botas. Zúni, consiga uma FITA da cabeça de uma princesa. Chimo, pegue um pouco de BABA de cragão. Enquanto vocês fazem isso eu vou conseguir uma LUVVA de príncipe encantado, um SINO da igreja mais distante, uma GOTA de suor da NUCA de uma vovó de 90 anos que ainda MALHE na academia e um RABO de lagartixa que pareça uma LIXA. Vamos lá amiguinhos, vai dar tudo certo se trabalharmos juntos!



A magia se fez e tudo se desfez! Tudo, ao que era antes, volte outra vez!

E no meio de tanta coisa doida, acabou dando tudo certo. Todo mundo saiu VIVO. As histórias voltaram ao que eram antes e tudo seguiu o seu curso. Felizes e para comemorar resolveram cantar sua misiquinha favorita. Vamos cantar com eles?

Nós duendes já nascemos mágicos
porém, não nascemos ricos.
E indo até o fim do arco-íris,
Nosso ouro iremos encontrar.

Mas no Reino do Faz de Conta
não encontramos no arco-íris
um grande pote de ouro,
mas sim uma grande confusão

Amiguinhos por isso nós cantamos
no final tudo no lugar botamos
e as nossas fadas amiguinhas
para sempre no coração vão morar!

Hum, duendes são legais!

Foi uma trabalhadeira. Todos eles conseguiram encontrar o que precisavam e bem depressa voltaram para juntar tudo que tinham. Colocaram tudo dentro de uma grande caixa quadrada que tinha o formato de um DADO, e falaram as palavras mágicas. Eles já sabiam que coisas estranhas podiam acontecer, mas estavam com medo de abrir a caixa. Tomaram coragem e abriram. No meio da fumaça apareceu uma garotinha fazendo RIMA.

7.2. Termo de consentimento Livre e Esclarecido

Universidade Estadual de Campinas
Instituto de Estudos da Linguagem
Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
(TCLE)

Procedimentos para Avaliação Instrumental da Pronúncia do Português Brasileiro por Crianças de 5 a 7 anos de idade

Pesquisadores(as) Responsáveis:

Fga. Larissa Mary Rinaldi (Mestranda)

Profa. Dra. Eleonora Cavalcante Albano (Orientadora)

Apresentação e Obtenção do Consentimento: Larissa Mary Rinaldi

As queixas fonoaudiológicas de pronúncia de fala já foram estudadas sob diversas óticas. Há, porém uma nova perspectiva trazida pela Fonologia Acústico-Artilatória que visa detalhar de quais processos a criança está se utilizando na produção de fala para guiar uma terapia baseada em uma descrição detalhada destes.

Para tanto, faz-se necessário haver uma descrição da produção de fala infantil sem queixas para ser utilizada como base de comparação.

A metodologia utilizada será um jogo lúdico baseado em uma historinha infantil onde a criança repetirá palavras pertencentes a este contexto lúdico. Não são previstos riscos ou desconfortos durante a pesquisa.

Não será necessário um acompanhamento longitudinal do voluntário, uma vez que trata-se de uma coleta única. Porém, a qualquer dúvida ou questionamento durante a pesquisa, o voluntário será assistido pela pesquisadora. O voluntário da pesquisa pode se recusar a participar em qualquer momento, sem que isto acarrete qualquer penalidade, nem represálias de qualquer natureza.

Garantimos o sigilo de dados confidenciais ou que, de algum modo, possam provocar

constrangimentos ou prejuízos ao voluntário. Todos os dados serão tornados anônimos.

A qualquer despesa decorrente diretamente da participação na pesquisa, o voluntário será ressarcido integralmente. O ressarcimento inclui apenas as despesas que voluntário tem com a participação na pesquisa e que não teria se não participasse. Se a participação na pesquisa não gerar despesas ao voluntário, não vai haver nenhuma forma de reembolso de dinheiro, já que com a participação na pesquisa não vai haver nenhum gasto.

Você receberá uma cópia deste termo de esclarecimento e outro será mantido com a pesquisadora.

A qualquer dúvida ou esclarecimento procure a pesquisadora pelo telefone (019) 3521-1532 ou no endereço Laboratório de Fonética e Psicolinguística (LAFAPE), Cidade Universitária, 13084-971 - Campinas, SP - Brasil - Caixa-Postal: 6045.

