

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas

Departamento de Linguística

A ditongação nasal no Português Brasileiro

Rita de Cássia Benevides Demasi

São Paulo

2009

Rita de Cássia Benevides Demasi

A ditongação nasal no Português Brasileiro:

Uma análise acústico-aerodinâmica da fala

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Semiótica e Linguística Geral da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como parte do requisito para obtenção do título de mestre em Linguística sob orientação do Professor Dr. Didier Sheila Jean Marie Demolin.

São Paulo

2009

Folha de aprovação

Rita de Cássia Benevides Demasi

A ditongação nasal no Português Brasileiro: Uma análise acústico-aerodinâmica da fala.

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Semiótica e Linguística Geral da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Linguística.

Aprovado em:

Banca examinadora

Professor Dr. Didier Sheila Jean Marie Demolin – orientador

Professora Dra. Beatriz Raposo de Medeiros (titular)

Professora Dra. Nathalie Vallée (titular)

Professor Dr. Waldemar Ferreira Netto (suplente)

Professora Dra. Eleonora Cavalcante Albano (suplente)

Professor Dr. Cesar Augusto da Conceição Reis (suplente)

À Deus.

*Aos meus pais e aos meus
irmãos, que são mais que
presentes em minha vida.*

*Especialmente à Clarinha,
quem sempre me apoiou e
me incentivou a desvendar
o mundo sem temê-lo.*

Agradecimentos

Agradeço a CAPES que atua no desenvolvimento do conhecimento científico em nosso país e pela concessão da bolsa auxílio que obtive durante o período de 24 meses. Essa foi de fundamental importância para a concretização desta dissertação. Agradeço a Universidade de São Paulo por se manter, apesar de todas as dificuldades, como um centro de excelência para o desenvolvimento científico em nossos países.

Ao meu orientador, o Professor Dr. Didier Demolin. Uma pessoa com uma imensa bagagem cultural e teórica que acreditou e confiou em minha capacidade; sou-lhe grata por respeitar minha individualidade; por dividir seu conhecimento e seu precioso tempo comigo, a fim de desenvolver nossa pesquisa; por ter me mostrado o que há de mais moderno dentro do campo da Fonética Experimental, algumas vezes além das águas do Atlântico Sul.

Gostaria de agradecer o apoio e a oportunidade concedida de realizar a coleta de dados coarticulatórios (EMA) no GIPSA-LAB, através da Université Shendal Grenoble 3. Meus francos agradecimentos às Professoras Solange Rossato e Nathalie Vallée, por terem me recebido com lisura e me tratado com afeto, no período de minha estada em Grenoble; por me terem aberto as portas do Laboratório e de suas casas.

Sou grata a minha amiga, a Professora Dra. Beatriz Raposo de Medeiros, por ter me guiado meus primeiros passos na Fonética, ainda na graduação. Ela foi quem me mostrou o quanto é apaixonante e importante estudar o sinal acústico da fala. Agradeço, sobretudo, as orientações, amizade, companhia e cumplicidade de todos os momentos.

Meus sinceros agradecimentos à minha família por compreender as minhas constantes ausências, por me possibilitar uma estrutura sólida para eu me manter estudando; e, por me ajudar e me apoiar em todos os momentos. Agradeço a eles – mãe, pai, jo e jp – embora saiba que nem sempre pude corresponder às necessidades deles, e tenho ciência de que não foi possível estar presente em todas as datas especiais e retribuir o apoio que me deram com a mesma intensidade e proporção.

Ainda assim, agradeço, pois minha família caminha ao meu lado em todos os momentos da minha vida.

Sou grata aos meus amigos por me proporcionar momentos de descontração e alegria; por me trazer tranquilidade nos momentos mais difíceis desta jornada e por me fazer sorrir mais. Sei que não pude retribuir com a mesma intensidade a atenção e o carinho, que sempre me proporcionaram incondicionalmente. Agradeço, sobretudo, a Mile, a Suzeca, a Juju e aos meus amigos do QG, por serem mais que especiais comigo.

Meu agradecimento aos funcionários da FFLCH e principalmente aos do Departamento de Linguística. Agradeço especialmente à Érica Flávia (querida, que mora em meu coração), ao Robson e ao Ben Hur, pois eles me orientaram, esclareceram minhas dúvidas, me ajudaram e, acima de tudo, sempre se preocuparam com minha saúde e com o meu bem estar. Muito obrigada aos professores que me apoiaram e me ajudaram nesta caminhada: Paulo Chagas, Waldemar Ferreira Netto, Olga Coelho e Luciana Storto.

Agradeço, especialmente, aos meus informantes que cederam seu tempo e que, pacientemente e gentilmente, colaboraram com minha pesquisa, pois sem eles nenhuma análise teria sido realizada.

***“Pigmaei gigantum humeris impositi plusquam ipsi
gigantes vident”***

“Se eu enxerguei um pouco mais longe, foi porque me apoiei nos ombros de gigantes”

(Isaac Newton em carta para Robert Hooke – datada em 5 de Fevereiro de 1675).

SUMÁRIO

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES.....	VII
LISTA DE TABELAS	XIII
RESUMO	XV
ABSTRACT	XVI
1. INTRODUÇÃO.....	18
1.1. PANORAMA TEÓRICO.....	27
1.1.1. Uma Visão Geral: A Nasalidade	34
1.1.2. A Nasalidade no PB	39
1.1.3. A Nasalidade na Fala.....	41
1.1.4. O Fluxo de ar e a Nasalidade.....	44
1.2. CONSOANTES NASAIS	48
1.3. VOGAIS NASAIS.....	50
1.4. OS DITONGOS	54
1.5. ARQUIFONEMA NASAL.....	58
1.6. DESCRIÇÃO FISIOLÓGICA	62
1.6.1. Cavidade Nasal	65
2. METODOLOGIA	77
2.1. PARTICIPANTES	77
2.2. CORPUS	78
2.3. EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS	81
2.4. SEGMENTAÇÃO	83
2.5. PARÂMETROS AERODINÂMICOS	88
2.6. PARÂMETROS ACÚSTICOS.....	90
2.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA	91
3. RESULTADOS ACÚSTICOS E AERODINÂMICOS.....	93
3.1. DITONGO POSTERIOR ORAL.....	97
3.2. DITONGO POSTERIOR NASAL.....	103
3.3. DITONGO ANTERIOR ORAL	113

3.4.	DITONGO ANTERIOR NASAL.....	122
3.5.	APÊNDICE NASAL.....	132
3.6.	DURAÇÃO E TAXA DE NASALIDADE	139
4.	DISCUSSÃO	152
5.	CONCLUSÃO.....	160
6.	REFERÊNCIAS	164
	APÊNDICE I – VALORES ABSOLUTOS DOS FORMANTES DOS DITONGOS ORAIS	172
	APÊNDICE II – VALORES ABSOLUTOS DOS FORMANTES DOS DITONGOS NASAIS	185
	APÊNDICE III – VALORES ABSOLUTOS DOS FORMANTES DOS APÊNDICES NASAIS.....	198
	APÊNDICE IV - VALORES ABSOLUTOS DO FLUXO DE AR NASAL.....	205
	APÊNDICE V – SOBREPOSIÇÃO DOS GRÁFICOS DE FFT E LPC – INFORMANTE LC.	218
	APÊNDICE VI – SOBREPOSIÇÃO DOS GRÁFICOS DE FFT E LPC – INFORMANTE OD.....	224

LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Foto 1: Ilustração da aparelhagem (capacete e transdutores) utilizada para a coleta de dados de EMA no Gipsa-Lab. Informante RT (autora da dissertação).	
Foto 2: Ilustração do posicionamento dos principais sensores para a coleta dos dados de EMA. Informante RT. Na foto pode se ver cinco sensores: lábios superior e inferior, ponta e lâmina da língua e véu.	
Figura 1: Modelo do sistema de acoplagem dos tubos orais e nasais. As letras: B, D e V enfatizam os pontos de articulação das consoantes nasais: bilabial, dental e velar, respectivamente.	36
Figura 2: (a) Modelo de trato oral para a configuração de uma consoante nasal. V_n = fluxo de ar nasal; V_f = fluxo de ar da fonte e V_o = fluxo de ar oral. Em (b) Corte médiosagital do trato vocal. Ponto de articulação das consoantes nasais. A seta indica o movimento de abaixamento do véu.	49
Figura 3: Modelo de trato oral para a configuração de uma vogal nasal. V_n = fluxo de ar nasal; V_f = fluxo de ar da fonte e V_o = fluxo de ar oral.	51
Figura 4: LPC das ressonâncias orais e nasais.	54
Figura 5: Corte médiosagital do trato vocal. Exemplo de ponto de articulação do glide palatal /j/ em (a); glide velar /w/ e arredondamento dos lábios, em (b).	57
Figura 6: Corte médiosagital do trato vocal, pregas vocais e pulmões. Ilustração da corrente de ar egressiva, (a) no sistema respiratório e ilustração das (b) principais cavidades do sistema respiratório.	63
Figura 7: Corte médiosagital do Aparelho Fonador ilustração dos pontos de articulação e dos articuladores ativos e passivos.	64
Figura 8: Parede lateral da cavidade nasal (75%). Corte paramediano à direita do septo nasal, vista medial. A concha nasal média foi removida, o canal incisivo foi aberto com cinzel. Os ossos individuais estão representados em cores diferentes.	65
Figura 9: Septo nasal (60%). (a) Vista frontal. (b) Vista inferior. (c) Vista lateral direita. (d) parte cartilaginosa do septo nasal. A parede lateral direita do nariz externo foi removida. Vista lateral direita.	66
Figura 10: Parede lateral da cavidade nasal (75%). Corte paramediano à direita do septo nasal, vista medial. Vestíbulo do nariz e túnica mucosa do nariz. Uma área quadrangular foi removida da parte anterior da concha nasal inferior medial.	67
Figura 11: Esqueleto do nariz (100%). Septo nasal ósseo. Vista medial da metade esquerda do crânio, corte sagital ligeiramente à direita do plano mediano. Os vários ossos estão coloridos com cores diferentes.	68
Figura 12: Esqueleto do nariz externo (60%). Partes cartilaginosa e óssea do septo nasal. Vista lateral direita.	69
Figura 13: Esqueleto do nariz (100%). Aberturas posteriores do nariz (cóanos), vista posterior. Os vários ossos estão coloridos com cores diferentes.	70
Figura 14: Cavidade nasal e seios paranasais. Projeção dos seios paranasais na face.	71

Figura 15: Cavidade nasal e seios paranasais. Projeção dos seios paranasais na fossa anterior do crânio.	72
Figura 16: Corte médiosagital do trato vocal. Seta pontilhada indica o Esfíncter velofaríngeo; temos a representação do palato duro e mole; a seta continua indica o movimento de abertura do véu, em (a). Em (b) a seta mais espessa indica o movimento de fechamento do véu e a seta mais fina a parede faríngea posterior.	73
Figura 17: Músculos do Palato mole ou velofaríngeos de 1 a 5: Tensor palatino. <i>Levator veli-palatini</i> . <i>Palatoglossus</i> . Palatofaríngeo. Superior faríngeo constritor. ...	74
Figura 18: Vista lateral do músculo Palatoglossos. As setas indicam o movimento muscular.	75
Figura 19: Posição dos sensores para a coleta dos dados de EVA.	82
Figura 20: Espectrograma (janela de cima) e oscilograma (janela de baixo) da palavra <i>pau</i> . Visualização da segmentação acústica dos ditongos orais. Frase emitida por OD. A chave 1 representa a vogal oral; a 2 o glide oral; o número 3 e 4 representa o meio do segmento.	84
Figura 21: Espectrograma (janela de cima) e oscilograma (janela de baixo) da palavra <i>tem</i> . Visualização da segmentação acústica dos ditongos nasais. Frase emitida por BH. A chave 1 representa a vogal nasal; a 2 o glide nasal; a 3 o apêndice nasal; o número 4, 5 e 6 representa o meio do segmento.	85
Figura 22: Forma de onda (janela de cima) e a trajetória do dado aerodinâmico (janela de baixo). Visualização da segmentação aerodinâmica dos ditongos nasais na sentença “ <i>digo sem cada dia</i> ”. Frase emitida por LC. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO. Linha pontilhada preta (1) abertura inicial do véu; (2) abertura significativa do véu; (3) aumento da taxa de nasalização; (4) queda da taxa de nasalização; e (5) fechamento do véu.	86
Figura 23: Forma de onda (janela de cima) e a trajetória do dado aerodinâmico (janela de baixo). Visualização da segmentação aerodinâmica dos ditongos orais na sentença “ <i>digo sal cada dia</i> ”. Frase emitida por RT. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO. A linha pontilhada preta representa em (1) o início da vogal oral; (2) o alvo da vogal; (3) o alvo do glide; e, (4) o <i>onset</i> da consoante.	87
Figura 24: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [paw]. Frase emitida pelo sujeito LC. O retângulo tracejado representa o VOT. Há a representação da posição dos formantes de F1, F2 e F3 em vermelho. O FM está sinalizado pelo círculo tracejado e amarelo.	98
Figura 25: Sobreposição do espectro na janela de 25 ms do FFT e do LPC. A linha rosa representa o LPC da vogal oral [a] e a verde do glide oral [w]. Emissão da palavra <i>pau</i> pelo sujeito LC. A Linha preta representa o FFT. A linha pontilhada vermelha sinaliza a variação na amplitude da onda.	100
Figura 26: Corte médiosagital da cavidade oral. Ilustração das posições alvo para cada fonema contido no ditongo posterior [aw].	101
Figura 27: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [kaw]. Emissão pelo sujeito BH. O retângulo tracejado vermelho sinaliza o VOT; a seta preta indica a diminuição da	

- energia no espectro. O número 1 representa o *onset* da vogal, o 2 o alvo da vogal e 3 o constrição labial. A seta vermelha indica a constrição velar. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.102
- Figura 28: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [pãw̃^h]. Frase emitida pelo sujeito LC. A linha vermelha (AFn) mostra o FAN e a azul (AFo) o FAO. O círculo tracejado representa a convergência de F3 e F4. O retângulo tracejado representa a vogal nasal; a seta (1) indica a FM; a seta (2) o fluxo de ar negativo; a seta (3) o aumento do FAN. A chave indica o apêndice nasal.104
- Figura 29: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo feminino. As vogais posteriores orais [ɑ] são representadas pela letra minúscula “a” e nasais [ã], representadas pela letra maiúscula “A”107
- Figura 30: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo masculino. As vogais posteriores orais [ɑ] são representadas pela letra minúscula “a” e nasais [ã], representadas pela letra maiúscula “A”108
- Figura 31: Sobreposição do espectro do FFT e LPC da vogal oral [ɑ] (linha rosa) e de sua contraparte nasal [ã] (linha azul), na janela de 25 ms. Palavras *sal* e *são* emitidas por PL. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM.. Os círculos: vermelho, preto e verde, representa os picos de F1, F2 e F3, respectivamente.109
- Figura 32: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo masculino. Os glides posteriores orais [w] são representados pela letra minúscula “w” e nasais [w̃], pela letra maiúscula “W”.110
- Figura 33: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo feminino. Os glides posteriores orais [w] são representados pela letra minúscula “w” e nasais [w̃], pela letra maiúscula “W”.111
- Figura 34: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC do glide oral [w] (linha vermelha) e seu contraparte nasal [w̃] (linha verde água), na janela de 25 ms. Palavras *sal* e *são* emitidas por LC. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados em azul sinalizam F1 e F2.112
- Figura 35: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [sej]. Frase emitida pelo sujeito RT. O retângulo tracejado representa a soltura das pregas. O retângulo preto representa a vogal. Há a representação da posição dos formantes de F1, F2 e F3 em amarelo. O FM está sinalizado pelo círculo tracejado em amarelo e a movimentação de F2 está sinalizada pelo círculo tracejado vermelho.....114
- Figura 36: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC da vogal oral anterior [e] (linha verde água) e do glide [j] (linha rosa), na janela de 25 ms. Palavra *frei* emitida por OD. O FFT é representado pela linha preta. A seta

representa o FM. Os círculos tracejados sinalizam F1, F2 e F3. A seta sinaliza FM.	118
Figura 37: Corte médiosagital da cavidade oral. Ilustração das posições alvo da língua, para cada fonema contido no ditongo anterior [ej].....	119
Figura 38: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [frej]. Frase emitida pelo sujeito LZ. O retângulo tracejado representa a soltura das pregas. A seta em amarelo indica a aproximação de F2 e F3. O retângulo tracejado vermelho sinaliza o VOT. O número 1 representa o <i>onset</i> da vogal e o número 2 o <i>offset</i> do glide. A seta vermelha indica o <i>onset</i> do glide . A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.	120
Figura 39: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [tẽj ^h]. Frase emitida pelo sujeito PL. A linha vermelha (AFn) mostra o FAN e a azul (AFo) o FAO. Há a representação da posição dos formantes de F1, F2 e F3 em vermelho. O retângulo tracejado indica (1) a movimentação ascendente de F2 e (2) o silêncio da consoante. A seta linha contínua mostra o momento em que o FAN cruza com o FAO. A elevação ascendente do FAN está sinalizada pela linha pontilhada.	122
Figura 40: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes femininos. Representação das vogais posteriores orais [e], representado pela letra minúscula “e” e nasais [ẽ], representado pela letra maiúscula “E”	126
Figura 41: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes masculinos. Representação das vogais anteriores orais [e], representado pela letra minúscula “e”; glides nasais [ẽ] representado pela letra maiúscula “E”	127
Figura 42: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC da vogal oral [e] (linha rosa) e seu contraparte nasal [ẽ] (linha azul), na janela de 25 ms. Palavras <i>sei</i> e <i>sem</i> emitidas por OD. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados em azul sinalizam F1 e F2.	128
Figura 43: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes femininos. Representação dos glides anteriores orais [j], representado pela letra minúscula “j” e nasais [j̃], representado pela letra maiúscula “J”	129
Figura 44: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes masculinos. Representação dos glides anteriores orais [j], representado pela letra minúscula “j” e nasais [j̃], representado pela letra maiúscula “J”	130
Figura 45: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC do glide oral [e] (verde clara) e seu contraparte nasal [ẽ] (linha vermelha), na janela de 25 ms. Palavras: <i>sei</i> e <i>sem</i> emitidas por OD. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados em azul sinalizam F1 e F2.	131
Figura 46: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [lej]. Emissão pelo sujeito BH. O retângulo tracejado sinaliza o fluxo de ar do murmúrio vocálico. A chave	

sinaliza a barra de vozeamento do murmúrio vocálico. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.....	134
Figura 47: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [sẽj]. Emissão pelo sujeito BH. O retângulo tracejado sinaliza o apêndice nasal. A chave sinaliza a extensão acústica do apêndice nasal. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.	135
Figura 48 Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [maw]. Emissão pelo sujeito RT. A seta diminuição de energia. A chave sinaliza a extensão acústica do apêndice nasal. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.	136
Figura 49: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [mãw̃]. Emissão pelo sujeito BH. A seta diminuição de energia. O retângulo sinaliza a extensão acústica do apêndice nasal. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.	137
Figura 50: Gráfico da relação entre a média total da trajetória acústica (<i>ms</i>) de cada segmento nasal, que compõem os ditongos nasais, relacionada com o grupo de sujeitos masculinos (MAS) e femininos (FEM).....	142
Figura 51: Gráfico do valor médio total da duração do movimento de descolamento do véu (<i>ms</i>) para cada grupo ditongo, relacionando cada grupo de sujeitos masculinos (MAS) e femininos (FEM).	143
Figura 52: Gráfico do valor médio total da duração das três fases do movimento do véu (<i>ms</i>), relacionando os dois grupos de sujeitos e de ditongos.....	144
Figura 53: Gráfico dos valores máximos da taxa de nasalização (dcm3/s) durante a produção dos dois grupos de ditongo nasal, relacionando os grupos de sujeitos.....	147
Figura 54: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes femininos. Representação dos ditongos orais: posterior/anterior, para grupo feminino. A vogal posterior é representada pela letra “a”. A vogal anterior /e/ está representada pela letra “e”. A letra “j” o glide /j/ e o glide posterior oral /w/ é representado por “w”	153
Figura 55: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes masculinos. Representação dos ditongos orais: posterior/anterior, para grupo feminino. A vogal posterior é representada pela letra “a”. A vogal anterior /e/ está representada pela letra “e”. A letra “j” o glide /j/ e o glide posterior oral /w/ é representado por “w”	154
Figura 56: Gráfico com a representação do padrão do traçado do FAN geral, para os ditongos anteriores e posteriores do PB, para os dois grupos de informantes. Representando as três fases da movimentação do véu. Até linha tracejada em (1) há início do abaixamento di véu. Até (2) há a constrição velar no trato e até a linha (3) há o fechamento do véu.	155
Figura 57: Gráfico da proporção das ocorrências aerodinâmica onde prevalece a o padrão de 3 fases, com a ascensão abrupta do FAN, na cor verde escura. A porção com a cor verde clara representa a variação no padrão das fases.....	156

Figura 58: Pauta Gestual 1. Representação abstrata e temporal da movimentação das variáveis do trato na produção da palavra <i>tem</i> , inferida a partir do FAN. Conforme sugestão de Browman e Goldstein (1989).	158
Figura 59: Pauta Gestual 2. Representação abstrata e temporal da movimentação das variáveis do trato na produção da palavra <i>pão</i> , inferida a partir do FAN. Conforme sugestão de Browman e Goldstein (1989).	158

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da ressonância gerada pela vibração da máscara bucal, durante a produção dos ditongos orais, $n = 45$	95
Tabela 2: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da ressonância da vibração da máscara bucal, durante a produção dos ditongos nasais, $n = 45$	96
Tabela 3: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos posteriores orais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$	99
Tabela 4: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos posteriores nasais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$	106
Tabela 5: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos anteriores orais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$	116
Tabela 6: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos anteriores nasais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$	124
Tabela 7: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) do Apêndice Nasal nos ditongos posteriores e anteriores de cada indivíduo analisado, $n = 45$	138
Tabela 8: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) das durações acústicas (<i>ms</i>) de DVN, DGN e DAP, para cada indivíduo analisado, relacionando os dois grupos de ditongos nasais [ãw̃] e [ẽj], $n = 45$	140
Tabela 9: ANOVA: fator único. Duração (<i>ms</i>) do Apêndice nasal.	141
Tabela 10: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da duração durante as três fases do movimento do véu (<i>ms</i>), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo masculino e ditongos nasais posteriores, $n = 45$	145
Tabela 11: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da duração durante as três fases do movimento do véu (<i>ms</i>), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo masculino e ditongos nasais anteriores, $n = 45$	145
Tabela 12: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da duração durante as três fases do movimento do véu (<i>ms</i>), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo feminino e ditongos nasais posteriores, $n = 45$	146
Tabela 13: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da duração durante as três fases do movimento do véu (<i>ms</i>), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo feminino e ditongos nasais anteriores, $n = 45$	146
Tabela 14: ANOVA: fator único. Comparação entre os valores do PM (dcm3/s) do FAN, para os ditongos nasais anteriores, relacionados com os dois grupos de informantes.	148
Tabela 15: ANOVA: fator único. Comparação entre os valores do PM (dcm3/s) do FAN, para os ditongos nasais posteriores, relacionados com os dois grupos de informantes.	148

Tabela 16: Valor médio individual de cada informante e o respectivo desvio padrão, para a taxa máxima de nasalização do FAN de ar nasal do ditongo posterior e anterior (dcm ³ /s).....	149
Tabela 17: ANOVA: fator único. Comparação entre os valores totais do PM (dcm ³ /s) do FAN dos dois grupos de ditongos nasais.	149

RESUMO

DEMASI, R.C.B. *A ditongação nasal no Português Brasileiro: Uma análise acústico-aerodinâmica da fala*. Dissertação de mestrado – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

Os estudos de caracterização acústica das vogais nasais são vastos. Porém, há poucos estudos sobre a ditongação nasal. Este é um fenômeno que emerge da costelacao articulatória dos gestos. Isso pode ser notado a partir dos parâmetros acústico-aerodinâmicos. O objetivo desta é analisar o resultado da configuração gestual entre o movimento da língua e o gesto de abertura e fechamento do véu palatino, durante a produção dos ditongos nasais do Português Brasileiro. Mostraremos os efeitos da coarticulação no *output* sonoro e como ela se configura, a partir da gravação de dados acústicos e aerodinâmicos. O material foi gravado com o aparelho EVA Portátil 2. Esse permitiu que o *output* acústico e os dados aerodinâmicos fossem gravados concomitantes. O *corpus* do experimento é composto por vinte ditongos divididos em orais e nasais (dez posteriores e dez anteriores) todos dicionarizados: [paw, saw, maw, kaw, taw, pãw̃, sãw̃, mãw̃, kãw̃, tãw̃, dej, sej, frej, hej, lej, tẽj̃, sẽj̃, bẽj̃, a.mej̃, a.lẽj̃]. As palavras foram inseridas na frase-veículo: “*Digo _____ cada dia*”. Essa foi repetida três vezes por seis informantes (três homens e três mulheres) falantes do dialeto Paulistano ($3 \times 6 \times 20 = 360$). Para o controle de população foi utilizada outra frase-veículo: “*Digo _____ todo dia*”, essa foi repetida por 1/3 dos sujeitos, um de cada grupo ($3 \times 2 \times 20 = 120$). Na inspeção visual utilizou-se o software *Signal Explorer* e *Phonedit*. Os parâmetros aerodinâmicos analisados foram: a configuração do fluxo de ar oral e nasal; a taxa máxima de nasalização e a duração do fluxo de ar nasal. Os parâmetros acústicos foram: a movimentação dos formantes; a extração de F0, F1, F2 e F3 de todos os segmentos e a duração do ditongo nasal: a vogal, o glide e o apêndice nasal. A Média, o Desvio Padrão e o teste ANOVA foram feitos no Excel. Os gráficos de dispersão dos formantes foram feitos no *Formant Explorer*. Assim, notou-se uma variação nos valores da taxa de nasalização, $p > 0,5$, entre a variante sexo. Nas mulheres as frequências dos formantes são mais elevadas e a dispersão dos valores do glide nasal é mais evidenciada do que nos homens. As alterações remetem as diferenças fisiológicas entre os grupos. A taxa máxima de ar nasal variou significativamente, $p > 0,5$, se comparado os ditongos nasais: anteriores > posteriores. Acusticamente, a transição dos formantes é dependente do contexto silábico. O mesmo não acontece com o traçado do fluxo de ar nasal, que mantém o padrão de contorno, independente da articulação silábica. Concluí-se que há um padrão aerodinâmico relativo à sincronia do movimento do véu e da língua, gerando três fases acústicas distintas: vogal nasal, glide nasal e apêndice nasal. O contorno da trajetória padrão do fluxo de ar nasal, em 87% dos casos, apresentou três fases distintas: a primeira plana; a segunda, um pico acentuado; e a terceira, uma queda abrupta. Assim, concluímos que os ditongos nasais têm uma dinâmica articulatória, acústica e aerodinâmica diferente dos não-nasalizados e que a adequação do controle das variáveis do sistema fonético-fonológico e do conjunto de articulações, que geram uma única percepção.

Palavras-chaves: Ditongação nasal; Fluxo de ar; Aerodinâmica; Acústica; Fonética.

ABSTRACT

DEMASI, R.C.B. *Brazilian Portuguese's nasal diphthongation: an acoustic and aerodynamic analysis of speech*: Dissertation (master) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

There are several studies that characterize the nasal vowels. However, there are few studies about the nasal diphthongation. This phenomenon emerges from the articulatory gestures constellation. This can be noted by analyzing of the acoustic-aerodynamics parameters'. The aim of this work is study the gesture configuration between the tongue movement and the velum aperture during the nasal diphthongs production of the Brazilian Portuguese. We will show the effects of the coarticulation in the *output* and how it sets up in the acoustic and aerodynamic data. The data was recorded by the device EVA Portable 2. Thus, the airflow and the acoustic *output* were collected concomitantly. The *corpus* of this experiment was covered by ten oral and ten nasal diphthongs, between ten back and ten front: [paw, saw, maw, kaw, taw, pãw̃, sãw̃, mãw̃, kãw̃, tãw̃, dej, sej, frej, hej, lej, tẽj̃, sẽj̃, bẽj̃, a.mej̃, a. lẽj̃]. These words are dictionaries. They were inserted in the carry-sentence [dʒi.gu__ ka.dɐ dʒiɐ] and were repeated three times, by six subjects (three men and three women); all of them are Paulistano Dialect's speakers. This resulted in 360 tokens (3 × 6 × 20). The carry-sentence of the populational control was [dʒi.gu__ to.du dʒiɐ]. This was repeated by 1/3 of the subjects. This resulted in 120 tokens (3 × 2 × 20). The diphthong was analyzed by *Signal Explorer* and *Phonédit*. The aerodynamic parameters studied were: the nasal and oral airflow shape; the peak of nasalization and the duration of nasal airflow. The acoustic parameters analyzed were: the movement and the configuration of the formants; the values of F0, F1, F2 and F3 were extracted of all segments; the nasal diphthong's duration in the vowel, the glide and the nasal appendix. The Average, Pattern Deviation and ANOVA were done by Excel. The dispersion graphics were made by *Formant Explorer*. As a result we noticed that the formants movements' dependent on syllabic context. The women's formants had different values of males. The degree of the dispersion of hers was higher than him. This was showed more evident in the nasal glides. This reflects the physiological differences between the groups. The nasal airflow peak variation was $p > 0,5$ among the sex variant. The rate of nasal airflow of the back has more volume than front, $dp > 0,5$. The same does not happen with the nasal airflow shape. The shape pattern is independent of syllabic articulation, but the rate of nasalization depends of the articulation. We concluded that there is an aerodynamic pattern that is resulted of the tongue movement and velum aperture. This product three distinct acoustic phases: vowel nasalization, glide nasal and the nasal appendix. By the aerodynamic view, in 87% of cases, the pattern shape of the nasal airflow represents three distinct phases: the first is sharp; the second is a peak; and last part is a drop line. Thus, we concluded that the nasal diphthongs have articulatory, acoustic and aerodynamic patters different from the non-nasalized segment. These reflect the adequacy of the control of variables of phonetic-phonological system and the set of these characteristics creates a single perception.

Keywords: Nasal diphthongation; Airflow; Aerodynamic; Acoustic; Phonetics



Capítulo 1

1. INTRODUÇÃO

Este trabalho analisa a produção acústica e aerodinâmica dos ditongos crescentes nasais anteriores e posteriores no Português Brasileiro (doravante PB), contrapondo os segmentos nasais aos orais. Nas palavras analisadas, os ditongos ocupam a coda, fazem fronteira a consoante oclusiva velar surda e são fonêmicos. É importante frisar que este estudo se baseia na produção do Dialeto Paulistano.

Não há estudos comparativos, mas há a tendência que no PB co-ocorra uma variação dialetal, se comparada ao sotaque sulista, do sudeste, nortista e mineiro, por exemplo. A produção da qualidade vocálica dos segmentos nasais é um fator complexo, pois depende das características fisiológicas, dialetais e perceptivas, fazendo com que estes segmentos possuam variações alofônicas. Esse não fator não será levado em conta neste trabalho, que é de cunho descritivo.

Os segmentos vocálicos nasais /ãw̃ ; ēj/ são compostos por uma vogal nasalizada, um glide nasal e um apêndice nasal. Para uma acurada compreensão do resultado articulatorio, a ditongação nasal, a noção de tempo adquiriu um valor de unidade dinâmica. Este estudo não examina um fenômeno estático, mas sim, um fenômeno gradual, definido pela sincronia dos gestos envolvidos na produção.

Para a explicação desse fenômeno linguístico é necessária uma noção de temporalidade dinâmica, pois os articuladores se modificam no decorrer do tempo, por sua vez, o que difere da noção de temporal de linearidade dos segmentos, cuja coarticulação temporal não tem papel relevante na produção.

Para a análise deste trabalho utilizaremos, em parte, da representação física-gestual de Browman e Goldstein (1992). A fonologia articulatória (doravante FAR) argumenta que os gestos são dinâmicos porque mudam de estado durante um período de tempo. Assim, essa teoria vincula a trajetória inicial e final dos articuladores envolvidos durante a produção dos segmentos nasais, bem como dos seus alvos.

As marcas gestuais são importantes, pois definem a estrutura interna de um gesto, ou de um conjunto de articuladores. Os argumentos da teoria auxiliam na compreensão dos fenômenos fisiológicos que ocorrem durante a produção da ditongação nasal. Assim, o fator que determina o que será descrito é a sobreposição gestual da produção dos fones, que produz o fenômeno que aqui será estudado.

A partir desse ponto de vista da FAR, mostraremos ser plausível a existência da relação entre: os gestos orais, o gesto de abertura e fechamento do véu palatino. A sincronia entre esses é o resultado da sobreposição gradiente temporal. Essa se define a partir das características intrínsecas de cada gesto articulatorio, que resulta na percepção da nasalidade do segmento.

O estudo da relação acústico-aerodinâmica do fenômeno em análise reflete no controle linguístico da coordenação gestual. Assim, com fundamento nos dados, serão expostas neste as relações temporais de coordenação entre os gestos, que são fonologicamente relevantes para a parametrização da produção da ditongação nasal no PB. Assim, mostremos as principais características da ditongação nasal, que são influenciadas pela sincronia e a orquestração articulatoria dos gestos, que resultarão na percepção nasal.

Abordaremos alguns parâmetros do fenômeno escolhido, a partir da teoria do controle da fala (KINGSTON e DIEHL, 1994). Essa tem como objeto identificar o controle das variáveis do aparelho fonatório, que resultam na percepção da produção da fala. Para a produção é necessário que se mantenha a adequação acústica, aerodinâmica e perceptiva, ou seja, que se conserve o controle da pressão, da resistência e do ponto de articulação no trato oral, pois essas variáveis são tão importantes quanto controle do modo de articulação (MOON, et al., 1991).

A programação motora controla as variáveis do sistema. Essas são ativadas pelo mecanismo neuromuscular durante a realização de tarefas motores (HUBER, et al., 2004). Há hipóteses que advogam que a resistência, a pressão intraoral, a precisão acústica e perceptiva são controladas durante a fala. E, portanto, a coarticulação pode estar atrelada a variação da pressão intraoral do sistema. Assim, se diferentes variáveis temporais forem aplicadas ao sistema, pode gerar várias

configurações articulatória que resultam em uma única percepção dependente da parametrização fonológica da língua (GRACCO, 1993).

Na formação dos ditongos é necessária a atuação de três gestos concomitantes no mesmo intervalo temporal, por exemplo, para a articulação do glide nasal anterior emprega-se: a glote fechada, além do movimento da língua e o abaixamento do véu. Enquanto que no ditongo posterior, soma-se a influência do arredondamento dos lábios no fim da produção.

Por causa da concomitância dos gestos articulatórios, propomos que durante a produção do ditongo nasal, em virtude da acoplagem da região oronasal, há o a constrição da região posterior. O bloqueio total ou parcial da cavidade oral ocorre no final da produção do glide nasal. Essa é uma hipótese que se alicerça no fato de que possivelmente há o encontro do corpo/dorso da língua com a região velar, quando o véu palatino se encontra aberto.

A partir do que foi referido acima, o objetivo desta dissertação é analisar e descrever o comportamento da ditongação nasal do PB. As inferências sobre o comportamento articulatório dos articuladores ativos serão feitas, principalmente, sobre o movimento da língua e o movimento do véu palatino derivadas da configuração coarticulatória.

As consequências acústicas e aerodinâmicas serão descritas a partir das características espectrográficas e do fluxo de ar oral e nasal (doravante FAO e FAN). Também serão relacionados na análise os seguintes parâmetros: a duração temporal e as ressonâncias orais e nasais, com o intuito de descrever as características espectrais do sinal sonoro.

A partir do objeto de estudo, a ditongação nasal, pretende-se investigar se esse é o resultado de uma ação sincrônica, controlada e parametrizada do deslocamento dos gestos, ou se é o resultado de duas ações paralelas discretas aleatórias, que geram a ditongação nasal como resultado da somatória de vários gestos articulatórios.

As sobreposições gestuais de diferentes graus de dependência são relacionadas às propriedades espaços-temporais, individuais de cada fonema, bem como os fatores prosódicos e da taxa de velocidade de elocução. Assim, somatória desses fatores cria nuances perceptuais, que geram uma mudança no significado do som.

A ditongação nasal é um fenômeno que reflete a associação gestual da acoplagem das duas cavidades ressonadoras (oral e nasal) somada à movimentação da língua, como já foi dito anteriormente. Por se tratar de nasalidade vocálica é necessária uma investigação que abranja tanto a produção, quanto a percepção do fenômeno linguístico.

O *design experimental* proposto para este trabalho foi montado com o objetivo de confrontar três tipos de análises experimentais: acústica, aerodinâmica e coarticulatória. Inicialmente a intenção desta dissertação era, criar um dialogo entre os três métodos de análise citado acima, com o intuito de se obter uma visão conjunta sobre o comportamento do fenômeno no processo de fonação.

Para isso, foi proposto um *corpus* de palavras, o mesmo que compõem esta dissertação, que pudesse ser utilizado nos quatro tipos de análises experimentais. Assim, foram coletados os dados acústicos concomitantes aos dados aerodinâmicos pelo sistema Evaluation Aerodynamyc 2¹ (doravante EVA), em uma mesma seção de gravação, enquanto o sinal articulatório do tipo de Eletromagnético Articulógrafo (doravante EMA) forma coletados em uma seção diferente e por apenas um sujeito, dos seis que compõem o grupo de informantes.

Os dados acústicos e aerodinâmicos foram coletados em um segundo momento da coleta de dados, no Laboratório de Fonética da Universidade de São Paulo. A descrição da coleta desses estará na Metodologia deste. Já a gravação dos de EMA, que foi o primeiro experimento coletado, será abordada a seguir, com uma breve descrição, pois esses dados não fazem parte da análise deste trabalho.

¹ O pneumotacógrafo mede o fluxo de ar nasal e oral durante a produção da fala, relacionando o volume e a linearização específica para o fluxo de ar inspirado e expirado. de ar . Este aparelho é um recurso que otimiza o tempo, a linearidade e o produto acústico (GHIO e TESTON 2004). O sistema EVA2TM pode ser encontrado em: <http://www.sqlab.fr/evaRootUK.htm#%C2%A72>

A coleta dos dados de EMA foi realizada no GIPSA-lab², na Universidade de Stendal - Grenoble 3, em setembro de 2008, com o apoio e orientação das professoras Solange Rossato, Nathalie Vallée e do engenheiro Christophe Savariaux. Por causa da complexidade e da dificuldade de se coletar dados articulatorios do movimento do véu. Os dados foram emitidos por um informante do sexo feminino, falante da variante paulista, com 25 anos idade e com nível superior, a própria autora desta dissertação.

Por ter se tratado de dados de apenas um informante, as palavras que compõem o *corpus* foram repetidas cinco vezes, diferente do que ocorreu com as outras seções de gravações, como será mostrado no Capítulo 2. A foto do momento da seção de gravação pode ser vista logo abaixo.



Foto 3: Ilustração da aparelhagem (capacete e transdutores) utilizada para a coleta de dados de EMA no Gipsa-Lab. Informante RT (autora da dissertação).

Para a captação dos dados foram utilizados oito pequenos sensores colados três colados no rosto e cinco na parte interna da cavidade bucal do sujeito, a saber: no nariz, no lábio superior, no lábio inferior, no incisivo superior, na ponta, na lamina e no dorso da língua e no véu palatino. Todos os sensores estavam ligados ao transdutor por fios elétricos, para que o sinal captado pudesse ser digitalizado.

²Página de acesso: www.gipsa-lab.inpg.fr



Foto 4: Ilustração do posicionamento dos principais sensores para a coleta dos dados de EMA. Informante RT. Na foto pode se ver cinco sensores: lábios superior e inferior, ponta e lâmina da língua e véu.

A partir dos dados de EMA foi documentada a velocidade, a ação dos articuladores, a duração e o grau de deslocamento dos gestos, a trajetória de abertura do véu durante a produção do segmento vocálico nasal alvo. Assim, foram coletadas as informações sobre a sincronia do movimento do véu e o movimento da trajetória da língua.

Com a análise destes dados, será possível desenvolver importantes descrições sobre a atividade velar e o deslocamento temporal, a respeito do movimento velofaríngeo na produção da fala. Porém por uma escolha metodológica e pela necessidade de um recorte temporal, a análise coarticulatória e perceptiva da produção da ditongação nasal serão realizadas em estudos futuros. Neste trabalho só faremos neste a análise acústica e aerodinâmica do fenômeno.

Para o desenvolvimento desta dissertação criou-se quatro divisões internas afim de facilitar o entendimento deste. No Capítulo 1 há a Introdução, que contem o aporte teórico. No Capítulo 2 é exposta a metodologia e no Capítulo 3, há a análise dos resultados dos dados. O capítulo 4 é composto pela Discussão dos resultados, no item 4 e a Conclusão, na seção 5, arrematamos as informações apreendidas a partir da conexão de todas as informações obtidas e apresentadas nos capítulos anteriores.

Neste trabalho ainda se faz presente a seção dos Apêndices. Nesses há tabelas, com informações sobre os valores numéricos absolutos dos dados extraídos de cada informante. Também há alguns gráficos ilustrativos: FFT, LPC, espectrogramas, formas de ondas e gráficos de fluxo de ar.