Para maiores esclarecimentos dos aspectos éticos da pesquisa entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências médicas da Unicamp pelo telefone (019) 3521-8936 ou pelo e-mail cep@fcm.unicamp.br, ou ainda pelo endereço: Universidade Estadual de Campinas - Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126. Cidade Universitária "Zeferino Vaz" - Campinas - SP - Brasil - CEP: 13083 -887 - Cx. Postal: 6111.

Eu, _____, portador(a) do RG.
_____ e responsável por _____,
declaro estar ciente dos termos da pesquisa e consinto com a sua participação na tal.

Nome:

RG:

Larissa Mary Rinaldi

RG: 33912423-4

7.3. Aprovação do Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Unicamp
(PARECER CEP: N 358/2008; CAAE: 0291.0.146.000-08)



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/pesquisa/etica/index.html

CEP, 04/07/08.
(Grupo III)

PARECER CEP: N° 358/2008 (Este n° deve ser citado nas correspondências referente a este projeto)
CAAE: 0291.0.146.000-08

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: “PROCEDIMENTOS PARA AVALIAÇÃO INSTRUMENTAL DA PRONÚNCIA DO PORTUGUÊS BRASILEIRO POR CRIANÇAS DE 5 A 7 ANOS DE IDADE”.

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Larissa Mary Rinaldi

INSTITUIÇÃO: Laboratório de Fonética e Psico-Linguística / IEL / UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 13/05/2008

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 27/05/09 (O formulário encontra-se no *site* acima)

II - OBJETIVOS

Realização de comparação entre 2 contextos de fala da língua portuguesa praticada no Brasil, em crianças, sendo um em situação lúdica controlada e outro em contextos lúdicos balanceados, teoricamente mais próximos ao natural.

III - SUMÁRIO

Serão selecionadas, através de triagem fonoaudiológica, 10 crianças de 5 a 7 anos de idade, de ambos os sexos, no colégio localizado dentro da universidade, e gravados os diálogos de contexto controlado e de contexto balanceado.

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

O projeto encontra-se adequado a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Recomendação: Assim que definir o local, enviara autorização por escrito ao CEP.

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, bem como ter aprovado o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os anexos incluídos na Pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13084-971 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e)

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VI - DATA DA REUNIÃO

Homologado na V Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 27 de maio de 2008.

Carmen
Profa. Dra. Carmen Sílvia Bertuzzo
PRESIDENTE DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa do FCM/UNICAMP, após analisar o parecer dos membros do Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital de Clínicas de Campinas e o Protocolo de Pesquisa, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assim como todos os outros documentos necessários à aprovação e ao desenvolvimento da pesquisa, concluiu que a mesma é adequada e não representa risco aos participantes.

8. Apêndice – Scripts

8.1. Scripts Utilizados

8.1.1. Para segmentação semi automática:

```
form Entre com os parametros iniciais
sentence Diretorio_dos_dados C:\Documents and Settings\Larissa\Desktop\Dados adulta - teste\
sentence palavra baba
sentence Extensao_do_arquivo_sonoro .wav
sentence Extensao_do_TextGrid .TextGrid
sentence diretorio_isabelle C:\MyStuff\Análises Mestrado\dados de meninas\Isabelle\
sentence palavra_isabelle baba
endform

# Constants
dataDirectory$ = diretorio_dos_dados$
dataDirectory2$ = diretorio_isabelle$
word$ = palavra$
word2$ = palavra_isabelle$
powerSpectralMoments = 2
emptyString$ = ""
lengthExtension = length(extensao_do_arquivo_sonoro$)

#Puxando a Isabelle como modelo
Read from file... 'dataDirectory2$"word2$"_1'extensao_do_arquivo_sonoro$'
Rename... 'word2$'_1_isabelle
Read from file... 'dataDirectory2$"word2$"_1'extensao_do_TextGrid$'
Rename... 'word2$'_1_isabelle

Create Strings as file list... fileList 'dataDirectory$"word$"*'extensao_do_arquivo_sonoro$'
select Strings fileList
numberOfFiles = Get number of strings

# Start big fat loop
for ifile from 1 to numberOfFiles

select Strings fileList
```

```

fileName$ = Get string... ifile
Read from file... 'dataDirectory$'fileName$'
lengthFileName = length(fileName$)
objName$ = left$ (fileName$, lengthFileName-lengthExtension)
select Sound 'word2$_1_isabelle
plus Sound 'objName$'

To Spectrogram... 0.005 5000 0.002 20 Gaussian
spect1 = selected("Spectrogram")
spect2 = selected("Spectrogram")
To DTW... yes yes no restriction
dtw = selected("DTW")

# obtem medidas de distância e tempo
select dtw
distWeight = Get distance (weighted)
xSteps = Get maximum consecutive steps... X
ySteps = Get maximum consecutive steps... Y
diagSteps = Get maximum consecutive steps... Diagonaal
yTime = Get y time... 0
xTime = Get x time... 0

# converte o Textgrid para o som analisado
select TextGrid 'word2$_1_isabelle
plus dtw
To TextGrid (warp times)
txtgrd2 = selected("TextGrid")
select txtgrd2
Rename... 'objName$'

# seleciona o textgrid criado e o som para edição e correção,
# se necessario
select Sound 'objName$'
plus txtgrd2
Edit

endfor

```

8.1.2. Para coleta de valores dos formantes

```
# para usar o script eh preciso ter dois arquivos
# um arquivo de som com extensao wav
# e outro arquivo gravado como binario extensao textgrid
# ambos devem estar no mesmo diretorio
# eh preciso ter cuidado com o caminho do diretorio e finaliza-lo com "/"
# abrir o script pela janela de objetos
```

```
# by Leonardo Oliveira
# Creation date: 2008-01-20
# Last modification: 2009-01-08
# v. 0.72 (alpha)
##### End of header #####
```

```
form Welcome to ezformant: enter your settings
sentence Data_path C:\Users\Leonardo\ezformant\marissa_test2\msabelle\
sentence Output_file out.txt
sentence Sound_file_extension .wav
sentence TextGrid_extension .TextGrid
sentence Target_label \w+
integer Tier_number 2
boolean F1_x_F2_plot 0
optionmenu Subject_type 3
    option male
    option female
    option child
comment Choose the input format:
optionmenu Input_type 2
    option single
    option multiple
comment Advanced settings
#natural minNumberFormantsTry 5
#natural maxNumberFormantsTry 5
positive basicPenalty 0.6
positive seriousPenalty 0.4
real missPenalty 0
positive formant1Weight 2.0
positive formant2Weight 1.6
positive formant3Weight 1.0
positive formant4Weight 1.0
positive formantWinSize 0.015
boolean Diagnostics 0
```

```

endform

# Defining constants
nFormants = 3
formantIncrement = 100
minNumberFormantsTry = 5
maxNumberFormantsTry = 5

# Defining constants

if (subject_type ==1)
    minFormantTry = 4000
    maxFormantTry = 6000
elseif (subject_type ==2)
    minFormantTry = 4500
    maxFormantTry = 6500
elseif (subject_type==3)
    minFormantTry = 4700
    maxFormantTry = 6900
endif

meanFormantTry= (minFormantTry + maxFormantTry)/2
numberAttemptsFormantRange = (maxFormantTry - (minFormantTry - formantIncrement))/formantIncrement

# Comment the lines below ONLY when doing diagnostic tests

#minNumberFormantsTry = 5
#maxNumberFormantsTry = 5
#basicPenalty = 0.2
#seriousPenalty = 0.4
#missPenalty = 0.1
#formant1Weight = 2.5
#formant2Weight = 1.3
#formant3Weight = 1.0
#formant4Weight = 1.0
#formantWinSize = 0.015

# Comment the above lines ONLY when doing diagnostic tests

loopCorrFactor = minNumberFormantsTry - 1
rangeFormantsTry = (maxNumberFormantsTry - loopCorrFactor)

```

```

##### Begining of script #####

# copying variables used in the GUI

dataDirectory$ = data_path$
file_name$ = data_path$ + output_file$
extensao_do_arquivo_sonoro$ = sound_file_extension$
extensao_do_TextGrid$ = textGrid_extension$
diagnostics_file$ = data_path$ + "diagnostics.txt"

Create Strings as file list... fileList 'dataDirectory$'*'sound_file_extension$'
select Strings fileList
numberOfFiles = Get number of strings
lengthExtension = length(extensao_do_arquivo_sonoro$)

if (input_type == 2)
    Create Table with column names... Vowels numberOfFiles segment F1 F2 F3
endif

# Start big fat loop
for ifile from 1 to numberOfFiles
    select Strings fileList
    fileName$ = Get string... ifile

    #print testing
    Read from file... 'dataDirectory$'fileName$'
    lengthFileName = length(fileName$)
    objName$ = left$ (fileName$, lengthFileName-lengthExtension)
    Read from file... 'dataDirectory$'objName$"extensao_do_TextGrid$'
    textGridAll = selected ("TextGrid")
    select textGridAll
    nTiers = Get number of tiers
    select textGridAll
    #dependent of input type.
    if (input_type ==1)
        nIntTierTemp = Get number of intervals... 2
    elseif (input_type == 2)
        nIntTierTemp = Get number of intervals... tier_number
    endif
    select textGridAll
    plus Sound 'objName$'
    # Extract intervals preserving time. Messy but necessary