Iniciaremos exposição da apreciação teórica desta pesquisa, na seção 1.1 “Panorama Teórico”. Nessa, será exposta as principais características das duas teorias fonológicas utilizadas para o embasamento deste estudo. Entendemos ser a Teoria do Controle Fonético e a Fonologia Articulatória duas das teorias que mais esclarecem o fenômeno aqui enfocado.

As duas teorias referidas apresentam parâmetros de análise que auxiliam na compreensão físico-cognitivo da produção da nasalidade na fala. Assim, nos permitem responder algumas questões a respeito do funcionamento do controle gestual, e da articulação do gesto velar. Portanto, por julgar que essas sustentam de modo mais adequado nossa análise, as utilizaremos com base teórica dessa dissertação.

Na seção 1.1.1 “Uma Visão Geral: A Nasalidade” serão mostrados as principais características dos segmentos nasais consonantais e vocálicos. A partir das referências teóricas estudadas, serão expostos os critérios que definem e classificam dos segmentos orais dos nasais nas línguas naturais. Apontaremos ainda, como a presença da nasalidade, que é gerado pelo grau de acoplamento entre a cavidade oral e nasal, está atrelada a presença da nasalidade nos segmentos sonoros.

No item 1.1.2 “A Nasalidade no PB”, será descrita as principais características dos segmentos nasais no PB; além de que se apontarão algumas pesquisas sobre o assunto, dentro do campo da fonética. Na subdivisão 1.1.3 “A Nasalidade na Fala” se elucidará como a ação conjunta dos articuladores e dos músculos do aparelho fonador proporcionam a produção dos sons nasais. Também mostraremos como as ressonâncias nasais modulam os sons, modificando-os em relação à qualidade do timbre sonoro.

Na seção 1.1.4 “O Fluxo de ar e a Nasalidade”, será expostas como deve ser feita a adequação dos dados aerodinâmicos, para uma melhor descrição e utilização

desses, enfatizando a análise da nasalidade. O fluxo de ar nasal é sensível e suscetível as modificações que ocorrem no aparelho fonador, porém, as alterações sofridas naquele, nem sempre remetem a divisão do fluxo de ar nasal referente ao movimento de abertura e fechamento do véu, por exemplo.

Nos itens 1.2, 1.3 e 1.4 serão descritas as principais características das consoantes nasais, das vogais nasais e dos ditongos orais, respectivamente. Essas descrições são complementares a este trabalho, porque em nenhum momento trataremos experimentalmente desses elementos isoladamente, apenas dos ditongos. Porém cada um desses elementos possui alguma característica articulatória em comum com os ditongos nasais propriamente ditos.

A seção 1.5 “Arquifonema Nasal” será composta por uma revista dos principais estudos sobre a nasalidade no PB, na área da fonológica, desde a linha mattosiana até a escola auto-segmental. Na subdivisão 1.6 apresentaremos as principais estruturas do aparelho fonador, enfatizando as características fisiológicas da cavidade nasal e seus principais correspondentes na alínea 1.6.1; essa finaliza um capítulo teórico desta dissertação, cujo texto está embasado nas recensões bibliográficas do campo fonético e fonológico.

No Capítulo 2 descreveremos a metodologia aplicada para a realização do estudo sobre a ditongação nasal. Nas informações sobre *design experimental* contém as informações sobre a quantidade de informantes participantes do experimento, no item 2.1; o *corpus* da pesquisa, em 2.2; os procedimentos e os equipamentos utilizados para a coleta, em 2.3; os tipos de *software* de análise acústica e aerodinâmica que foram utilizados e a segmentação dos dados, em 2.4.

Os parâmetros extraídos para a análise foram elencados e explicados no referido capítulo. Os parâmetros aerodinâmicos foram agrupados no item 2.5 e os parâmetros acústicos, no item 2.6. Também foi descrito dos testes estáticos aplicados nos dois grupos de sujeitos e de ditongos (anteriores e posteriores) estudados, na seção 2.7.

No Capítulo 3 contém os resultados da análise quantitativa e qualitativa da amostragem dos dados. Neste será explicado um fenômeno inesperado, que se

apresentou em todos os dados, bem como será apresentado aos valores das ressonâncias acústicas encontradas referentes a ressonância da máscara bucal. Em seguida a essa exceção, inicia-se à análise acústica e aerodinâmica dos ditongos posteriores e anteriores orais e nasais, propriamente dito.

No item 3.1 “Ditongo Posterior Oral”, 3.2 “Ditongo Posterior Nasal”, 3.3 “Ditongo Anterior Oral” e 3.4 “Ditongo Anterior Nasal”, faremos a análise acústica e aerodinâmica, além de fazermos inferências as articulatórias. Para isso utilizaremos figuras representativas do aparelho fonador, gráficos de fluxo de ar, espectrograma, oscilograma, FFT, LPC e dispersão de formantes. Faremos o uso de tabelas com as medias dos valores dos formantes. A seção 3.5 “Apêndice Nasal” refere-se à análise do elemento vocálico que se apresenta depois da articulação final dos glides nasais. No item 3.6 “Duracao e Taxa de Nasalidade” analisaremos e da duração acústica (*ms*) das fases dos ditongos nasais, a duração aerodinâmica do fluxo de ar nasal (*ms*), o padrão da trajetória de deslocamento de abertura e fechamento do véu (*ms*), bem como a taxa de nasalização (*dcms/s*).

No Capítulo 4 traçaremos a discussão dos resultados das análises realizadas nos capítulos precedentes, à luz da Fonologia Articulatória, através de pautas gestuais, que representam abstratamente os movimentos do véu e da língua durante a produção dos ditongos nasais. Ao final deste a Conclusão no item 5, apontará o principais achados desta dissertação, além de terá arrematar as análises que foram feitas anteriormente.

Ao longo deste trabalho esperamos responder alguma as questões sobre a nasalização em elementos vocálicos no PB. Além de ilustrar como a sincronia dos gestos articulatórios resulta em um apêndice nasal, na posição de um *offset*, que remete a um elemento nasal velarizado, revelado pelo padrão acústico e aerodinâmico da ditongação nasal, mas que ainda não sabemos se está parametrizado fonologicamente no inventário do PB.

1.1. PANORAMA TEÓRICO

Neste tópico faremos uma breve descrição das referências teóricas que utilizaremos para explicar o comportamento fonético (acústico e aerodinâmico) do fenômeno elencado para análise. Delinearemos os pilares da Teoria do Controle da Fala (KINGSTON e DIEHL, 1994) e da Fonologia Articulatória (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992).

As duas teorias são relativamente recentes dentro da Fonética experimental. Do nosso ponto de vista, elas facilitam a descrição e a análise da ditongação nasal. Ambas foram escolhidas de acordo como um recorte metodológico, pois partem de uma perspectiva fonética e fonológica³, que une a parte abstrata⁴ e a parte física⁵, envolvidas na produção da fala. Assim, duas áreas geralmente tratam das “classes fonéticas”⁶, distinguindo e definindo os fonemas das línguas do mundo.

O sinal sonoro da fala se destaca por ser composto de elementos⁷ que desempenham um papel linguístico, com características distintivas. Determinados sons têm um papel linguístico distintivo, em alguns idiomas, refletindo os parâmetros acústico-articulatórios. Porém, esses em outra língua natural, comparativamente, podem ser ou não relevantes, depende do seu papel no inventário fonológico.

Kingston e Diehl (1994) propõem um modelo de análise fonética, a automatização fonética. Essa não abarca toda a variabilidade de todos os contrastes, de todos os contextos diferentes ou iguais, existentes nas diferentes línguas. Contudo, é capaz de atribuir especificações a atuação de diferentes universais fonéticos

³ A fonética e a fonologia têm sido separadas com duas áreas distintas de análise, apesar de ambas observarem o mesmo objeto: os sons das línguas naturais.

⁴ A fonologia estuda o sistema da fala a partir de um método puramente linguístico, que considera como o objeto o estudo dos sons da língua sob o viés de uma estrutura lógica e funcional.

⁵ A fonética estuda o ato concreto da fala; analisando a parte física do processamento produção e da percepção do sinal sonoro (TROUBETZKOY, 1949), através de ferramentas experimentais das ciências naturais.

⁶ Uma classe fonética é definida por uma pequena quantidade de traços. Esses são definidos como puramente abstratos ou concretos. Mas, há a relação entre o domínio abstrato, a estrutura linguística, e o concreto, a estrutura fisiológica dos articuladores.

⁷ Os elementos abstratos se comportam como categorias na estrutura concreta, a união dessas das estruturas é definida como fonética, e essa desempenha funções linguísticas.

particulares próprios de cada língua e de seus universais fonológicos (KEATING, 1985, 1990).

A fonética quântica⁸, por exemplo, define que cada segmento sonoro da cadeia da fala tem características articulatórias próprias, que são reflexos das ressonâncias acústicas atribuídas pela associação dos atributos linguísticos relacionados à movimentação conjunta dos gestos.

A formação da constelação gestual atribui determinadas características a um som e gera sobreposição dos mesmos. Portanto, cria uma hierarquização dos gestos⁹, um estatuto dominante. Ao mesmo tempo, cria-se um elemento contrastivos, assim, o gesto mais fraco hierarquicamente pode sofrer sobreposição, o que refletirá em uma percepção específica de um atributo sonoro.

O conhecimento linguístico de representação fonológica é implícito. Esse se baseia em um conhecimento refinado, com escopo em todos os parâmetros fonéticos que operam sobre a produção e a percepção dos sons da fala. Segundo Kingston e Diehl (1994) o conhecimento fonético, não se limita o comportamento fonético do locutor. Os parâmetros fonéticos não permitem dizer como um trato se comportará em um determinado caso, pois atuam através de um mecanismo de controle, que está baseado no conhecimento fonético.

O falante tem o controle ativo dos articuladores, por essa razão, pode aperfeiçoar o comportamento fonético, minimizando o esforço articulatório e aumentando a distinção auditiva. Esses princípios são comparáveis à proposta de Limdblom (1983 e 1990). Conseqüentemente, o mecanismo de controle é definido como um mecanismo cognitivo ativo, embora ocorra em um nível inconsciente de atenção.

⁸ A teoria quântica procura explicar por que algumas dimensões articulatórias e acústicas são favorecidas em detrimento de outros traços distintivos contrastivos nas línguas (STEVENS, 1989, 2002, 2005). Essa teoria sustenta que o conjunto de universais linguísticos não são arbitrários e resultam das interações entre os parâmetros articulatórios da fala e seus efeitos acústicos. A definição de quântico está na identificação de um contínuo articulatório associado a um ou mais descontínuo acústico, que especifica um intervalo dentro deste contínuo, que corresponde a regiões relativamente estáveis em relação ao *output* acústico.

⁹ Os gestos orais normalmente são os gestos cabeça da constelação articulatória, eles são ocupados, principalmente pelo movimento executado pela língua.

Pela implementação fonética do controle, cria-se a impressão de que ocorreu o processo de automatização do sistema da fala, transformado-a em um objeto de aprendizagem intensiva. Isso decorre das estratégias individuais do controle, que (re)organiza os articuladores em categorias fonéticas distintas, os alofones, por exemplo. Esses não são simples variações contínuas, ao longo de certas dimensões fonéticas, e sim são organizados estrategicamente.

Kingston e Diehl (1994) substituíram o modelo em que a fonética é implementada automaticamente pelas representações fonológicas, por um modelo cujas realizações são ativadas e controladas pelo próprio locutor. Deste modo, as realizações são baseadas no conhecimento fonético. Nesse modelo há uma variabilidade maior no interior do sistema, que é definida pelos contrastes fonéticos. Contudo, a variabilidade é limitada pelas necessidades relacionadas à eficácia da comunicação, ou seja, pela interação entre locutor e ouvinte (AMELOT, 2004).

Kingston e Diehl (1994) propuseram uma teoria em que mecanismo de controle do conhecimento relaciona de algum modo a interface entre o sistema fonético e o fonológico¹⁰. A separação entre as duas áreas é pouco desejável de um ponto de vista empírico, pois dificulta a sustentação de um ponto de vista teórico (BROWMAN, et al., 1992; DIEHL, 1991).

Para Ohala há a interação total das duas áreas (1990), enquanto que para Kingston e Diehl (1994) a fonética e a fonologia são dois módulos separados, mas é a interface entre as duas que assegura o funcionamento língua. Assim, assegura a produção concreta da fala, permitindo gerar um mecanismo que comporte a realização fonética das representações fonológicas.

A hipótese proposta por Pierrehumbert (1990) apud Huber, et al. (2004) é de que controle se introduz no exterior da fonologia. Deste modo, a natureza cognitiva se apóia sobre o conhecimento fonético e o seu produto é de ordem qualitativa, constituindo uma categoria discreta do sistema. Essa hipótese se alicerça nas ciências cognitivas, porém ainda faltam testes experimentais, pois não há modelos funcionais característicos do mecanismo do controle (ativo, mas inconsciente), que determinam

¹⁰ Há uma tradição desde o Círculo de Praga que mostra que há uma separação total dos domínios fonético e fonológico.

quais os tipos de canais seriam gerados para os processos similares, além de não citar as funções neurológicas (HUBER, STATHOPOULUS e SUSSMAN, 2004).

Do ponto de vista linguístico, a existência do controle é inferida a partir da análise da variação fonética¹¹ das realizações dos contrastes. Em particular, a partir da problemática da co-variação dos articuladores e de suas consequências acústicas. Quando há diversas articulações co-variantes de uma realização fonética, ou, de uma especificação fonológica, procura-se determinar o tipo de co-variação existente.

O produto automático da ação pode estar relacionado com os diferentes contrastes fonéticos, como, por exemplo, a co-articulação entre os segmentos, coexistentes dentro das possibilidades de um mesmo segmento, que depende, fisicamente, da relação entre os articuladores e dos contrastes aerodinâmicos. Mas, pode ser um traço da reorganização controlada dos articuladores, a fim de favorecer a melhora produção e, ou da percepção dos sons.

Nesse último caso, os locutores são capazes de modificar os componentes fonéticos, a fim de antecipar os efeitos dos contrastes fonéticos sobre a produção de certos sons. E os informantes podem co-variá-las as várias articulações, a partir da ênfase, a fim de criar efeitos acústicos, que assegurem a melhor compreensão auditiva (DELVAUX, 2003).

A informação fonética se apóia no conhecimento proposto a partir das representações fonológicas e dos conhecimentos dos contrastes fonéticos. Brown e Goldstein (1992) demonstraram que as relações entre fonética e fonologia não são de mesma natureza¹². A fonologia afeta a realização fonética, pois o conceito sofre influência do comportamento das suas instâncias concretas (PIERREHUMBERT, 1990, apud HUBER, STATHOPOULUS e SUSSMAN, 2004), a recíproca também é verdadeira, pois é um processo cíclico.

Browman e Goldstein (1992) propuseram uma visão alternativa sobre a divisão das duas áreas. Segundo os mesmos, a fonologia e a fonética são

¹¹ É fundamental que haja a comparação entre os pontos de vista de uma 'fonética automática' e de uma 'fonética do controle'.

¹² Os autores analisam a problemática das relações entre ambas em termos da reciprocidade, apesar das diferenças entre o conceito e suas instâncias do mundo real.

consideradas, respectivamente, como a macro e a microestrutura de um sistema biológico complexo. As relações internas são de múltipla reciprocidade ou de influências mútuas. Portanto, há uma relação relevante linguisticamente.

A função fonética é informar a fonologia o significado de um termo, ou seja, quais são as propriedades articulatórias, acústicas e perceptivas, necessárias para ativar ou limitar os dispositivos do aparelho fonatório. Essas são as propriedades qualitativas, nas quais o sistema fonológico se baseia para ativar as operações de seleção e comutação. Logo é possível comparar a seleção com o funcionamento do aparelho fonador – circunstanciado por Ohala (1983) – e a comutação com a estruturação dos sistemas vocálicos.

A influência do sistema fonológico sobre a realização fonética reside na razão das representações fonológicas delinearem a realização fonética. Assim, a parte fonológica é composta por unidades contrastivas, que informam a fonética quais as relações paradigmáticas existentes e essas agem sobre as unidades do sistema, estruturando essas de modo que elas devem ser realizadas foneticamente. Ladefoged (1982), por exemplo, demonstra isso a partir da produção, em função da presença ou ausência de certos contrastes dos inventários fonológicos, utilizando como exemplos diferentes línguas naturais.

Os contrastes impostos aos fenômenos fonéticos, sobre os sistemas fonológicos, são impostos pela fonologia a partir dos sistemas de realização fonética. Esses são considerados como limitantes dos parâmetros das especificações fonéticas e fonológicas de uma determinada comunidade linguística.

A hipótese do controle proposta por Kingston e Diehl (1994) abarca o fato dos falantes criarem um modelo de comportamento fonético, visando reconhecer cada ato implícito, como estratégia adaptativa. Esse processo de comunicação está limitado pelos contrastes físicos e pelos contrastes impostos pelo sistema fonológico de um língua. Assim, o controle fonético, portanto, é uma teoria que propõem as relações entre a produção e percepção da fala, na medida em que essa é assumida como instância do discurso.

No momento da enunciação o falante controla as articulações a fim de assegurar, entre outras coisas, uma boa percepção dos sons pelo ouvinte. É pressuposto que a produção da fala seja orientada pela sua percepção, mais do que pela produção, propriamente dita (KINGSTON e DIEHL, 1994).

Inicialmente, o locutor tende a ser representado como a parte ativa do processo de comunicação, enquanto o receptor se conserva passivo, até que ocorra a inversão dos papéis. Em efeito, se a co-variação das articulações é uma estratégia de controle do ponto de vista do locutor; do ponto de vista do ouvinte, há a integração com diversas propriedades acústicas, que cria uma impressão auditiva reforçada.

Kingston e Diehl (1994) consideram que há um mecanismo automático que estabelece um estado precoce da percepção, ou seja, há um filtro que seleciona e diferencia o que é informação do que é ruído. Porém, isso só ocorreria em um nível onde o sinal auditivo sofre um tratamento. Os autores não abordam isso como um processo perceptual específico da fala, como é a proposta feita por Ohala (1981, 1986), que visa às mudanças fonéticas.

A perda do ruído presente no sinal não é desejada pelo locutor, pois esse pode ser um efeito atribuído a coarticulação do fonema na fonte, que permite ao locutor a reinterpretação das informações presentes no sinal. No entanto, se considera que o processo, em todos os procedimentos de utilização do conhecimento fonético pelo locutor, faça parte do sistema fonológico da língua. Desde que cada um desses seja definido pelo conhecimento detalhado dos aspectos fonéticos da fala.

A teoria de Kingston e Diehl (1994) pode ser classificada como uma “teoria auditiva dura¹³” que supõem que há a relação robusta e transparente entre os traços e as propriedades perceptuais. Deste modo, os traços fonológicos são considerados como primitivos (KINGSTON e DIEHL, 1994) e, portanto, as relações entre os traços e os gestos são indiretas e mais complexas.

A finalidade da produção da fala é a percepção sonora, mas essa idéia pode ser considerada oposta a teoria da motricidade da percepção da fala (LIBERMAN e MATTINGLU, 1985), pois nessa o objeto da percepção são os gestos. Tanto na

¹³ Tradução realizada pela autora.

teoria da motricidade como na teoria auditiva da percepção da fala, há um desequilíbrio no ganho de um dos dois interlocutores no processo de comunicação. Um dos interlocutores se esforçará para se adaptar as representações.

A forma com que essas duas teorias atuam conta com a problemática da invariância. Essa se determina a partir de um sinal acústico invariante, em relação às unidades linguísticas discretas. O sinal é representado por traços, por alofones, fonemas e, ou sílabas.

A teoria da motricidade é baseada a partir da perspectiva da Fonológica Articulatória (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992) cujos gestos são compostos por unidades físicas específicas, que possuem interface com o domínio articulatório. Esses são compostos por unidades abstratas e se apóiam nos contrastes fonológicos.

Os falantes seriam capazes controlar a variabilidade acústica, a fim de padronizar o sinal da fala. A teoria auditiva se apóia na invariância do sinal. Essa ocorre no domínio auditivo, possibilitando aos falantes a produção de enunciados variáveis do ponto de vista acústico, mas equivalentes do ponto de vista auditivo.

O sinal acústico da fala é o reflexo espaço-temporal das constrições dos diversos pontos do trato vocal. Assim, para obter uma boa descrição fonético-fonológica, a dimensão temporal da coordenação dos gestos¹⁴ deve ser abordada. Os padrões sonoros são o reflexo da orquestração temporal dos diferentes órgãos que compõem o aparelho fonador, bem como comportamento espaço-temporal dos gestos durante a produção do sinal da fala.

A fonologia, até a escola auto-segmental, assumiu que as representações fonológicas eram, essencialmente, uma sequência linear. Assim, a fala era apresentada por segmentos com representações abstratas, mas sem nenhum tipo de correlato temporal com a representação da fala, exceto a temporalidade linear, ou seja, cujo cada segmento é seguindo por outro.

¹⁴ Os gestos são unidades espaços-temporais, que representam as constrições realizadas em algum local no trato vocal. O início do movimento do gesto é representado pelo *onset*; o alvo (*target*) é a representação de que o gesto atingiu seu objetivo (ou sua constrição); o *C-Center* é o ponto médio da trajetória do gesto; a soltura (*release*) representa a distância entre o alvo e o início da finalização da trajetória, que termina no *offset*. O conjunto dessas marcas representa a estrutura temporal interna de gestos (BROWMAN e GOLDSTEIN 1992).

No nível nasal, por exemplo, a consoante pode ser definida por [+ nasal] ou [-nasal]¹⁵. Porém, em uma sequência linear não pode haver sobreposição do traço da nasalidade. Assim, a forma de representação linear não tem tanta relevância em relação a noção de temporalidade na fonologia (GOLDSMITH, 1976, p. 25-26).

Os gestos representam categorias primitivas, definidas por parâmetros temporais e espaciais, que são intrínsecos a cada articulador. Apesar desta inovação representativa, se comparada ao modelo auto-sedimental, a modulação aerodinâmica é um parâmetro que deveria ser levado em conta pela teoria gestual e não é. Apesar de que ambas a teorias, pós-autosegmental, assumam que os gestos articulatórios estão associados aos segmentos consecutivos e são co-produzidos conjuntamente.

Portanto, neste trabalho utilizaremos o fluxo de ar como ferramenta para a compreensão o comportamento do deslocamento do véu e da língua durante a produção dos ditongos nasais. O fluxo de ar nasal será utilizado para embasar as inferências sobre o início e o fim do gesto do movimento do véu palatino. O volume máximo da taxa de nasalidade será relacionado com o alvo de a constrição velar.

1.1.1. UMA VISÃO GERAL: A NASALIDADE

Nas línguas naturais existem cinco tipos de segmentos que possuem traços nasais distintivos, a saber: as consoantes nasais, as vogais nasais, as contínuas nasais (semivogais nasalizadas, por exemplo), os glides nasais¹⁶ e os cliques nasais. O padrão de nasalidade formulado por Ferguson (1975) busca os universais lingüísticos nas línguas naturais.

O autor referido acima mostra que há a tendência de existir pelo menos duas consoantes nasais distintas: a labial /m/ e a apical /n/. As duas ocorrências são consideradas quase constantes, contudo os demais segmentos nasais apresentam *status* fonológico variável nas línguas naturais em que ocorrem e podem ser distintivos ou não.

¹⁵ A distinção da nasalidade é feita a partir da divisão binária da articulação: [+ nasal] e [-nasal]. Chomsky e Halle (1968) assumem que a diferença fundamental reside no fato do véu palatino estar ou não abaixado. Tal descrição é assumida para todos os elementos nasais, vogais e consoantes.

¹⁶ Os glides nasais se constituem em uma realização nasal geralmente breve e ligada aos outros segmentos. Há três tipos de segmentos que faz fronteiras com os glides nasais: oclusivas pré-nasalizadas, vogais com glides nasais e consoantes com ataque oral.

A nasalidade tem sido descrita como uma propriedade de função distintiva nas línguas naturais. O elemento [nasal]¹⁷ pode de ser um recurso binário ou privativo. Já os sons orais são opostos aos sons nasais pelo valor negativo [-nasal]. Porém, a nasalidade em algumas línguas tem características variáveis, podem ser ligeiramente nasalizada e, ou, totalmente nasalizada¹⁸, distinguindo, assim, dos sons orais. Isso demonstra que há diferenças no padrão temporal do gesto nasal (LADEFOGED, et al., 1999).

Os sons orais comumente podem assimilar sons nasais, mas raramente sons nasais podem assimilar sons orais. Assim, a nasalidade pode se comportar como um recurso não marcado em determinadas posições, pois é considerada como um gesto, ou um nó de raiz dependente (CLEMENTS, 1985; MCCARTHY, 1988) das funcionalidades do véu palatino (SAGEY, 1990; HALLE, 1995).

A nasalidade, geralmente, possui algumas regularidades espectrais que são observadas nas diversas línguas naturais. Os aspectos acústicos se apresentam de modo uniforme apesar das relações, articulatórias, aerodinâmicas, acústicas, e perceptivas que envolvem este fenômeno serem muito complexas e variáveis.

Na produção das nasais, o trato vocal está dividido em duas cavidades: a cavidade oral e a cavidade nasal, as duas cavidades estão ligadas por uma abertura velo-faríngea, cujo tamanho é regulado pela movimentação do véu palatino (palato mole). No acoplamento dos tubos, oral e nasal, os dois se encontram interligados por uma pequena abertura por onde passa o fluxo de ar, criando uma bifurcação na cavidade supraglotal.

Para a produção de um fonema nasal é necessário o acoplamento entre o trato vocal e o trato nasal. Isso ocorre porque há a abertura da cavidade nasal na região nasofaringe. Acusticamente, a produção das nasais é acompanhada por muitas

¹⁷ Segundo Trubetzkoy (1949) a nasalidade é a marca de oposição privativa, enquanto o valor introduzido por Jakobson, Fant e Halle (1952): é de que a nasalidade é um traço binário (como todos os atributos) acústico-articulatório; Chomsky e Halle (1968) descrevem se tratando de um traço binário, com todos os recursos articulatórios.

¹⁸ O termo nasal refere-se a qualquer fonema plenamente nasal e o termo nasalizado refere-se aos fonemas parcialmente nasais, para os alofones dos sons orais.

ressonâncias. Essas são consequência da dinâmica do fluxo de ar e dos articuladores ativos no processo da entrada do fluxo de ar no trato nasal vindo da traquéia.

O abaixamento do véu palatino faz com que o ar se espalhe no ambiente da cavidade nasal. Assim, tanto as consoantes, como as vogais nasais podem ser sustentadas durante a fonação, por um longo período de tempo. O que demonstra uma diferença dinâmica entre a produção das consoantes oclusivas e nasais, por exemplo.

No modelo dos tubos descrito acima, pode existir diferentes graus de acoplamento, que resultam em graus distintos de nasalização distintos, esse valor depende do volume da secção transversal da abertura do véu. Assim, o volume de ar que passa pelo tubo nasal se altera em virtude da movimentação dos articuladores (língua e lábios) e conforme o grau de abertura velofaríngeo.

As ressonâncias que atuam nas duas cavidades não são as mesmas¹⁹, e só há interação entre elas, se e se somente, o canal que as une estiver com uma abertura minimamente significativa. Quando ocorre a ligação entre as cavidades é gerado um *output* acústico, esse é resultante da configuração total do sistema. Para que o sinal acústico seja modificado é necessário que algumas articulações ocorram em conjunto. A figura 1 mostra o modelo de acoplamento dos dois tubos acoplados em paralelo, para a produção de uma consoante nasal.

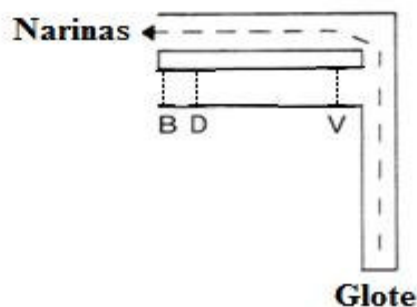


Figura 1: Modelo do sistema de acoplamento dos tubos orais e nasais. As letras: B, D e V enfatizam os pontos de articulação das consoantes nasais: bilabial, dental e velar, respectivamente²⁰.

¹⁹ A cavidade nasal é vista como um dos ressoadores e a cavidade oral como o outro, elas possuem dimensões diferentes.

²⁰ Adaptação (AMELOT, 2004).

As atuações da nasalidade nos segmentos vocálicos são descritas através de comparações entre os espectros de sons orais e suas correspondentes, principalmente os par-mínimos. As características espectrais do efeito do acoplamento nos segmentos nasais são notadas através da movimentação dos formantes, da largura da faixa de banda e da suavização dos picos de energia, a presença do murmúrio nasal nas consoantes e do apêndice nasal²¹ para vogais nasais de *offset*, além do aumento da duração das vogais nasais (KRAKOW e HUFFMAN, 1993).

As diferenças, em relação aos segmentos orais, decorrem do processo de sobreposição das ondas sonoras, quando o fluxo de ar passa pelas duas cavidades. Porém, atribuir as alterações de ressonância puramente as dimensões dos graus de acoplamento seria uma análise muito superficial, segundo Curtis (1970). A diferença entre os segmentos orais e nasais está na existência dos pólos e zeros no espectro dos últimos segmentos sonoros. Essas são interferências construtivas e destrutivas que aparecem no espectro vocálico.

Cada zero adicional pode ser emparelhado a um pólo adicional e se formar a união entre os pólos e zeros, e ambos são eliminados ou amplificados. Se os formantes orais e nasais possuírem a mesma largura de banda e a mesma frequência fundamental, resultará em um cancelamento. Porém, caso os formantes apresentem diferentes larguras de banda e de frequência, os efeitos espectrais podem ser variados, dificultando a análise acústica.

As ressonâncias geradas na cavidade nasal, aplicadas ao som oral, são chamadas de formantes nasais (anti-formantes). Na maioria dos casos resultam em um cancelamento parcial ou total das ressonâncias em algumas faixas de frequência. Segundo Kent e Read (1992) isso ocorre porque os formantes e os anti-formantes geralmente ocorrem pareados.

As interferências de frequências geram mudanças significativas nos formantes dos segmentos nasais, principalmente, na região do primeiro e segundo

²¹ Estudos sobre as vogais nasais indicam a presença de duas fases acústicas: a vogal propriamente dita e a última seria uma espécie de “murmúrio vocálico” e, ou “murmúrio nasal” (CAGLIARI, 1977; SOUSA, 1994; SEARA, 2000, JESUS, 2002). Adotaremos “apêndice nasal” por acreditarmos na argumentação desenvolvida por Medeiros e colegas (2008).

formante. Nesses locais há o aumento da intensidade de energia e pode haver redução da intensidade dos harmônicos de alta frequência, que são causadas pelas antirressonâncias (DICKSON, 1962).

O acréscimo do traço de nasalidade, em um segmento oral, igualmente modifica a percepção. Moll (1962) mostra que o fechamento velofaríngeo é maior na produção das vogais altas /i/ e /u/ do que na vogal baixa /a/. O autor aponta que há mais energia acústica na produção de um /i/ do que na produção de uma /a/ e, ainda, que isso é gerado pelo gesto da língua.

Segundo Krakow e Huffmann (1993) o tempo de abertura e fechamento do véu varia dependendo do contexto silábico da produção do segmento nasal. A atuação dos articuladores, no aparelho fonador, permite criar diferentes geometrias no trato oral, mesmo que as pregas vocais continuem vibrando e, simultaneamente a isso, o ar sai pelas narinas, produzindo o murmúrio nasal, segundo Stevens (1998), o *output* é a combinação do volume de ar que sai da cavidade oral e nasal.

Para Ladefoged e Maddieson (1999), a fonética tradicional distingue as nasais plenas (consoantes) dos sons nasalizados (vogais), todavia ambos ocorrem com o abaixamento do véu palatino. Esse é um movimento simples, se comparado com a complexidade da biomecânica da língua, por exemplo.

Por causa da dinâmica do movimento do véu não há um padrão consensual sobre a caracterização acústica dos segmentos nasais. Sousa (1994) aponta essa dificuldade de padronização a partir da análise das consoantes nasais:

“(...) não existe um consenso sobre as características gerais das consoantes nasalizadas, por exemplo, os padrões dos sons nasais observados nos espectrogramas variam consideravelmente para um mesmo falante, seria muito difícil obter frequências absolutas e intensidades dos formantes, conforme a emissão”. (SOUSA, 1994, p. 125).

Segundo Ladefoged (1974), os segmentos nasais em qualquer posição silábica, *offset* ou *onset*, possuem antiformantes localizados em posição diferentes. Isso é o fator que dificulta a padronização acústica. Entretanto, os formantes devem

ser observados e descritos minuciosamente, apesar da visualização dessas antirresonâncias ser um desafio á descrição acústica da fala.

1.1.2. A NASALIDADE NO PB

O PB possui em seu inventário fonético: consoantes nasais, vogais nasais, vogais nasalizadas, ditongos e tritongos nasais (CAGLIARI, 1977). Podemos encontrar três tipos de consoantes: /m; n; ɲ/, labial, alvéolo-dental e palatal, respectivamente, em *onset*, essas são plenamente especificadas, possuindo ponto e modo de articulação, enquanto as nasais em posição de *offset*, não seriam consoantes especificadas e nem consoantes homorgânicas.

No inventário vocálico tônico há vogais orais como nasais. As vogais orais tônicas são representadas por sete fonemas: /i; e; ε; u; o; ɔ; a/. As três primeiras são anteriores e as outras três posteriores. A vogal [a] é analisada como uma vogal posteriorizada. O grau de abertura de [i] é o mais fechado, [e] médio-alto e [ε] meio-baixo, sendo a vogal [a] a mais baixa e mais aberta de todas.

As vogais nasais acentuadas são cinco vogais: / ã; ê; ã; õ; ã/ (CAGLIARI, 2007). Todas as vogais tônicas orais no PB podem ser nasalizadas por assimilação (coarticulação) a uma consoante nasal. Só que das sete, apenas cinco são distintivas, as outras são alofones. Assim, as cinco vogais são plenas, pois possuem par-mínimos. Tal posição é sustentada, entre outros, por Pontes (1972), Lacerda e Head (1966), apud Teixeira, Moutinho e Coimbra (2001).

Segundo Camara Jr. (1962, 1977) e Cagliari (1977), as vogais nasais seriam representadas em sua forma subjacente na estrutura profunda como um grupo de V+CN, no qual a consoante, uma vez tendo a vogal se assimilando a ela, teria desaparecido ao longo do processo de mudança histórica do PB.

Segundo Cagliari (2007) há muitas análises pouco informativas sobre o fenômeno da nasalidade no campo fonético. Por se trata de um fenômeno complexo,

a dificuldade de padronização acústica dos segmentos nasais, principalmente os vocálicos, torna os diversos estudos bastante divergentes.

A discussão fonológica sobre a categorização do estatuto das vogais nasais é bastante longa no PB. A linha estruturalista mattosiana afirma que a vogal nasal é um arquifonema nasal. Uma consoante homorgânica atrelada ao ponto de articulação da consoante consecutiva (MATTOSO CÂMARA, 1977).

Tal afirmação ainda é a base para a discussão sobre o estatuto fonológico das vogais nasais do PB de muitos autores (LIPSKI 1975; MATEUS, 1975; CAGLIARI, 1977; PARKINSON, 1983; BISOL, 1998; SEARA, 2000; SOUSA, 1994; JESUS, 2002; MEDEIROS, 2007). Para Cagliari (1977) a vogal oral se tornou nasalizada após assimilar a consoante nasal e Nobiling (1903) observou que há existência de uma consoante nasal subjacente em *offset*.

O segmento nasal que ocupa a posição de *offset* tem as características de uma consoante nasal velar sem a oclusão oral (LIPSKI, 1975), mas para Sampson (1999, p. 260) afirma que as suas informações articulatórias e temporais seriam respaldadas pela vogal antecedente. Tal afirmação contradiz a hipótese de que exista uma consoante velar na posição silábica referida.

De certo modo há um consenso pela linha bifonêmica mattosiana. Articulatoriamente as descrições mais recentes sugerem que exista uma consoante emergente homorgânica a articulação da vogal, ou seja, atrelada ao movimento da língua. Assim, nas vogais anteriores o fechamento oral seria na região palatal, enquanto nas vogais posteriores a oclusão estaria na região velar.

A consoante oclusiva nasal velar /ŋ/ é empregada em algumas descrições como a consoante plena que ocupa a posição de *offset* (SHOSTED, 2006). Em palavras como ‘manga’, por exemplo, a nasal é realizada como uma consoante homorgânica: [mãŋ.ga]. Isso demonstra que existe a assimilação do ponto de articulação e vogal nasal velarizada, diante de uma consoante oclusiva velar /k/ e /g/, se torna percentualmente mais saliente.

Shosted (2006) descreve que o mesmo fenômeno ocorre em palavras como ‘atum’, realizadas foneticamente como [a.tũŋ]. Porém não há estudos suficientes com o PB que possam categorizar o estatuto fonológico do segmento citado. Assim, no contexto determinado, todas as vogais nasais realizadas são percebidas como nasais indistintamente.

Alguns estudiosos, do ponto de vista acústico, discutiram o fenômeno da nasalidade nas vogais do PB (MEDEIROS, no prélo; MEDEIROS et al., 2008; SOUSA 1994; JESUS 2002; SEARA, 2000). Esses autores defendem que não existiria uma consoante nasal plena. Porém, há a presença do apêndice nasal, nomenclatura que adotamos. Esse é um resquício do murmúrio nasal referente à consoante que se tornou homorgânica. Essa, diacronicamente, perdeu a dupla articulação e se tornou apenas um segmento nasal associado à dinâmica das vogais e não das consoantes.

Para Hajek (1991, p. 262) afirma que as vogais nasais, geralmente, sofrem uma ditongação, resultante do fechamento da cavidade vocálica. A oclusão é resultado movimento de posteriorização do dorso da língua e o abaixamento velofaríngeo. Assim, há o contato entre os dois articuladores, que resultam em uma consoante plenamente especificada.

Aerodinamicamente Shosted (2006) admite, através de uma amostragem do percentual máxima de FAN, o surgimento de uma consoante nasal velar emergente gerada por vogal nasal em *offset*, em contexto intervocálico. Ele se apóia na relação entre dois parâmetros para o surgimento da nasal emergente, a altura da vogal e a posterioridade. O autor não é categórico, mas o correlato articulatório evidencia a oclusão oral velar no dialeto que foi analisado, o Português Brasileiro Carioca.

1.1.3. A NASALIDADE NA FALA

As cavidades nasais não são apenas tubos vazios. As suas paredes estão parcialmente preenchidas por estruturas ósseas e a sua superfície e as conchas estão

cobertas por uma mucosa. O fluxo de ar passa por três passagens existentes entre a estrutura óssea. As passagens são designadas de meatos. Essas junto com a mucosa atuam no amortecimento da energia do sinal acústico das frequências (ENTENMAN, 1976).

A cavidade nasal aplica ressonâncias nas ondas sonoras, que alteram o timbre sonoro. A simples passagem do fluxo de ar pelas cavidades não determina as diferenças entre os segmentos nasais e orais. Assim, a abertura e o fechamento do véu, no processo de fonação, implicam na correta articulação dos fonemas. Contudo, o grau de abertura do véu palatino implica na variação dos fonemas: nas nasais está completamente aberto; nas vogais baixas, em uma posição intermédia; nas vogais altas encontra-se quase fechado; e, nas oclusivas orais, está completamente fechado (CHILDERS e DING 1991).

O abaixamento do véu é o resultado da ação conjunta dos músculos elevadores e abaixadores. Segundo Cagliari (1977), quando o véu palatino se movimenta para baixo abaixo, é porque os músculos elevadores relaxam e os músculos abaixadores se contraíram. Porém, há controvérsias a esse respeito, que não serão discutidas nesse momento da pesquisa.

Os movimentos são controlados por vários músculos que atuam em conjunto: o *levator veli palatini*, o *superior pharyngeal constrictor*, o *tensor palatini*, o *palatoglossus* e a úvula. Esses estão interligados paralelamente, na altura do palato mole. Esses músculos estão presos a um arcabouço, que delimita as estruturas da base do crânio, da espinha cervical, lâmina lateral e medial do osso esfenóide, e, do osso da maxila (HARDCASTLE, 1976).

Björk (1961) constata que a abertura do véu tem uma área levemente retangular e seu tamanho é de aproximadamente 10 mm. As dimensões da abertura do véu palatino, relevantes à fala, estão num intervalo entre zero e mais de 1 cm², (WARREN, 1967; BJÖRK, 1961). Em um adulto, o acoplamento da cavidade nasal e oral encontra-se a uma distância em média de 8 cm acima da glote. O seu tamanho é

em média de 12,5 cm (FANT, 1960), partindo da úvula às narinas, e a bifurcação das narinas é de 8 cm (STORY, 1995; FANT, 1960)²².

Stevens (1998) aponta que para a emissão das vogais nasais, a área de abertura de 3 cm³. O grau de abertura é dependente da qualidade vocálica, se o véu palatino se aproxima 2 mm da faringe não há nasalidade aparente. Entretanto, se a abertura for maior, entre 5 e 50 mm², haverá a produção de ressonâncias nasais perceptivas auditivamente.

Björk (1961) mostrou que a velocidade do véu também pode variar. Durante a produção da fala²³. O movimento de abertura é mais lento do que o de fechamento. Segundo o autor não há estudos suficientes sobre a velocidade do véu na produção da fala em geral. Porém, há evidências de que o véu palatino apresenta um movimento mais rápido para fechar a abertura velofaríngea do que para abri-lo (CAGLIARI, 1977; ENTENMAN, 1976).