```

```

Extract intervals where... tier_number 1 "matches (regex)" 'target_label$'
# One or more Sound objects are selected.
# Necessary to get their names in advance?
nSelectedSounds = numberOfSelected("Sound")
for bb from 1 to nSelectedSounds
    sound'bb' = selected ("Sound", bb)
endfor

# Creates table to store F1, F2 and F3 of all segments
if (input_type == 1)
    Create Table with column names... Vowels nSelectedSounds segment F1 F2 F3
endif

for trd from 1 to nSelectedSounds
    select sound'trd'
    durPreUA = Get total duration
    Multiply by window... Gaussian1
    nameSelSound$ = selected$ ("Sound")
    selectedSoundUA = selected("Sound")
    Rename... underAnalysis
    startTimeUA = Get start time
    endTimeUA = Get end time
    durUA = Get total duration

    call TryOptimalSettings
    call GetOptimalSettings
    call DoFormantAnalysis
    #call CheckAndExterminateOutliers
    call WriteOutput
    call CleanUP
endfor #trd
endfor #big fat loop.

if (f1_x_F2_plot ==1)
# code to get vowel means, area of aiu triangle
select Table Vowels
minF1Table = Get minimum... F1
maxF1Table = Get maximum... F1
minF2Table = Get minimum... F2
maxF2Table = Get maximum... F2
minF3Table = Get minimum... F3
maxF3Table = Get maximum... F3

```

```

subTable_a = Extract rows where column (text)... segment "is equal to" a
select Table Vowels
subTable_i = Extract rows where column (text)... segment "is equal to" i
select Table Vowels
subTable_u = Extract rows where column (text)... segment "is equal to" u

select subTable_a
stdF1a = Get standard deviation... F1
stdF2a = Get standard deviation... F2
select subTable_i
stdF1i = Get standard deviation... F1
stdF2i = Get standard deviation... F2
select subTable_u
stdF1u = Get standard deviation... F1
stdF2u = Get standard deviation... F2

select Table Vowels
meanF1a = Get group mean... F1 segment a
meanF2a = Get group mean... F2 segment a
meanF1i = Get group mean... F1 segment i
meanF2i = Get group mean... F2 segment i
meanF1u = Get group mean... F1 segment u
meanF2u = Get group mean... F2 segment u
lengthA = sqrt( (meanF2a - meanF2i)^2 + (meanF1a - meanF1i)^2 )
lengthB = sqrt( (meanF2a - meanF2u)^2 + (meanF1a - meanF1u)^2 )
lengthC = sqrt( (meanF2i - meanF2u)^2 + (meanF1i - meanF1u)^2 )
areaMeans = sqrt( (lengthA^2 + lengthB^2 + lengthC^2)^2 - 2*(lengthA^4 + lengthB^4 + lengthC^4) )/4
areaMeansKHz = areaMeans/1000
Create Table with column names... VMeans 3 segment F1 F2 F3
select Table VMeans
Set numeric value... 1 F1 meanF1a
Set numeric value... 1 F2 meanF2a
Set numeric value... 2 F1 meanF1i
Set numeric value... 2 F2 meanF2i
Set numeric value... 3 F1 meanF1u
Set numeric value... 3 F2 meanF2u
Set string value... 1 segment a
Set string value... 2 segment i
Set string value... 3 segment u
endif

```

```

if (diagnostics == 1)
    fileappend "'diagnostics_file$" "'minNumberFormantsTry' 'maxNumberFormantsTry'
... 'basicPenalty' 'seriousPenalty' 'missPenalty' 'formant1Weight' 'formant2Weight' 'formant3Weight'
... 'formant4Weight' 'formantWinSize' 'areaMeansKHz:2'
... 'meanF1a:0' 'stdF1a:0' 'meanF2a:0' 'stdF2a:0' 'meanF1i:0' 'stdF1i:0' 'meanF2i:0' 'stdF2i:0' 'meanF1u:0' 'stdF1u:0' 'meanF2u:0' 'stdF2u:0'
... 'newline$'
else
    # do shit
endif
##### plot option
if (f1_x_F2_plot ==1)
    Erase all
    Select outer viewport... 0.0 10.0 0.0 8.0
    select Table Vowels
    Scatter plot... F2 maxF2Table+50 minF2Table-50 F1 maxF1Table+50 minF1Table-50 segment 9 1
    select Table VMeans
    Scatter plot... F2 maxF2Table+50 minF2Table-50 F1 maxF1Table+50 minF1Table-50 segment 23 0
    Text... maxF2Table-150 Centre maxF1Table-150 Half 'areaMeansKHz:3'
    Marks right... 8 1 1 1
    Marks bottom... 8 1 1 1
else
    # do nothing
endif
printline 'areaMeansKHz'
select all
#minus Strings fileList
#minus Table Vowels
#minus Table VMeans
#minus subTable_a
#minus subTable_i
#minus subTable_u
Remove

##### End of execution #####
##### Procedures #####
#-----

procedure WriteOutput

select Sound underAnalysis
noprogress To Formant (burg)... 0.0 nFormantsOptimal formantRangeOptimal formantWinSize 50
select Formant underAnalysis

```



```

        formantMissingCounter = formantMissingCounter + 1
        formantUACV = 0.3
    endif

    optimalSettingsIndex = optimalSettingsIndex + formantUACV

endfor # formant loop (ww)

optimalSettingsIndex = optimalSettingsIndex + dPenalty + addPenalty + missPenalty
select Matrix StatsFormant
Set value... rowSettingIndex columnSettingIndex optimalSettingsIndex
# Cleanup
select Formant underAnalysis
Remove
endproc
#-----
procedure CheckForOutliers formantNumber
select Formant underAnalysis
formantQ3 = Get quantile... formantNumber 0.0 0.0 Hertz 0.75
formantQ1 = Get quantile... formantNumber 0.0 0.0 Hertz 0.25
#formantIQR = formantQ3 - formantQ1
#formantOutlierRange = formantIQR * 1.5
formantLowerOutlierRange = formantQ1 - ((formantQ3 - formantQ1) * 1.5)
formantUpperOutlierRange = formantQ3 + ((formantQ3 - formantQ1) * 1.5)
formantUAMean = Get mean... formantNumber 0.0 0.0 Hertz
To Matrix... formantNumber
select Matrix underAnalysis
for ss from 1 to nframesMatrix
    select Matrix underAnalysis
    formantValue = Get value in cell... 1 ss
    frameTime = Get x of column... ss
    #If outlier found
    if (formantValue < formantLowerOutlierRange) or (formantValue > formantUpperOutlierRange)
        #if first or last value is an outlier, replace by mean
        if (ss == 1) or (ss == nframesMatrix)
            formantValue = formantUAMean
        else
            #find neighbor formant values
            previousFormant = Get value in cell... 1 ss-1
            followingFormant = Get value in cell... 1 ss+1
            formantValue = (previousFormant + followingFormant)/2
        endif
    endif
endfor

```

```

        endif
        select Matrix FormantValues
        Set value... ss formantNumber formantValue
        select Matrix TimeLine
        Set value... ss 1 frameTime
    endfor
select Matrix underAnalysis
Remove
endproc
#-----
procedure AdditionalPenalty
select Formant underAnalysis
mFOne = Get mean... 1 0.0 0.0 Hertz
mFTwo = Get mean... 2 0.0 0.0 Hertz
mFThree = Get mean... 3 0.0 0.0 Hertz
mFFour = Get mean... 4 0.0 0.0 Hertz

if ( subject_type <3 )
    if ( ((mFFour - mFThree) <500) or ((mFTwo-mFOne)<200) or ((mFThree-mFTwo)<200) or (mFOne <150) or ((mFTwo-
mFOne)>2500) )
        addPenalty = seriousPenalty
    else
        addPenalty = 0
    endif
elseif (subject_type == 3)
    if ( ((mFFour - mFThree) <600) or ((mFTwo-mFOne)<250) or ((mFThree-mFTwo)<400) or (mFOne <180) or ((mFTwo-
mFOne)>2500) )
        addPenalty = seriousPenalty
    else
        addPenalty = 0
    endif
endif
endproc
#-----
procedure MissingPenalty
select Formant underAnalysis
maxNFUA = Get maximum number of formants
minNFUA = Get minimum number of formants
if (maxNFUA <> minNFUA)
    missPenalty = basicPenalty
else
    missPenalty = 0
endif
endproc