As ondulações existentes nas paredes da cavidade resultam no aumento da superfície da cavidade nasal²⁴, se comparada a uma cavidade com a mesma área transversal, mas com as paredes lisas. Assim, o perímetro é de três a cinco vezes maior que a área de uma secção transversal circular qualquer. Essa superfície das paredes provoca o aumento ou a perda de amplitude sonora nas ressonâncias acústicas, que passam pelas cavidades nasais (STEVENS, 1998).

Nas descrições sobre modelo do trato nasal, alguns autores consideram a ação dos seios paranasais, na produção do *output*, irrelevante. Deste modo, os principais modelos experimentais se voltam à complexidade do acoplamento dos dois tubos uniformes, a conexão entre a cavidade oral e a cavidade nasal. Mas, segundo Lindqvist-Gauffin e Sundberg (1976) e Meyerhoff e Schaefer, (1991),

²² Há vários estudos realizados sobre anatomia da cavidade nasal. Há pesquisas realizadas com cadáveres (BJUGGREN e FANT, 1964), raios-X e ressonância magnética (DANG et al., 1994; STORY, 1995).

²³ Para o discurso lento, normal e rápido, correspondem as durações de 100-200-300, numa escala relativa. Os movimentos do velo variaram na proporção de 100-130-160.

²⁴ A cavidade nasal de um homem adulto foi estimada com um comprimento total de 11 cm, através da medição de uma linha mediana (BJUGGREN et al., 1964). O volume total é de aproximadamente 25 cm³, a partir da extremidade posterior da cavidade nasal até a porção anterior (DANG et al., 1994).

alguns tipos de efeitos de ressonâncias do trato nasal, poderiam ser explicadas pela atividade dos seios paranasais.

Os seios atuariam com um filtro, quando o som que passa pelas narinas. Mas a importância dos seios paranasais em relação ao *output* total do sistema é ainda uma incógnita. Ainda, segundo Lindqvist-Gauffin e Sundberg (1976), eles afirmam que o volume dos seios aparece desempenhar um papel importante na determinação frequência natural do trato nasal, que é menor do que a do trato oral.

A atuação dos seios na cavidade nasal dificulta a compreensão das propriedades acústicas das vias nasais (STEVENS, 1998). Neles há pequenos detalhes anatômicos que geram grande variabilidade acústica de um indivíduo para o outro. A assimetria da cavidade nasal cria efeitos acústicos diferenciado no *output*. Os seios paranasais mais importantes, e que podem ter alguma atuação acústica na produção da fala, são os maiores. Por causa de seus volumes podem mostrar grandes diferenças acústicas individuais.

Para Maeda (1982), por exemplo, os seios desempenham um papel importante no aparecimento das ressonâncias de baixa frequência nos sons nasais. Já Feng e Castelli (1996), contudo, apontam que há controvérsias a respeito dessa influência. Para os autores essa não é uma explicação suficiente a respeito das propriedades dos sons nasais.

1.1.4. O FLUXO DE AR E A NASALIDADE

A problemática da nasalidade é altamente complexa e é devida ao fato de que o fluxo de ar nasal precisa ser analisado em relação à função mecânica de controle de abertura do véu e da relação do perceptual de caracterização da nasalidade. Assim, obter resultados concretos em experimentos com fluxo de ar, durante a produção do som, constitui talvez o aspecto mais contraditório do estudo de nasalidade (CAGLIARI, 1997).

Existe a possibilidade de se produzir uma vogal oral com o fluxo de ar nasal e também pode ocorrer um som nasal sem que haja o escape de fluxo de ar nasal (van RIPER 1958, p. 212 apud CAGLIARI, 1977). Assim, entende-se que a presença do

fluxo de ar nasal positivo ou negativo, em alguns casos, não significa um fator obrigatório para a produção e a percepção da qualidade auditiva, pois os ouvintes estariam prontos para aceitar gradiência de nasalidade (LAVÉ, 1975).

Há três questões que são objetos de controvérsia: (a) a velofaringalização do véu pode estar, ou não, completamente fechada. Assim, pode existir uma pequena quantidade de fluxo de ar nasal durante a produção dos sons para a para todos orais; (b) a nasalização dos sons pode ocorrer sem nenhum fluxo de ar nasal dentro da cavidade nasal, e por fim (c) a quantidade de fluxo de ar pode gerar diferença entre os graus de nasalidade (CAGLIARI, 1997).

Os dados de fluxo de ar nasal são frequentemente utilizados em diagnósticos que comparam as condições da produção normal e patológica das ressonâncias nasais como: a hipernasalidade, a hiponasalidade e a insuficiência de ressonância nasal, isso é apontado em Warren, Dalson e Mayo (1993) apud (KRAKOW e HUFFMAN, 1993, p. 4).

O fluxo de ar é medido instrumentalmente através de aparelhos específicos e não incisivos. A utilização de dados de fluxo ar nasal para fazer inferências sobre velofaríngea abertura, necessita de um controle rigoroso. A relação entre o movimento do véu, fluxo de ar e nasalidade achada na literatura são baseadas em maior parte em suposições do que em evidências experimentais reais. Principalmente porque a investigação do movimento do véu durante a fala oferece consideráveis dificuldades (KRAKOW e HUFFMAN, 1993).

Alguns fatores externos podem causar alterações na coleta do fluxo ar, tornando o dado ruim, pois terá características que não refletem as alterações na abertura velofaríngea do acoplamento oronasal. Há dois fatores que afetam a interpretação do fluxo ar nasal: são as alterações da resistência do fluxo aéreo e as alterações globais no sinal do fluxo ar.

A relação direta entre o escape de ar e a abertura da área velofaríngea, que é pressuposta. Se há o escape de através pelo nariz, implica que há uma abertura velofaríngea; se não há saída de ar do nariz, sugere que o véu está completamente

fechado. Se o fluxo de ar nasal se manter constante, pode refletir a posição estática do véu.

A hipótese acima não está completamente certa, porque segundo Krakow e Hunffman (1993) as vibrações no nariz, geralmente, são mais fortes quando há ressonância nasal, mas isso não exclui a possibilidade de existir algum tipo de vibração nasal, mesmo na ausência de abertura velofaríngea, pois algumas vibrações são acarretadas a partir das ressonâncias da cavidade oral nos tecidos do nariz. Há indícios que a transferência de vibração ocorra em sons produzidos com maior constrição oral, por exemplo, as vogais altas.

Outros fatores fisiológicos complicadores podem influenciar no registro do fluxo de ar nasal. Existe a possibilidade de haver ar armazenado dentro da cavidade nasofaringe e durante a movimentação corporal, esse ar pode, ou não ser expelido pelo nariz. Desse modo, o ar pode ficar retido na cavidade nasal por causa do movimento do véu durante o fechamento velofaríngeo e, ou pelo deslocamento interno das paredes faríngeas laterais, por exemplo, ou mesmo quando o tubo auditivo é aberto. Em ambos os casos, a quantidade de ar liberada pelas narinas serão bem pequenas.

Lubker e Moll (1965) conduziram uma investigação sobre o movimento do véu e o volume de expelido pelas nas narinas. Nesse Krakow e Hunffman (1993).os autores apontam o movimento velar o responsável pela variação do fluxo de ar nasal, diferente do que afirma:

“(...) Assim, é possível que, com o véu fechado, o fluxo de ar pode fluir em qualquer direção, ingressiva ou egressiva. Devido ao movimento de abertura e fechamento do véu, esse movimento cria mudanças no tamanho da cavidade nasal. Há a possibilidade que um pequeno ruído do fluxo nasal seja causado pelo movimento velar (sic), este é fundamentado quando o volume do ar é computado. Por exemplo, o volume total de ar expirado pelo nariz é aproximadamente de 0.0042 litros. Quando a fala é iniciada há uma pequena mudança nas dimensões da cavidade nasal, que poderia mudar o volume de ar para a expiração” (LUBKER e MOLL, 1965, p. 268).

A elevação do palato também é de importância vital para a boa produção da fala. O impedimento do escape do fluxo de nasal é a articulação mais importante em

um consoante. Uma pequena emissão de fluxo de ar das narinas não significa necessariamente a produção de uma vogal nasalizada, mas que a compressão do ar na cavidade oral é necessária para a articulação de fricativas e oclusivas. Smith (1972) também mostrou que existe uma pequena quantidade de fluxo de ar nasal ingressivo e egressivo durante a produção das oclusivas, que são produzidas com o véu palatino fechado. Para Cagliari (1970) o volume de ar nasal tem relação com a percepção do mesmo.

“(...) O escape de todo ou de alguma parte do fluxo de ar através do nariz será o resultado da necessidade que precisamos para consideramos um som nasal (...)” (van RIPER e IRWIN, 1958, p. 392, apud CAGLIARI, 1970, p. 142).

O percentual de nasalidade cresce com o aumento do tamanho da abertura palatofaríngea. Alguns sujeitos só julgaram o som como nasal depois do fechamento completo do véu e outros julgaram como oral, sons com a abertura do véu de 8 mm (GREENE, 1964, p. 58).

Warren (1967, p. 185) identificou que uma abertura do véu de 10mm² pode ser percebida com uma oclusiva oral. Isso decorre de fatores fisiológicos que contribuem na produção da nasalidade, como qualidade vocálica mais grave. Assim, nos homens há a tendência de deixar o véu permanentemente aberto, mesmo que não se produza um som percentualmente nasal. Cagliari também reforça outros fatores que modificam as ressonâncias além do fluxo de ar nasal.

“(...) Traços de vibrações nasais são encontrados até quando são articulados consoantes e vogais que são absolutamente orais. Esse fato pode ser explicado pelas vibrações dos movimentos transmitidos através dos tecidos. Mas isso é devido também à passagem de uma pequena quantia de fluxo de ar através das narinas”. Rousselot (1924, p. 526, apud Cagliari, 1970, p. 246).

Segundo Krakow e Huffman (1993), a quantidade de ar que flui através do nariz não depende somente do tamanho da abertura velofaríngea, depende do modo que o ar está fluindo através da cavidade bucal. O volume do ar no dado aerodinâmico varia conforme as alterações que podem ocorrer na glote ou em algum ponto da cavidade subglotal, por exemplo.

A alteração da área da secção transversal velofaríngea contribui para a queda proporcional no fluxo aéreo nasal. A diferença da resistência do fluxo aéreo, que passa na cavidade oral durante a produção de uma constrição oral total ou parcial, fará com que a quantidade de fluxo de ar, ao longo de um segmento, aumente ou diminua.

1.2. CONSOANTES NASAIS

As consoantes nasais são descritas como contínuas e, acusticamente, são caracterizadas pela constância dos seus formantes durante determinado período de tempo. Elas são distribuídas e classificadas paralelamente às líquidas, as sonorantes e até mesmo as obstruintes. Entretanto, é o traço [+ nasal] as diferencia das outras consoantes [- nasal].

Para a produção de uma consoante nasal é necessário que exista a movimentação de alguns gestos articulatorios concomitantes. Assim, há a obstrução total do trato oral (V_o), acompanhada pelo acoplamento dos tratos oral e nasal (V_n). Esse modo de articulação gera ressonâncias na cavidade nasal, pois não há saída do fluxo de ar pela boca. O abaixamento do véu palatino faz com que não haja explosão, como nas oclusivas orais e expelido pelas narinas, como pode ser visto no modelo da figura 3²⁵.

²⁵ Esse modelo do trato oral para foi adaptado de Stevens (1998: 190), onde o V_f é o volume de ar que sai da fonte, enquanto V_n é o volume do fluxo de ar que sai das narinas e V_o , o fluxo que sai da cavidade oral.

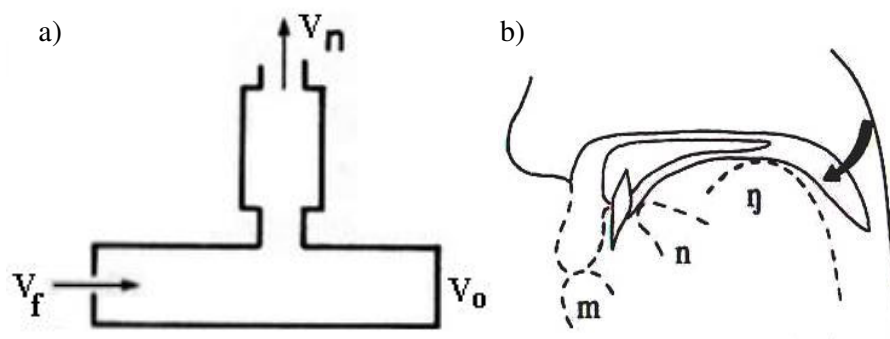


Figura 2: (a) Modelo de trato oral para a configuração de uma consoante nasal. V_n = fluxo de ar nasal; V_f = fluxo de ar da fonte e V_o = fluxo de ar oral²⁶. Em (b) Corte médiosagital do trato vocal. Ponto de articulação das consoantes nasais. A seta indica o movimento de abaixamento do véu²⁷.

A dinâmica dos tubos, mostrada acima, permite que o fluxo de ar ressoe no trato nasal e radie-se pelo ambiente, enquanto a laringe continua vibrando, gerando vozeamento. Por causa do modo de articulação um volume de ar é expelido pelas narinas e não pela boca. A trajetória temporal da articulação do gesto do véu e da glote faz com que seja produzido o murmúrio nasal no *output*, que é característico dos segmentos nasais.

A classe das oclusivas nasais apresenta diferenças acústicas bastantes significativas, que estão localizadas no murmúrio, como as informações sobre os pontos de articulação, as variações no padrão dos formantes nasais e das transições às vogais adjacentes (SOUSA, 1994).

Segundo Repp e Svastikula (1987), que exploraram a influência do contexto silábico, com técnicas de segmentação e edição acústica, são nas transições vocálicas que se encontram as informações sobre o ponto de articulação da consoante nasal. Essas informações são mais significativas do que as que existem no próprio murmúrio nasal. Assim, a percepção das consoantes nasais também sofrerá a influência da coarticulação do contexto silábico.

Segundo Pickett (1991), o espectro do murmúrio nasal é marcado pela concentração de ressonâncias de baixa frequência. Essas incidem no espectro por causa da passagem do fluxo de ar pela cavidade nasal. Acusticamente, o espectro do murmúrio nasal não se diferencia drasticamente de uma consoante para outra.

²⁶ Adaptação de Stevens (1998, p. 190).

²⁷ Adaptação de Kent (1997, p. 64).

Segundo Fujimura (1962), que estudou as consoantes nasais do inglês / m ; n ; ŋ /, todas as nasais possuem uma distribuição igualitária da energia sonora na faixa média de frequência, entre 800 e 2.300 Hz. O que irá diferenciá-las é a posição dos antiformantes: para [m] – entre 750 e 1250 Hz; [n] – 1450 e 2200 Hz e [ŋ] – acima de 3000 Hz.

Em [ŋ] há quatro formantes no principal range de frequência (até aproximadamente 3.000 cps); em [n] o F3 é substituído por um grupo que consiste em dois formantes e um anti-formante; e, [m] é obtido quando o F2 é substituído por um grupo de dois formantes e anti-formante (FUJIMURA, 1962). Embora a localização do anti-formante possa ser usada na categorização das nasais entre si, Fujimira também ressalta que cabe as transições dos formantes das vogais adjacentes ao murmúrio nasal a caracterização das nasais.

Como as consoantes nasais são soantes e quando articuladas, em um dado ambiente vocálico, tendem a nasalizar as vogais adjacentes por coarticulação. Acusticamente, a parte inicial da vogal que antecede as consoantes nasais é nasalizada por uma extensão de 100 *ms* de duração aproximadamente (PICKETT, 1991). Uma razão para isso é devida à lentidão da movimentação do véu palatino como articulador. Após o fim da oclusão do trato oral e conseqüentemente, durante a articulação da vogal antecedente, apesar do véu de já ter começado o movimento de fechamento da cavidade nasal, esse permanece com uma abertura significativa.

1.3. VOGAIS NASAIS

A nasalidade seria é uma característica supra-segmental, que atua sobre as vogais orais e modifica-as segundo a nova geometria do trato vocal, que é resultante do acoplamento das cavidades oral e nasal. Esta linha é apontada por Maia (1983), que descreve que os fonemas com essas características são vogais nasais.

Os sistemas linguísticos com vogais nasais seriam mais instáveis, em virtude da pretensa da maior dificuldade em articular e perceber acusticamente a

nasalidade, tais características se sobreporiam às diferenças já existentes no sistema de vogais orais.

A fonação das vogais nasais é realizada através de uma constelação de gestos: o véu palatino deve estar abaixado, fazendo com que haja o acoplamento dos tratos, oral e nasal, mas não deve ocorrer oclusão do trato oral, como ocorre nas consoantes nasais, como foi mostrado na seção anterior. Para a produção de um segmento sonoro, quando o fluxo de ar passa pela glote e pelo aparelho fonador suas partículas são modificadas para gerar o *output* específico. Assim, na cavidade oral é gerada apenas pólos na emissão do sinal sonoro. Isso ocorre porque só existe um caminho para a saída acústica, não há outras saídas paralelas, como ocorre na produção das vogais nasais, que o fluxo de ar se propagar simultaneamente pela boca e pelas narinas.

Para a produção das vogais nasais é necessário um ajuste nas estruturas articulatórias (abertura da cavidade nasal), gerando uma bifurcação no tubo. Essa cria um tubo paralelo a cavidade oral, onde o som também se propaga, na cavidade nasal. O resultado dessa modificação na trajetória altera todos os pólos, podendo ser incluídos zeros ou novos pólos, pois cria um tubo paralelo. Isso fica claro no modelo de vogal nasal proposto por Stevens (1998, p. 190), conforme o exemplo dado na figura 4.

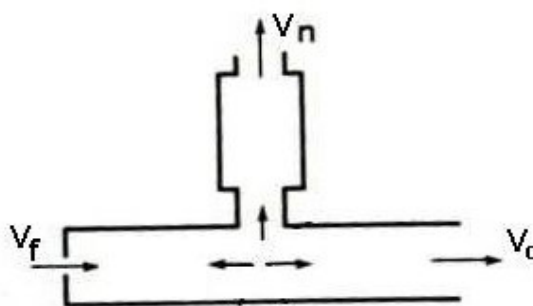


Figura 3: Modelo de trato oral para a configuração de uma vogal nasal. V_n = fluxo de ar nasal; V_f = fluxo de ar da fonte e V_o = fluxo de ar oral²⁸.

O volume o fluxo de ar que sai da fonte (V_f) é modificado ao entrar na cavidade nasal pela abertura velofaríngea. A abertura tem aproximadamente de 3

²⁸ Adaptação de Stevens (1998, p. 190).

cm² e está situada na metade da cavidade orofaríngea. Tal comprimento é suficiente para produzir as ressonâncias nasais no espectro de uma vogal nasal. O tubo nasal, apesar de revestido de mucosa, é menor do que tudo de ressonância oral.

Articulatoriamente, uma vogal nasal é nasal no contexto silábico não ocorrer assimilação a uma consoante nasal. As vogais nasalizadas (GREGIO, 2006) sofrem a influência das ressonâncias nasais que são geradas pelo processo mecânico do véu palatino, que não se eleva completamente, deixando alguma abertura significativa para a passagem do ar nas as cavidades nasais. Assim, há produção e irradiação de ressonâncias nasais.

Acusticamente a influência da cavidade nasal, nas vogais nasais estende-se por quase toda sua realização. Num primeiro momento, a vogal se apresentaria como uma porção mais oralizada e num segundo momento, haveria uma mistura, uma concorrência, das ressonâncias do trato oral e do nasal.

Na porção final da vogal nasal, há as ressonâncias que geram o apêndice nasal, esse é passível de ser isolado da vogal que o precede, principalmente se estive antecedendo uma consoante oclusiva surda. Na formação da vogal nasal há três fases contínuas, pois a movimentação dos formantes é gradativa. Entre a porção inicial, que é a parte mais oralizada e o apêndice nasal, há vogal nasal '*strictu sense*' (entendida como um segmento nasal que apresenta características vocálicas) (SOUSA 1994).

A nasalização, nos segmentos vocálicos, introduz ressonâncias e anti-ressonâncias extras, segundo Pickett (1991). Há um pólo (formante) de baixa frequência que intensifica o F0. Na região acima de F1 há um zero (anti-ressonância ou formante de baixa frequência) acima do pólo, o que reduz a energia do espectro acima da região do F1. Se o F1 da vogal for alto, o zero reduzirá a energia espectral, mas, se o F1 tiver uma frequência mais baixa, o zero pode cancelá-lo, gerando um espectro nivelado.

As ressonâncias nasais alteram o espectro das frequências mais altas dos sons vocálicos na região de F2 e F3. Nos formantes de alta frequência há a alterações na amplitude dos picos espectrais, há a introdução de picos espectrais adicionais e

zeros na região. (PICKETT, 1991). Segundo Fujimura e Erickson (1997), os segmentos nasais de *offset* das vogais nasais se comportam de modo parecido com os *glides* e em muitas línguas não possuem um ponto de articulação que os distingue. Em palavras do inglês o apêndice nasal é muito reduzido ou não existe. O autor encontrou evidências em dados do inglês.

No espectro do apêndice nasal, o F1 terá frequências muito baixa, por volta de 200 Hz. Logo acima dessa haverá uma concentração de energia, por volta de 800 Hz, que é um formante amortecido por um zero (FUJIMURA e ERICKSON, 1997). Outro fator característico são as diminuições da amplitude e dos picos ficam complemente amortecidos e planos, além da perda de energia nos formantes gerada pelas ressonâncias nasais. Essa faixa de ressonância no fim das vogais nasais tem uma duração acústica variável, dependente do contexto em que é emitida e das características individuais (SOUSA, 1994).

Segundo Hawkins e Stevens (1985), o espaçamento entre o pólo e o zero cresce na medida em que aumenta a abertura velo-faríngea. A inclusão de ressonâncias adicionais e a maior proeminência espectral é proporcional aos graus de abertura do véu. Quando a área da abertura velofaríngea é gradualmente ampliada, existe uma mudança na frequência de F1 e um aumento na sua largura de banda, além do par pólo/zero mencionado.

Podem existir no espectro vocálico ressonâncias adicionadas nas proximidades de F1. Essas ressonâncias teriam uma frequência inferior a 1500 Hz. Assim, os pares de pólos zeros adicionais podem preencher os vales espectrais acima ou abaixo da frequência original do F1, como podemos notar na figura 5, que em (a) mostra o *spectrum* da vogal [a]; e em (b) sua correspondente [ã].

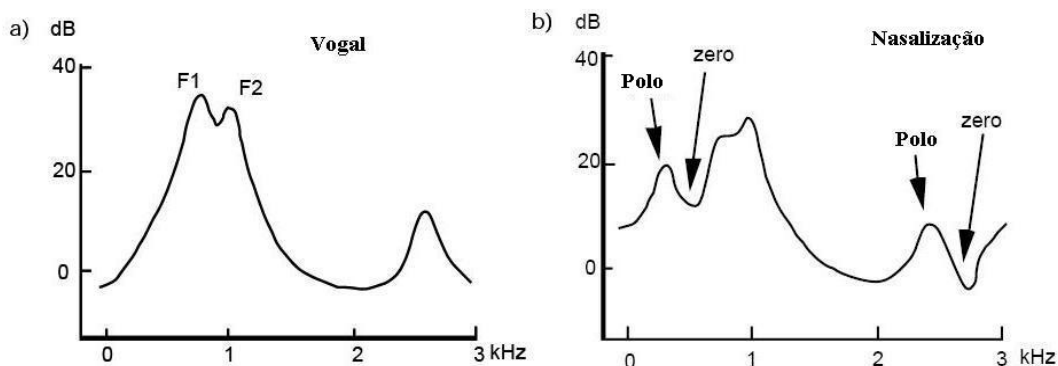


Figura 4: LPC das ressonâncias orais e nasais²⁹.

Lindqvist e Sundberg (1972) indicam que o menor pólo está na faixa dos 450 a 650 Hz. Dang e colegas (1994) admitem a influência dos seios paranasais na inserção de novos pólos de zero-pares na faixa de frequência, em torno, de 400 Hz e de 1300 Hz.

Se a hipótese acima for válida, a frequência e o espaçamento dos pares de pólo-zero podem variar de um indivíduo para outro, uma vez que dependem dos volumes dos seios, do tamanho das aberturas dos seios e da assimetria nas fossas nasais, que é dividida pelo septo nasal (BAVEGARD et al, 1993). Segundo esses autores, os seios provavelmente não desempenham mais um papel significativo no comportamento acústico na região das altas frequências numa frequência acima de 1.300 Hz.

1.4. OS DITONGOS

O ditongo é um segmento vocalizado existente nas línguas naturais, formado por uma vogal e um glide. Os glides são semivogais que ocupam a posição de coda da sílaba e são coarticulado com a vogal do núcleo da rima. De acordo com Coutinho (1976), os ditongos podem ter origem latina ou românica, alguns surgiram ainda no latim e há os que só apareçam na época da formação dos romances. No Latim clássico havia quatro ditongos tipos: [ae], [oe], [aw] e [ew]. Com a evolução da língua, sincronicamente, no PB há 36 ditongos, sendo 15 decrescentes e 21 crescentes; entre esses cinco são nasais.

²⁹ Adaptação de Styger e Keller (1994, p. 117).

A classificação dos ditongos, em crescentes e decrescentes é controversa, pois, segundo Câmara Jr.(1979, p. 54) a língua portuguesa não tem ditongos crescentes, apenas decrescentes. Para Bisol (1991, p. 56), a partir de uma análise autosegmental, afirma que no PB não tem ditongos crescentes, pois o glide, na sequência GV, está em variação livre com a vogal homorgânica.

O ditongo crescente é o resultado de uma ressilabificação, que emerge da união de rimas de duas sílabas travadas, ou seja, não fazem parte do inventário fonológico do PB. De acordo com Bisol (1991), no núcleo silábico do ditongo há duas vogais na forma subjacente, mas segunda por sua vez irá se consonantizar por silabação, formando o glide no processo de silabação.

A ditongação é um fenômeno fonético de produção, não parametrizado. Este fenômeno está sujeito as variações as linguísticas, relacionadas ao contexto silábico e a taxa da velocidade de fala. Segundo Xavier e Mateus (s.d.) a ditongação ocorre do desdobramento de um segmento vocálico:

“(...)Na transformação de uma vogal em ditongo: um segmento vocálico desdobra-se em dois segmentos, isto é, produz-se um processo de diferenciação tímbrica (ou ditongação) no interior de uma semivogal em posição pré ou pós vocálica.”
(XAVIER e MATEUS, s.d, p. 123).

Para Morais-Barbosa (1994) como o glide tem caráter consonantal, não pode ocupar a posição nuclear da sílaba:

“(...) estes fonemas são consonânticos: opõem-se só a consoantes, o que quer dizer que nunca ocupam a posição própria das vogais, que é a posição nuclear da sílaba, ou, noutros termos, nunca têm estatuto vocálico, que é o de núcleo silábico. Têm, pois, o estatuto próprio das consoantes, que é o de não poderem ser centro de sílaba, isto é, o de serem sempre silabicamente marginais.”
(MORAIS-BARBOSA, 1994, p. 155).

As líquidas (/ j; w ; l; r/) são soantes, um grupo consonantal formado pelas: as laterais, os glides e os róticos (LADEGOFED, 1975); elas são produzidas sem turbulência do fluxo de ar, e são articuladas com/sem leve contato do articulador com a cavidade oral.

Chomsky e Halle (1968) consideram que as líquidas e vogais constituem uma classe única, seja como aproximantes, seja como vocálicas. Jakobson, Fant e

Halle (1970, p. 19) afirmam que a estrutura formântica das líquidas é basicamente semelhante a das vogais, mas são classificadas como [+consonantal, +vocálico].

Segundo Quilis (1981) as líquidas se caracterizam por possuir formantes que se aproximam dos formantes das vogais orais.

“(...) Las líquidas laterales se caracterizan por su continuidad, lo que dá origen a que em sus espectros aparezcan ciertos formantes análogos a los vocálicos.” (QUILIS, 1981, p. 276).

Segundo Stevens (1998), no processo de fonação do glide há uma estreita constrição (0,17 cm²) na cavidade oral, que gera uma queda de pressão e turbulência. A turbulência do ruído não é gerada na região das pregas vocais, pois, essas que continuam vibrando do mesmo modo que vibram na produção da vogal oral adjacente ao glide.

O referido autor compara a produção dos glides aos sons nasais (STEVENS, 1998, p. 530) ou, mesmo as líquidas (STEVENS, 1999, p. 488). Em ambos os grupos consonantais são produzidos com pouca ou nenhuma queda de pressão nas vias aéreas acima da região da glote. Assim, a diferença está no modo de produção.

Nas nasais o fluxo de ar passa pela cavidade nasal, como já foi estudado nas seções anteriores deste capítulo. Nas líquidas o fluxo de ar também passa por uma constrição feita na cavidade oral, que faz com que esses fonemas tenham características parecidas com as dos glides.

Nos glides, o fluxo de ar passa por uma estreita constrição na cavidade oral, que cria uma resistência, que dificulta a passagem do ar, se comparada a articulação de uma vogal. A resistência do ar aumenta e gera as perdas acústicas que, conseqüentemente, aumentam a largura de banda de alguns formantes. Dependendo da região da constrição, cria características específicas de baixa frequência no som, pois os glides são realizados em posição intervocálica.

Os ditongos orais possuem a sua própria dinâmica de articulação e essa está ligada aos movimentos que a língua faz na cavidade oral. Conforme o ponto de articulação do glide, a língua cria constrições que alteram as frequências normais da vogal correspondente do glide. O que caracteriza um ditongo é a presença de uma transição e movimentação gradual dos formantes.

Estudaremos dois pontos de articulação que criam duas constrictões diferentes que possibilitam a articulação do glide. Uma dessas articulações produz o glide palatal /j/. Esse possui uma articulação mais longa, formada pela elevação da lamina e do corpo da língua em direção a uma posição mais anterior, seu modo de articulação é parecido com a produção do /i/, mas com um estreitamento maior da constrictão oral. Assim, há uma concentração de energia nas regiões de alta frequência decorrente da elevação de F2, que se aproxima de F3. Isso é o reflexo do estreitamento da região palatal.

O estreitamento provocado pela constrictão a região velar e os lábios, na produção de /w/, ou na região palatal, para a produção de /j/, gera no *spectrum* picos menos salientes que outros. Isso é decorrente da queda na amplitude do F1 durante a passagem do fluxo de ar pela constrictão. Isso causa um acentuado contraste entre a região não-silábica do glide e a vogal adjacente do núcleo. A visualização da articulação do glide palatal pode ser vista na imagem (a) da figura 6 logo abaixo.

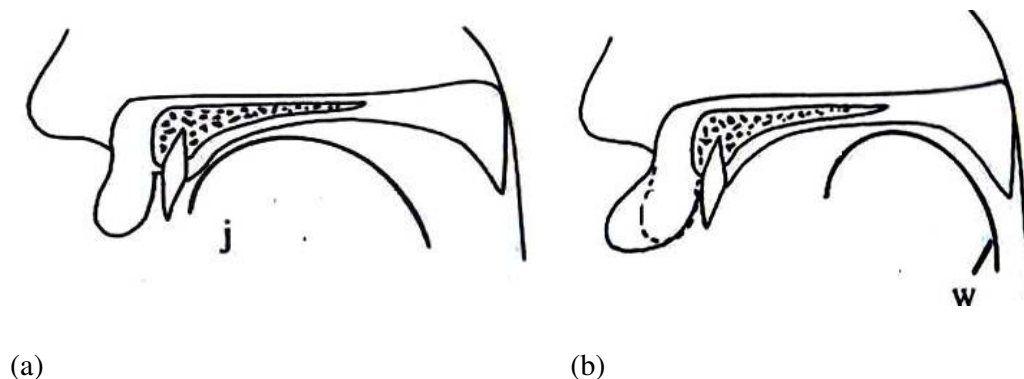


Figura 5: Corte médiosagital do trato vocal. Exemplo de ponto de articulação do glide palatal /j/ em (a); glide velar /w/ e arredondamento dos lábios, em (b)³⁰.

Na imagem (b) da figura 6, temos a representação articulatória do glide velar e o arredondamento dos lábios, esse movimento faz com que o tudo se alongue. A constrictão labial gera uma queda do segundo formante de alta frequência bem como o abaixamento de F1. A massa acústica que passa pela constrictão labial é menor que do o volume que passa pela constrictão velar. Assim, a resistência cinética causada pela constrictão aumenta significativamente a largura da banda de F2, que se torna muito larga, que pode até se unir a F1.

³⁰ Adaptação de Kent (1997, p. 66).

Há outra constrição, para produzir o glide velar, faz com que exista a elevação do corpo da língua em direção a na posição velar, produzindo um estreitamento no meio da cavidade oral. Esse tipo de constrição atua na elevação de F3. Segundo Stevens (1998, p. 523) a variação de frequência de F3 não altera muito a percepção da qualidade do glide.

A redução do pico é importante desde que haja um sensível abaixamento de F1 e F2 e redução da amplitude do pico de F3. A movimentação dos formantes é um feito da constrição no início e no fim da articulação do glide /w/, que faz com que diminua na distribuição da velocidade do volume na cavidade oral da no meio e no fim do tubo.

Para a configuração dos ditongos nasais é necessária que ocorra, além dessas as articulações descritas acima, a integração da cavidade faríngea e nasofaríngea. Esse movimento de acoplagem dos tubos é o mesmo que ocorre na produção das vogais nasais, descrito nos itens anteriores.

O movimento dos formantes está atrelado ao movimento da língua, como nos glides orais, é um gesto contínuo que se articula independentemente ao gesto de abertura do véu. O movimento do véu e da língua, nos ditongos não é solidário, apesar disso, as ressonâncias da cavidade nasal influenciam na qualidade auditiva, tornando distintos os orais dos nasais.

1.5. ARQUIFONEMA NASAL

A Fonologia é um modelo de descrição e análise linguística que visa estabelecer a relação entre os níveis fonéticos e fonológicos, criando um contato entre a realização fonética e o nível abstrato da fonologia. Assim, alguns modelos descrevem as características acústicas, articulatórias e perceptivas do sinal sonoro da

fala a partir de traços³¹ de binários, como o modelo binário de Chomsky e Halle (1968).

A nasal e a lateral, por exemplo, são constituídas por um traço de cavidade, que possuem um papel de abertura secundária (CHOMSKY e HALLE 1968). Segundo os autores cada traço é definido por dois pontos na escala física [+] ou [-]. As consoantes nasais classificadas sob o ponto de vista do modelo, tem os seguintes valores positivos, como segue logo abaixo no quadro 1:

Conjunto de traços	[m]	[n]	[ŋ]
consonantal	+	+	+
vocálico	-	-	-
nasal	+	+	+
contínuo	+	+	+
coronal	+	-	-
anterior	+	+	-

Quadro 1: Conjunto de traços binário das consoantes nasais³²

A consoante nasal é plenamente especificada, apenas na posição de ataque silábico, correspondendo às três consoantes nasais do sistema fonológico do português. Câmara Jr. (1984) observa que a “consoante nasal de travamento” é um arquifonema nasal representado por /N/, que simboliza a neutralização dos traços articulatorios da nasal. Conforme Câmara Jr. (1970) o arquifonema nasal /N/ é o fator estrutural básico, que carrega o traço da ressonância nasal:

“(…) a consoante nasal pós-vocálica corresponde a um arquifonema dos fonemas nasais existentes em português, que deles só conserva o traço de nasalidade (...)” (CÂMARA JR., 1970, p. 30).

Para Bisol (1998) a hipótese bifonêmica da vogal nasal é a mais aceita, apesar de que há uma longa discussão, com muitas interpretações sobre o estatuto do segmento. A autora analisou fonologicamente o ditongo nasal, como esse sendo

³¹ Os traços são fonemas abstratos, que apontam para itens lexicais da língua e é no nível abstrato os traços captam os contrastes fonológicos da língua. (CHOMSKY e HALLE 1968).

³² Adaptação do quadro binário (CHOMSKY, et al., 1968).

derivado da vogal temática e está associado ao N. Segundo Câmara Jr. (1969) no padrão silábico do PB, VCC não existe apenas se C2 for /S/.

O referido autor observou que a nasal de *offset* é classificada com consoante homorgânica. Para o autor, no contexto silábico VNC³³, a consoante nasal é indiferenciada quanto ao seu ponto de articulação, podendo ser labial, dental, velar ou palatal, de acordo com a consoante que segue. O autor ainda aponta:

- A não realização da degeminação entre os vocábulos, em que ocorre uma sequência de vogais orais, como em *lã azul* > /lãzuzul/ e *casa azul* > /kazazul/.
- A realização exclusiva de /r/ múltiplo após a vogal nasal, que só acontece se a sílaba for fechada por consoante, como: *hon/r/a*, *guel/r/a* e *is/r/ael*.
- A inexistência de hiatos nasalizados, marcados pela presença de um elemento interveniente, por exemplo: *boa*, *lua*, mas não “*lũa*” e “*bõa*”.

O N não possui os traços articulatórios que lhe garantiriam manifestação fonética e torna-se flutuante, até ser reassociação. A vogal nasal seria tautossilábica, flutuante somente em posição final de um item lexical, em que V recebe de N a nasalidade. Assim, no PB não existiria a vogal nasal em seu sistema fonológico subjacente. De acordo com Piggot (1987) apud Bisol (1998), uma nasal sem traços é desassociada. Assim, para Bisol (1998):

“(...) o português possui dois processos distintos de nasalidade: o de estabilidade e o de assimilação. O primeiro, em que a nasal do grupo VN, sem interpretação fonética, é desassociada, tornando-se flutuante, ocorre com marcador de classe, em final de palavra, gerando o ditongo nasal; o segundo, com N subespecificado in situ, por espraiamento muitas vezes referido, dispõe dos demais contextos para criar a vogal nasal.” (BISOL, 1998).

³³ VNC – as letras maiúsculas representam neste trabalho, respectivamente, a vogal, a consoante nasal e qualquer outra consoante que seja compatível ao contexto silábico.

Bisol (1998) distingue dois tipos de nasalidade no PB: a nasalidade por assimilação a partir de uma consoante nasal *in situ* e a nasalidade por inserção na rima de uma nasal flutuante e estável. O primeiro tipo cria uma vogal nasal e o segundo o ditongo nasal.

Mateus (1975) interpreta a nasal pós-vocalizada como uma consoante plenamente especificada, que se manifesta no vocábulo derivado. As diferentes manifestações de superfície da nasalidade, antes de consoantes orais, no PB, devem-se ao fato das consoantes nasais serem segmentos incompletos em posição de coda de sílaba.

A consoante nasal pós-vocálica sofre um processo assimilatório (coarticulatório), ou seja, se o segmento tiver um traço [– contínuo] ocorre uma vogal homorgânica à consoante, por exemplo: *banco*, *manta*, *rampa* e se for [+ contínuo] ocorrer uma consoante transicional, por exemplo: *convite*, *franja* e *manso*. A assimilação do ponto de articulação da nasal de coda, segundo Mateus (1975, p. 47) acontece segundo algumas regras:

- Uma consoante [+ anterior] [– coronal], a nasal se especifica com os traços [+ anterior] e [– coronal], por exemplo: *ombro* e *campo*.
- Uma consoante [+ anterior] [+ coronal], a nasal se especifica com os traços [+ anterior] [+ coronal], por exemplo: como em *canto* e *conde*.
- Uma consoante [– anterior] [– coronal], a nasal se especifica com os traços [– anterior] [– coronal], por exemplo, *vinga* e *vinco*.

A fonologia autossegmental³⁴ assume que a coarticulação da nasal em posição de coda ocorre porque existe a falta do nó de ponto de articulação (PC) (CLEMENTS e HUME, 1995). Segundo Piggott (1987) o traço [+ nasal] está

³⁴ O fonema apresenta uma estrutura interna, existe uma hierarquização entre os traços que compõem um determinado elemento. Assim, as camadas dividem as partes do som e as torna independente, nesse caso o processo de assimilação (coarticulação) do traço nasal é visto com um espraiamento do nó raiz de uma posição para outra.

diretamente ligado à raiz. O nó - ponto de consoante - funciona como uma unidade de regra de assimilação de ponto.

A assimilação do ponto de articulação ocorre porque a nasal passa a ser labial e, ou coronal. Portanto, qualquer traço sob o domínio do nó [Ponto] se espalha, originando diferentes manifestações de superfície da nasalidade em interior de vocábulo. Isso é o que ocorre, segundo a geometria de traços, há a fusão da raiz de uma consoante /m/ em posição de coda silábica (CAGLIARI, 1997).

Conforme Cagliari (1997), na sequência VNC, o segmento nasal é um segmento de contorno, que possui diferentes traços por causa de um efeito fonológico de borda. Isto é, se articula com a vogal nasalizada e se espalha na consoante seguinte. Assim a vogal torna-se apenas uma manifestação da superfície, enquanto o N adquire os traços articulatorios da próxima consoante.

1.6. DESCRIÇÃO FISIOLÓGICA

Como a fala é um ato complexo, para que ocorra a fonação é necessário que algumas estruturas do corpo humano trabalhem em conjunto, a saber: o sistema respiratório e o sistema digestivo, criando subsistemas como o fonatório e o articulatorio, todos esses são dependentes da coordenação gerada no sistema neural.