```

```

endproc
#-----
procedure TryOptimalSettings
# Finding the right formant settings for optimal analysis
# First, create matrix to store all attempted values
Create simple Matrix... StatsFormant rangeFormantsTry numberAttemptsFormantRange 0
select Sound underAnalysis
for numberOfFormantsTryLoop from 1 to rangeFormantsTry
    formantBeingTried = minNumberFormantsTry + numberOfFormantsTryLoop

    for formantRangeLoop from 1 to numberAttemptsFormantRange
        freqBeingTried = formantRangeLoop*formantIncrement + (minFormantTry - formantIncrement)

        # attribute penalties
        distancePenalty = 0

        if ( ( freqBeingTried > (meanFormantTry*1.15) ) or ( freqBeingTried < (meanFormantTry*0.85) ) )
            distancePenalty = basicPenalty*3
        else
            distancePenalty = 0
        endif

        select Sound underAnalysis
        formantRange = formantIncrement*formantRangeLoop + (minFormantTry - formantIncrement)
        noprogess To Formant (burg)... 0.0 (numberOfFormantsTryLoop+loopCorrFactor) formantRange formantWinSize 50
        call FindOptimalFormantSettings numberOfFormantsTryLoop formantRangeLoop distancePenalty
    endfor
endfor
endproc
#-----
procedure GetOptimalSettings
select Matrix StatsFormant
optimalValue = Get minimum
# It is necessary to find where the minimum value is
for rr from 1 to (maxNumberFormantsTry - loopCorrFactor)
    for cc from 1 to numberAttemptsFormantRange
        currValue = Get value in cell... rr cc
        if (currValue == optimalValue)
            indexOptimalRow = rr
            indexOptimalColumn = cc
        endif
    endfor
endfor

```

```

endfor
# Optimal settings
nFormantsOptimal      = indexOptimalRow + loopCorrFactor
formantRangeOptimal = indexOptimalColumn*formantIncrement + (minFormantTry - formantIncrement)
endproc
#-----
procedure DoFormantAnalysis
# Do a single Formant Analysis now
select Sound underAnalysis
noprogress To Formant (burg)... 0.0 nFormantsOptimal formantRangeOptimal formantWinSize 50
select Formant underAnalysis
To Matrix... 1
select Matrix underAnalysis
nframesMatrix = Get number of columns
select Matrix underAnalysis
Remove
endproc
#-----
procedure CheckAndExterminateOutliers
# Checking for outliers and replacing them with linear interpolation
#Create matrix to store all formant values.
Create simple Matrix... FormantValues nframesMatrix nFormants 0
Create simple Matrix... TimeLine nframesMatrix 1 0
for tt from 1 to nFormants
    # Call yet another subroutine
    call CheckForOutliers tt
endfor
endproc
#-----
procedure AddLine
    fileappend "file_name$" 'newline$'
endproc
#-----
procedure CleanUP
# cleaning up
select Sound underAnalysis
plus Formant underAnalysis
plus Matrix StatsFormant
#plus Matrix FormantValues
#plus Matrix TimeLine
Remove
endproc

```

8.1.3. Para duração de segmentos

```
form Entre com os parametros iniciais
sentence Diretorio_dos_dados
sentence Arquivo_de_saida duracao.txt
sentence Extensao_do_arquivo_sonoro .wav
sentence Extensao_do_TextGrid .TextGrid
endform

# Constants (8)
outfile$ = arquivo_de_saida$
dataDirectory$ = diretorio_dos_dados$
emptyString$ = ""
lengthExtension = length(extensao_do_arquivo_sonoro$)

# Writing header (14)
fileappend ""outfile$"" 'objName$' 'tab$' 'labelSeg$' 'tab$' 'durUA' 'newline$'
call AddLine

Create Strings as file list... fileList 'dataDirectory$'*'extensao_do_arquivo_sonoro$'
select Strings fileList
numberOfFiles = Get number of strings

# Start big fat loop (21)
for ifile from 1 to numberOfFiles

select Strings fileList
fileName$ = Get string... ifile
Read from file... 'dataDirectory$'fileName$
lengthFileName = length(fileName$)
objName$ = left$ (fileName$, lengthFileName-lengthExtension)
Read from file... 'dataDirectory$'objName$'extensao_do_TextGrid$'
select TextGrid 'objName$'

# Number of tiers is not known in advance (32)
nTiers = Get number of tiers
for aa from 1 to nTiers
    # aa is the tier number. Unknown in advance. (35)
    select TextGrid 'objName$'
```

```

nIntTierTemp = Get number of intervals... aa
select TextGrid 'objName$'
plus Sound 'objName$'
# Extract intervals preserving time. Messy but necessary (40)
Extract non-empty intervals... aa 1
# One or more Sound objects are selected.
# Necessary to get their names in advance? (42)
nSelectedSounds = numberOfSelected("Sound")
for bb from 1 to nSelectedSounds
    sound'bb' = selected ("Sound", bb)
endfor

for cc from 1 to nSelectedSounds
    labelSeg$ = selected$ ("Sound")
    if (labelSeg$ == "cons" or labelSeg$ == "a" or labelSeg$ == "i" or labelSeg$ == "u" or labelSeg$ == "atona")
        select sound'cc'
        Rename... UnderAnalysis
        durUA = Get total duration
        durUA = round (durUA*1000)
        call WriteOutput
        call CleanUP
    endif #endif match label
endfor
endfor #aa
endfor #big fat loop.
select all
Remove

#####
procedure AddLine
    fileappend "'file_name$'" 'newline$'
endproc

procedure WriteOutput
    fileappend "'outfile$'" 'objName$' 'tab$' 'labelSeg$' 'tab$' 'durUA' 'tab$' 'newline$'
endproc

procedure CleanUP
# cleaning up

```

```
select Sound UnderAnalysis
Remove
endproc
```

8.1.4. Para fricativas surdas (o de vozeadas somente tem um filtro passa baixo de diferença)

```
form Entre com os parametros iniciais
sentence Diretorio_dos_dados C:\Documents and Settings\Larissa\Desktop\Análises Mestrado\Scripts\Antiga pasta de scripts\Script Isabelle\
sentence Arquivo_de_saida 4 momentos espectrais do ruído de isabelle fricativas surdas.txt
sentence Extensao_do_arquivo_sonoro .wav
sentence Extensao_do_TextGrid .TextGrid
sentence Label_dos_segmentos cons
endform

# Constants
outfile$ = arquivo_de_saida$
dataDirectory$ = diretorio_dos_dados$
powerSpectralMoments = 2
emptyString$ = ""
spectralMomentLabel$ = label_dos_segmentos$
lengthExtension = length(extensao_do_arquivo_sonoro$)

# Writing header
fileappend ""outfile$"" 'objName$' 'tab$' 'labelSeg$' 'tab$' 'cg' 'tab$'
fileappend ""outfile$"" 'dp' 'tab$' 'assm' 'tab$'
fileappend ""outfile$"" 'curt'
call AddLine

Create Strings as file list... fileList 'dataDirectory$'*'extensao_do_arquivo_sonoro$'
select Strings fileList
numberOfFiles = Get number of strings

# Start big fat loop
for ifile from 1 to numberOfFiles

select Strings fileList
fileName$ = Get string... ifile
Read from file... 'dataDirectory$'fileName$'
lengthFileName = length(fileName$)
```

```

objName$ = left$ (fileName$, lengthFileName-lengthExtension)
Read from file... 'dataDirectory$'objName$"extensao_do_TextGrid$'
select TextGrid 'objName$'

```

```

# Number of tiers is not known in advance

```

```

nTiers = Get number of tiers

```

```

for aa from 1 to nTiers

```

```

    # aa is the tier number. Unknown in advance.

```

```

    select TextGrid 'objName$'

```

```

    nIntTierTemp = Get number of intervals... aa

```

```

    select TextGrid 'objName$'

```

```

    plus Sound 'objName$'

```

```

    # Extract intervals preserving time. Messy but necessary

```

```

    Extract non-empty intervals... aa 0

```

```

    # One or more Sound objects are selected.

```

```

    # Necessary to get their names in advance?

```

```

    nSelectedSounds = numberOfSelected("Sound")

```

```

    for bb from 1 to nSelectedSounds

```

```

        sound'bb' = selected ("Sound", bb)

```

```

    endfor

```

```

    for cc from 1 to nSelectedSounds

```

```

        labelSeg$ = selected$ ("Sound")

```

```

        if (labelSeg$ == spectralMomentLabel$)

```

```

            select sound'cc'

```

```

            Rename... UnderAnalysis

```

```

            select Sound UnderAnalysis

```

```

        total = Get total duration

```

```

        #startSel = Get start of selection

```

```

        meio = total/2

```

```

        lim = 0.020

```

```

        baixo = meio - lim

```

```

        alto = meio + lim

```

```

        select Sound UnderAnalysis

```

```

        Edit

```

```

        editor Sound UnderAnalysis

```

```

        Show analyses... 1 1 0 0 5.0

```

```

        print 'baixo'

```

```

        print 'alto'