A entrada (inspiração) e a saída (expiração) de ar no organismo são orquestradas pelo sistema respiratório. A principal função desse sistema é a absorção de oxigênio e a eliminação do gás carbônico do corpo humano. O ar que entra pelas narinas é conduzido à laringe, esse segue pela traquéia até chegar aos alvéolos pulmonares, onde ocorre a troca gasosa com o sangue.

A Figura 7, abaixo, mostra a direita (a) o movimento da corrente egressiva pulmonar, quando o fluxo de ar é expelido dos pulmões, passando pelas pregas vocais e é emitido através dos lábios. Já no desenho a direita (b), há a representação

do sistema respiratório, as principais cavidades do aparelho fonador e os pontos de articulação.

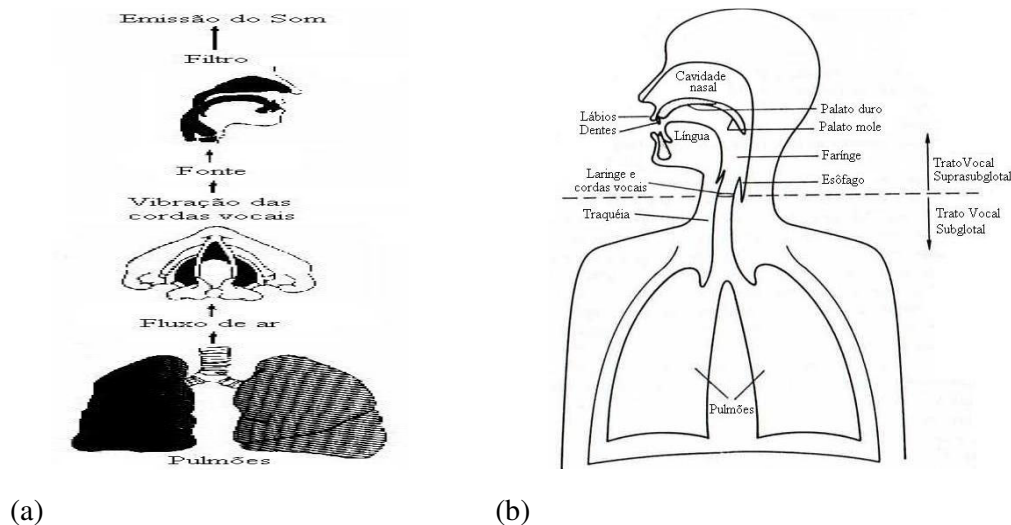


Figura 6: Corte médiosagital do trato vocal, pregas vocais e pulmões. Ilustração da corrente de ar egressiva, (a) no sistema respiratório e ilustração das (b) principais cavidades do sistema respiratório³⁵.

No sistema fonatório há uma mucosa, acima da traquéia, que forma dois pares de pregas horizontais, essas se estendem pela parede da traquéia, uma em cada lado, ou seja, desde a cartilagem tireóide até a cartilagem aritenóide. Há quatro pares de pregas vocais, o primeiro par, recebe o nome de pregas vestibulares (pregas vocais falsas) e se localizam logo acima das pregas vocais. Elas são compostas por cartilagens, músculos, ligamentos, artérias, veias e nervos, sua função é produzir som e evitar que corpos estranhos entrem nos pulmões através das vias aéreas (HUCHE e ALLALI, 1999). Essas estão localizadas no interior da laringe, na região onde há a glote, localizada na cavidade laríngeo-faríngea. A figura 8, abaixo, ilustra as principais cavidades e pontos de articulação do aparelho fonador, bem como da região da glote.

³⁵ Adaptação do Sistema Respiratório (STEVENS, 1998).

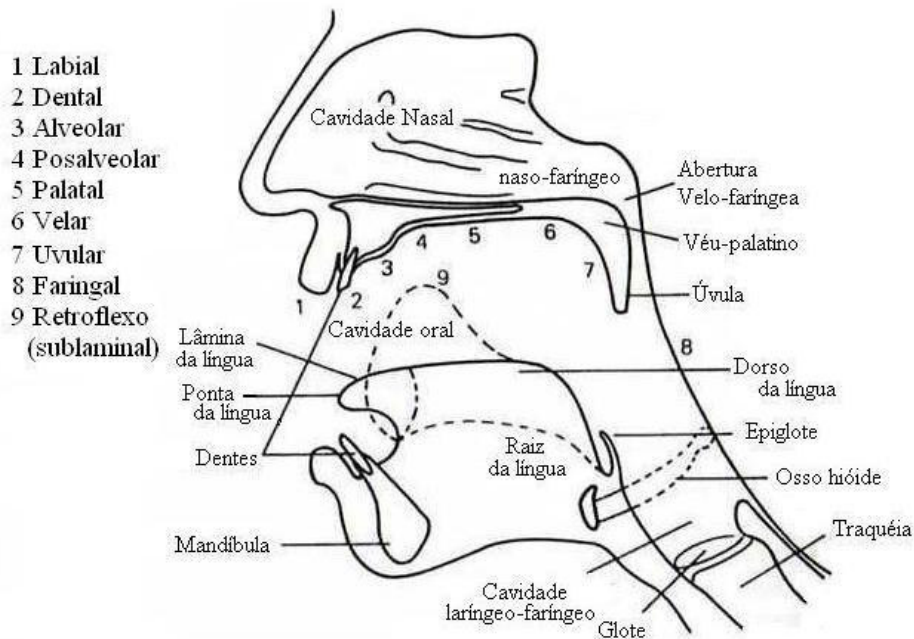


Figura 7: Corte médiosagital do Aparelho Fonador³⁶ ilustraç˜o dos pontos de articulaç˜o e dos articuladores ativos e passivos.

A produç˜o do sinal da fala se inicia quando hà a movimentacç˜o do fluxo do ar (explicado anteriormente), dos articuladores e das pregas vocais, para isso essas devem estar oscilando entre o movimento de aduç˜o e abduç˜o. Inicialmente, ocorre o processo de inspiraç˜o, quando as cordas vocais estào abduç˜as (abertas). Mas, quando o ar passa pela traquéia, em um segundo momento da respiraç˜o, se a pregas estiverem aduzidas (fechadas) ocorre vocalizaç˜o, pois essas vibraram.

Aç˜o de abertura e fechamento da glote cria uma diferenç˜a de pressào na cavidade subglotal. Assim, quando a glote estiver fechada, o ar aprisionado faz as pregas se separarem uma da outra, soltando jatos de ar. O fluxo de ar passa atrav&e;s da estreita cavidade, a glote, e a pressào se torna negativa. Em seguida, as pregas se fecham novamente, gerando um movimento de abertura e fechamento intermitente, ou seja, um movimento de fricç˜o. Essa movimentacç˜o varia a tensào das pregas e o ar é impulsionado à laringe (DANGELO, 1997). Esse processo é determinante para a vocalizaç˜o. Assim, por exemplo, a frequ&eacirc;ncia fundamental é produzida, a partir da aç˜o fisiolôgica somada as características individuais.

³⁶ Adaptaç˜o da ilustraç˜o do aparelho fonador (STEVENS, 1998).

1.6.1. CAVIDADE NASAL

O trato vocal é dividido em duas cavidades: a oral e a nasal. Ambas estão ligadas pelo véu palatino (palato mole)³⁷. Essa cavidade atua principalmente no auxílio da respiração e está entre as narinas, o véu palatino, o palato e o cérebro. Sua parte externa é denominada nariz, uma saliência localizada no centro da face. É uma estrutura óssea e cartilaginosa composta pelos ossos nasais, pelas maxilas e por diversas cartilagens. Sua extensão parte o *das narinas até as coanas, no osso anterô-posterior*. A figura 9 apresenta os ossos que forma a cavidade nasal.

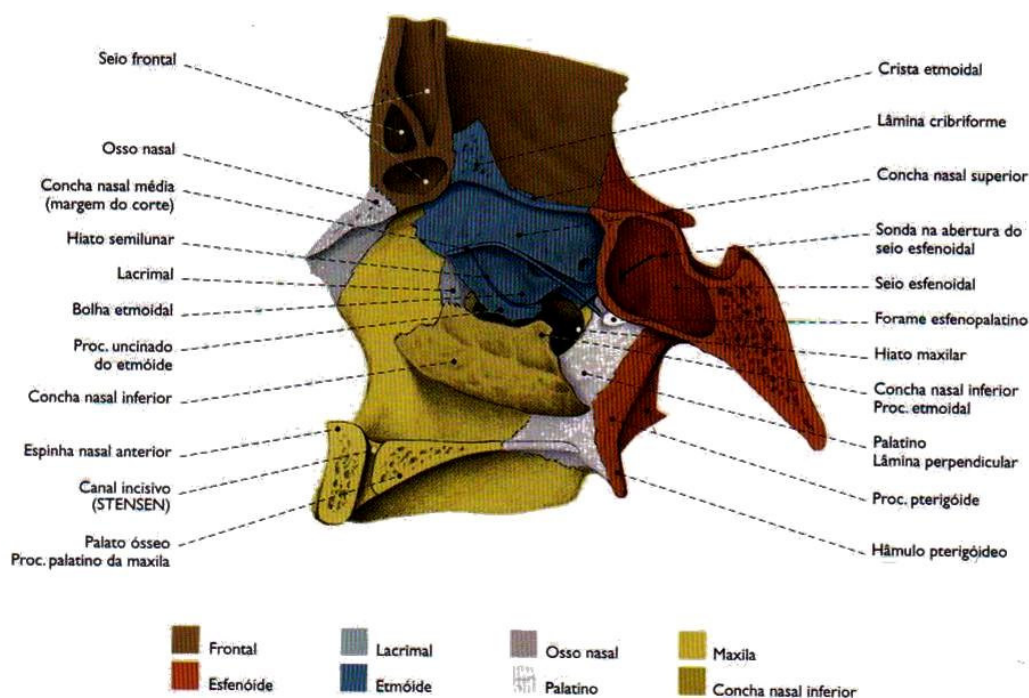


Figura 8: Parede lateral da cavidade nasal (75%). Corte paramediano à direita do septo nasal, vista medial. A concha nasal média foi removida, o canal incisivo foi aberto com cinzel. Os ossos individuais estão representados em cores diferentes³⁸.

A cavidade nasal é dividida em: vestíbulo, região respiratória e região olfatória. O vestíbulo, situado nas narinas, evita a entrada de partículas maiores nas

³⁷ Essa é uma mucosa que tem seu tamanho regulado por um movimento de abertura e fechamento, que cria uma pequena abertura chamada de velofaríngea, essa permite ou impede a passagem do ar pela cavidade nasal.

³⁸ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER, 2006, p. 70).

narinas na respiração (HOLLINSHEAD, et al., 1991; DANGELO, 1997) e sua parte inferior está coberta por pele e pêlos, estes são denominados de vibrissas. As duas últimas regiões realizam outras funções como: o olfato, a filtragem de corpos estranhos, a recepção de secreções dos seios paranasais e dos ductos nasolacrimais, a umidificação e aquecimento do ar, antes desse chegar ao restante das vias respiratórias superiores, como os pulmões (GREGIO, 2006). As narinas, que fazem parte do septo, e suas divisões estão representadas na figura 9.

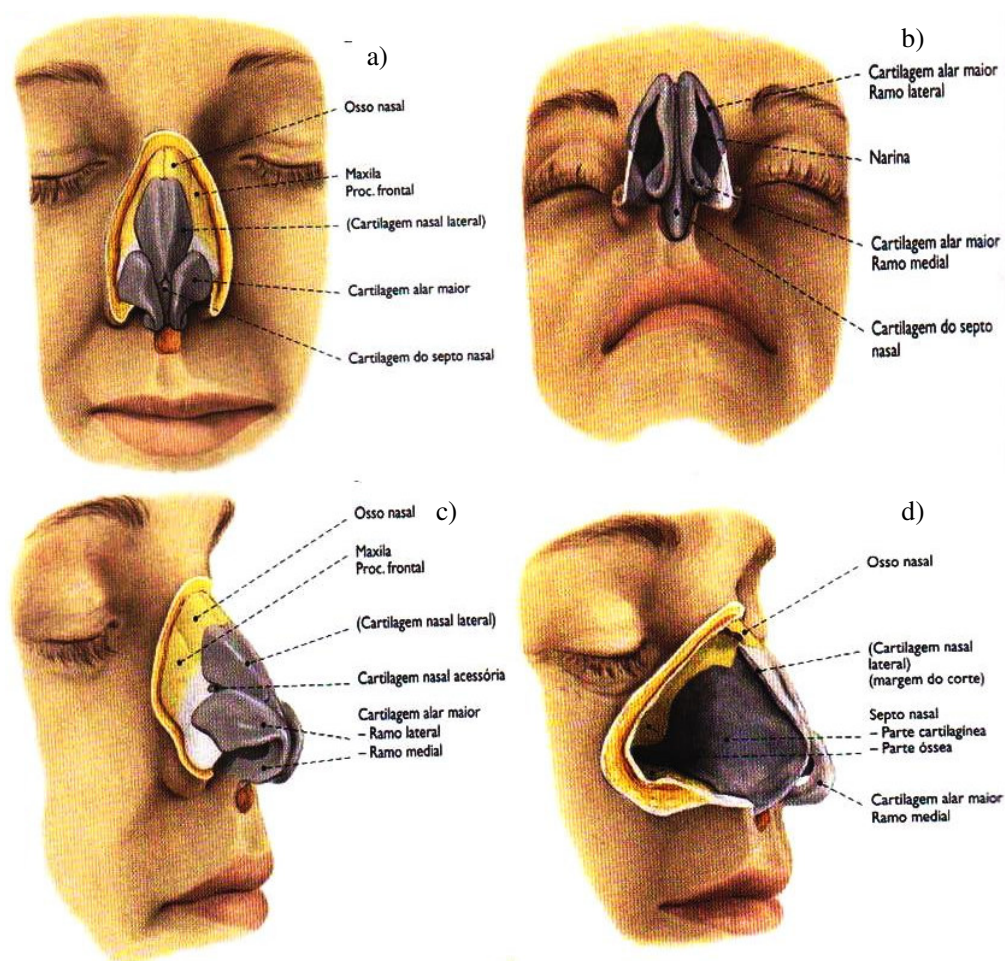


Figura 9: Septo nasal (60%). (a) Vista frontal. (b) Vista inferior. (c) Vista lateral direita. (d) parte cartilaginosa do septo nasal. A parede lateral direita do nariz externo foi removida. Vista lateral direita³⁹.

A extremidade inferior o nariz chama-se base ou raiz e a parte superior, ápice (SPENCE, 1991). O dorso é a região que vai da raiz (base) até o ápice,

³⁹ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER, 2006, p. 68).

podendo ser curvilíneo, côncavo, ou convexo. O septo nasal, uma estrutura óssea e cartilaginosa divide o nariz em duas pequenas aberturas: as narinas, essas se localizam entre o ápice e a base, sua área total de secção transversal varia entre 1 a 2 cm² (TEIXEIRA, et al., 2001). A figura 10 aponta os meatos da cavidade nasal. A parede lateral é recoberta por uma mucosa ricamente vascularizada. Em torno das cavidades nasais estão agrupadas cavidades ósseas.

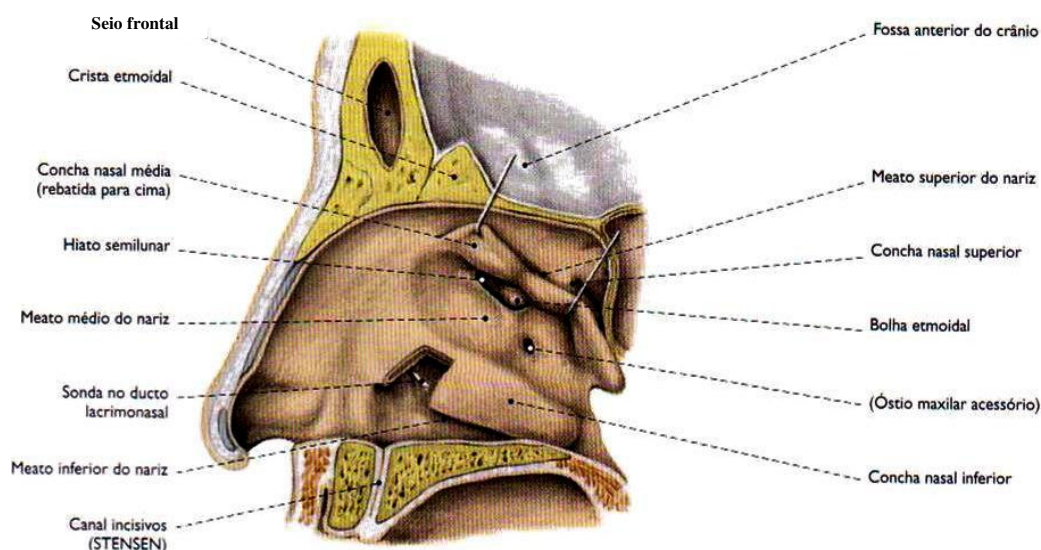


Figura 10: Parede lateral da cavidade nasal (75%). Corte paramediano à direita do septo nasal, vista medial. Vestíbulo do nariz e túnica mucosa do nariz. Uma área quadrangular foi removida da parte anterior da concha nasal inferior medial⁴⁰.

As conchas são estruturas ósseas cobertas por uma mucosa e estão divididas em três tipos: superior, média e inferior; conforme sua posição na parede lateral da cavidade nasal. As paredes laterais da cavidade nasal são irregulares e a parede medial, formada pelo septo nasal, normalmente é lisa, como pode ser visto na figura 10. As conchas superiores e médias fazem parte do osso etmóide, ao passo que a concha inferior faz parte da cartilagem septal. Os ossos estão apontados na figura 11.

⁴⁰ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER, 2006, p. 70).

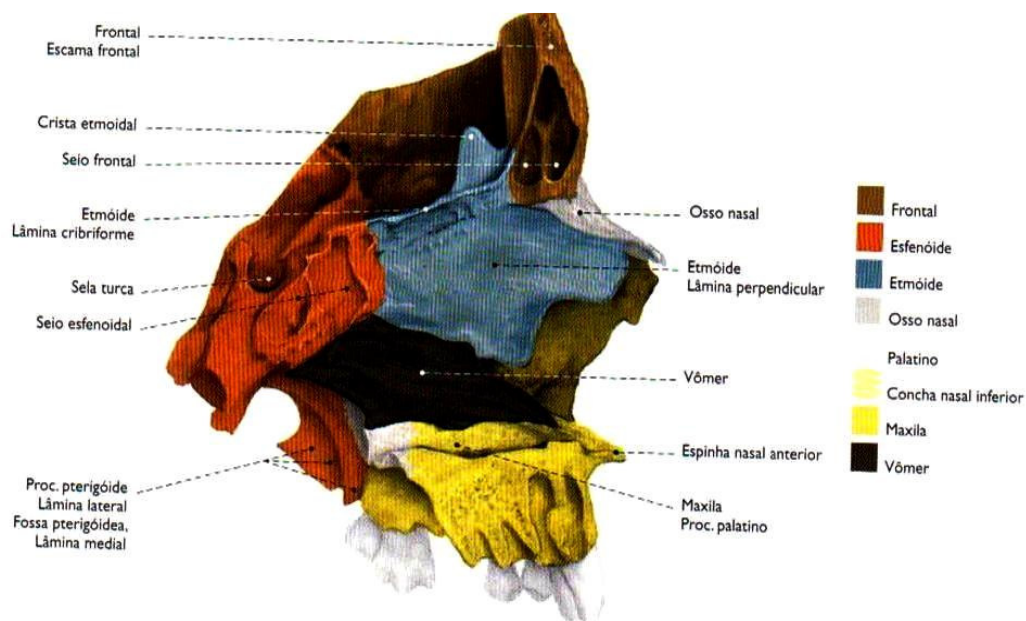


Figura 11: Esqueleto do nariz (100%). Septo nasal ósseo. Vista medial da metade esquerda do crânio, corte sagital ligeiramente à direita do plano mediano. Os vários ossos estão coloridos com cores diferentes⁴¹.

O espaço que há dentro das conchas é denominado de meatos nasais: superior, médio e inferior, por onde há a passagem do ar. O espaço pósterio-superior à concha superior, no qual o seio esfenoidal se abre, é denominado recesso esfenoetmoidal; e o teto da cavidade nasal é formado pela lâmina crivosa do osso etmóide, esse que faz limite com a fossa craniana anterior. O assoalho é formado pelo palato duro (ósseo) e mais posteriormente pelo palato mole⁴². Na figura 11 podemos notar os espaços formados na cavidade nasal.

⁴¹ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER 2006, p. 28).

⁴² O palato mole é composto por fibras musculares, esse é comumente chamado de céu da boca e sua extensão separa a cavidade nasal da cavidade bucal.

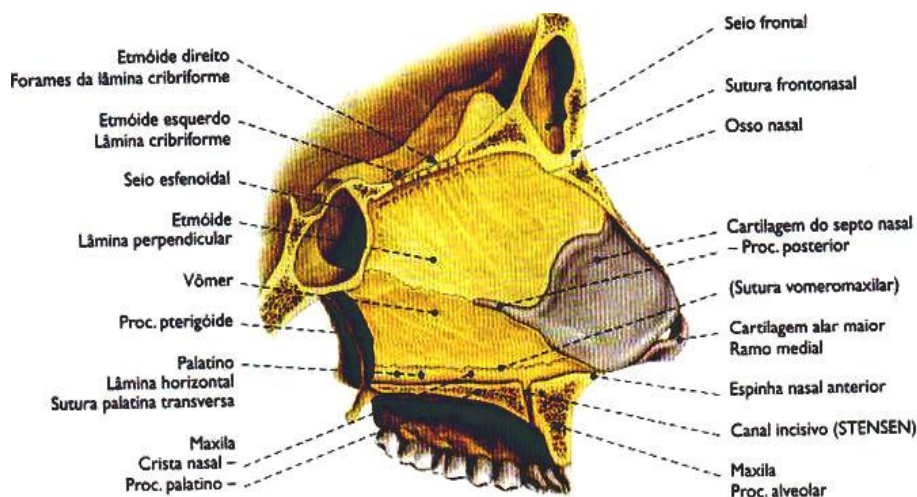


Figura 12: Esqueleto do nariz externo (60%). Partes cartilágnea e óssea do septo nasal. Vista lateral direita⁴³.

Já os seios paranasais são cavidades pares encontradas no interior dos ossos da maxila, do frontal, do esfenóide e do etmóide; e são divididos em: maxilares, frontais, esfenoidais e células etmoidais. Eles são revestidos por uma mucosa e estão cheios de ar. Como o tamanho deles é variado, e ligeiramente irregular, variam de uma pessoa para outra (JACOB, et al., 1990, p. 378) A figura 12 mostra os volumes dos seios e a parte óssea do septo nasal.

Na fonação a cavidade age como ressonador estático. As cavidades nasais se comunicam com o exterior através das narinas, mostrada na figura 9, e com a nasofaringe através dos cóanos. Essas estão separadas por um septo fino, composto de um osso e cartilagem. O septo nariz, muitas vezes pode estar desviado para a esquerda ou direita. Isso pode interferir, com a sua permeabilidade, na correta respiração, alterando o tom de voz normal.

As fossas nasais são metades assimétricas (normalmente a direita é menor que a outra) separadas pelo septo nasal, essas estão revestidas por uma membrana. Nas suas paredes laterais há estruturas ósseas chamadas de conchas nasais e, ou, cornetos. Essas são limitadas por três estruturas principais: a lâmina, perpendicular do osso etmóide; o vômer, um osso fino e plano que forma a parte inferior da cavidade e o septo nasal. A figura 13 representa os ossos nasais.

⁴³ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER, 2006, p. 68).

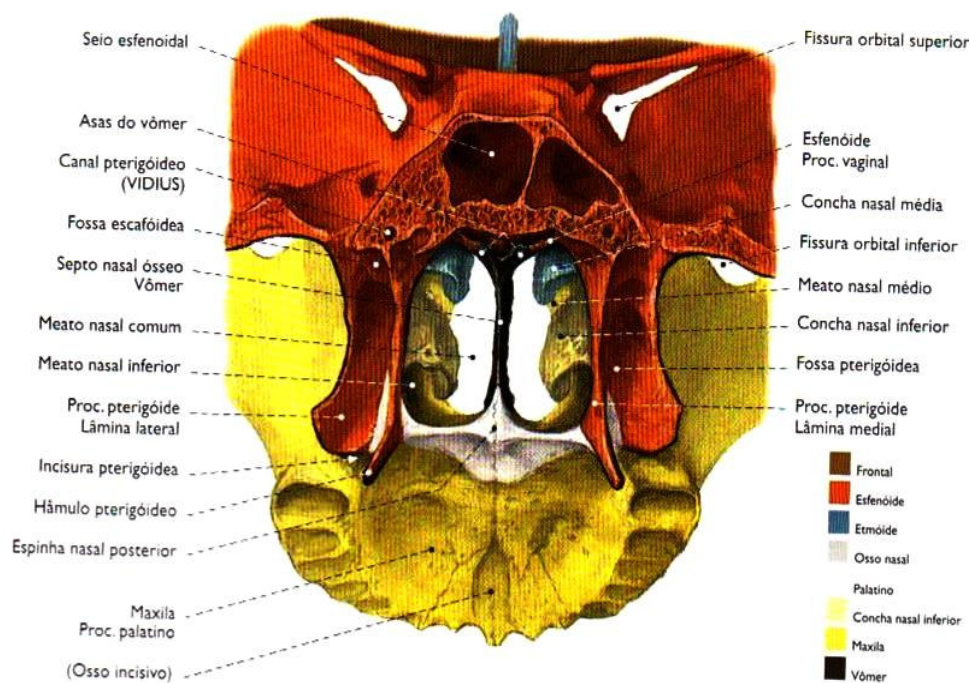


Figura 13: Esqueleto do nariz (100%). Aberturas posteriores do nariz (cóanos), vista posterior. Os vários ossos estão coloridos com cores diferentes⁴⁴.

Os seios atuam na produção do muco da cavidade nasal, mas sua principal função é tornar os ossos do crânio mais leves (TEIXEIRA, et al., 2001). A comunicação com as principais passagens nasais é realizada através de aberturas pequenas chamada de *óstias*⁴⁵, que têm o comprimento estimado entre 0,6 a 0,4 cm². O maior seio é o maxilar, possui em média tem um volume de 15 ml. A figura 10 os seios maxilares mostra o posicionamento dos seios paranasais⁴⁶ mais importantes.

⁴⁴ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER 2006, p. 28).

⁴⁵ Segundo Dang e Honda (1994) as *óstias*, por serem pequenas áreas, são de difícil medição.

⁴⁶ A maioria dos seios paranasais aumenta de tamanho a partir do crescimento dos dentes permanentes e segue crescendo até a adolescência, quando o tamanho e a forma da face são modificados (SPENCE, 1991).

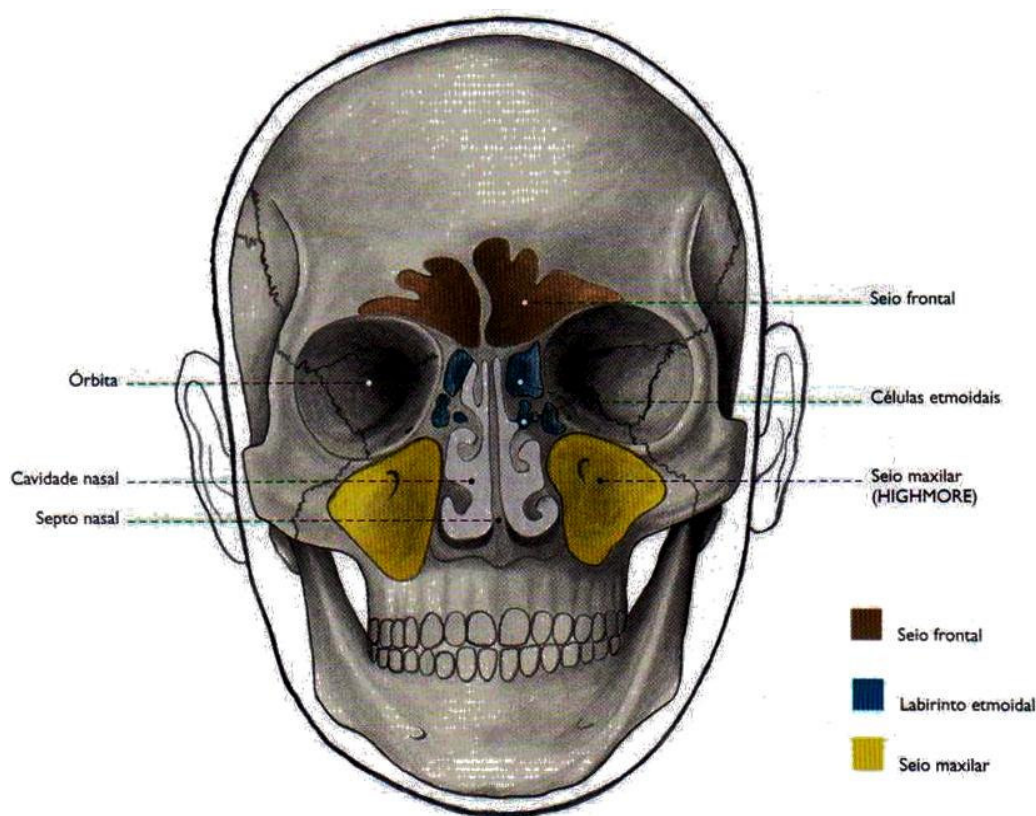


Figura 14: Cavidade nasal e seios paranasais. Projeção dos seios paranasais na face⁴⁷.

Os maxilares projetam as bochechas, seu teto está na parede lateral e no assoalho. Já o frontal está posicionado no osso de mesmo nome, logo acima dos olhos e esvazia-se no meato médio. É o segundo maior seio da face e sua capacidade de volume varia entre 4 ml e 8 ml.

O seio esfenoidal⁴⁸ está localizado em um ponto mais posterior aos olhos, atrás da porção superior da cavidade nasal, quase na posição central do crânio. Sua capacidade de volume pode variar entre 4 ml a 5 ml (TEIXEIRA, et al., 2001); sua drenagem é feita pelo meato superior. Por fim, o seio etmoidal possui pequenas cavidades chamadas de células etmoidais. Essas são numerosas, irregulares e fazem ligação com o meato superior e médio. Elas variam de quantidade, sendo possível existir de três a dezoito em cada lado, e seu volume total varia entre 2 ml a 3 ml (CASTRO 199?, HOLLINSHEAD e ROSSE, 1991).

⁴⁷ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER, 2006, p. 74).

⁴⁸ O seio esfenoidal pode se apresentar simples ou dividido, dependendo das características de cada indivíduo.

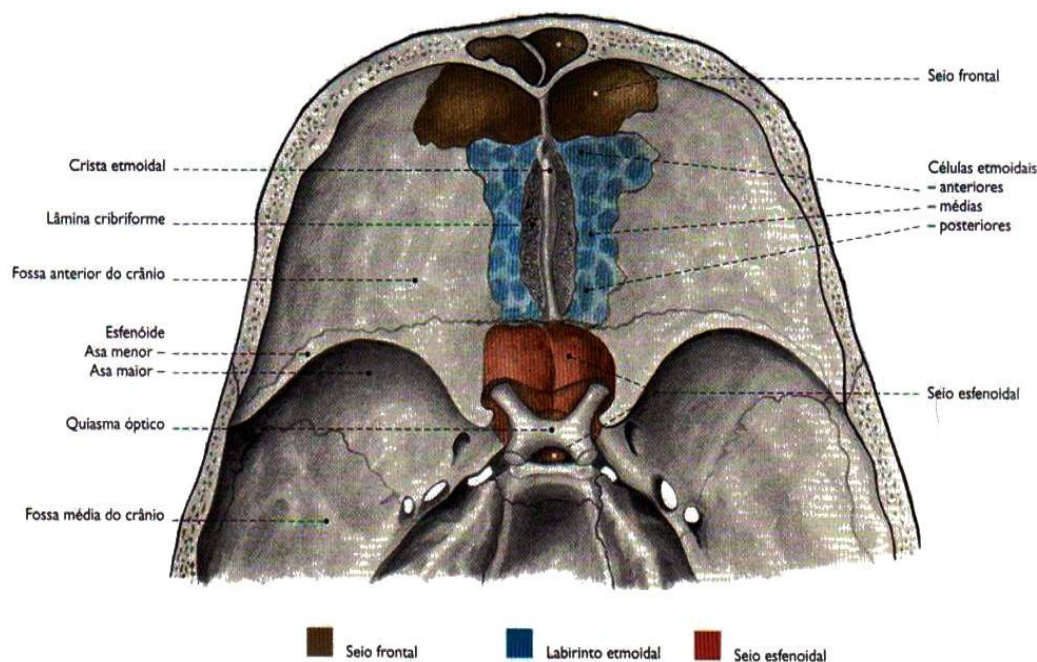


Figura 15: Cavidade nasal e seios paranasais. Projeção dos seios paranasais na fossa anterior do crânio⁴⁹.

Já o véu palatino, ou velo, é composto por uma fina camada de fibras musculares, tecido, vasos sanguíneos, nervos e glândulas; sua a função principal é de separar a cavidade nasal e oral. O véu está localizado porção posterior da cavidade oral, entre a cavidade orofaríngea e nasofaríngea, essa região é a continuação da faringe e se estende até a abertura do véu.

O véu está posicionado entre a porção anterior do palato duro e superior ao crânio, inferior a língua e faringe. Ele é a continuação flexível do palato duro; aquele se prorroga em direção a extremidade posterior deste. A extensão do véu possui em média 4 cm de comprimento, 2 cm de largura e 0,5cm de espessura⁵⁰. Suas estruturas formam o esfíncter velofaríngeo, esse está ligado às paredes laterais, posteriores da faringe e do véu palatino (SOUZA, 2003). A figura 16 ilustra a posição do esfíncter velofaríngeo na cavidade supraglotal.

⁴⁹ Adaptação (WOLF-HEIDDEGGER, 2006, p. 74).

⁵⁰ Estas dimensões são só aproximativas e variam de um sujeito para outro (STEVENS, 1998).

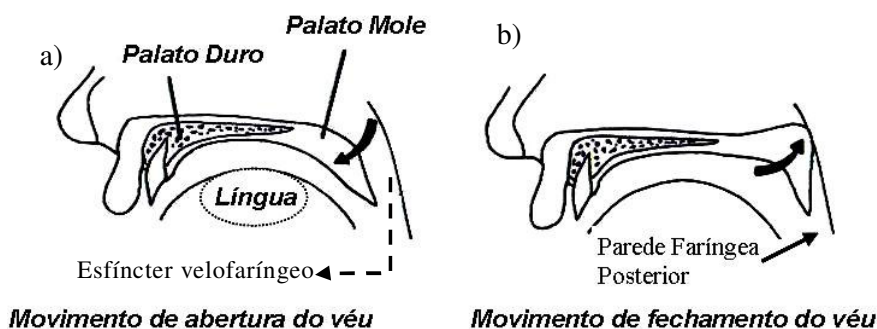


Figura 16: Corte médiosagital do trato vocal. Seta pontilhada indica o Esfíncter velofaríngeo⁵¹; temos a representação do palato duro e mole; a seta contínua indica o movimento de abertura do véu, em (a). Em (b) a seta mais espessa indica o movimento de fechamento do véu e a seta mais fina a parede faríngea posterior⁵².

Há uma abertura na região posterior da cavidade nasofaríngea, que quando aberta permite a passagem de ar pelas cavidades nasais através dos cóanos e, quando elevada, obstrui a entrada da cavidade nasal, diminuindo a passagem de ar (LEESON, 1970). A nasofaringe termina no cóano, onde há uma bifurcação separada pelo septo nasal (GREGIO, 2006). A figura 16 demonstra a movimentação do esfíncter velofaríngeo.

O palato mole é formado basicamente por cinco músculos e pela úvula, que é um músculo intrínseco ao palato mole. A úvula está localizada na ponta do véu, numa região mais posterior da cavidade oral, ela desempenha um papel articulatório na produção das vibrantes uvulares e das consoantes pós-velares (HARDCASTLE, 1976, p. 121).

A movimentação do véu palatino ocorre através da ação conjunta de vários tecidos musculares. O *levator veli-palatini* liga a superfície frontal do véu com a base do crânio, e participa do processo de movimentação do véu, elevando-o aproximadamente em 2 cm, em direção à parte posterior da faringe. Ele liga-se, por um lado, à nasofaringe e, por outro, à parte superior do palato mole, formando a superfície superior da cavidade nasal. A figura 17 ilustra os músculos.

⁵¹ Esfíncter velofaríngeo adaptação de Shprintzen e Bardach (1995). Figuras a) e b) foram adaptadas de Kent (1997, 189). As setas indicam o movimento muscular.

⁵² Adaptação da ilustração de Kent (1997, p.189).

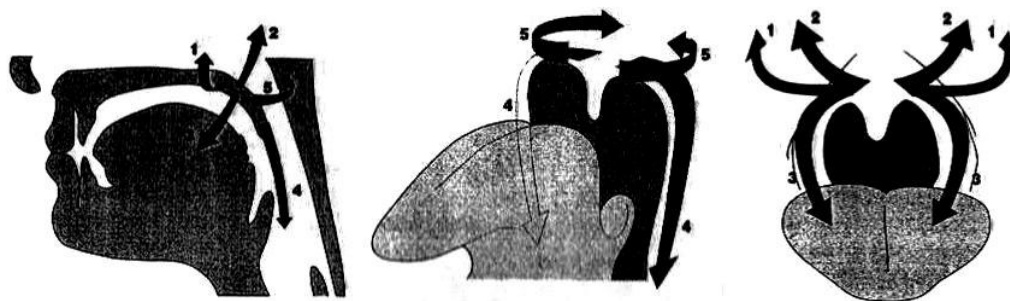


Figura 17: Músculos do Palato mole ou velofaríngeos de 1 a 5: Tensor palatino. *Levator veli-palatini*. *Palatoglossus*. Palatofaríngeo. Superior faríngeo constritor⁵³.

O *superior pharyngeal constrictor*, faz dois movimentos, ele se distende ao empurrar a comida em direção ao esôfago na deglutição e se contrai para elevar o velo. É um músculo que reveste a faringe (lado e parte posterior); sua ação faz com que haja a constrição da parte faríngea, isso ocorre quando a parede posterior é puxada para frente e as paredes laterais ficam voltadas para dentro. Pressupõe-se que esses movimentos da faringe durante a fala são insignificantes, ao passo que as paredes laterais parecem movimentar-se mais quando há a produção de vogais baixas (SOUZA, 2003).

O *tensor palatini* se alonga e tenciona quando o véu sobe (HARDCASTLE 1976, p. 123). A descida do véu também ocorre pela movimentação desses dois músculos o *superior pharyngeal constrictor* e o *tensor palatini*. Esse movimento também é assistido, em parte, pelo relaxamento dos músculos intervenientes na subida e pela força da gravidade. Por um lado, existe o *palatoglossus* que se estende para baixo, desde a parte inferior da superfície do velo, dividindo-se em dois e depois se ligando a língua (HARDCASTLE, 1976, p. 124). Tanto pode baixar o velo, como subir a parte posterior da língua⁵⁴. Ele é um músculo, cujas fibras estão inseridas nas paredes da faringe, localizadas nas bordas da língua. Ele é responsável pelo abaixamento do véu palatino e conecta a superfície inferior do véu à língua. A movimentação desse músculo pode ser notada na figura 18.

⁵³ Adaptação da ilustração de Kent (1997, p.190).

⁵⁴ Este músculo eleva a língua na produção de consoantes velares, sejam elas orais ou nasais.

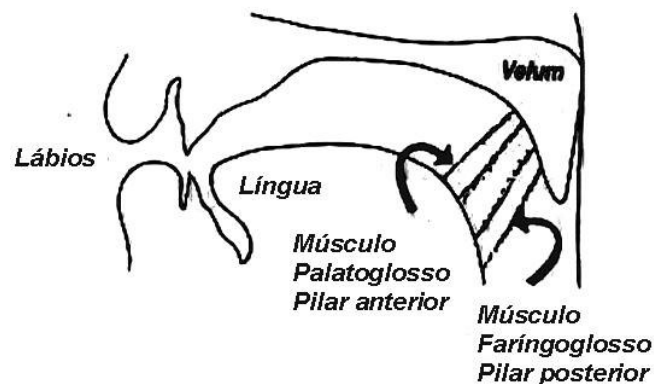


Figura 18: Vista lateral do músculo Palatoglosso. As setas indicam o movimento muscular⁵⁵.

O abaixamento do músculo vélico também é auxiliado pelo músculo *palatopharyngeous*, um músculo longo e fino que liga o velo e a parte posterior da cartilagem tiróide e da parede lateral da faringe (HARDCASTLE, 1976, p. 124). Apesar de todos os indivíduos possuírem o mesmo conjunto de músculos, não os opera necessariamente da mesma forma para atingir um determinado gesto durante a produção de voz. O *palatoglossus* pode não ser ativado por certos indivíduos para causar o abaixamento do velo. Também existem indicações de que o fechamento do velo provoca, em geral, um deslocamento da parte frontal da parede posterior da faringe (HARDCASTLE 1976, LIEBERMAN e BLUMSTEIN, 1988).

⁵⁵ Adaptação da ilustração de Kent (1997, p.191).



Capítulo 2

2. METODOLOGIA

Neste capítulo descreveremos como foi idealizado e realizado o *design experimental* deste trabalho. A metodologia tem como principal função delimitar o estudo, tornando-o viável para a análise. Assim, limitamos o número de informantes, de palavras do *corpus*, o instrumental para a coleta de dados, os parâmetros de análises e os testes estáticos aplicados sobre as amostras.

2.1. PARTICIPANTES

Para este experimento foram gravados 6 (seis) informantes falantes do PB do dialeto da cidade de São Paulo, nascidos na cidade de São Paulo. Desses, 3 (três) são do sexo masculino - com média de 45 (quarenta e cinco) anos -, e 3 (três) do sexo feminino - com média de 35 (trinta e cinco) anos. Preferiu-se a utilização de falantes do dialeto paulistano, formando um grupo homogêneo, a fim de evitar algum tipo de variação dialetal. Como a nasalidade é um fenômeno gradiente (ALBANO, 2003), pode apresentar diferenças dialetais no PB, apesar de que não existem estudos que caracterizem essa hipótese.

Os falantes foram agrupados por sexo, porque há diferença entre a quantidade do volume de ar entre homens e mulheres. Essas diferenças estão relacionadas, principalmente, a maior elasticidade dos pulmões no sexo masculino (HUBER, STATHOPOULUS e SUSSMAN, 2004). O quadro 2 abaixo mostra a divisão dos participantes: estes não tiveram nenhuma queixa de doença respiratória e não relataram nenhum tipo de patologia de fala, no momento da gravação dos dados.

Quadro 2: Sujeitos (Idade)

Grupo			
Masculino	BH (41 anos)	LZ (44 anos)	OD (50 anos)
Feminino	PC (41 anos)	LC (40 anos)	RC (25 anos)

Quadro 2: Identificação dos informantes, nomes abreviados, divididos pelo sexo.

2.2. *CORPUS*

Para este experimento montou-se um *corpus* que abordasse os ditongos orais e nasais e, principalmente, o fenômeno da ditongação nasal no PB. Assim, este visou reunir palavras que proporcionassem à descrição dos aspectos acústicos e aerodinâmicos dos ditongos.

As palavras utilizadas neste foram escolhidas com a finalidade de proporcionar o contraste entre as formas orais e as nasais, visando, principalmente, o contexto idêntico de sua ocorrência. Seguimos as observações feitas por Krakow e Huffam (1993), que explicam como deve ser elaborada a escolha do *corpus* para obter resultados de qualidade do estudo experimental que envolve a análise do fluxo de ar nasal:

“(...) We want to emphasize the importance of the including proper control sequences when investigating the nature of nasal segments and their influence on the surrounding context. For example, velic movements in sequences containing a nasal consonant (e.g., bean) must be compared with movements in minimally conservative sequences containing only oral segments (e.g., bead), in order to separated the contextual effects of the nasal consonants from the intrinsic velic positions for the adjacent string.” (KRAKOW e HUFFMAN, 1993, p. 3).

A priori, cogitou-se a criação de um *corpus* só com palavras pares mínimas; todavia, essa busca relevou-se irrelevante, pois não havia itens lexicais suficientes que suprisse o objetivo inicial desta análise. Assim, demos ênfase especial aos monossílabos e aos dissílabos, cujo acento silábico recaísse sempre na sílaba alvo.

Foram elencados vinte ditongos, dos quais dez são ditongos posteriores e dez são ditongos anteriores. Os grupos são compostos por: ditongo oral decrescente posterior [aw] e sua contraparte nasal [ãw̃]; e, o ditongo decrescente anterior oral [ej] e seu correspondente nasal [ẽj].

Os ditongos posteriores são compostos por dez pares-mínimos monossílabos, dos quais cinco são ditongos orais e cinco são ditongos nasais. Como não foram encontrados pares-mínimos monossilábicos, para os ditongos anteriores

foram listados cinco monossílabos orais, três monossílabos nasais e dois dissílabos tônicos, esses dois últimos são acentuados no ditongo nasal e estão em posição de *offset*.

As palavras foram agrupadas de acordo com o seguinte contexto silábico: CVG__# e C̃ṼG̃__#. A única variante do contexto é a consoante, que dentre elas, há as consoantes oclusivas [p, b, t, d, k]; as fricativas [s, f, h]; a consoante nasal [m] e a aproximante [l]. O único item lexical que difere do contexto é o *cluster* [fr].

Os itens lexicais que compõem o *corpus* se encontram logo a abaixo, eles foram transcritos foneticamente com a fonte *SILDOULOSIPA*⁵⁶, conforme os valores médios dos formantes dos sujeitos analisados e estão divididos em dois conjuntos: os ditongos orais e os ditongos nasais.

Ditongos Orais

- [paw]; [saw]; [taw]; [kaw]; e, [maw].
- [dej]; [sej]; [ħej]; [lej]; e, [frej].

Ditongos Nasais

- [pãw̃]; [sãw̃]; [mãw̃]; [kãw̃]; [tãw̃].
- [těj]; [sěj]; [běj]; [v.měj]; [v.lějŋ].

A variação do contexto consonantal gera mudanças nas configurações dos formantes na região de transição, no VOT e no modo em que as ocorre o relaxamento das pregas vocais. Entretanto, alterações não suscitam nenhum tipo de perda para a análise do fluxo de ar nasal. Krakow e Huffman (1993) comentam que as diferenças aerodinâmicas significativas relacionam-se com o a diferença entre o grau de abertura das vogais:

“(...)Another consequence of the influence of oral constriction on nasal airflow is that one cannot compare absolute nasal airflow levels for sound differing in degree of oral constriction such as [i]

⁵⁶ SIL IPA e SIL IPA93 fontes – FAQ.

http://scripts.sil.org/cms/scripts/page.php?site_id=nrsi&item_id=FontFAQ_IPA93

and [a]. However, it is appropriate to compare absolute nasal airflow levels on one segment in minimally contrastive oral and nasal context. For example, airflow during the vowel of bid could be compared to that during mid and bin in English.” (KRAKOW, et al., 1993, p. 34).

As palavras do *corpus* foram inseridas na frase-veículo I: “Digo_____ cada dia”: [dʒi.gu _____ ka.dɐ dʒiɐ] e na frase-veículo II: “Digo _____ todo dia”: [dʒi.gu _____ to.du dʒiɐ]. A última sentença foi utilizada para controle de população. Foi necessária a coleta de dados com a sentença II para controlar a transição e o lócus dos formantes, no final da produção dos ditongos orais e nasais.

Para a coleta, as frases foram apresentadas ao participante, de maneira aleatória, utilizaram-se cartões que possuíam a frase-veículo escrita na forma ortográfica. Isso foi realizado com o intuito de facilitar a leitura. Assim, sentença foi lida e repetida 3 (três) vez por todos os informantes, o que totalizou 360 (repetições (20 ditongos x 6 sujeitos x 3 repetições), para análise descritiva e quantitativa. A sentença II foi lida e repetida 3 (três) vezes por um sujeito de cada grupo, seguindo o mesmo padrão da organização da coleta da frase I. Isso gerou 120 repetições (20 ditongos x 2 sujeitos x 3 repetições), para análise qualitativa.

A estrutura sintática das frases foi escolhida com o intuito de evitar alterações prosódicas muito relevantes no momento da leitura, mesmo assim no momento da gravação pediu-se aos sujeitos para empregar a entonação declarativa e que mantivessem uma taxa normal de velocidade de fala. A fim de que o acento frasal recaísse sobre a palavra-chave.

Observou-se que na emissão de algumas frases há uma pequena pausa depois da emissão da palavra-chave. Não controlamos a intensidade, pois não era o intuito deste analisá-la. Apesar destes cuidados, alguns informantes apresentaram variações irrelevantes na velocidade de fala.

2.3. EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS

Optamos pela coleta dos dados com a utilização do aparelho EVA Portátil 2, pois o dado que resulta possibilita a inferência da movimentação dos articuladores durante a produção da fala. Este aparelho possibilitou a captação simultânea do sinal acústico e aerodinâmico, pois integra a captação dos dois tipos de sinais. A coleta do sinal acústico e aerodinâmico foi realizada na Universidade de São Paulo. A captação dos dados foi realizada através do aparelho EVA Portátil.

O FAO (fluxo de ar oral) foi captado por uma máscara bucal de silicone flexível, fixada no rosto do sujeito, que abrange toda a região da boca. Essa é encaixada contra o rosto do falante, evitando vazamentos de ar, mas, sem prejudicar os movimentos articulatorios. Como a máscara deixa as narinas descobertas, isso facilitou a coleta do FAN (fluxo de ar nasal), por dois adaptadores de borracha vazados que são ajustados nas narinas, que vedam a saída de ar. Esses têm uma abertura na extremidade, onde se coloca os tubos de silicones, que são encaixados no transdutor.

Os tubos têm 10 (dez) cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro. Tanto a máscara como os tubos são conectados ao transdutor. Nesse ainda havia um microfone localizado a 8 (oito) cm de distância da boca, permitindo a gravação do sinal acústico.

O sensor nasal está localizado sob o sensor oral, em uma posição vertical, seguindo o fluxo natural do ar que sai pelas as narinas. Como a máscaras é apoiada em frente a boca, deixa o nariz e parte do queixo livres, garantindo a movimentação da mandíbula no discurso. Assim, tanto o sinal acústico com o aerodinâmico foi captado simultaneamente, como pode ser visto na figura 19:

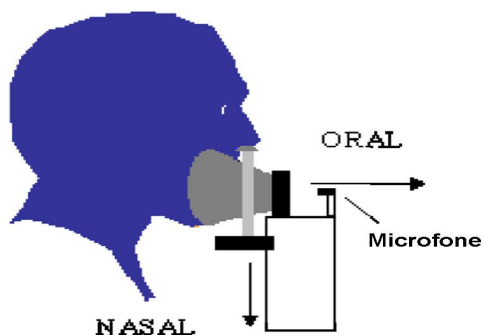


Figura 19: Posição dos sensores para a coleta dos dados de EVA⁵⁷.

Para se obter boas medidas com o EVA, em particular a cerca do fluxo de ar oral e nasal, alguns parâmetros aerodinâmicos devem ser respeitados⁵⁸ (GHIO e TESTON 2004):

- A emissão do fluxo deve ser bidirecional (fluxos de ar inspirado e expirado).
- As condições do ambiente não devem ter efeitos sobre as medidas (termodinâmicas do ar: temperatura, composição, umidade).
- A turbulência nos lábios (relacionada ao tipo de fonema) não devem interferir nas medidas.
- A calibração do volume do sensor deve ser a menor possível, para não haver uma distorção referente a variação rápida do fluxo rápido, especialmente no fluxo de ar oral.
- O sensor do fluxo não pode ter influência da resistência de outro sistema de fluxo aéreo que perturbe o funcionamento do trato vocal.
- O sensor do fluxo de ar deve ser corretamente adaptado à anatomia do sujeito, evitando fugas e erros de medição, sem que isso obstrua os movimentos articulatorios.
- O dispositivo deve ser compatível com as normas local e as condições de higiene.

Para a calibração do aparelho era pedido ao falante permanecer em silêncio e prender a respiração. A cada repetição o aparelho Eva Portátil era calibrado e

⁵⁷ Adaptação de Ghio e Teston (2004).

⁵⁸ Tradução do autor.

nivelado no nível 0 (zero) dcm3/s. A digitalização do sinal foi realizada por um computador portátil, que controla a cadeia de instrumentação e de registro. Cada repetição resultou em cinco arquivos de extensão⁵⁹: *.f0* ; *.int* ; *.naf* ; *.oaf* ; *.wal*. Para a extração dos parâmetros, foi utilizado o programa *Signal Explorer*⁶⁰ e *Phonétid*⁶¹, para análise acústica e aerodinâmica deste experimento respectivamente.

Na análise aerodinâmica, a representação do volume de ar resultou em um gráfico que se iniciava em -100 (menos cem) dcm3/s a 300 (trezentos) dcm3/s. Para análise acústica, a faixa de frequência empregada foi de 8 (oito) kHz, mas o janelamento de nossa preferência foi de 5 (cinco) kHz, com um de *hamming 5 ms*, o que gera um espectrograma de banda larga, facilitando a visualização dos formantes.

A análise do FFT e do LPC foi realizada conjuntamente em alguns gráficos e separadas em outros. Para isso, utilizou-se o parâmetro *default* do programa, que permite a visualização de um gráfico de - 60 (menos sessenta) dB a 60 (sessenta) dB. A janela de análise tinha 25 *ms* de comprimento; o LPC foi modificado para 48 pontos de análise e o FFT tinha um tamanho de 512 pontos. As alterações permitiram gerar gráficos que discriminam melhor os dados do sinal analisado, pois esses ficam livres de interferências não-significativas que podem estar fora das faixas de citadas.

2.4. SEGMENTAÇÃO

A inspeção visual⁶² dos segmentos vocálicos permitiu a segmentação dos dados, facilitando a descrição aerodinâmica e acústica dos segmentos alvos, assim, para extrair as medidas de cada fone tivemos que dividir o segmento vocálico em 2 (duas) partes: vogal oral e glide oral, e seu correspondente nasal em 3 (três) partes: vogal nasalizada, glide nasal e apêndice nasal, respectivamente.

⁵⁹ Essas extensões diferenciam parâmetros coletados pelo EVA. A frequência fundamental está armazenada no arquivo de extensão *.f0*; a intensidade em *.int*; o fluxo de ar nasal em *naf*; o fluxo de ar oral em *oaf*; e a forma de onda em *wal*.

⁶⁰ Signal Explorer, de autoria de A. Soquet e D. Demolin.

⁶¹ Phonedit MFC Application Company: LPL (Aix-provence, França) - www.lpl-aix.fr.

⁶² A inspeção visual é um método de análise qualitativa inicial, cujo objeto é visualizado e suas características principais são anotadas, assim é possível obter um embasamento para iniciar a coleta dos dados propriamente dita.

A Segmentação acústica foi realizada através do oscilograma, um gráfico gerado da relação entre frequência (Hz) pelo tempo (*ms*) e pelo espectrograma, um gráfico que mostra as faixas de frequências, onde há concentração de energia. Segue o exemplo de segmentação na figura 20 e 21:

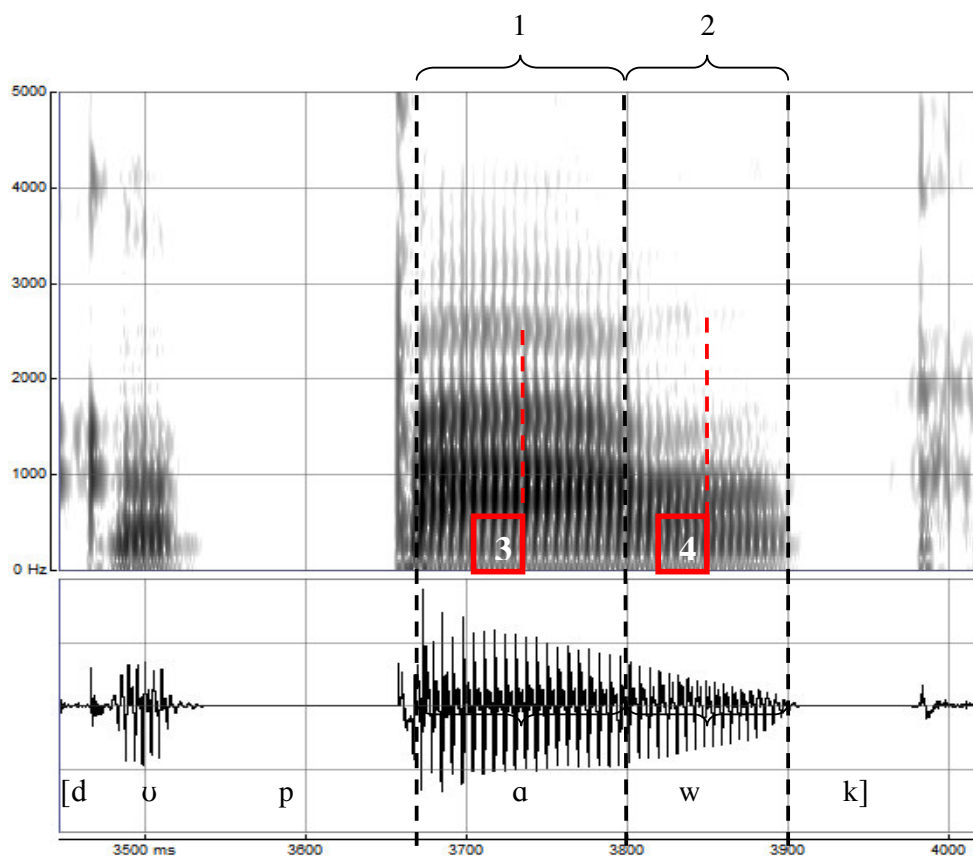


Figura 20: Espectrograma (janela de cima) e oscilograma (janela de baixo) da palavra *pau*. Visualização da segmentação acústica dos ditongos orais. Frase emitida por OD. A chave 1 representa a vogal oral; a 2 o glide oral; o número 3 e 4 representa o meio do segmento.

Na figura 20 as linhas pontilhadas em preto ajudam a visualizar as porções dos segmentos vocálicos. A chave 1 separa a vogal do glide, esse último está localizado na região da chave 2. No exemplo acima, notamos que a forma de onda de [a] é laringalizada e a sua amplitude é maior no espectro, que há mais energia do que o segmento que a antecede o glide [w]. Os números 3 e 4, referentes as linhas pontilhadas em vermelho, apontam para o meio dos segmentos vocálicos, a porção estacionária da vogal e do glide.

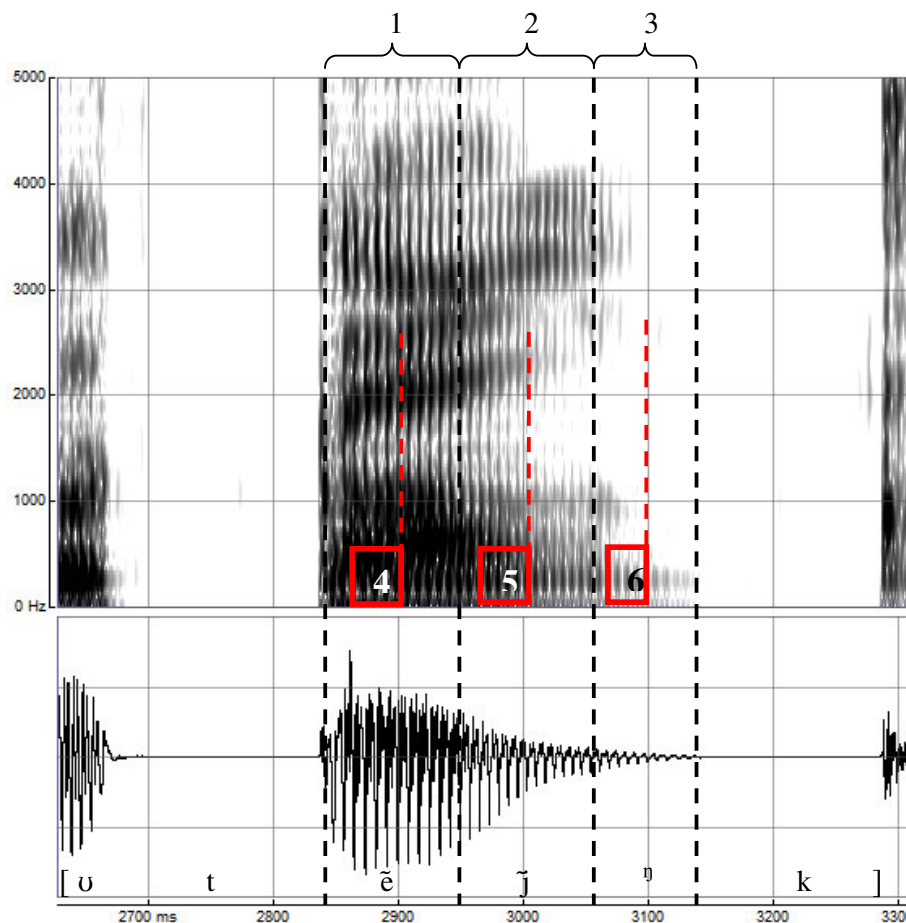


Figura 21: Espectrograma (janela de cima) e oscilograma (janela de baixo) da palavra *tem*. Visualização da segmentação acústica dos ditongos nasais. Frase emitida por BH. A chave 1 representa a vogal nasal; a 2 o glide nasal; a 3 o apêndice nasal; o número 4, 5 e 6 representa o meio do segmento.

Na figura 21 as chaves 1, 2, 3, com o auxílio das linhas pontilhadas em preto, separam a vogal nasal, do glide nasal e do apêndice nasal, respectivamente. As linhas vermelhas pontilhadas no espectrograma mostram o local onde os formantes foram extraídos.

Pelo oscilograma acima notamos que a primeira parte do ditongo [ẽ] tem muito mais energia e a amplitude das ondas sonora são maiores. A onda sonora, na segunda porção, correspondente ao glide nasal [j] perde energia gradativamente até que a energia se dissipe totalmente, no fim da terceira porção, onde há a presença do apêndice nasal.

A partir desta segmentação, anotamos as zonas de frequência mais usuais para o aparecimento das ressonâncias orais e nasais, bem como o comportamento geral da frequência fundamental; e a configuração dos formantes e antiformantes, quando preciso. Por se tratar de um fenômeno de difícil medição formântica, a extração numérica, de todos os formantes dos segmentos alvos, foi realizada através de ferramentas específicas de análise: o FFT e o LPC. Na seção anterior já mencionamos como foi feita a filtragem do sinal para a esse tipo de análise.

As medidas acústicas e aerodinâmicas de duração referente às vogais nasais também foram extraídas, bem como dos glides nasais e dos apêndices nasais. Além disso, foram extraídos os valores máximos do fluxo de ar nasal nos segmentos vocálicos nasais. A segmentação aerodinâmica dos dados pode ser exemplificada a partir das figuras 22 e 23.

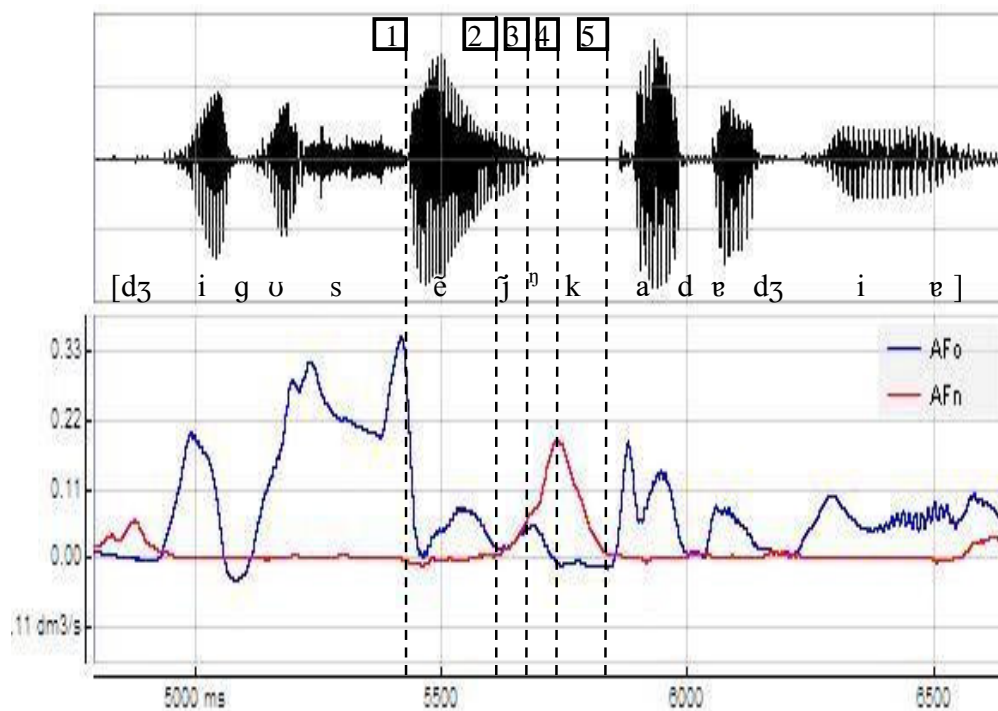


Figura 22: Forma de onda (janela de cima) e a trajetória do dado aerodinâmico (janela de baixo). Visualização da segmentação aerodinâmica dos ditongos nasais na sentença “digo sem cada dia”. Frase emitida por LC. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO. Linha pontilhada preta (1) abertura inicial do véu; (2) abertura significativa do véu; (3) aumento da taxa de nasalização; (4) queda da taxa de nasalização; e (5) fechamento do véu.

Na figura 22, as linhas pontilhadas em preto com as etiquetas numéricas remetem ao início e, ou, ao fim da articulação de um segmento vocálico, a partir das variações aerodinâmicas sofridas pelo fluxo de ar. A linha 1 remete ao início do abaixamento do véu, no gráfico é representado pelo FAN negativo.

A linha 2 delimita o começo do fluxo de ar nasal positivo, pois o véu já se encontra com uma abertura maior; a linha 3 separa a região do gráfico em que há o aumento do fluxo de ar nasal até a linha 4, onde há o ponto da taxa máxima da nasalização e conseqüentemente, a queda do fluxo, que finaliza a nasalização, na linha 5, que corresponde ao fechamento do véu.

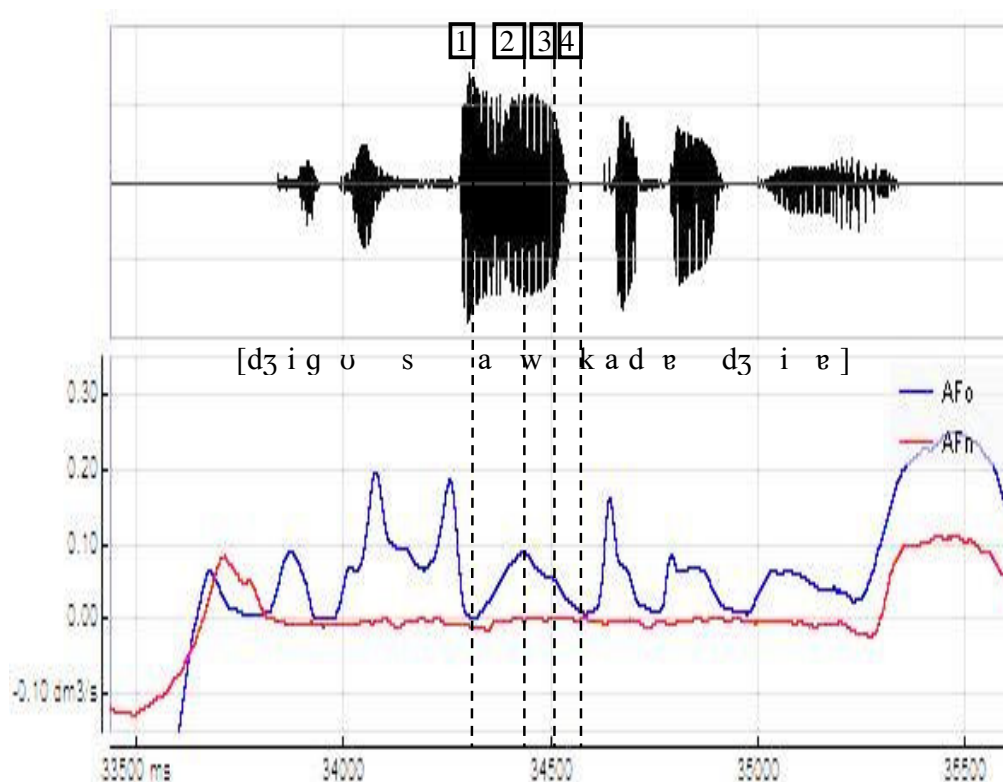


Figura 23: Forma de onda (janela de cima) e a trajetória do dado aerodinâmico (janela de baixo). Visualização da segmentação aerodinâmica dos ditongos orais na sentença “digo sal cada dia”. Frase emitida por RT. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO. A linha pontilhada preta representa em (1) o início da vogal oral; (2) o alvo da vogal; (3) o alvo do glide; e, (4) o *onset* da consoante.

Na figura 23 as linhas pontilhadas em preto com as etiquetas numéricas remetem as variações ocorridas no fluxo de ar oral durante a produção dos ditongos orais, no exemplo acima, em [aw]. A linha número remete ao início da articulação da

vogal posterior, enquanto que a linha 2 remete ao alvo da vogal, o fluxo de ar tem uma taxa maior, porque se trata de uma vogal central baixa. A linha número 3 marca o alvo do glide [w] e a linha 4 sinaliza o *onset* da consoante [k].

Como sabemos, nos ditongos há a transição dos formante e como o som é um contínuo, as medidas acústicas foram extraídas cuidadosamente no momento em que a articulação se mostrou mais plena em relação ao padrão (alvo) do segmento que estava sendo articulado. Cada segmento vocálico que compõem os ditongos, tanto oral quanto nasal, foi avaliado separadamente. Para a extração das medidas aerodinâmicas foi realizada a partir das variações do fluxo encontradas no fluxo de ar nasal. As medidas das durações acústicas e aerodinâmicas seguiram o mesmo padrão da segmentação descrita acima.

2.5. PARÂMETROS AERODINÂMICOS

Os parâmetros aerodinâmicos analisados são derivados da relação do comportamento do volume de ar em relação ao tempo, que gera uma linha que representa a alteração do volume de ar (dcm^3/s) e relação ao tempo (ms). A variação do fluxo de ar está diretamente relacionada com o movimento dos articuladores na cavidade oral e nasal.

A extração dos dados está de acordo com o traçado do FAO e FAN. A segmentação da trajetória segmento vocálico nasal foi realizada em 4 (quatro) partes, Na figura 15, as medidas foram extraídas a partir da linha pontilhada 1 até a linha 4: (1) momento inicial de abertura do véu, cujo FAN se encontra negativo; (2) momento em que o FAN se torna positivo, há a abertura significativa do véu; (3) momento em que o FAN tem o maior volume, o véu está com abertura máxima e a língua está em contato com a região velar, obstruindo a cavidade oral, dirigindo o ar para a cavidade nasal, e; (4) momento em que o FAN cai rapidamente até chegar ao 0 (zero), pois o véu inicia o movimento de fechamento completo.

A partir desta divisão foram criados parâmetros que facilitaram a quantificação dos dados. As abreviaturas que remetem ao movimento do gesto

articulatório do véu são: o **DNF**, **DAV**, **DCV**, **DFV** e **DTV**. O **PM** remete ao volume máximo do fluxo de ar nasal durante o gesto do véu. As siglas estão discriminadas logo abaixo:

- Duração negativa do FAN (**DNF**) (*ms*): mede a trajetória do traçado do FAN, quando sai da linha do 0 (zero) dcm³/s e por algum período é negativo.
- Duração de abertura do véu (**DAV**) (*ms*): mede a duração do traçado do FAN, referente ao início do movimento de abaixamento do véu, quando o FAN torna-se positivo. Esta é considerada a 1^a. fase da trajetória do fluxo de ar nasal considerada para esta análise.
- Duração do contato parcial da língua e o véu (**DCV**) (*ms*): é medida a duração do traçado do FAN, quando o véu está com a abertura máxima e o dorso da língua está na posição alvo do glide, fechando parcialmente a cavidade oral, o início da ascendente extrema até a região da taxa de nasalização. Esta é considerada a 2^a. (segunda) fase do FAN.
- Duração de fechamento do véu (**DFV**) (*ms*): é a medida da duração do traçado do FAN, quando o véu inicia seu movimento, partindo da posição alvo e finaliza-se após o movimento de fechamento. Esta é considerada a 3^a. (terceira) fase do FAN.
- Duração total da trajetória véu palatina (**DTV**) (*ms*): é a medida total da duração do traçado do FAN, das três fases do contorno do fluxo de ar nasal, ou seja é a somatória da 1^a. fase, da 2^a e da 3^a. fase do movimento articulatório do véu. Essas representam o gesto completo de abertura e fechamento do véu palatino.
- Pico Máximo de Nasalização (**PM**) (dcm³/s) – remete a taxa máxima de nasalização, quanto passa a maior concentração do FAN pelas narinas. Nesse momento os articuladores atingem a posição alvo, ou seja, o véu está com a abertura máxima e o dorso da língua está na posição que forma a constrição do glide.

2.6. PARÂMETROS ACÚSTICOS

Para a extração dos dados acústicos, o ditongo oral foi dividido em 2 (duas) porções. A porção inicial refere-se a vogal oral e a 2^a. (segunda) ao glide oral. O ditongo nasal foi dividido em 3 (três) partes, a vogal nasalizada, o glide nasal e o apêndice nasal, como foi mostrado do item 2.5.

Das divisões foram extraídas a frequência fundamental e os formantes em hertz. Esses são os quatro primeiros parâmetros elencados logo abaixo. Desses os valores das frequências foram extraídos da porção estacionária, como foi mostrado na segmentação, no item anterior.

- **F0** – Frequência fundamental (Hz).
- **F1** – 1º. Primeiro formante (Hz).
- **F2** – 2º. Segundo formante (Hz).
- **F3** – 3º. Terceiro formante (Hz).

As siglas das durações acústicas **DVN**, **DGN** e **DAP** estão discriminadas logo abaixo. Dessas foram extraídos os valores temporais, em milissegundos, das divisões dos segmentos que compõem o ditongo nasal, seguindo a segmentação acústica do espectrograma.

- **DVN** – Duração temporal acústica da vogal nasalizada (*ms*).
- **DGN** – Duração temporal acústica do glide nasal (*ms*).
- **DAP** – Duração temporal acústica do apêndice nasal (*ms*).

2.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística descritiva permitiu calcular os parâmetros estatísticos das amostras deste estudo. A partir dos dados numéricos foram feitas as medidas das Médias (**M**) e do Desvio Padrão (**DP**). As primeiras facilitaram a manipulação dos dados, pois transformam todos os números absolutos em uma unidade numérica e o segundo tipo mediu o grau de dispersão os dados numéricos em torno da Média. Os gráficos de Dispersão, realizado com os valores absolutos dos formante, foram gerados a partir da utilização do programa *Formant Explorer*⁶³.

A análise de variância foi utilizada com o intuito de verificar se existe uma diferença significativa entre as médias de cada amostra. Assim, foram comparadas as amostras entre os dois grupos de sujeitos: femininos e masculinos e os ditongos: anteriores orais e nasais; os posteriores orais e nasais; e, os ditongos anteriores e posteriores nasais.

O teste de variância utilizado foi o ANOVA (fator único). Nesse modelo a variação global é subdividida em duas partes. A primeira é a variação entre as médias dos grupos, quando comparadas com a média geral de todos os indivíduos do experimento. Assim, pode-se observar a variação total, a variação entre grupos de tratamentos e a variação dentro dos tratamentos. O teste fornece o resultado do resumo dos valores e o do próprio teste, nos quais há os seguintes valores: do nível de significância (valor-p); do grau de liberdade (gl); da frequência crítica (F crítico); da soma quadrática (SQ); e média quadrática (MQ); da variância; da média; da soma e da contagem.

Com base nas medidas realizadas, montamos tabelas comparativas, que facilitaram a descrição qualitativa. A análise estatística foi realizada com o intuito de padronizar os dados e obter resultados mais robustos que pudessem delinear um resultado significativo. Assim, foi analisado o comportamento individual de cada informante e dos dois grupos de sujeitos.

⁶³ Formant Explorer, programa de autoria de A. Soquet e D. Demolin.



Capítulo 3

3. RESULTADOS ACÚSTICOS E AERODINÂMICOS

Neste capítulo desenvolver a análise qualitativa e quantitativa dos dados acústicos e aerodinâmicos dos ditongos posteriores [ãw̃] e anteriores [ẽj]. Nesses serão expostas e analisadas as tabelas numéricas, os gráficos, os espectrogramas, os oscilogramas, os gráficos do fluxo de ar, o FFT e o LPC.

A partir da combinação dos resultados das amostras, somada ao levantamento teórico sobre o comportamento dos segmentos nasais, o intuito deste é colocar os dados à luz da teoria, para que este trabalho possa fornecer respostas concretas e esclarecedoras sobre a ditongação nasal.

A partir da análise do espectrograma descrevemos o comportamento temporal e frequencial dos três primeiros formantes dos ditongos orais e nasais propostos nesta dissertação. A extração das frequências foi realizada para os três formantes, além da frequência fundamental. Os formantes refletem as mudanças articulatórias na cavidade bucal. Assim, F1, F2 e F3 são os formantes mais relevantes para a caracterização acústica dos ditongos nasais.

Os locais de maior concentração de energia refletem acusticamente as articulações que acontecem na região da cavidade bucal. Os primeiros quatro formantes, que são gerados a partir do sinal da fala, são os principais parâmetros para a realização de uma análise acústica da fala, voltada para os segmentos vocálicos.

Os formantes se correlacionam da seguinte maneira: F1 está intrinsecamente ligado ao movimento que ocorre no plano vertical, como a altura da língua e a abertura da mandíbula; enquanto F2 está correlacionado com o movimento que há no plano horizontal, ou seja, o movimento de anteriorização ou posteriorização da língua; já para F3, há uma relação com a área onde ocorre a constrição do trato; e por fim F4 tem correlato com o formato da laringe e da faringe (KENT e READ, 1992).

A partir da apreciação visual do espectrograma notamos que os ditongos se caracterizam por duas fases acústicas, como foi revisado na seção 1.4. Na primeira

fase há uma vogal plena e na segunda um glide. Entre o alvo de um elemento para o outro, há a movimentação harmônica, que reflete a movimentação da língua gradativa. Assim, a posição de núcleo é ocupada por uma vogal, enquanto a posição de rima é ocupada por um glide e não uma vogal reduzida, por exemplo.

A vogal é plenamente especificada enquanto o glide é caracterizado por ser uma semivogal ou semiconsoante. Esse último possui a qualidade vocálica das vogais, mas com uma articulação mais lenta do que de uma consoante, que pode ser notada pela diminuição da energia no espectro. Essa é gerada pela constrição parcial no trato oral, que é a condição definidora do glide é formação.

Os ditongos nasais são articulados do mesmo modo que suas contrapartes orais, mas há um fator que os distingue das últimas, está no fato de que há o acréscimo do gesto articulatório do véu de acoplagem da cavidade oral a nasal. A partir desse processo há consequências acústicas e aerodinâmicas, que tornam os fonemas orais e nasais distintos.

O espectro de um elemento vocálico nasal é mais complexo do que o oral. A acoplagem, que gera pólos e zeros. Esses estão correlacionados com o volume de massa acústica que passa pelas duas cavidades. Quanto maior for o grau de acoplagem mais pólo-zeros haverá no espectro do segmento vocálico. Por causa do movimento articulatório do véu, as frequências são de difícil medição e variam conforme o grau de abaixamento do véu.

A dificuldade de padronização acústica está relacionada com a influência das ressonâncias nasais. Notamos que essas amortecem os formantes que se encontram na região de baixa frequência, com F1; alteram a qualidade do som, deixando-o mais grave, diminuem a energia do espectro e a amplitude das ondas sonoras, além de aumentar a duração do elemento vocálico nasalizado.

Não se pode afirmar que há sempre uma sobreposição entre as ressonâncias e anti-ressonâncias. Isso depende de cada caso, mas pode haver um aumento da largura de banda e, ou, o enfraquecimento do formante, caso haja um pólo-zero próximo de uma frequência oral.

Depois da extração dos formantes, notamos que em todos dados acústicos apareceu uma faixa de ressonância próxima a 1000 Hz, como foi demonstrado no item 2.3. Essa frequência específica é o formante da máscara, que foi adiciona ao espectro por causa da vibração da máscara bucal durante a coleta dos dados acústicos e aerodinâmicos (GHIO e TESTON 2004).

A presença dessa frequência, nos dados, não atrapalhou a análise dos formantes, pois essa ressonância é constate é de fácil identificação. Os valores da frequência foram extraídos e agrupados em uma tabela. A partir desse procedimento, obtemos a certeza de que se tratava de uma alteração externa a cavidade oral e nasal. Os valores de FM estão apresentados nas tabelas 1 e 2:

Tabela 1: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da ressonância gerada pela vibração da máscara bucal, durante a produção dos ditongos orais, $n = 45$.

**Tabela 1: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)
Valor da Ressonância da Máscara (FM)**

Fonema	Sujeitos Masculinos	FM (Hz)		Sujeitos Femininos	FM (Hz)	
		M	DP		M	DP
[e]	OD	1067	25	PL	1065	73
	BH	991	31	LC	997	72
	LZ	1046	28	RT	1030	34
	Total	1035	28	Total	1031	60
[j]	OD	1046	36	LC	1090	78
	BH	1002	42	RT	945	57
	LZ	1042	19	PL	965	33
	Total	1030	32	Total	1000	56
[a]	OD	955	34	PL	1045	37
	BH	900	56	LC	1059	34
	LZ	957	37	RT	1082	44
	Total	937	42	Total	1062	38
[w]	OD	813	53	LC	847	40
	BH	739	41	RT	881	44
	LZ	768	36	PL	847	40
	Total	773	43	Total	858	41

Tabela 2: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da ressonância da vibração da máscara bucal, durante a produção dos ditongos nasais, $n = 45$.