```

```

        Select... baixo alto

        Extract selected sound (time from 0)
        Close
        endeditor

        select Sound untitled
        Rename... windowUA

        To Spectrum... yes
        select Spectrum windowUA
        cg = Get centre of gravity... powerSpectralMoments
        dp = Get standard deviation... powerSpectralMoments
        assm = Get skewness... powerSpectralMoments
        curt = Get kurtosis... powerSpectralMoments

        call AddLine
        call WriteOutput
        select Sound windowUA
        plus Spectrum windowUA

    else

    endif
endfor
endif
endifor # end of big loop

Remove
#####
procedure AddLine
    fileappend "outfile$" "newline$"
endproc

procedure WriteOutput
    fileappend "outfile$" "objName$" 'tab$' 'labelSeg$' 'tab$' 'cg' 'tab$'
    fileappend "outfile$" 'dp' 'tab$' 'assm' 'tab$'
    fileappend "outfile$" 'curt'
endproc

procedure CleanUP

```

```

# cleaning up
select Sound UnderAnalysis
Remove
Endproc

```

8.1.5. Para Oclusivas Surdas (o de vozeadas somente tem um filtro passa baixo de diferença)

```

form Entre com os parametros iniciais
sentence Diretorio_dos_dados
sentence Arquivo_de_saida 4 momentos espectrais do estouro de oclusivas de isabelle.txt
sentence Extensao_do_arquivo_sonoro .wav
sentence Extensao_do_TextGrid .TextGrid
sentence Label_dos_segmentos pl
endform

```

```

# Constants
outfile$ = arquivo_de_saida$
dataDirectory$ = diretorio_dos_dados$
powerSpectralMoments = 2
emptyString$ = ""
spectralMomentLabel$ = label_dos_segmentos$
lengthExtension = length(extensao_do_arquivo_sonoro$)

```

```

# Writing header
fileappend ""outfile$"" 'objName$' 'tab$' 'labelSeg$' 'tab$' 'cg' 'tab$'
fileappend ""outfile$"" 'dp' 'tab$' 'assm' 'tab$'
fileappend ""outfile$"" 'curt'
call AddLine

```

```

Create Strings as file list... fileList 'dataDirectory$'*'extensao_do_arquivo_sonoro$'
select Strings fileList
numberOfFiles = Get number of strings

```

```

# Start big fat loop
for ifile from 1 to numberOfFiles

```

```

select Strings fileList

```

```

fileName$ = Get string... ifile
Read from file... 'dataDirectory$'fileName$'
lengthFileName = length(fileName$)
objName$ = left$ (fileName$, lengthFileName-lengthExtension)
Read from file... 'dataDirectory$'objName$"extensao_do_TextGrid$'
select TextGrid 'objName$'

# Number of tiers is not known in advance
nTiers = Get number of tiers
for aa from 1 to nTiers
    # aa is the tier number. Unknown in advance.
    select TextGrid 'objName$'
    nIntTierTemp = Get number of intervals... aa
    select TextGrid 'objName$'
    plus Sound 'objName$'
    # Extract intervals preserving time. Messy but necessary
    Extract non-empty intervals... aa 0
    # One or more Sound objects are selected.
    # Necessary to get their names in advance?
    nSelectedSounds = numberOfSelected("Sound")
    for bb from 1 to nSelectedSounds
        sound'bb' = selected ("Sound", bb)
    endfor
    for cc from 1 to nSelectedSounds
        labelSeg$ = selected$ ("Sound")
        if (labelSeg$ == spectralMomentLabel$)
            select sound'cc'
            Rename... UnderAnalysis
            select Sound UnderAnalysis

            Rename... windowUA

            To Spectrum... yes
            select Spectrum windowUA
            cg = Get centre of gravity... powerSpectralMoments
            dp = Get standard deviation... powerSpectralMoments
            assm = Get skewness... powerSpectralMoments
            curt = Get kurtosis... powerSpectralMoments

            call AddLine
            call WriteOutput
            select Sound windowUA

```

```

plus Spectrum windowUA

else

endif

endfor
endfor
endfor # end of big loop

select all
Remove
#####
procedure AddLine
    fileappend "outfile$" 'newline$'
endproc

procedure WriteOutput
    fileappend "outfile$" 'objName$' 'tab$' 'labelSeg$' 'tab$' 'cg' 'tab$'
    fileappend "outfile$" 'dp' 'tab$' 'assm' 'tab$'
    fileappend "outfile$" 'curt'
endproc

procedure CleanUP
# cleaning up
select Sound UnderAnalysis
Remove
endproc

```