**Tabela 2: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)
Valor da Ressonância da Máscara (FM)**

Fonema	Sujeitos	FM		Sujeitos	FM	
		M	DP		M	DP
	Masculinos			Femininos		
[ẽ]	OD	1066	54	PL	1048	89
	BH	1030	48	LC	1064	68
	LZ	1057	59	RT	1056	79
	Total	1051	54	Total	1056	78
[j]	OD	1048	47	PL	973	60
	BH	926	95	LC	1025	47
	LZ	1028	34	RT	944	59
	Total	1001	59	Total	981	55
[ã]	OD	1051	34	PL	857	68
	BH	915	127	LC	977	37
	LZ	909	99	RT	1052	105
	Total	958	87	Total	962	70
[õ]	OD	781	35	PL	761	73
	BH	Ø ⁶⁴	Ø	LC	778	51
	LZ	857	82	RT	892	26
	Total	819	59	Total	810	50

A ressonância da máscara foi captada, pois é uma resposta ao sensor do fluxo de ar quando há variação rápida do fluxo de ar. Segundo Ghio e Teston (2004) há dois tipos de problemas que se apresenta nos dados: o atraso das medidas e perturbações acústicas. Dependendo do posicionamento da máscara bucal o tempo de resposta do medidor de fluxo ar pode causar fenômenos que atrasem as medidas, se houver uma variação rápida da taxa do fluxo. Esse atraso pode estar ligado ao tempo de resposta do sensor ou a largura de banda de frequência, com os tubos de conexões como os sensores de pressão e, ou em função de filtragem aplicada ao sinal

⁶⁴ O elemento vazio (Ø) representa a impossibilidade de discriminar a ressonância de uma determinada frequência.

do fluxo. Os sensores de pressão são rápidos e sensíveis e se comportam como microfones pobres, que podem gravar as variações de pressão acústica, apresentando algum faixa de ressonância adicional no espectro.

O sensor de fluxo é um prolongamento do trato vocal, isso pode criar alguma distorção dos sons da fala de acordo com sua função de transferência. A máscara tem certo volume, que aumenta o volume entre a máscara e a face do falante. Assim, cavidades adicionais com o tubo de medição dos sensores também podem produzir fenômenos acústicos. Há uma perturbação do dispositivo, que irradiação naturalmente ressonâncias acústicas, assim todo cuidado ao calibrar a filtragem é necessário. Segundo os autores: *In spite of the application of all the fundamental principles to avoid acoustic distortions as much as possible, there are always some which are necessary to correct.* (GHIO e TESTON 2004, p. 57).

3.1. DITONGO POSTERIOR ORAL

A ditongação trata de um fenômeno caracterizado pela transição entre dois elementos vocálicos, como já foi explicado anteriormente. Essa é resultante de um movimento articulatorio gradativo, que reflete a obstrução parcial do fluxo de ar na cavidade oral.

No caso dos ditongos posteriores, acusticamente o fenômeno pode ser notado a partir do movimento descendente de F1 e F2. Na palavra [paw], que faz parte do nosso *corpus*, por exemplo, há a transição inicial decorrente do VOT da oclusiva labial [p]⁶⁵.

Por efeito do VOT há uma pequena ascendência dos formantes de F2 e F3. F2 atinge aproximadamente 2000 Hz, até o alvo da vogal posterior. Em seguida os formantes sofrem o início da movimentação da posteriorização da língua para a articulação do [ɑ], quando termina a soltura das pregas.

⁶⁵ A transição do VOT influenciará a vogal consecutiva conforme o ponto e o modo de articulação da consoante precedente.

Na Figura 24, o retângulo tracejado em vermelho sinaliza o início da vogal e o local onde ocorre a transição dos formantes pela ação do VOT. Nesta figura nota-se a concentração de energia dos formantes, sinalizada pelo círculo tracejado em amarelo, onde aponta para a ressonância da máscara. Essa ocorre porque o FM está muito próximo de F1. Mesmo assim, podemos afirmar que nos ditongos posteriores há maior concentração de energia está na região de frequências mais baixas.

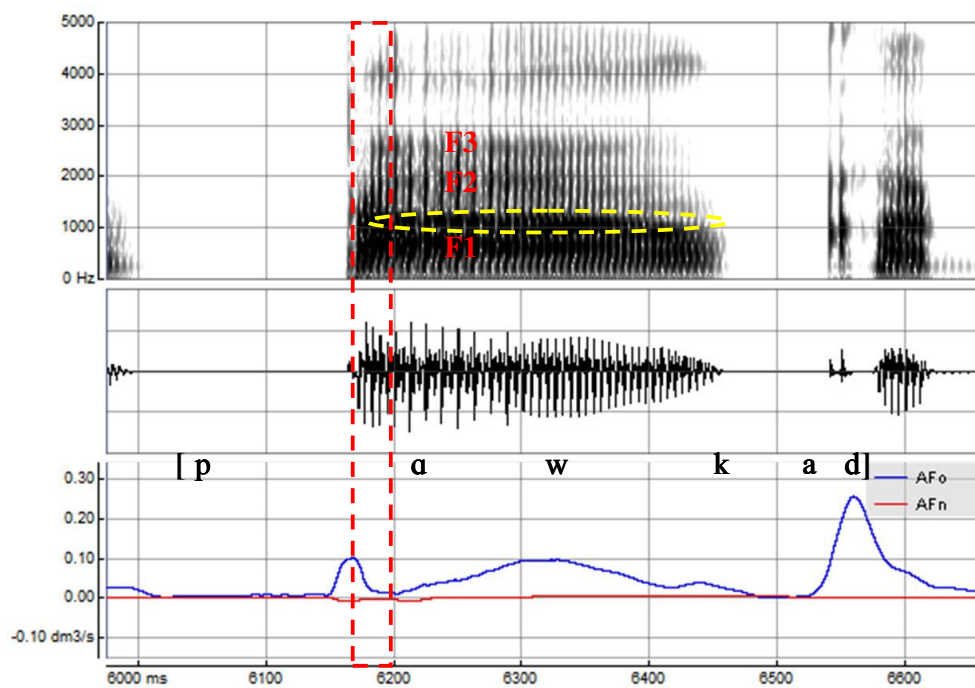


Figura 24: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [paw]. Frase emitida pelo sujeito LC. O retângulo tracejado representa o VOT. Há a representação da posição dos formantes de F1, F2 e F3 em vermelho. O FM está sinalizado pelo círculo tracejado e amarelo.

Na figura 24, a partir da porção estacionária de [a] notamos que há uma pequena queda dos valores dos formantes no segmento, se comparado entre os grupos de sujeitos. O F1 tem média de 593 Hz para os homens e 689 Hz para as mulheres; e F2, em média, 1347 Hz e 1846 Hz, para os sujeitos masculinos e femininos, respectivamente. No grupo feminino F1 e F2 possuem valores mais elevados, decorre das diferenças fisiológicas entre os dois grupos.

Nota-se, ainda, que na transição de F3 de [a] para [w] há uma pequena variação nos valores das frequências de 2467 Hz para 2212 Hz em relação às médias masculinas; para os valores femininos há uma pequena elevação, no geral, de 2760

Hz para 2821 Hz. Uma observação necessária a respeito dessa elevação está no fato de que, há uma variação interna maior nos valores dos dados individuais de um informante do grupo feminino.

A informante PL teve, em média, para o valor de F3 de [a] 2664 Hz e para [w] de 2660 Hz; LC teve, para a mesma sequência, a média de 2787 Hz e 2648 Hz; enquanto que RC teve 2828 Hz e 3156 Hz. A tabela 3 abaixo mostra os valores das frequências de F0, F1, F2 e F3 para os ditongos posteriores orais.

Tabela 3: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos posteriores orais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$.

Tabela 3: Média Total e Média Individual (Desvio Padrão)

Fonema	Sujeitos	F0 (Hz)		F1 (Hz)		F2 (Hz)		F3 (Hz)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Masculinos									
[a]	OD	116	8	619	37	1302	47	2379	95
	BH	103	4	564	25	1344	64	2427	103
	LZ	118	8	596	31	1396	71	2595	115
	Total	112	7	593	31	1347	61	2467	104
[w]	OD	124	7	462	47	1290	45	2198	60
	BH	113	5	463	40	1270	40	2262	63
	LZ	109	17	468	27	1324	51	2175	52
	Total	115	10	464	38	1295	45	2212	58
Sujeitos Femininos									
[a]	PL	169	13	706	46	1645	66	2664	86
	LC	177	7	704	26	1923	81	2787	97
	RT	214	7	658	18	1969	91	2828	103
	Total	187	9	689	30	1846	79	2760	95
[w]	PL	184	15	461	64	1476	41	2660	98
	LC	179	5	516	36	1445	63	2648	87
	RT	184	15	461	64	1379	83	3156	97
	Total	182	12	479	55	1466	48	2821	94

Como o glide é uma semivogal, não há o bloqueio total da cavidade oral. Isso torna a intensidade do glide mais fraca, ou seja, no espectro há menos energia,

porém a variação do nível de energia mudará conforme o local e a área do estreitamento na cavidade oral, no caso dos ditongos posteriores é a região velar.

A porção do glide posterior tem menos energia, se comparada a vogal antecedente. É nessa região que F1 e F2 há maior concentração intensidade, justamente por causa da articulação mais posteriorizada do ditongo. Na figura 25 logo abaixo, com a ilustração do FFT e LPC, se pode aferir a diferença entre a vogal oral e o glide oral posterior. Sobreposmos os gráficos a fim de facilitar a visualização do fenômeno.

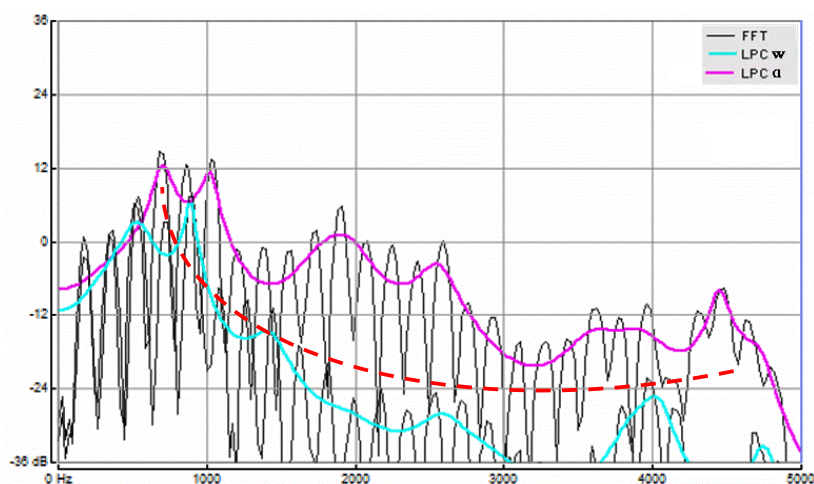


Figura 25: Sobreposição do espectro na janela de 25 ms do FFT e do LPC. A linha rosa representa o LPC da vogal oral [a] e a verde do glide oral [w]. Emissão da palavra *pau* pelo sujeito LC. A Linha preta representa o FFT. A linha pontilhada vermelha sinaliza a variação na amplitude da onda.

Por causa dessa constrição, nota-se no glide [w] que os picos das ondas têm menos amplitude se comparada à vogal. A diminuição é derivada da constrição, que com o arredondamento dos lábios, alonga o tubo, como já foi dito anteriormente. Nota-se, também, o movimento descendente de F1 e F2, além da abertura de banda desse último. O movimento dos formantes é acarretado pelo deslocamento da língua para uma posição posterior.

Na figura 26, logo abaixo, é ilustrada a posição alvo de cada elemento que compõem o ditongo [aw]. Essa ilustração facilita a visualização dos pontos articulatorios do ditongo oral posterior composto: por [a], linha tracejada e o glide [w] representado pela linha contínua.

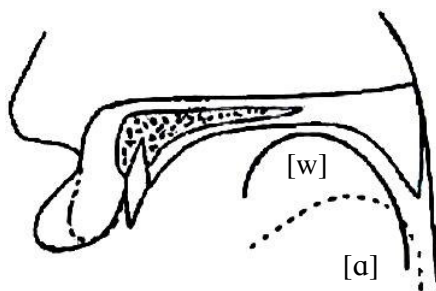


Figura 26: Corte médiosagital da cavidade oral. Ilustração das posições alvo para cada fonema contido no ditongo posterior [aw]⁶⁶.

A partir da figura acima é possível visualizar a trajetória da língua dentro da cavidade oral, em direção a parte posterior, a partir da sequência de sons. Assim, nota-se o aumento de volume na parte anterior da cavidade, na posição alvo da articulação do glide.

Outro exemplo do nosso *corpus*, para ilustrar a mudança formântica característica dos ditongos orais é [kaw]. Na figura 26, há a transição inicial decorrente do VOT, característicos das consoantes oclusivas, destacado pelo retângulo em tracejado em vermelho.

⁶⁶ Adaptação das ilustrações contidas em Kent (1997, p. 66).

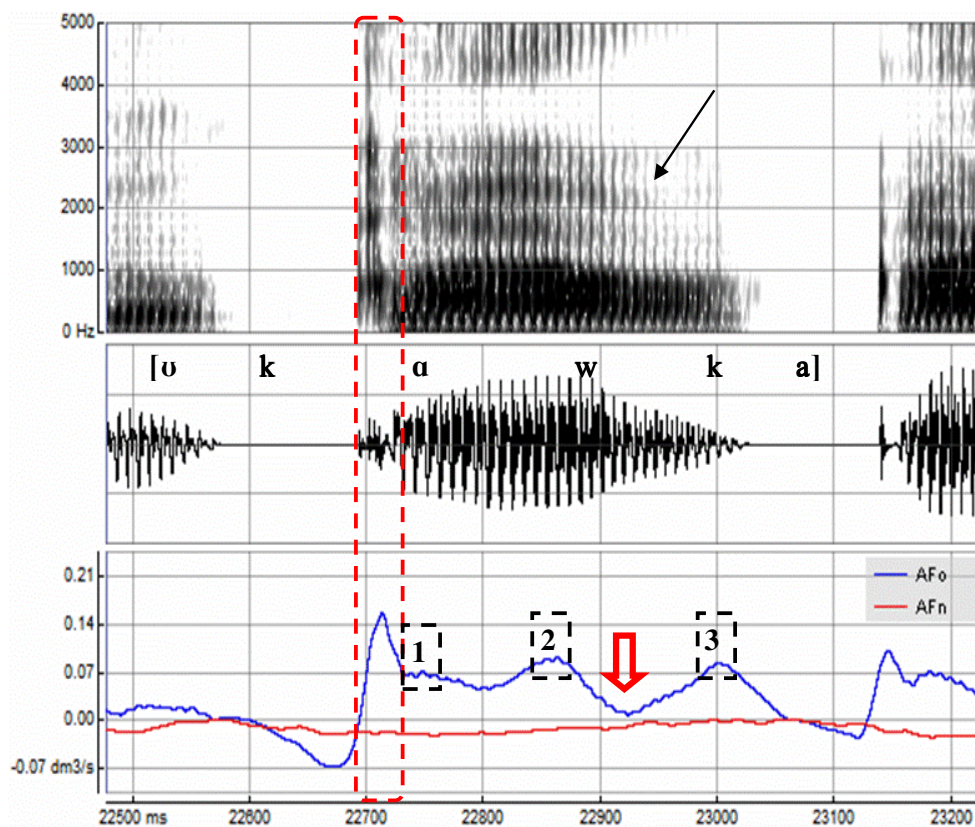


Figura 27: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [kaw]. Emissão pelo sujeito BH. O retângulo tracejado vermelho sinaliza o VOT; a seta preta indica a diminuição da energia no espectro. O número 1 representa o *onset* da vogal, o 2 o alvo da vogal e 3 o constrição labial. A seta vermelha indica a constrição velar. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.

No dado aerodinâmico, na figura 27, se trata de um ditongo oral, é natural que a linha do FAN esteja próxima ou abaixo de zero dm^3/s ; sinalizamos os gestos articulatórios dos glides com números. No quadrado tracejado (1) apontamos o *onset* do gesto da vogal; o quadrado (2) o *target*, da vogal [a], logo depois disso se inicia o *offset* da vogal, esse é o início da articulação do glide.

A seta em vermelho mostrada no dado aerodinâmico demarca na trajetória do fluxo de ar o ponto onde há a constrição velar no trato oral, que no caso é o alvo do glide. Essa é realizada pela posteriorização do dorso da língua, para a articulação do glide. Como o FAO não toca ou passa a linha do zero, significa que ocorreu apenas o bloqueio parcial do trato oral.

Aerodinamicamente há a redução do volume do fluxo de ar que passa na cavidade oral, além da diminuição do FAO. Assim, o ar é expelido em forma de jato com maior volume. Nesse momento da articulação inicia-se a soltura (*release*) de [w], que terá seu fim, mas com o arredondamento dos lábios.

No início da segunda articulação, que está apontada pelo quadrado tracejado (3), o gesto se finalizará quando os lábios se fecharem completamente e o FAO passar a linha do zero. Acusticamente, percebe-se que há maior concentração de energia na porção inicial do ditongo, na vogal, mas, com o decorrer do tempo, a energia se dissipa, por causa da movimentação da língua e da labialização, que é apontada pela seta preta de linha contínua no espectrograma.

Nos segmentos orais não há o acoplamento, mas há a movimentação dos formantes, assim, podemos inferir que isso ocorre devido à alteração do volume do trato, que altera as ressonâncias orais. Quando houver a acoplagem oronasal, o movimento da língua terá que se adaptar a nova geometria do trato, a fim de manter a o padrão harmônico que possa distinguir a qualidade sonora. A descrição dos ditongos nasais de mesma natureza posterior será realizada no próximo item.

3.2. DITONGO POSTERIOR NASAL

No ditongo posterior nasal [ãw̃] ocorre o mesmo processo articulatório do seu correspondente oral, como foi explicado acima. As articulações correspondentes a cavidade oral são as mesma, a única diferença se dá na qualidade nasal dos segmentos, pois é a movimentação do véu palatino concomitante ao movimento da língua e o arredondamento dos lábios.

O movimento de abaixamento do véu faz com que o fluxo de ar seja expelido pelas narinas. Acusticamente, a modificação do valor das frequências aumenta a largura de banda e insere pólos ou de zeros no espectro. Todos esses efeitos são causados pelas antirressonâncias gerada pela passagem do fluxo de ar pela cavidade nasal. Tais efeitos acústicos não se encontram nas contrapartes orais, como foi dito anteriormente nas seções 1.3 e 1.4.

Na figura 28, nota-se no espectrograma da palavra *pão*, que a configuração dos formantes pelo conjunto dos dados numéricos, já se encontra nasalizada. Acusticamente, notamos que na primeira porção, representada pelo retângulo tracejado, F1 está próximo a região de 700 Hz. Enquanto na segunda porção, representada pelo glide nasalizado, há a elevação de F1. A seta 1 aponta para a FM. A ascendência de F1 é caracterizada pela presença de ressonâncias nasais, associadas à articulação do gesto do véu.

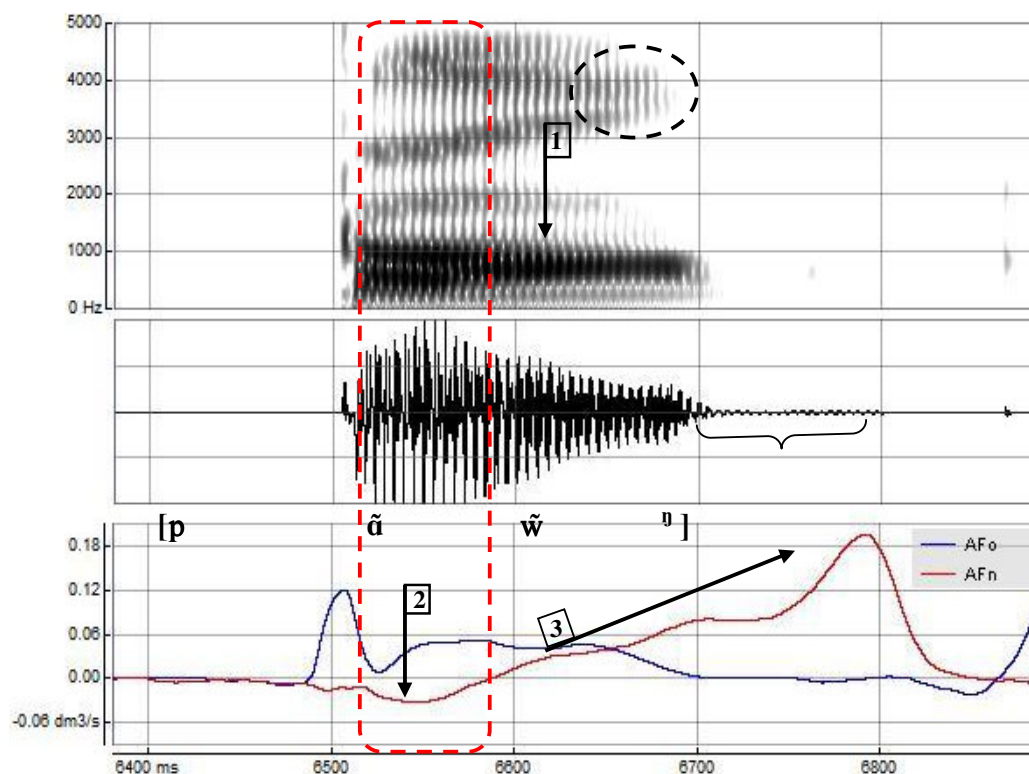


Figura 28: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [pãw̃^ɲ]. Frase emitida pelo sujeito LC. A linha vermelha (AFn) mostra o FAN e a azul (AFo) o FAO. O círculo tracejado representa a convergência de F3 e F4. O retângulo tracejado representa a vogal nasal; a seta (1) indica a FM; a seta (2) o fluxo de ar negativo; a seta (3) o aumento do FAN. A chave indica o apêndice nasal.

A articulação do glide [w] oral promove a trajetória descendente dos formantes orais de F1 e F2. Mas no glide nasal, F1 se eleva afetado pelas antiressonâncias de baixas frequências da cavidade nasal. Pelo espectro percebe-se que logo acima de F1, apontado pela seta 1 a FM. O F2 sofre um amortecimento, perdendo energia, por causa das antiressonâncias nasais e pela labialização final do glide.

As mudanças aerodinâmicas irão refletir na configuração dos formantes. O movimento inicial de deslocamento do véu palatino produz um débito de ar negativo, apontado pela seta (2), ainda na figura 28. O fluxo de ar negativo é causado pelo movimento inicial do véu. Esse sai da posição de repouso, fechado, iniciando o movimento de abertura, o abaixamento, propriamente dito. No início da articulação não há um efeito acústico, mas com o aumento do grau de abertura do véu, inicia-se a nasalização da vogal.

A pequena energia inicial de deslocamento aplicada sobre o articulador cria uma pequena alteração no sistema e faz com que o ar que está dentro das narinas seja levemente inspirado. Deste modo, há um deslocamento negativo das partículas de ar⁶⁷. A seta (3), na figura 28, exhibe local onde se encontra o pico do fluxo de ar nasal. Acusticamente, esse é representado pelo apêndice nasal, que está indicado na forma de onda pela chave.

No final da porção do glide, notamos a convergência de F3 em direção a F4, indicado pelo círculo tracejado. Esse se mostrou característicos dos segmentos nasais aqui analisados. Esse tipo de transição de formantes é um atributo comum de todas as consoantes velares, pois existe a proeminência espectral do pico de F2. Este pico espectral é uma característica do ruído das consoantes velares. A proeminência é evidenciada pela aproximação de F2 e F3 ou de F3 e F4. Esse feito de aproximação dos formantes é notado na vogal adjacente ao intervalo de fechamento velar (STEVENS, 1998, p. 375). Por essa razão, podemos afirmar que o apêndice nasal tem características da transição velar. A tabela 4 apresenta os valores de F0, F1, F2 e F3 dos ditongos posteriores nasais.

⁶⁷ A discussão sobre a influencia do débito de ar negativo na nasalização é referida na seção 1.2.3, baseado no estudo de Cagliari (1970).

Tabela 4: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos posteriores nasais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$.

Tabela 4: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)									
Fonema	Sujeitos	F0 (Hz)		F1 (Hz)		F2 (Hz)		F3 (Hz)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Masculinos									
[ã]	OD	118	9	505	35	1517	80	2484	162
	BH	114	6	477	49	1630	90	2561	119
	LZ	131	14	419	106	1781	93	2655	69
	Total	121	10	467	63	1643	88	2567	117
[ẽ]	OD	127	6	515	22	1409	57	Ø	Ø
	BH	124	7	614	55	1484	52	2595	220
	LZ	138	16	617	97	1476	85	2778	81
	Total	130	10	582	58	1456	65	2687	151
Femininos									
[ã]	PL	186	14	475	91	1665	72	2633	167
	LC	194	5	630	79	1902	165	2916	148
	RT	223	6	493	98	1963	173	2933	107
	Total	201	8	533	89	1843	137	2827	141
[ẽ]	PL	188	18	475	91	1665	72	Ø	Ø
	LC	192	15	Ø	Ø	1709	158	3305	134
	RT	226	18	660	7	1666	152	3002	82
	Total	20	14	533	52	1562	146	3154	108

Se compararmos os valores dos formantes da vogal posterior do ditongo nasal com a sua contraparte oral, notaremos que o F1 de [ã] sofre uma queda, por causa da abertura inicial da cavidade nasal. Assim, a concentração de energia do primeiro formante está localizada por volta de 456 Hz e 533 Hz, para os sujeitos masculinos e femininos, respectivamente.

Enquanto há a queda de F1, o F2 se comparado ao formante oral, sofre uma elevação de frequência, passando a 1643 Hz e 1843 Hz, para os grupos masculinos e femininos. Já o F3 se mantém relativamente estável, ao comparar os formantes orais e nasais. O grupo masculino possui para [ã] a média de 2556 Hz e para as mulheres um valor médio de 2827 Hz. As mudanças das duas primeiras frequências podem ser notadas a partir dos dois gráficos comparativos nas figuras 29 e 30. Esses relacionam o F1 e F2 dos segmentos orais e nasais de cada grupo:

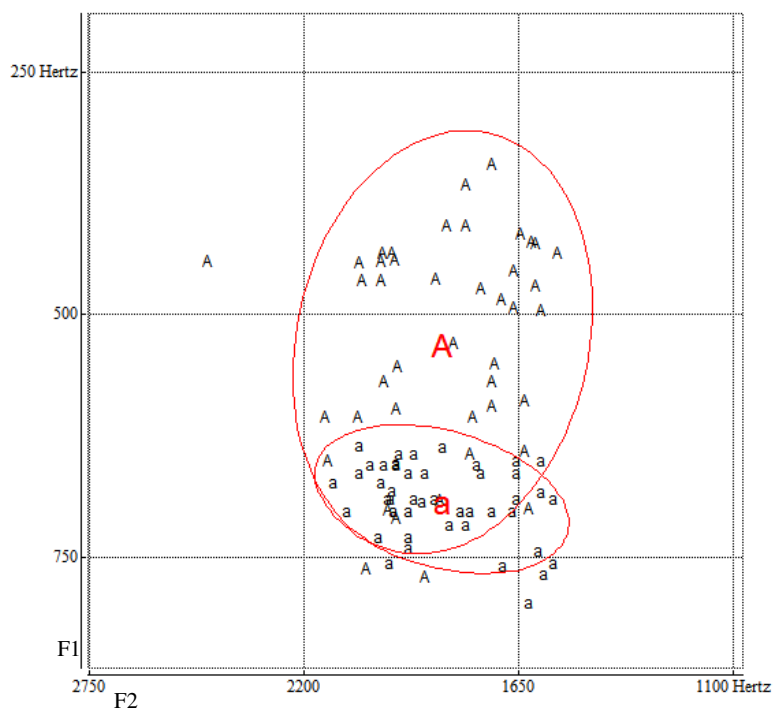


Figura 29: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo feminino. As vogais posteriores orais [ɑ] são representas pela letra minúscula “a” e nasais [ã], representas pela letra maiúscula “A”.

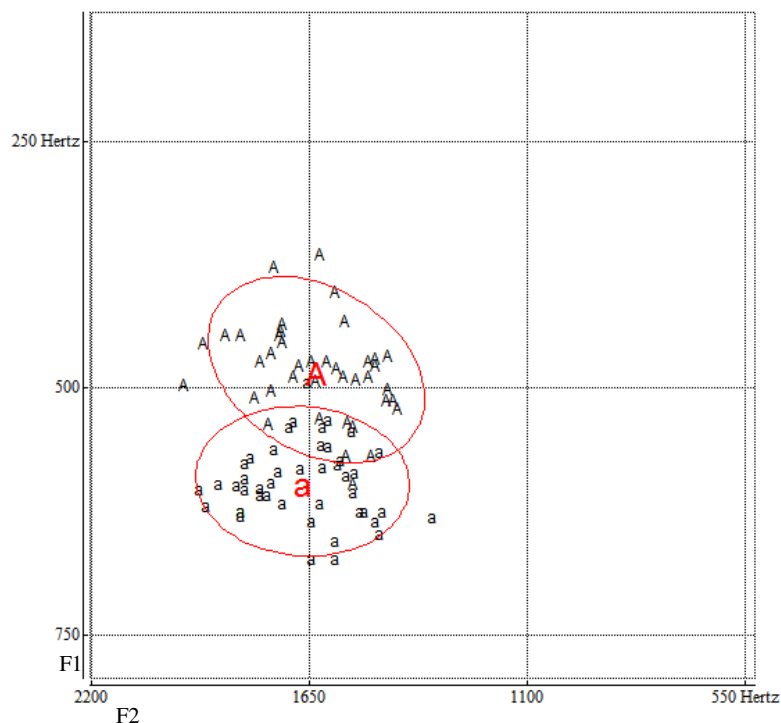


Figura 30: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo masculino. As vogais posteriores orais [ɑ] são representadas pela letra minúscula “a” e nasais [ã], representadas pela letra maiúscula “A”.

A partir dos gráficos acima se percebe que para ambos os sujeitos, F1 do segmento nasal sofre uma diminuição da frequência, sinalizando a nasalização do mesmo. Essa é influenciada pelas ressonâncias de baixas frequências que se sobrepõem as ressonâncias orais. Se compararmos o grau de dispersão das vogais, notamos que a vogal nasalizada, para os dois grupos, tem uma variação maior representada pelo tamanho da elipse.

Nota-se ainda que na relação entre as frequências do gráfico da figura 29 há elevação de F2 no espectro da vogal nasal. A partir da análise do FFT e LPC, na figura 31, as diferenças entre os segmentos nasais e orais são visualizadas mais facilmente, principalmente as mudanças relacionadas com a amplitude dos picos de energia, o aumento da largura de banda e a distancia entre os formantes.

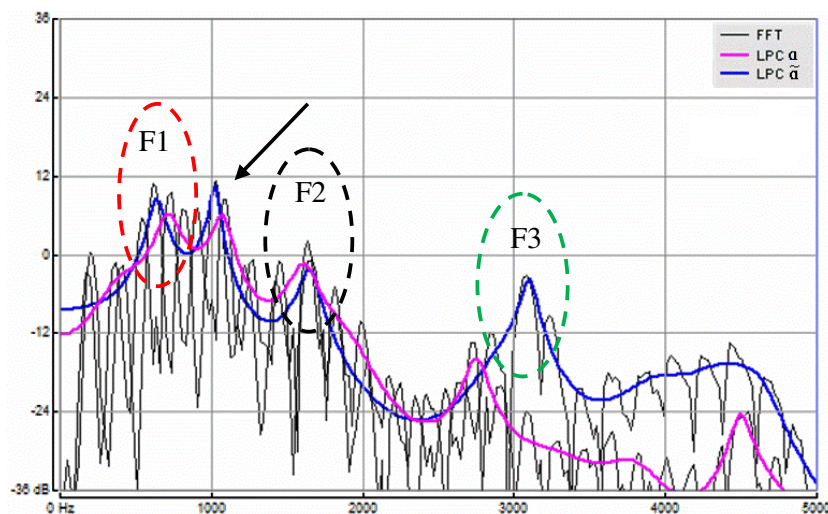


Figura 31: Sobreposição do espectro do FFT e LPC da vogal oral [a] (linha rosa) e de sua contraparte nasal [ã] (linha azul), na janela de 25 ms. Palavras *sal* e *são* emitidas por PL. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM.. Os círculos: vermelho, preto e verde, representa os picos de F1, F2 e F3, respectivamente.

A partir da sobreposição individual dos espectros de um par-mínimo, notamos que a diferença inicial entre os formantes é pequena. Se comparado ao oral, notamos que no espectro nasal há uma redução da amplitude e um leve alargamento da banda. Todavia, o valor de F1 e F2 se mantém na mesma região de frequência. Esses são sinalizados pelos círculos vermelhos e pretos, respectivamente. Há uma variação entre o valor das frequências de F3, indicado pelo círculo verde. Esse terá, neste exemplo, um estreitamento de banda e um aumento na amplitude, gerado pela presença de um pólo.

Como vemos a seguir, o glide é nasal, pois F1 tem o valor médio de 582 Hz, para o grupo masculino e 533 Hz para o feminino; o F2 possui 1456 Hz e 1562, respectivamente. O F3 revela maior diferença entre os valores dos formantes de cada grupo. Isso demonstra que pode haver uma variabilidade individual relacionada com a formação de pólos e zeros, derivados da nasalidade, nos formantes de alta frequência. Assim, temos 2595 Hz, para BH, com desvio padrão alto, no valor de 220 Hz; para LZ, F3 tem em média 2778 Hz; e OD não apresentou ressonâncias nessa faixa de frequência.

Apesar da variação de F3, que é influenciada pela constrição velar, ainda se encontrou um padrão em relação a F1 e F2, ao comparar o glide posterior oral com o

nasal, que difere o primeiro do segundo. Esse padrão não é encontrado no gráfico da figura 33 do grupo feminino. As mudanças das frequências de F1 e F2 do grupo masculino podem ser notadas a partir do gráfico comparativo da figura 32, logo abaixo:

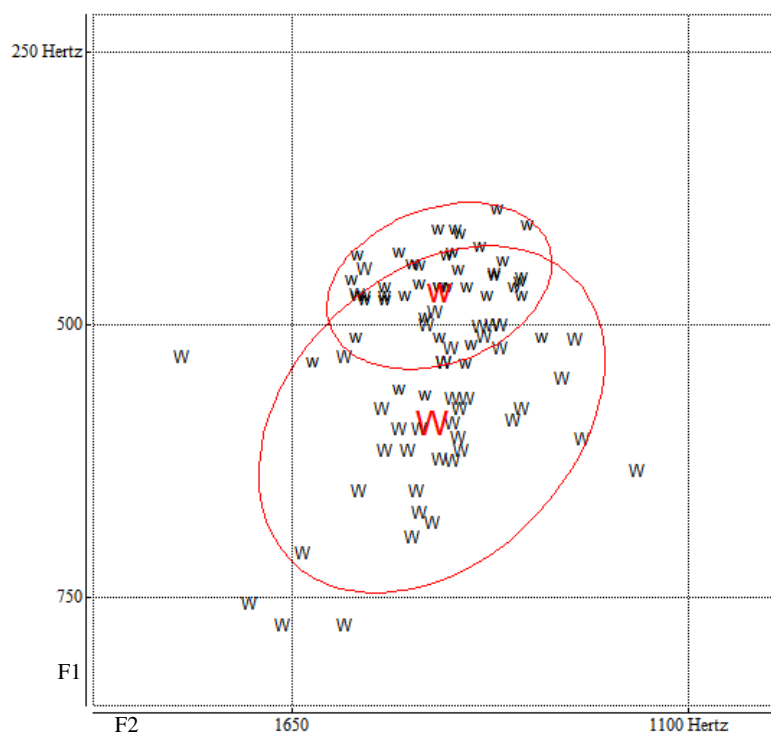


Figura 32: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo masculino. Os glides posteriores orais [w] são representados pela letra minúscula “w” e nasais [w̃], pela letra maiúscula “W”.

O grupo feminino não demonstrou uma variabilidade interna discrepante, em relação ao F3, apesar da informante PL não ter harmônicos com forte magnitude nessa frequência; LC teve em média 3305 Hz, com desvio padrão de 134 Hz; e RT teve em média 3002 Hz de frequência, que está em média 150 Hz abaixo da frequência de F3 do segmento oral correspondente.

Há uma dispersão de F1 e F2 no glide nasal, para ambos os grupos. Essa é decorrente da influência da nasalidade no espectro oral. As mudanças nos valores de F1 e F2 estão apontadas no gráfico das figuras 32 e 33 pela elipse, que tem maior variação nos valores das frequências nasais se comparada aos segmentos orais.

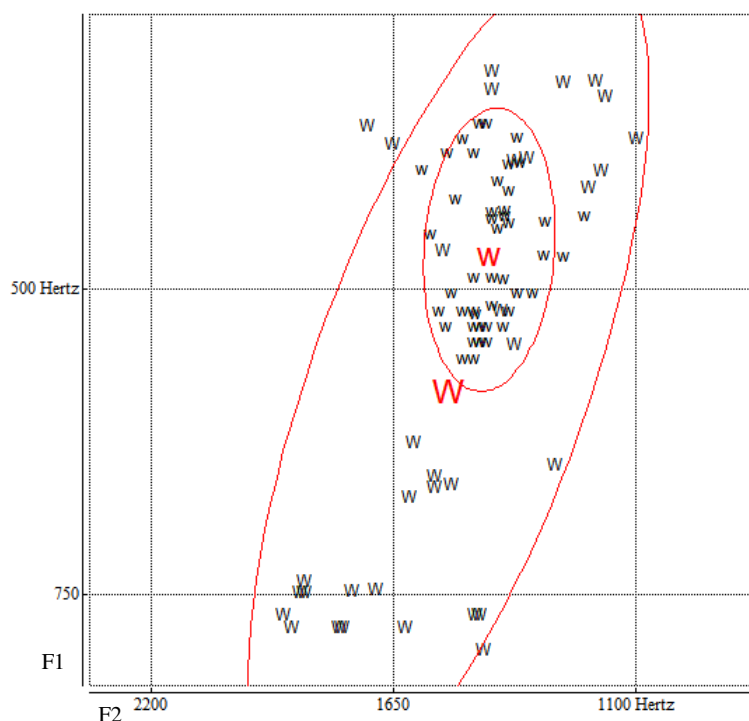


Figura 33: Gráfico de dispersão, com elipse em vermelho, entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz do grupo feminino. Os glides posteriores orais [w] são representados pela letra minúscula “w” e nasais [w̃], pela letra maiúscula “W”.

Notamos ainda que pela média dos dois grupos de sujeitos, podemos apontar a tendência ao aumento na frequência de F1. Porém, individualmente a informante PL, teve uma queda em seu F1, se comparada as frequências dos sujeitos do seu grupo e com a própria média de /w/ oral.

O F2 teve pequena variação de frequência, e glide nasal sofreu em média aumento na frequência. Tanto para os dois grupos o F2 nasal não apresentou uma padronização como ocorre com o seu correspondente nasal. Esses fatos podem ser atribuídos às variações fisiológicas de cada informante.

A dificuldade de padronizar a relação entre F1 e F2 está relacionada com o fato da movimentação dos formantes e a presença das ressonâncias nasais no glide nasal. Tal tipo de fenômeno já foi citado anteriormente neste trabalho. Nesse caso, há um pólo nasal com uma amplitude muito grande e com largura de banda muito estreita. No espectrograma esse é visualizado pela grande quantidade de energia na região de baixa frequência. Já no FFT e no LPC, nota pela união de dois picos de frequências, que anteriormente era F1 e F2 da vogal [ã], que foram reforçados, pelo

efeito acústico da nasalização, somado a FM. A figura 34 proporciona a visualização desse efeito.

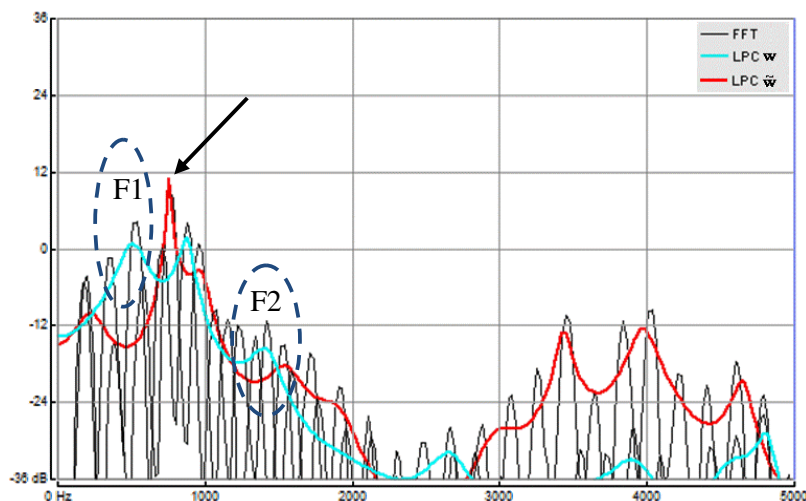


Figura 34: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC do glide oral [w] (linha vermelha) e seu contraparte nasal [w̃] (linha verde água), na janela de 25 ms. Palavras *sal* e *são* emitidas por LC. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados em azul sinalizam F1 e F2.

A baixa amplitude na região de 1500 a 3500 Hz ocorre em decorrência da configuração dos gestos articulatórios do glide. A seta em preto mostra o local onde há a FM no glide nasal. Já os círculos em azul, indicam a presença de F1 e F2 no glide oral. Esses formantes aparecem muito amortecidos no espectro nasal.

A partir dessa comparação, entre o espectro nasal e oral, entendemos que o glide nasal sofre maior influência das ressonâncias nasais do que a vogal posterior, que é nasalizada. Afirmamos que a vogal é nasalizada, por que houve uma variação no padrão formântico, se comparada com a sua correspondente oral e aerodinamicamente o movimento do véu já tinha se iniciado. Não podemos dizer que a vogal é totalmente nasal, afinal no PB há assimilação do gesto nasal pelos elementos adjacentes a ele. Assim, esses não são distintivos, ou seja, são alofones. A análise do apêndice nasal será realizada em detalhes no item 3.5.

3.3. DITONGO ANTERIOR ORAL

A ditongação é o elemento estudado neste, com foi dito ao longo desta, no item 1.4. Esse é um fenômeno silábico caracterizado pela presença de dois elementos vocálicos na sílaba. O primeiro é a vogal, que ocupa a posição de rima, enquanto o segundo é o glide que ocupa a posição de coda silábica.

Durante a articulação há a movimentação dos formantes. Essa passagem entre dois elementos vocálicos, acusticamente, a vogal, um segmento vocálico e o glide um elemento vocalizado, resulta na elevação gradativa de F2, que se aproxima de F3. Assim, no espectro da figura 35, nota-se a referida movimentação ascendente de F2. Isso resulta, na porção do glide, a menor concentração de energia na região de frequências médias, iniciando em 500 Hz a 2500 Hz.

Algumas características acústicas dos ditongos anteriores forma apontadas no espectrograma palavra [sej], por exemplo, na figura 33, logo abaixo. Os harmônicos de F1, F2 e F3 estão destacados em amarelo, facilitando a visualização. O círculo tracejado mostra o local onde há a ressonância da máscara, que foi embutida no espectro, essa não deve ser levada em conta para a análise.

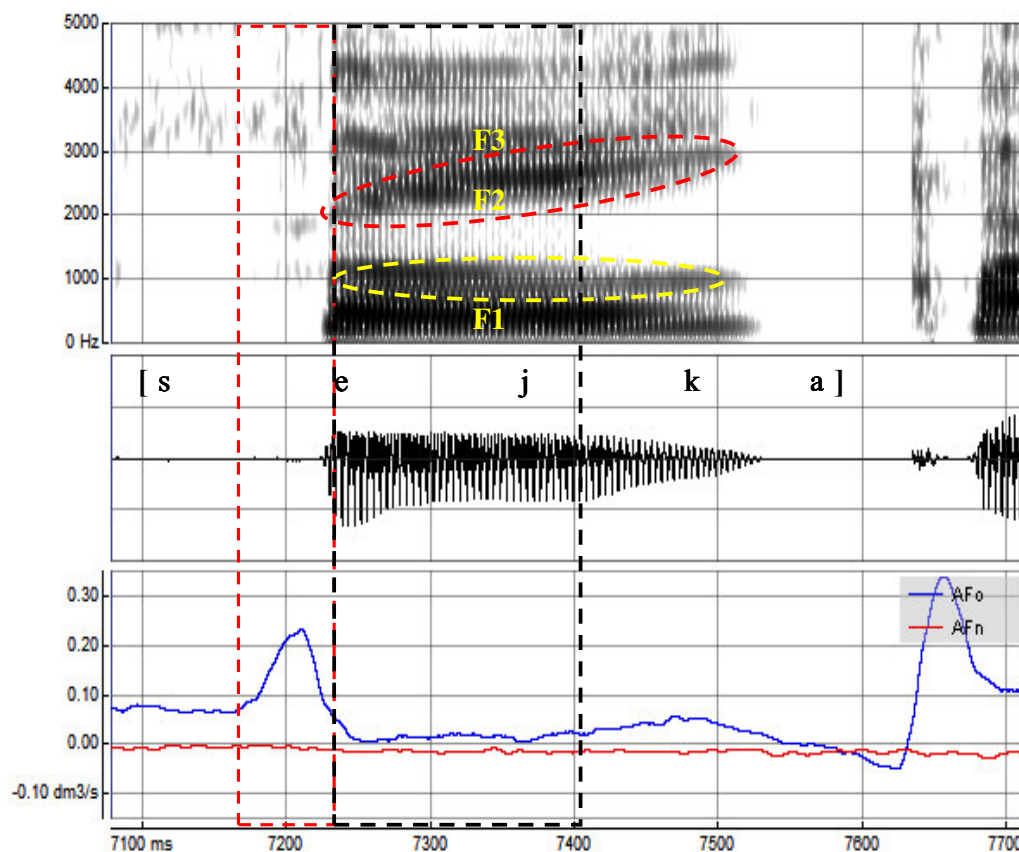


Figura 35: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [sej]. Frase emitida pelo sujeito RT. O retângulo tracejado representa a soltura das pregas. O retângulo preto representa a vogal. Há a representação da posição dos formantes de F1, F2 e F3 em amarelo. O FM está sinalizado pelo círculo tracejado em amarelo e a movimentação de F2 está sinalizada pelo círculo tracejado vermelho.

Inicialmente, no espectrograma, apontamos o momento em que ocorre o relaxamento da constrição de [s], sinalizada na figura 35 acima pelo o retângulo tracejado em vermelho. Nesse local ocorre a movimentação dos formantes, resultante da coarticulação entre a consoante – de gesto apical, alvéolo-dental – e a soltura das pregas vocais do *onset* da vogal anterior [e].

A partir da porção central da vogal [e], sinalizada pelo retângulo preto, notamos que os formantes de F2 já exibem a ascendência gradativa. Essa é a propriedade típica da ditongação dos segmentos anteriores. A movimentação

formantes é apontada através do círculo tracejado em vermelho; assim, no final da porção do glide há a aproximação entre F2 e F3⁶⁸.

A movimentação ascendente de F2 se convergindo com F3 são características de uma transição velar (LADEFOGED e MADDISON, 1999), que também pode ser caracterizada na aproximação de F3 para F4 (STEVENS, 1998, p. 366).

Como a vogal [e] e o glide [j] são caracterizados pelo gesto palatal, há o leve abaixamento da frequência de F1. Isso é decorrente da movimentação do corpo da língua em direção a parte anterior da cavidade oral (STEVENS, 1998). Essa trajetória se faz necessária, para a percepção da qualidade do glide. Esse é mais anterior do que a vogal [e]. No entanto é o movimento vertical da língua, em direção ao palato mole ou a região posterior do palato duro, aumentará a altura do segmento, modificando a frequência de F2. A tabela 5 mostra os valores médios de F0, F1, F2 e F3 para os ditongos anteriores orais.

⁶⁸ Na faixa de frequência de F1 a intensidade do formante é reforçada pela influência da ressonância da máscara

Tabela 5: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos anteriores orais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$.

Tabela 5: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)									
Fonema	Sujeitos	F0 (Hz)		F1 (Hz)		F2 (Hz)		F3 (Hz)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
Masculinos									
[e]	OD	124	7	394	30	1860	80	2554	50
	BH	106	5	372	32	2040	65	3194	56
	LZ	131	5	388	13	2127	88	2830	65
	Total	120	6	385	25	2009	78	2859	57
[j]	OD	132	6	273	21	2108	47	2703	41
	BH	116	7	250	20	2289	46	Ø	Ø
	LZ	129	19	265	31	2468	45	Ø	Ø
	Total	126	11	263	24	2288	46	Ø	Ø
Sujeitos Femininos									
[e]	PL	168	9	387	42	2027	84	2805	78
	LC	180	5	407	56	2288	101	3015	104
	RT	210	6	425	34	2418	94	3073	64
	Total	186	7	406	44	2244	93	2964	82
[j]	LC	188	11	344	19	2341	82	2939	84
	RT	182	7	357	13	2655	55	Ø	Ø
	PL	233	7	423	46	2751	81	3276	85
	Total	201	8	375	26	2582	73	3108	85

As mudanças articulatórias estão relacionadas com as alterações das frequências dos segmentos, Assim, se compararmos os dois segmentos vocálicos [e] e [j], notamos que há a queda de frequência na região de F1. A vogal [e] tem em média 385 Hz e 406 Hz, para o grupo masculino e feminino, respectivamente, enquanto o F1 do glide apresentará uma alteração de em média 100 Hz, para os sujeitos masculinos. Assim, o valor do primeiro formante de [j] tem 263 Hz e 375 Hz, para cada grupo respectivamente, apesar da banda ficar mais estreita.

Na porção estacionária da vogal [e] as frequências de F2 possuem em média para 2009 Hz e 2244 Hz e para o glide [j] 2288 e 2582 Hz, para os sujeitos

masculinos e femininos. O valor da frequência sofre uma elevação, em média de 250 Hz, referente à movimentação do corpo da língua no plano vertical, como já foi citado anteriormente.

Na porção estacionária da vogal [e] os formantes de F3 têm em média 2859 Hz e 2964 Hz, para o grupo masculino e feminino, respectivamente. Já para a mesma frequência, na porção estacionária do glide [j], os falantes, do sexo masculino e feminino, apresentam uma pequena variação média individual.

Essa ocorrência nos remete ao fato de que glide posterior também apresenta uma variação individual na região de F3. Advogamos que tal variação é decorrente do estreitamento da cavidade oral, que faz com que o fluxo de ar sofra maior resistência, o que não acontece com as vogais, por exemplo.

Segundo Stevens (1998) essa constrição tem um valor de $0,17 \text{ cm}^3$, como foi referido no item 1.4. O mesmo autor também aponta que a variação de F3 não tem grande influência na percepção do glide, desde haja a ascendência de F2. Assim, os formantes de alta passam a ter uma frequência mais elevada, mas perdem intensidade, pois a menos energia na região dessas frequências.

O sujeito OD apresenta ressonâncias expressivas de média de 2730 Hz, na região do F3, dentro grupo masculino. Enquanto que apenas duas informantes do grupo feminino apresentam ressonâncias: de 2939 Hz para LC e de 3276 Hz para PL. Mudanças relacionadas com os valores das frequências podem ser notadas a partir da sobreposição entre o espectro da vogal oral [e] e do glide [j], expostos na figura 36.

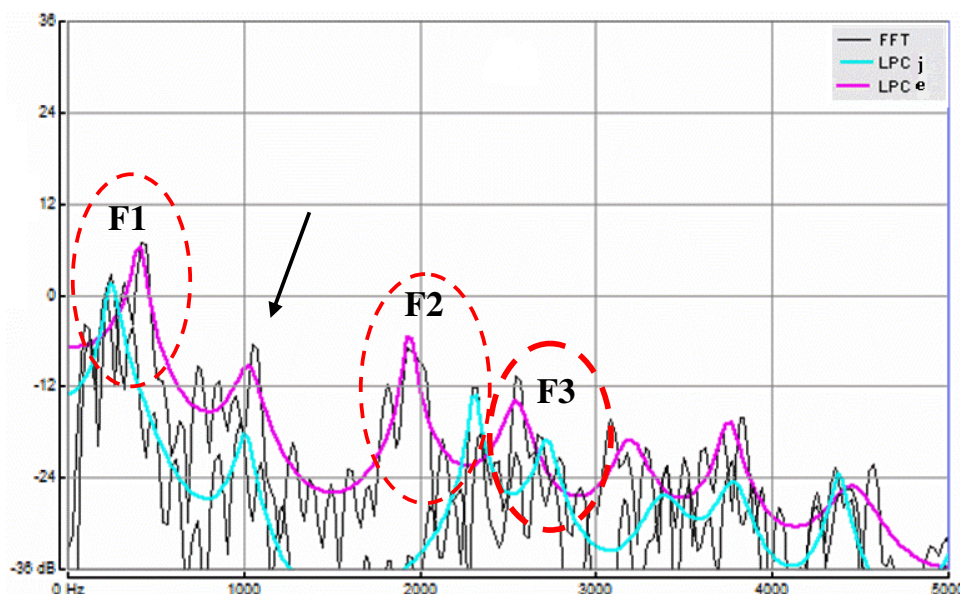


Figura 36: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC da vogal oral anterior [e] (linha verde água) e do glide [j] (linha rosa), na janela de 25 ms. Palavra *frei* emitida por OD. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados sinalizam F1, F2 e F3. A seta sinaliza FM.

A partir dessa ilustração da sobreposição dos gráficos notamos que há a descendência de F1, da vogal anterior para o glide, sinalizada pela linha verde do LPC. O valor de F1 está sinalizado pelo círculo azul. Por causa da constrição do ditongo, há a diminuição da amplitude sonora na faixa de frequência a partir de 2000 Hz. Esse fenômeno ocorre tanto em F2 como em F3. Isso ocorre por causa da elevação da frequência, mas que conseqüentemente perde em amplitude.

No espectrograma essa mudança no lócus da frequência de F2 está sinalizada pelo círculo tracejado em vermelho e a movimentação do F3 está sinalizada pelo círculo tracejado em verde.

Como foi dito anteriormente, a altura da qualidade vocálica muda quando a lâmina da língua se aproxima da região palatal. A partir da posição alvo de cada elemento contido no ditongo oral anterior [ej], por exemplo. Assim, podemos notar a trajetória do deslocamento da língua dentro da cavidade oral.

A movimentação é ilustrada na figura 37, logo abaixo. Nessa, temos a imagem do ponto e do modo de articulação do ditongo oral anterior, composto por [e], representado pela linha pontilhada e a linha contínua indica o glide [j], respectivamente.

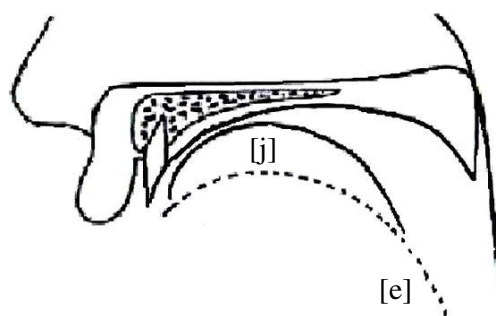


Figura 37: Corte médiosagital da cavidade oral. Ilustração das posições alvo da língua, para cada fonema contido no ditongo anterior [ej]⁶⁹.

Na imagem acima há o aumento da cavidade posterior, enquanto há o estreitamento da região palatal. Decorrente do aumento de volume da língua. Por causa do ponto de articulação da constrição alvo do glide palatal/velar. Assim, a região mais posteriorizada da cavidade oral fica com o volume maior do que a parte anterior do trato, com mencionado no item 1.4.

Quando houver a movimentação do véu para a produção do ditongo nasal, provavelmente, o ponto de articulação da região aumentará em decorrência do abaixamento do véu. Assim, é possível que a constrição da cavidade oral se inicie na região velarizada, por causa o abaixamento do véu e se finalizando na região palato-velar da cavidade oral, por causa do posicionamento da língua, discutiremos um pouco mais esse tema nos próximos parágrafos, a partir de outros exemplos do nosso *corpus* para ilustrar a movimentação formantica resultante da articulação.

No ditongo da palavra [frei], na figura 38 há a transição inicial decorrente do relaxamento da constrição, da fricativa labiodental [f], retângulo em tracejado em vermelho, e há a ocorrência do *tap*, que forma o *cluster*, fazendo emergir uma vocóide, que não terá se estatuto discutido nesta.

⁶⁹ Adaptação de Kent (1997, p.62 e 66).

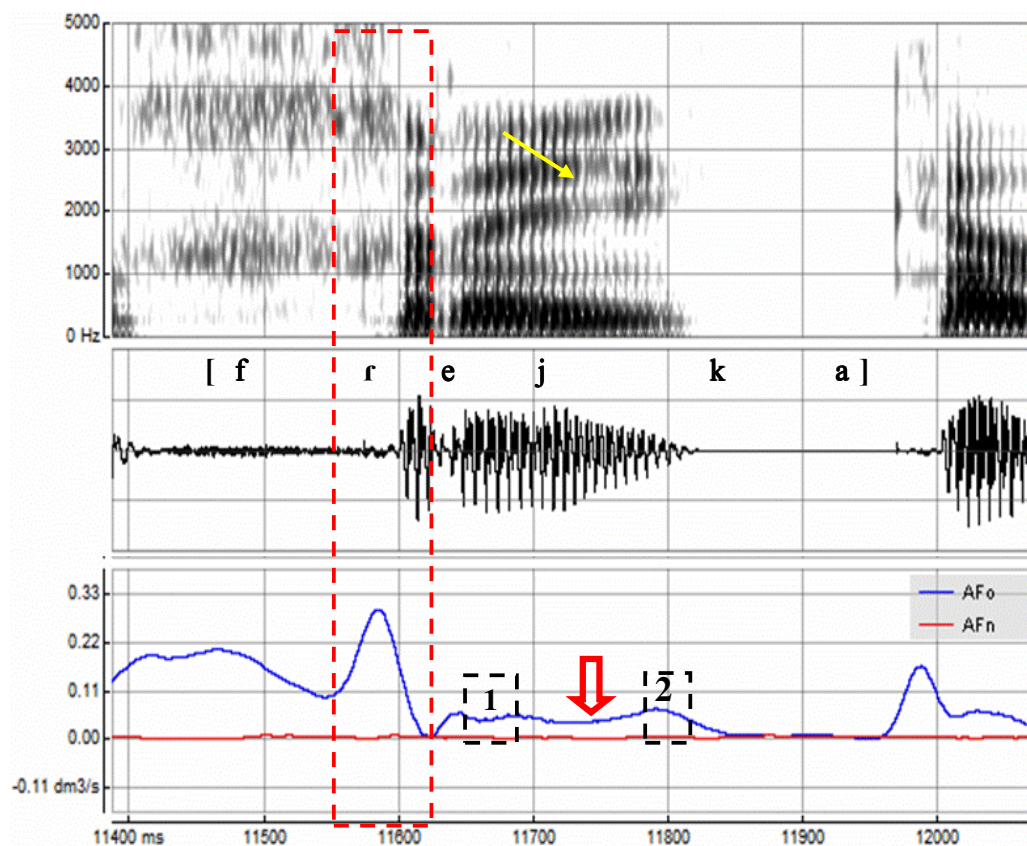


Figura 38: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [frej]. Frase emitida pelo sujeito LZ. O retângulo tracejado representa a soltura das pregas. A seta em amarelo indica a aproximação de F2 e F3. O retângulo tracejado vermelho sinaliza o VOT. O número 1 representa o *onset* da vogal e o número 2 o *offset* do glide. A seta vermelha indica o *onset* do glide. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.

Quando há o movimento de anteriorização da língua, determinado pela articulação do [j], F1 se abaixam, configurando a qualidade do glide. Assim, a partir do início da vogal já há a uma movimentação de ascendente discreta de F2, que o aproximará de F3 no fim da porção do glide. Essa movimentação acontece, porque a língua está saindo do alvo da vogal, para atingir o alvo do glide.

No espectro percebe-se a diminuição da intensidade a partir da seta em amarelo. No dado aerodinâmico, na figura 38, a linha azul remete ao FAO e a linha vermelha o FAN. Com se trata de um ditongo oral, é natural que a linha do FAN esteja próxima ou abaixo de zero dm^3/s , com foi comentado na análise dos ditongos posteriores orais.

Sinalizamos com o círculo tracejado a posição alvo, o *target*, da vogal [e]; no quadrado tracejado (1) apontamos o *onset* do gesto da vogal, nota-se que o FAO, se aproxima da linha do zero, no começo da articulação da vogal. Isso decorre da presença do *tap*, que é um fenômeno breve, que faz o fluxo de ar, que passa pela cavidade oral, seja interrompido rapidamente.

Por fim, o quadrado tracejado (2) determina o local onde há gesto de *offset* da articulação do glide. A seta em vermelho mostrada no dado aerodinâmico sinaliza, na trajetória do fluxo de ar, local em que ocorre a constrição palatal no trato oral. Como o FAO não toca a linha do zero, isso significa que ocorreu uma constrição parcial do trato oral, realizada pelo aumento da constrição na região da lâmina da língua, resultante da articulação do glide, com já foi mencionado.

Aerodinamicamente, a diminuição do FAO na cavidade não é tão grande quanto a que é gerada no ditongo posterior; inferimos isso do fato de que o ar é expelido em jato. Nesse caso há apenas uma leve diminuição do volume de ar. Acusticamente, percebe-se que há maior concentração de energia na porção inicial do ditongo, mas no decorrer do tempo, a energia se dissipa, por causa da movimentação da língua.

A seta vermelha no gráfico do fluxo de ar mostra o início da articulação do glide. No espectro podemos notar a movimentação dos formantes de alta frequência, em ascendência gradativa, principalmente em F2, para a região de F3, indicado pela seta amarela. Essa é a transição típica para os glides anteriores. Como há a diminuição da cavidade oral causada pela constrição velar/palatal, há uma redução de energia dos formantes. Quando a soltura é mais lenta e a constrição é maior, não tem o contato da língua com o palato durante o fechamento (STEVENS, 1998, p. 329-330), caracterizando o modo de articulação do glide oral.

No próximo item analisaremos as consequências do abaixamento no véu durante a produção dos ditongos nasais anteriores. Mostraremos suas características acústicas e aerodinâmicas e quais são as diferenças acústicas que tornam esses dois elementos distintos percentualmente.

3.4. DITONGO ANTERIOR NASAL

No ditongo anterior nasal [$\tilde{e}j$] ocorre o mesmo processo articulatório do seu correspondente oral, como foi explicado acima, do mesmo modo que ocorre com a comparação entre o ditongo posterior oral e nasal, realizada nos itens 3.1 e 3.2. Assim, reforçamos novamente articulações correspondentes a cavidade oral são as mesmas, diferindo apenas na ativação do gesto do véu palatino, que imprime a qualidade nasal nas ressonâncias orais, com foi referido no Capítulo 1.

Para analisarmos os efeitos acústicos e aerodinâmicos do acoplamento do véu, utilizaremos um exemplo do nosso *corpus*, para os ditongos nasais anteriores. A figura 39, logo abaixo, está ilustrada com os gráficos da palavra *tem*:

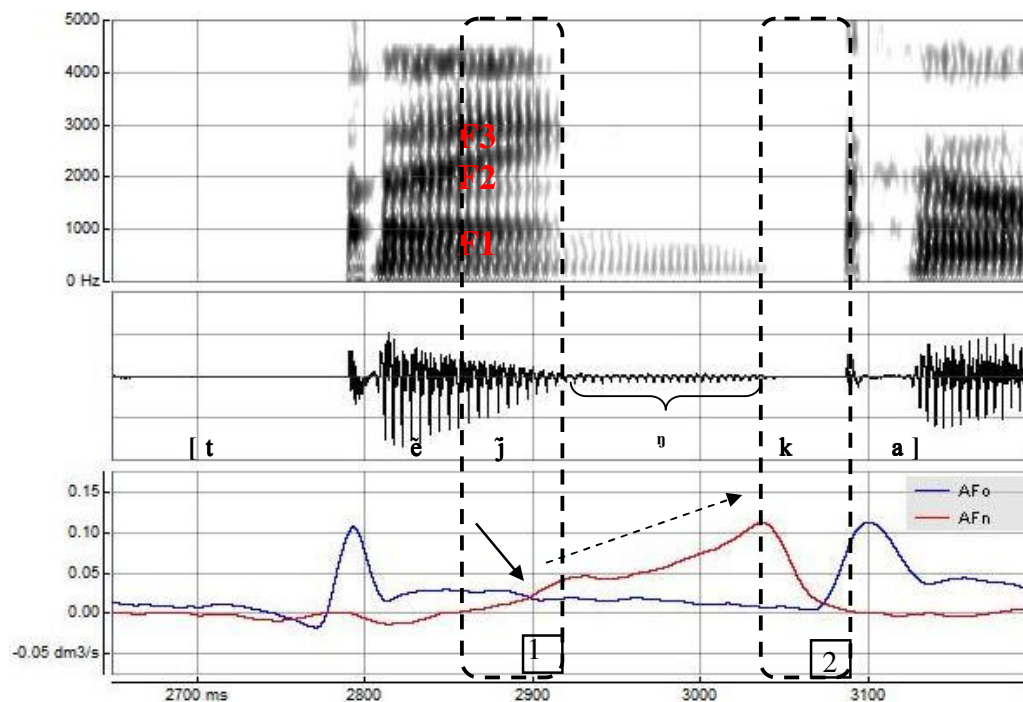


Figura 39: Espectrograma (janela de cima), do oscilograma (janela do meio) e do dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [tẽj̃]. Frase emitida pelo sujeito PL. A linha vermelha (AFn) mostra o FAN e a azul (AFo) o FAO. Há a representação da posição dos formantes de F1, F2 e F3 em vermelho. O retângulo tracejado indica (1) a movimentação ascendente de F2 e (2) o silêncio da consoante. A seta linha contínua mostra o momento em que o FAN cruza com o FAO. A elevação ascendente do FAN está sinalizada pela linha pontilhada.

Acusticamente notamos que na porção representada pelo glide nasal, há a elevação de F2 em direção a F3 (esses estão sinalizados em vermelho), a trajetória de F2 é apontada no espectro pelo quadrado tracejado (1). A elevação do formante é o resultado da configuração gestual do glide, ou seja, o movimento da língua. Assim, a ditongação é resultante da combinação articulação do glide, ponto e modo de articulação, co-articulado com a vogal que o antecede.

A seta de linha contínua aponta para o momento em que há o cruzamento entre o FAN (ascendente) e o FAO (descendente). Esse é um fator que indica que, neste momento, o dorso da língua já está posicionado na posição alvo do glide [j]. Nessa posição, a trajetória do gesto de abaixamento do véu já atingiu uma abertura significativa. Essa se iniciou desde o início da articulação da vogal⁷⁰.

Inferimos que há a queda do FAO é devida a oclusão da cavidade oral, fazendo com que todo o fluxo de ar seja desviado para a cavidade nasal. Assim, seta tracejada, na figura 39, exhibe local onde se encontra o pico do fluxo de ar nasal, que remete a sincronia dos gestos descrita acima. Esse se mostrou característicos dos segmentos nasais anteriores e posteriores analisados até o presente momento.

Desse modo, o resultado da sincronia entre o gesto de abaixamento do véu e o gesto do dorso da língua resulta na presença acusticamente do apêndice nasal, que na forma de onda está indicado pela chave. Esse será descrito e analisado a partir dos próximos parágrafos. Tais mudanças aerodinâmicas irão refletir na configuração dos formantes. A tabela 6 apresenta os valores médios de F0, F1, F2 e F3 dos ditongos anteriores nasais.

⁷⁰ Esse fenômeno foi explicitado na elucidação sobre o débito de ar negativo, existente no ditongo nasal posterior. Tal efeito articulatório também ocorre nos ditongos nasais anteriores.

Tabela 6: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) dos segmentos que compõem os ditongos anteriores nasais, para cada indivíduo analisado, $n = 45$.

Tabela 6: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)									
Fonema	Sujeitos	F0 (Hz)		F1 (Hz)		F2 (Hz)		F3 (Hz)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
	Masculinos								
[ẽ]	OD	119	11	425	47	1778	79	2507	94
	BH	105	9	466	44	1893	107	2578	86
	LZ	122	9	493	45	1883	116	2657	105
	Total	115	10	461	45	1851	101	2581	95
		F0		F1		F2		F3	
[j]	OD	132	12	471	36	2160	136	2727	73
	BH	113	10	348	30	2243	133	3126	205
	LZ	113	26	465	62	2400	81	3267	103
	Total	119	16	428	43	2268	117	3039	125
	Sujeitos Femininos								
[ẽ]	PL	171	10	448	93	1965	120	2765	59
	LC	182	7	576	89	2150	129	2966	109
	RT	211	43	476	41	2363	93	3064	136
	Total	188	20	500	74	2169	114	2932	101
		F0		F1		F2		F3	
[j]	PL	172	9	302	55	2454	104	2823	83
	LC	179	6	623	34	2734	114	3171	88
	RT	226	6	416	43	2796	62	3285	56
	Total	192	7	477	44	2661	93	3093	90

Se compararmos os valores dos formantes do ditongo nasal com a sua contraparte oral, notaremos que média de F1 da vogal nasal sofrerá um aumento na sua frequência. Assim, a média nasal terá 461 Hz e 500 Hz, para o grupo masculino e feminino, respectivamente. O aumento de F1 ocorre por causa da influência das ressonâncias de baixa frequência que atuam no espectro, quando há o abaixamento do véu palatino.

Por causa das ressonâncias, a média dos formantes de F1, tem 428 Hz e 477 Hz, para cada grupo de sujeito. Apesar da pouca variação frequencial dentro do ditongo nasal, se comparado aos valores orais, há uma diferença de, em média 150 Hz. O aumento da frequência de F1 caracteriza a nasalidade do glide e da vogal nasal. A variação ocorre principalmente nos valores de F1, que são muitos próximos a ressonância nasal, por volta de 250 Hz, e por essa razão sofrem mais influencia dela (STEVENS, 1998).

Nas vogais anteriores os harmônicos de F2 estão localizados nas regiões mais altas, decorrente do gesto do dorso da língua. Portanto, a média dos valores de F2, do ditongo anterior nasal não sofrerá variação se comparado ao seu correspondente oral, pois a nasalização tende a amortecer os formantes que estão localizados nas regiões de baixas frequências.

Notamos que nas figuras 40 e 41, abaixo, a elipse da vogal oral tem menor dispersão do que a elipse correspondente a vogal nasal. Nota-se isso pelo diâmetro e pela forma da elipse. Isso demonstra que há uma variação de frequência durante a articulação nasal. Essa pode ser gerada pela influência das ressonâncias nasais, que nasaliza o segmento a partir da porção estacionária. Mas não há uma mudança nos valores de F2. Esses estão em uma região de frequência mais alta, e não sofrem tantas intervenções dos pólos-zeros gerados na cavidade nasal.

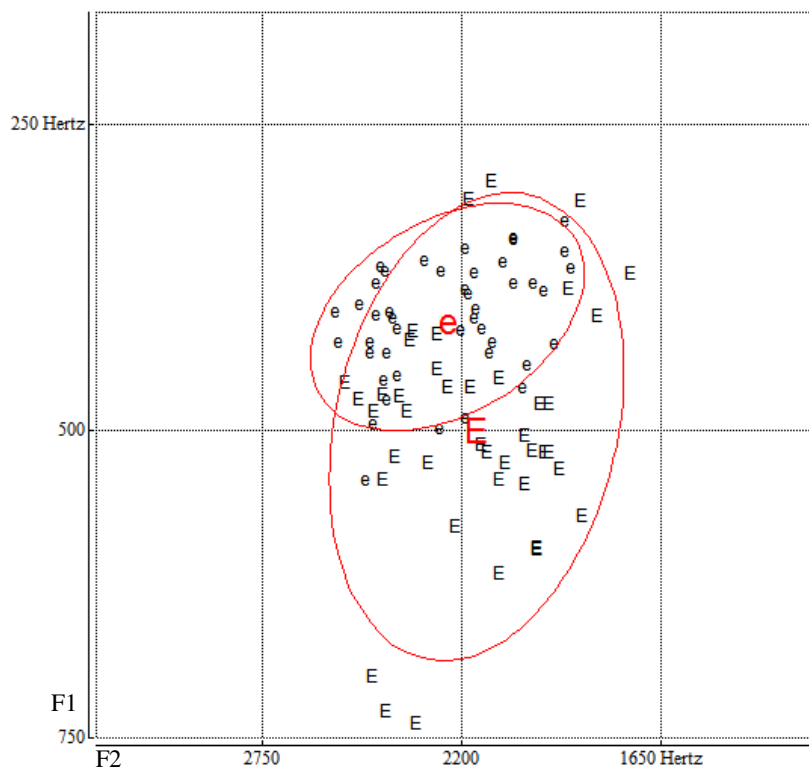


Figura 40: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes femininos. Representação das vogais posteriores orais [e], representado pela letra minúscula “e” e nasais [ẽ], representado pela letra maiúscula “E”.

Notamos que a vogal nasal [ẽ] terá um F2 situado, em média, na região de 1851 Hz e 2169 Hz, para os sujeitos masculinos e femininos, respectivamente. Cabe ressaltar que depois da porção estacionária as frequências de F2 se deslocaram do alvo da vogal para atingir o alvo da contração do glide, ou seja, estão em movimentação ascendente gradativa, refletindo a articulação oral. Assim, as mudanças das duas primeiras frequências podem ser notadas a partir dos dois gráficos comparativos de dispersão nas figuras 40 e 41. Esses relacionam o valor de F1 e de F2, dos segmentos orais e nasais de cada grupo.

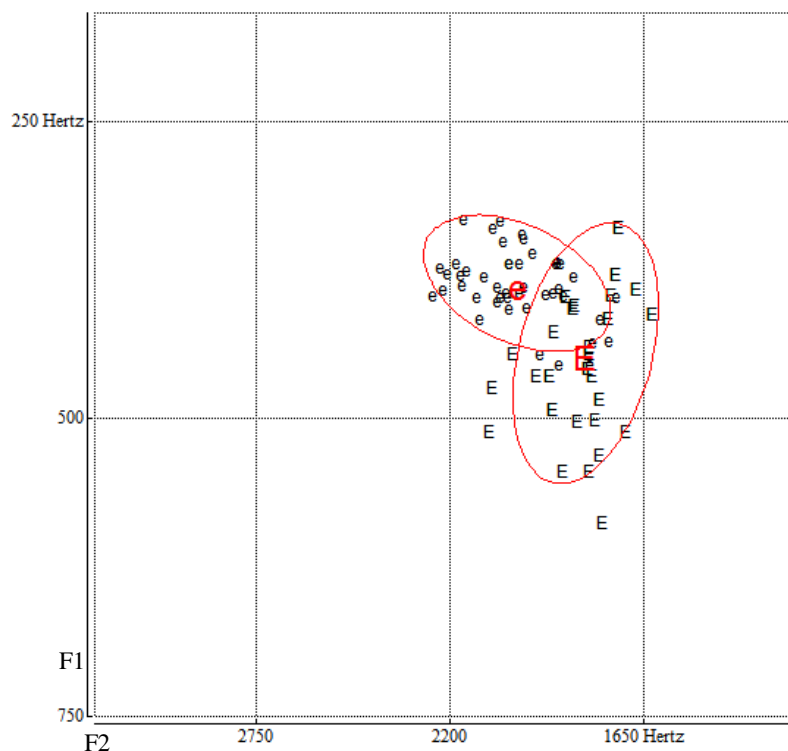


Figura 41: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes masculinos. Representação das vogais anteriores orais [e], representado pela letra minúscula “e”; glides nasais [ẽ] representado pela letra maiúscula “E”.

A variação ocorre principalmente nos valores de F1, que são muitos próximos a ressonância nasal, por volta de 250 Hz, e por essa razão sofrem mais influencia dela. A dispersão maior dos elementos nasais se mostrou característica, essa pode ser notada na figura 41 acima.

Tanto para as vogais nasais anteriores e posteriores há o acréscimo frequências baixas planas sem proeminência spectral (de até, 1220 Hz). Há um amortecimento, que é consequência de vários fatores: (1) aumento a largura de banda de F1 (e para vogais posteriores, F2); (2) introdução de uma ressonância adicional F_n , que impede que qualquer ressonância de baixa frequência seja dominante; e a (3) introdução de uma ressonância abaixo F1, devida ao acoplamento acústico da cavidade oronasal, que impede a presença de um pico spectral. Na figura 42, representando o LPC e do FFT podemos notar o que foi descrito acima.

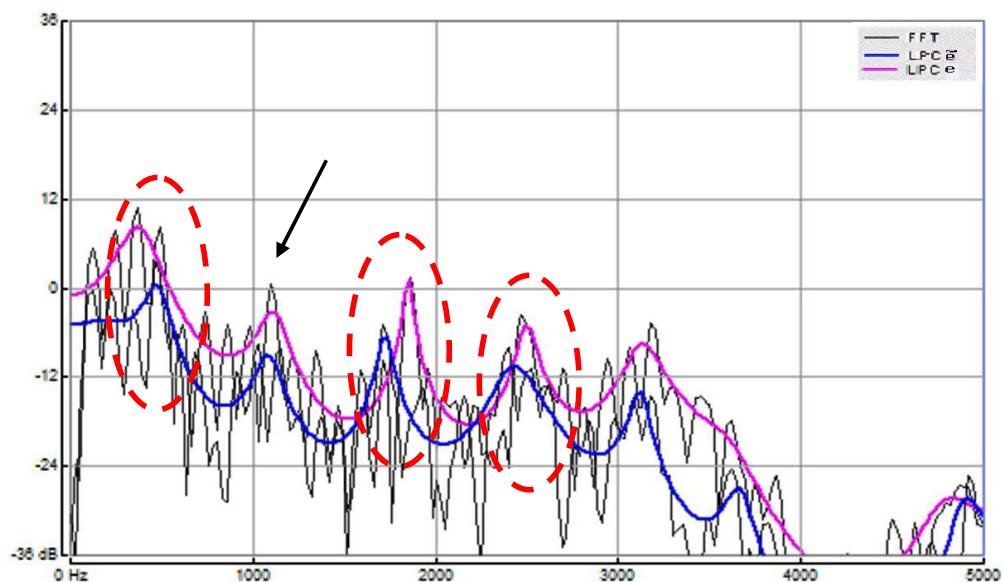


Figura 42: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC da vogal oral [e] (linha rosa) e seu contraparte nasal [ẽ] (linha azul), na janela de 25 ms. Palavras *sei* e *sem* emitidas por OD. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados em azul sinalizam F1 e F2.

Ao compararmos o espectro da vogal oral com a nasal, notaremos que as alterações se apresentam principalmente no aumento da largura de banda dos formantes, e na diminuição da amplitude das ondas. Há uma discreta movimentação dos formantes. Estes estão indicados na figura 42 pelos círculos tracejados em vermelho. Assim, notamos que nesses elementos a maior modificação está nas frequências de baixas ressonâncias. Isso já tinha sido notado a partir dos gráficos de dispersão.

O glide nasal, por sua vez, apresentou variação nos valores individuais da frequência de F2 em relação ao glide oral, nos informantes do grupo feminino. A dispersão aponta para a variação individual, resultante uma possível alofonia gerada pela movimentação do véu palatino, nesse momento, o véu deverá estar com uma abertura significativa, o que vai modificar a geometria, forçando a língua a se adaptar para manter a qualidade vocálica e atingir o alvo da constrição do glide, na região palatal. A variação de F2 pode ser notada a partir dos dois gráficos comparativos na figura 43 e 44. Esses relacionam o valor de F1 e de F2, dos segmentos orais e nasais de cada grupo:

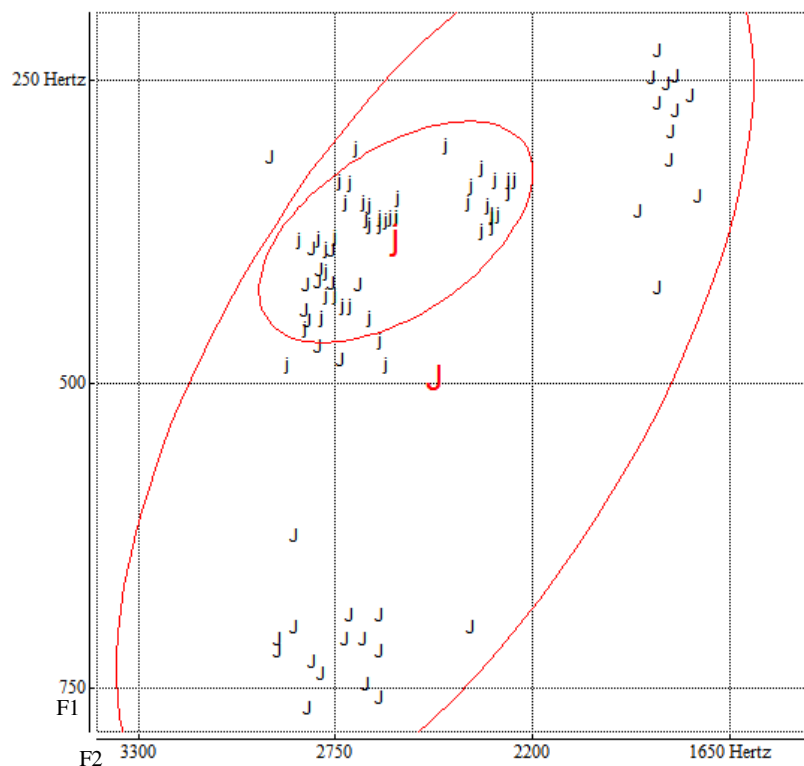


Figura 43: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes femininos. Representação dos glides anteriores orais [j], representado pela letra minúscula “j” e nasais [ɨ], representado pela letra maiúscula “J”.

Nota-se que a dispersão entre os valores ocorre tanto no eixo x como no eixo y . Isso demonstra a maior suscetibilidade do glide perante as mudanças na cavidade oral e a ressonâncias nasais. Os valores médios de F1, para os sujeitos femininos, para PL, LC e RT, são: 302 Hz, 623 Hz e 416 Hz, respectivamente. Os valores médios de F2, dos sujeitos femininos, estão localizados em média, para PL, LC e RT: 2454 Hz, 2734 Hz e 2796 Hz, respectivamente.

Nos sujeitos masculinos o gráfico de dispersão, na figura 44, aponta uma diferença entre as frequências de F1, que nos glides orais estão em uma região mais baixa do que as frequências dos glides nasais. A região de frequência de F2 se mantém, ou seja, não há dispersão. Isso pode refletir o fato de que nos homens, por características fisiológicas, durante a movimentação do véu, o volume do trato oral fique maior do que o volume do trato feminino, durante a produção dos ditongos nasais.

A menor dispersão das frequências de F2 masculino pode ser explicada pelo fator adequação da geometria do trato, assim haveria menos variação no ponto de articulação durante a articulação do ditongo nasal. Os formantes de F2 tiveram em média 2268 Hz, para os sujeitos masculinos e 2661 Hz, para os femininos. A menor discrepância na faixa de frequência dos valores de F2 pode ser notada na figura 44, abaixo.

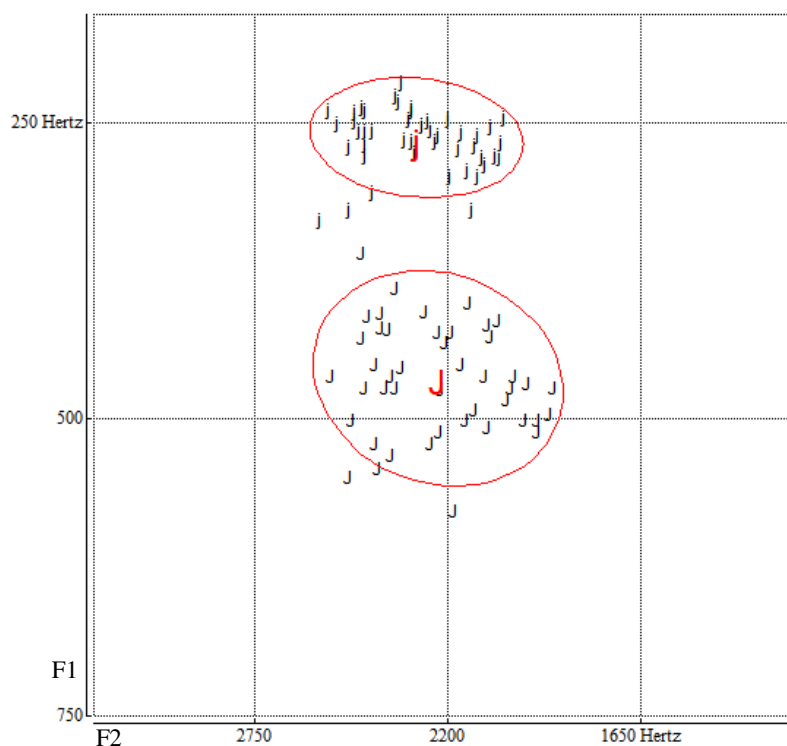


Figura 44: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes masculinos. Representação dos glides anteriores orais [j], representado pela letra minúscula “j” e nasais [ɰ], representado pela letra maiúscula “J”.

Nos informantes masculinos a diferença entre o glide oral e nasal se apresentou no espectro a partir das ressonâncias de baixa frequência. Vale ressaltar que o F1 oral do glide é por volta de 250 Hz. A natureza da cavidade nasal e suas ressonâncias induzem a variação nas frequências baixas. Assim, houve o aumento dos valores de F1. Esses tiveram suas frequências elevadas para uma faixa acima de 350 Hz. Essas variações também podem ser notadas a partir do gráfico do LPC e do FFT na figura 45, logo abaixo:

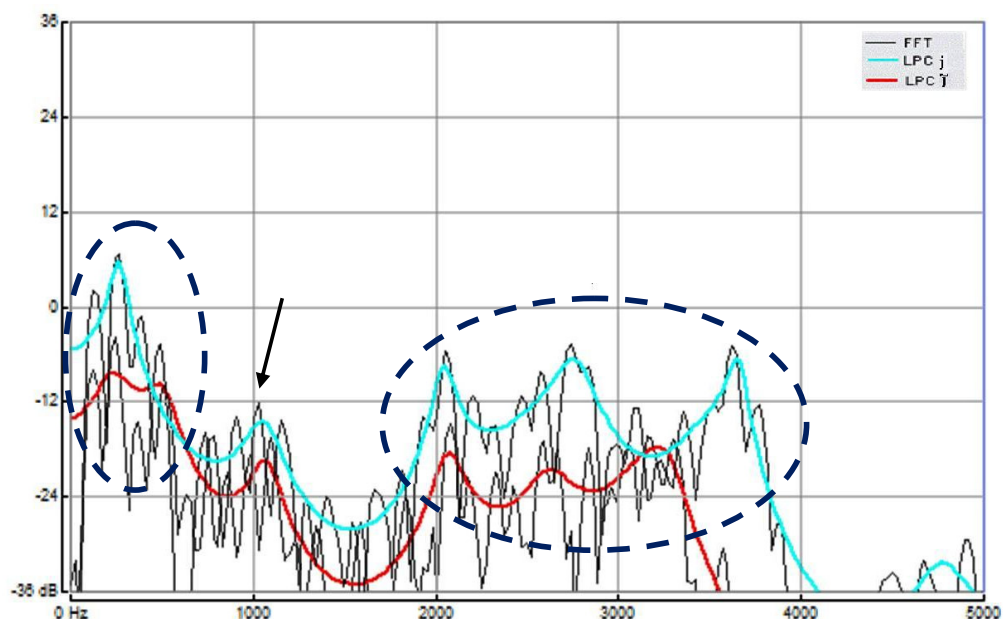


Figura 45: Sobreposição do espectro do FFT (linha preta) e do LPC do glide oral [e] (verde clara) e do seu contraparte nasal [ẽ] (linha vermelha), na janela de 25 ms. Palavras: *sei* e *sem* emitidas por OD. O FFT é representado pela linha preta. A seta representa o FM. Os círculos tracejados em azul sinalizam F1 e F2.

O F1 do glide oral tem um pico com a amplitude maior e com a largura de banda mais estreita do que o do seu correspondente nasal. Os círculos em azul indicam os formantes. No glide nasal a elevação de F1 ocorre por que este, por influência das ressonâncias nasais, que ampliam a largura de banda. Desse modo, o F1 tem seu pico amortecido, se tornando plano, o que gera a maior concentração de energia na região, mas com menor amplitude, fazendo com que o som se torne mais grave, do que som oral (DELVAUX, 2003). A abertura da banda também pode ser notada nos formantes de alta frequência.

A partir dessa breve descrição, finalizamos a análise acústica e aerodinâmica das vogais e dos glides que compõem o ditongo oral e nasal, elencados como objeto de estudo nesta dissertação. Cabe lembrar que nos ditongos nasais anteriores, do mesmo modo com que ocorre nos orais, há a aproximação ou convergência de F2 e F3 no fim da articulação do glide. Essa movimentação é tida como uma transição velar, que de fato reflete o modo e o ponto de articulação que é específico dos glides palatais. Assim, no próximo item analisaremos se a coarticulação dos gestos que se finalizam no início do apêndice nasal, tem na

transição velar antecedente, que pode indicar o lócus da constrição da consoante nasal velar, durante a produção do ditongo nasal.

3.5. APÊNDICE NASAL

Neste item faremos uma breve exposição sobre a configuração acústica do apêndice nasal existente nos ditongos nasais. Argumentaremos tentando mostrar que esta porção acústica indica a presença da constrição velar, decorrente da sincronia dos gestos e da configuração do trato, como já explicamos em outros itens deste capítulo.

Não contraporem os valores das durações dos segmentos orais e nasais, pois esse não é nosso objetivo. Além disso, existem alguns estudos elucidativos a esse respeito. Moraes e Wetzels (1992), por sua vez, constatam que a vogal nasal é mais longa do que a oral, que a vogal nasalizada é um pouco mais breve do que a oral e que a vogal nasal é mais longa diante de oclusivas do que de fricativas.

O apêndice nasal é um produto acústico que caracteriza as vogais nasais do PB (SOUSA 1994, MEDEIROS, no prélo). Esse também foi encontrado em nossos dados de ditongação nasal. Não podemos afirmar que se trata de um produto que pode ser encontrados nos segmentos vocálicos nasais, pois no caso da nossa pesquisa, estamos estudando os ditongos que tem natureza distinta das vogais, no dialeto paulistano e em contexto de oclusiva surda. Essas variações podem gerar nuances diferentes durante a produção.

O apêndice nasal está presente em todos os nossos dados. Isso indica que sua presença deve ser necessária, pelo menos no contexto analisado. Esse é resultante da articulação conjunta da movimentação da língua e do véu palatino. Porém, em seus dados, com vogais nasais, Sousa (1994) relatou que em um informante o apêndice nasal não foi encontrado.

Ao longo das análises realizadas nos itens 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4 notamos que nos espectrogramas dos nossos de natureza nasal, na porção final do glide sempre encontramos uma convergência dos formantes de alta frequência. Nos ditongos

posteriores nasais havia a movimentação de F2 em direção ao F3 e nos ditongos anteriores nasais há aproximação entre F3 e F4. Esse tipo de transição indica o ponto de articulação velar (STEVENS, 1998).

Como em nossos dados de produção no contexto silábico que faz frente com o glide nasal está ocupado pela oclusiva /k/, seria natural pensar que a influência na movimentação dos formantes fosse causada pela presença do VOT da consoante velar. Para solucionarmos essa dúvida gravamos as mesmas palavras, mas com uma fonte consoantal diferente. Assim, fizemos uso da oclusiva surda dental /t/, a fim de apontar a influência do VOT das consoantes seguintes. Podemos dizer que não houve influência da consoante dental na configuração dos formantes, como mostra os exemplos das figuras 46, 47, 48 e 49. A consoante alveolar se caracteriza por ter uma transição relacionada com o fechamento da ponta da língua, que induz algumas mudanças no padrão espectral. Assim, há um breve movimento para cima de F1 e F2, há casos que há uma discreta elevação de F3, essas são as características mais evidentes (STEVENS, 1998, p 357).

No espectro do glide de *lei* podemos notar, a partir do círculo tracejado, a movimentação dos formantes, há a aproximação de F2 e F3, neste caso não há a convergência. Porém essa movimentação dos formantes nas regiões de alta frequência é um indicador da influência da constricção velar. Ou seja, isso demonstra que mesmo em contexto oral e de oclusiva alveolar, a presença da velarização na porção do glide é uma marca do ditongo anterior.

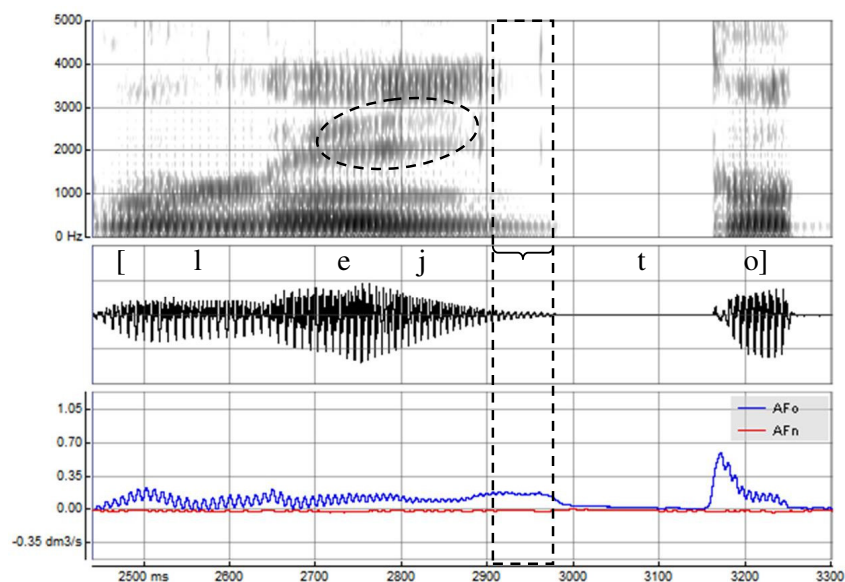


Figura 46: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [lej]. Emissão pelo sujeito BH. O retângulo tracejado sinaliza o fluxo de ar do murmúrio vocálico. A chave sinaliza a barra de vozeamento do murmúrio vocálico. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.

Ressaltamos ainda a breve presença de um murmúrio vocálico no final da articulação do glide oral, indicado pela chave. Esse representa os poucos pulsos finais da vibração da glote. Essa abrirá completamente para a articulação da consoante surda seguinte, que ocorre depois da indicação do quadrado tracejado, esse indica o *onset* da consoante, quando já o fluxo de ar não passa pela cavidade oral.

Ao longo deste, estamos mostrando evidências que aponte para a produção do segmento nasal consonantal velar na produção do ditongo nasal, emitidas por falantes do dialeto paulistano. Na figura 47, notamos que ocorre a movimentação de F2 e F3, havendo com isso a convergência dessas, essa esta indicada pelo círculo tracejado. Como se trata da produção de um elemento vocálico nasal, no início da porção do glide nasal, podemos notar a diminuição de energia no espectrograma, que é compatível com o aumento do volume do FAN.

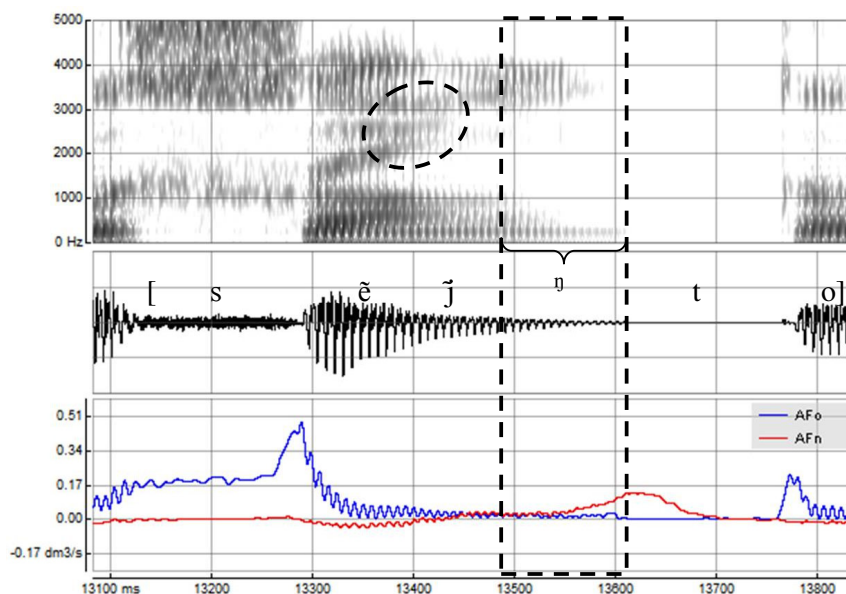


Figura 47: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [sɛj]. Emissão pelo sujeito BH. O retângulo tracejado sinaliza o apêndice nasal. A chave sinaliza a extensão acústica do apêndice nasal. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.

O apêndice nasal se manifesta na produção nasal, esse é produzido depois da finalização do glide. As ressonâncias mais salientes no espectro estão nas regiões de baixa frequência, próximas ao F0 e nas regiões de alta frequência, acima de 3000 Hz. A configuração do fluxo de ar nasal mantém o mesmo padrão do que já foi encontrado nos outros itens analisados, com um pico elevado de fluxo de ar nasal no fim da articulação do glide (DEMASI e DEMOLIN, 2008). Inferimos que o fechamento do véu ocorre concomitantemente à abertura da glote, por isso a ausência de ressonâncias no espectro, depois do apêndice nasal.

A configuração dos formantes dos ditongos posteriores é diferente da dos anteriores, como foi demonstrado nos itens deste capítulo. Esses elementos diferem porque possuem pontos de articulações diferentes. O que os classificará com a mesma natureza soante, é seu o modo de articulação. Ambos são articulados com uma pequena constrição na cavidade oral. No caso do ditongo posterior, também há uma constrição nos lábios.

A constrição labial, nos ditongos posteriores oral, faz com apareça uma descendência de F2 em direção a F1. Isso pode ser notado através do círculo

tracejado no espectrograma da figura 48. A seta indica a diminuição da energia entre a 2000 e 3000 Hz, influenciada pela constrição labial, no fim da articulação do glide. A chave aponta para o murmúrio vocálico.

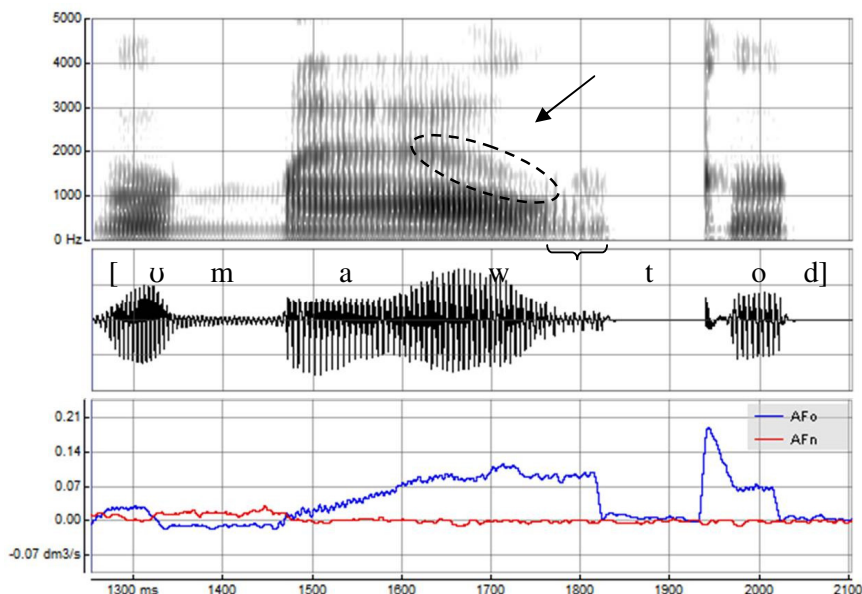


Figura 48 Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [maw]. Emissão pelo sujeito RT. A seta diminuição de energia. A chave sinaliza a extensão acústica do apêndice nasal. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.

Como a referida figura representa um ditongo oral posterior, não há razões para haver movimentação ascendente dos formantes de alta frequência F2 e F3. Como argumentamos nesta dissertação que nos ditongos nasais há uma constrição velar, resultante da constelação gestual, podíamos deduzir que esta fosse causada pela consoante velar do contexto da frase-veículo. Porém, mesmo nas figuras 24 e 25, do item 3.1, não encontramos pistas que corroborem a influência do VOT da consoante velar, que responda por uma suposta movimentação dos referidos formantes, nos ditongos orais posteriores.

Antes do apêndice nasal, representado pelo quadrado tracejado na figura 49, a porção acústica é ocupada pelo glide posterior nasal. Assim, a articulação desse é caracterizada por duas constrições, a labial e dorsal, além do gesto de abaixamento do véu. Um fator que nos faz acreditar que exista o traço velar durante a produção dos dois grupos de ditongos nasais, aqui analisado, está representado na ausência de

energia na região entre 2000 Hz e 3000 Hz, que é indicada pela seta na mesma na figura.

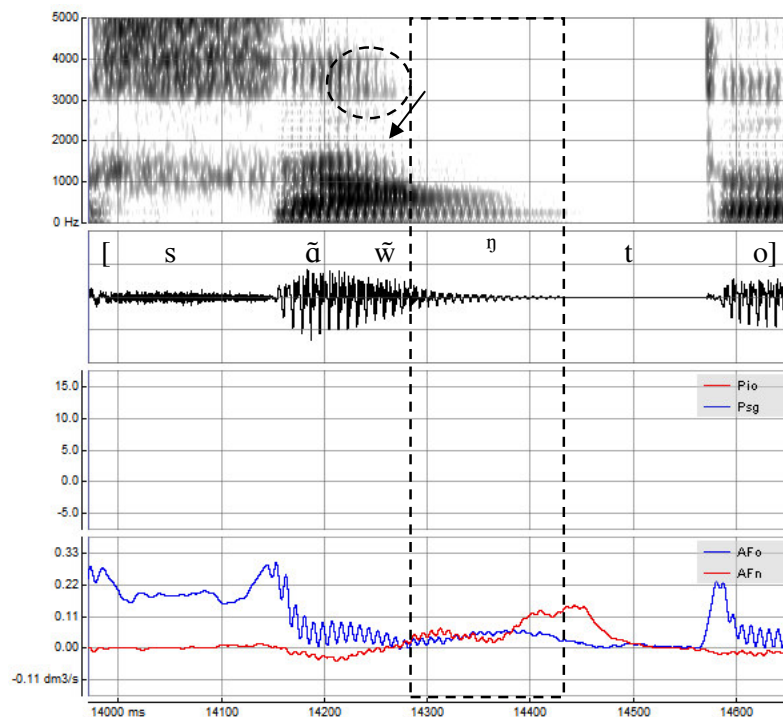


Figura 49: Espectrograma (janela de cima), oscilograma (janela do meio) e dado aerodinâmico (janela de baixo) da palavra [mãw]. Emissão pelo sujeito BH. A seta diminuição de energia. O retângulo sinaliza a extensão acústica do apêndice nasal. O círculo tracejado indica a movimentação dos formantes. A linha vermelha (AFn) representa o FAN e a azul (AFo) o FAO.

O arredondamento dos lábios faz com que F2 se aproxime de F1. A movimentação de F3 em direção a F4, que representa a movimentação velar dos formantes, está indicada pelo círculo tracejado na figura 49. Assim, fica evidente que não há uma assimilação do ponto da consoante seguinte, no caso indicado da consoante [t]. Ou seja, nesse caso há movimentação ascendente dos formantes de alta frequência decorrente da presença do ponto de articulação velar, influenciado pelo glide posterior nasal.

O apêndice nasal deve ser entendido como o reflexo da nasalização vocálica que gera um segmento com um traço consonantal velar. Sua produção decorre da razão das pregas vocais estarem vibrando, quando há a constrição oral, que desvia o fluxo de ar para narinas. Assim, as frequências desse se tornam de difícil medição, pois variam conforme o grau de abaixamento do véu e o tamanho da constrição da

cavidade oral. A tabela 7 mostra os valores dos formantes extraídos do apêndice nasal.

Tabela 7: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) dos formantes (Hz) do Apêndice Nasal nos ditongos posteriores e anteriores de cada indivíduo analisado, $n = 45$.

Tabela7: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão):
Formantes do Apêndice Nasal (Hz)

Ditongos	Sujeitos	F0 (Hz)		F1 (Hz)		FM (Hz)		F2 (Hz)		F3 (Hz)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
[ãw̃]	OD	126	7	∅	∅	841	46	1374	71	2316	337
	BH	122	15	183	55	617	52	1457	106	2546	261
	LZ	96	9	166	17	546	76	1143	93	∅	∅
[ãw̃]	PL	217	17	427	107	771	181	1483	94	2223	194
	LC	194	5	∅	∅	669	74	1413	91	∅	∅
	RT	239	8	639	110	1043	73	∅	∅	1854	158
[ẽj]	OD	102	16	∅	∅	1016	40	1928	102	2649	56
	BH	110	9	199	29	878	80	1569	297	∅	∅
	LZ	138	11	∅	∅	953	126	2208	135	2602	120
[ẽj]	PL	180	24	266	49	993	91	1815	72	2732	143
	LC	176	4	∅	∅	921	102	2128	62	∅	∅
	RT	249	12	542	199	950	92	2440	389	3139	63

Como os valores médios das frequências individuais variaram muito entre os grupos, procuramos descrever o apêndice nasal como um segmento acústico que possui mais ressonâncias na região de baixa frequência, entre 250 Hz e 500 Hz. Essas modificam principalmente os valores de F0, reforçando sua energia. As frequências mais altas apresentaram uma abertura de banda muito larga, o que diminui e planifica os picos de frequência.

Segundo Teixeira (2007), no português europeu há a presença de uma consoante nasal plena no mesmo contexto de consoante oclusiva surda, que estamos estudando aqui, porém no PE pode haver graus de nasalização dependente do

contexto. Apesar de não termos encontrado um padrão formântico, notamos que tanto no ditongo, anterior e posterior, nasal produzidos em contexto de consoante alvéolo-dental e velar, há o mesmo contorno da trajetória do fluxo de ar oral e nasal, que nos mesmos segmentos em contexto consonantal velar.

Acreditamos que o apêndice nasal, com características do ponto de articulação velar, é o produto da ditongação nasal. Como a cavidade nasal possui características diferentes para cada indivíduo, que gera configurações de trato variadas. Essas são notadas a partir das diferentes regiões de concentração de energia no espectro do apêndice. O que invalida qualquer tipo de padronização formântica. Assim, por não termos encontrado uma padronização, optamos por não fazer uma análise acústica e configuração formântica mais profunda do apêndice nasal.

3.6. DURAÇÃO E TAXA DE NASALIDADE

Neste item medimos as durações, a fim de controlar esse parâmetro e compreender como que, dentro do contexto silábico aqui analisado, a nasalidade influencia o comportamento temporal acústicos do ditongo nasal e os segmentos vocálicos nasais que o compõem. Verificamos, sob a perspectiva temporal, como o dado aerodinâmico se comporta através da trajetória temporal do fluxo de ar. Vale ressaltar que a representação duracional acústica da fala não é temporalmente equivalente a representação duracional do fluxo de ar.

Notamos que em ambos os grupos de ditongos nasais há uma variação de proporção entre os segmentos vocálicos: vogal e glide nasal, mas não há a mesma variação na proporção da duração em relação ao apêndice nasal. O apêndice nasal ocupa 28% da produção acústica do ditongo nasal, para ambos os grupos.

A duração total da trajetória acústica do ditongo nasal é em média, para os ditongos posteriores de 290 *ms* e 291 *ms*; para os ditongos anteriores a média da duração é de 289 *ms* e 278 *ms*. Assim, o ditongo nasal anterior teve a duração acústica reduzida se comparada ao posterior. Já a vogal nasalizada posterior ocupa

34% e 36% do total do segmento, enquanto o glide 38% e 36% e o apêndice 28% e 28%, para os sujeitos masculinos e femininos respectivamente.

A vogal nasalizada anterior ocupa 35% e 34% do total do segmento, enquanto o glide 37% e 38% e o apêndice 28% e 28%, para os dois grupos de sujeitos. A tabela 8 mostra os valores da duração de cada segmento.

Tabela 8: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) das durações acústicas (*ms*) de DVN, DGN e DAP, para cada indivíduo analisado, relacionando os dois grupos de ditongos nasais [ãw̃] e [ẽj̃], $n = 45$.

**Tabela 8: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão):
Duração temporal acústica total**

Ditongos		DVN (<i>ms</i>)		DGN (<i>ms</i>)		DAP (<i>ms</i>)	
	Sujeitos	M	DP	M	DP	M	DP
[ãw̃]	OD	88	30	118	24	63	22
	BH	110	15	127	32	88	18
	LZ	96	12	84	29	94	47
	Total	98	19	110	28	82	29
[ãw̃]	PL	87	20	104	17	83	25
	LC	100	38	114	25	71	17
	RT	127	18	100	18	87	18
	Total	105	25	106	20	80	20
[ẽj̃]	OD	86	16	122	28	70	20
	BH	128	54	125	25	85	21
	LZ	86	15	76	20	88	23
	Total	100	28	108	24	81	21
[ẽj̃]	PL	81	23	96	17	72	20
	LC	87	16	118	34	80	17
	RT	118	15	98	15	83	19
	Total	95	18	104	22	78	19

A partir da média total dos valores, dos ditongos nasais, para os dois grupos de sujeitos, nota-se que a vogal nasalizada tem de duração 100 *ms* e o glide nasal possui 107 *ms*. O apêndice nasal tem em média 80 *ms* de duração. Sousa (1994) achou valores de 40 a 100 (*ms*) e Jesus (2002) 10 (*ms*) para as vogais nasais. Desse modo, inferimos que em nossos dados de ditongação nasal, depois que ocorre a

construção do glide na cavidade oral, as pregas continuam vibrando por em média 80 *ms*, para a produção do apêndice nasal. Esse valor pode variar conforme o contexto em que o segmento vocálico é produzido ou se há uma pausa, mais detalhes ver em Medeiros (2008), mas essa variação não se mostrou significativa, pois o valor de $p = 0,0014$.

Tabela 9: ANOVA: fator único. Duração do Apêndice Nasal (*ms*). Soma dos valores totais da duração dos dois grupos de ditongos nasais. Análise do variante sexo.

RESUMO

<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>
Masculino	90	5029	81	3396
Feminino	89	3648	79	489

ANOVA

<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	153712	1	21191	11	0,0014	4
Dentro dos grupos	1086989	175	1942			
Total	1240702	176				

A natureza acústica do glide, dos segmentos nasais, pode ser considerada nasal, como foi apontado nos itens 3.2 e 3.4. Assim, em sua porção acústica há o aumento do FAN, que remete a uma abertura maior do véu, enquanto que na vogal há apenas a influência do FAN negativo, essa pode torna o som nasalizado por assimilação, dependendo do grau de abertura do véu. Isso foi analisado a partir dos gráficos de dispersão dos mesmos itens referidos acima. A figura 50 mostra o gráfico com a trajetória da duração temporal da proporção descrita acima.

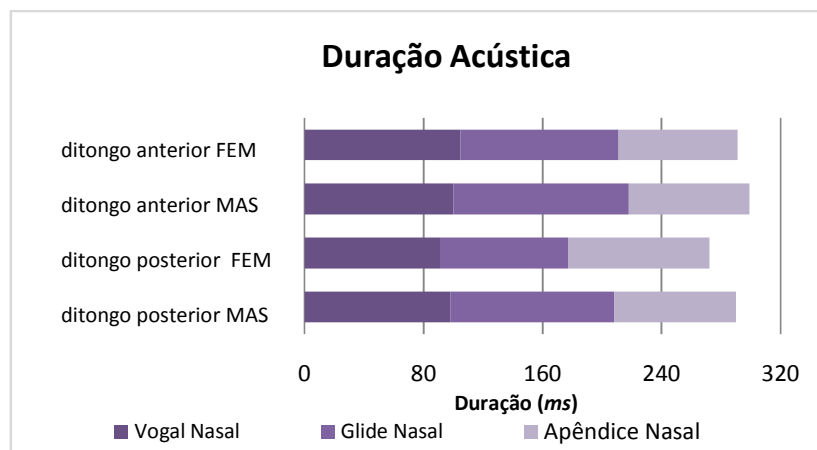


Figura 50: Gráfico da relação entre a média total da trajetória acústica (*ms*) de cada segmento nasal, que compõem os ditongos nasais, relacionada com o grupo de sujeitos masculinos (MAS) e femininos (FEM).

Como a medida da duração acústica não remete ao gesto articulatório do véu, o movimento de abertura e fechamento, é inferido pela duração da trajetória linear, nos dados aerodinâmicos, que remetem a variação do volume do FAN. A fase de abertura significativa do véu inicia quando o FAN se torna positivo. Esse é o momento em que há a articulação que culminará no alvo da constrição do trato oral. No gráfico do dado aerodinâmico, quando ocorrer a constrição haverá o cruzamento do FAN e FAO. O primeiro se eleva acentuadamente, enquanto há a queda do segundo. A fase de fechamento do véu termina quando o FAN se torna negativo. Essa última ocorre depois do fim da produção do apêndice nasal, quando há abertura da glote.

A duração total da articulação se apresentou maior no ditongo nasal anterior, se comparada com a articulação do ditongo posterior. O segmento nasal anterior é em média 10% e 6%, maior que o segundo, para o grupo masculino e feminino. A duração total média da trajetória do traçado positivo do FAN, no ditongo anterior, é de 309 *ms* e 261 *ms* e 279 *ms*, para os informantes masculinos e femininos. A média total para o ditongo posterior é de 279 *ms* e 245 *ms*, para cada grupo de informante, respectivamente. Esses valores estão ilustrados na figura 51, que tem um gráfico da trajetória linear da duração do fluxo de ar nasal.

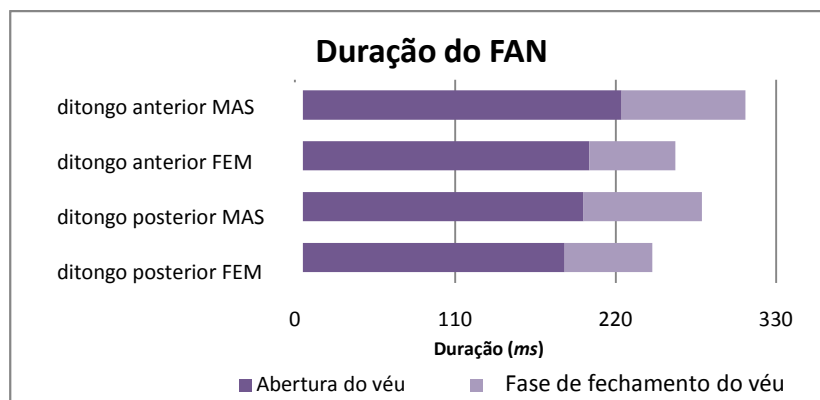


Figura 51: Gráfico do valor médio total da duração do movimento de descolamento do véu (*ms*) para cada grupo ditongo, relacionando cada grupo de sujeitos masculinos (MAS) e femininos (FEM).

A duração total da abertura velofaríngea foi dividida em duas partes: a abertura e a fase de fechamento, como já mencionado. Nos informantes masculinos, o gesto de abertura no ditongo anterior ocupa 72% da trajetória total de deslocamento do véu e 71% no ditongo posterior. Já para os informantes femininos o gesto de abertura ocupa uma porção maior da trajetória, nos ditongos anteriores ocupa em média 77% e 76% nos posteriores.

Nos dois grupos, o gesto de abertura é mais lento do que o gesto de fechamento do véu (DELVAUX, 2003; AMELOT, 2004; DEMASI e DEMOLIN, 2008). É interessante notar que apesar da duração ser diferente, a proporção temporal entre o gesto articulatorio do véu é parecida entre os grupos de sujeitos, independentemente do ditongo nasal analisado.

A trajetória total do véu também pode ser dividida em três fases: (1) a fase inicial do movimento de abaixamento do véu; (2) a fase medial do movimento do véu, este permanece aberto (há a constrição velar); e (3) a fase final, cujo véu faz o movimento de fechamento. A figura 52 exibe o gráfico como a divisão temporal dessas fases descritas:

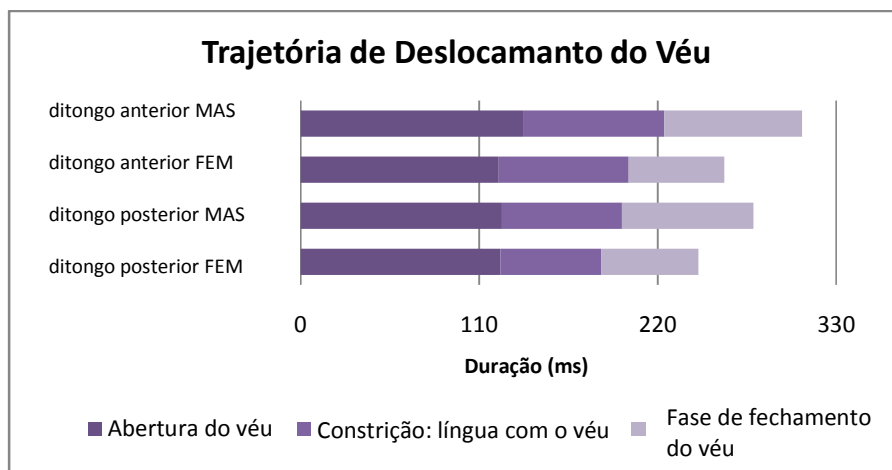


Figura 52: Gráfico do valor médio total da duração das três fases do movimento do véu (*ms*), relacionando os dois grupos de sujeitos e de ditongos.

Dentro da trajetória total média, para o ditongo anterior, a duração do movimento de abaixamento do véu, ocupa 44% e 47% da articulação do grupo masculino e feminino, respectivamente. O ponto onde ocorre a abertura máxima do véu, ou seja, o local da posição alvo do véu, onde ocorre o contato entre o véu palatino e o dorso da língua, ocupa 28% da duração total do segmento, para os sujeitos masculinos e 31% para os femininos.

A fase de elevação do véu, até o fechamento da cavidade nasal, ocupa 29% e 22%, para o grupo masculino e feminino, respectivamente. No ditongo posterior a fase inicial tem em média um percentual de 44% e 50%; a fase medial do deslocamento do véu tem em média 28% e 25% e a última fase 28% e 25%, para o cada grupo. As tabelas: 10 e 11 mostram os valores médios da trajetória do gesto do véu em sujeitos do sexo masculino, nos ditongos nasais posteriores e anteriores, respectivamente:

Tabela 10: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da durante as três fases do movimento do véu (*ms*), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo masculino e ditongos nasais posteriores, $n = 45$.

Tabela 10: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)

Ditongo Posterior	Sujeitos Masculinos	DTV (<i>ms</i>)		DAV (<i>ms</i>)		DCV (<i>ms</i>)		DFV (<i>ms</i>)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
[ãw̃]	OD	247	43	123	31	50	18	72	13
	BH	291	86	122	48	88	58	81	14
	LZ	299	70	124	42	85	64	90	38
Total		279	66	123	40	74	46	81	21

Tabela 11: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da durante as três fases do movimento do véu (*ms*), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo masculino e ditongos nasais anteriores, $n = 45$.

Tabela 11: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão)

Ditongo Anterior	Sujeitos Masculinos	DTV (<i>ms</i>)		DAV (<i>ms</i>)		DCV (<i>ms</i>)		DFV (<i>ms</i>)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
[ēj]	OD	276	48	121	17	69	21	86	24
	BH	360	66	182	43	97	36	81	15
	LZ	291	32	107	53	95	38	89	31
Total		309	48	136	37	87	32	85	23

No grupo masculino, a média da duração total para a fase inicial do movimento do véu é de 136 *ms* e 123 *ms* para os ditongos anterior e posterior, respectivamente.; a segunda porção da trajetória tem em média 87 *ms* e 74 *ms*, e a última fase 85 e 81 *ms*, para os ditongos anteriores e posteriores, respectivamente. Já a duração de cada fase, os valores médios femininos são: (1) 122 *ms* e 123 *ms*; (2) 80 *ms* e 62 *ms*; e (3) 59 *ms* e 60 *ms*, para o ditongos anteriores e posteriores. As tabelas: 12 e 13 mostram os valores médios da trajetória do gesto do véu em sujeitos do sexo feminino, nos ditongos nasais posteriores e anteriores, respectivamente:

Tabela 12: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da durante as três fases do movimento do véu (*ms*), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo feminino e ditongos nasais posteriores, $n = 45$.

Tabela 12 – Média (M) e Desvio Padrão (DP): Sujeitos Femininos

Ditongo Posterior	Sujeitos Femininos	DTV (<i>ms</i>)		DAV (<i>ms</i>)		DCV (<i>ms</i>)		DFV (<i>ms</i>)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
[ãw̃]	PL	272	37	139	29	65	18	68	14
	LC	261	50	129	38	75	24	57	12
	RT	201	25	100	17	46	16	55	12
	Total	245	37	123	28	62	19	60	13

Tabela 13: Valores totais das Médias (M) e do Desvio Padrão (DP) da durante as três fases do movimento do véu (*ms*), DTV, DAV, DCV e DFV, relacionando os sujeitos do sexo feminino e ditongos nasais anteriores, $n = 45$.

Tabela 13 – Média (M) e Desvio Padrão (DP): Sujeitos Femininos

Ditongo Anterior	Sujeitos Femininos	DTV (<i>ms</i>)		DAV (<i>ms</i>)		DCV (<i>ms</i>)		DFV (<i>ms</i>)	
		M	DP	M	DP	M	DP	M	DP
[ẽj]	PL	226	27	103	15	55	20	68	20
	LC	245	31	121	41	78	18	46	09
	RT	311	28	141	51	108	41	62	10
	Total	261	29	122	36	80	26	59	13

Inicialmente notamos que os sujeitos do sexo masculino possuem o valor máximo da taxa de nasalização maior do que os sujeitos do sexo feminino, em qualquer dos dois tipos de ditongos nasais analisados, o que também foi encontrado por Delvaux (2003) em seu estudo com as vogais nasais do Francês. A figura 53 demonstra essa diferença a partir do gráfico com os valores médios da taxa máxima de nasalização da produção de cada grupo do ditongo nasal, separados pelos dois grupos de sujeitos:

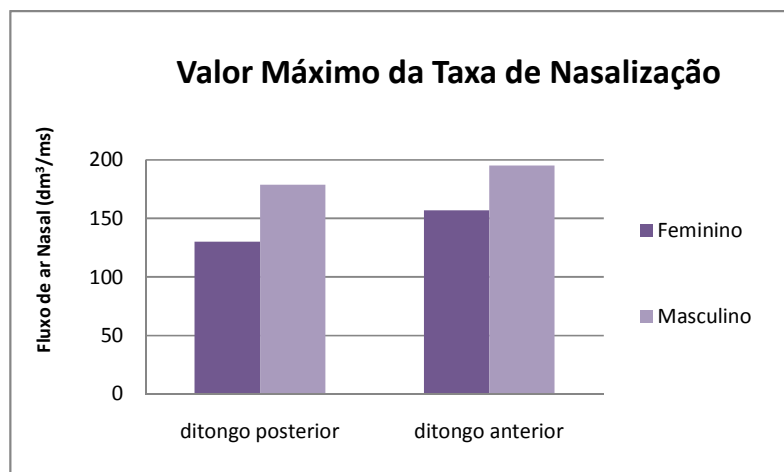


Figura 53: Gráfico dos valores máximos da taxa de nasalização (dm^3/s) durante a produção dos dois grupos de ditongo nasal, relacionando os grupos de sujeitos.

Ao compararmos os dois grupos de sujeitos, percebemos que o FAN nos ditongos produzidos, pelo grupo feminino, utiliza em média 28% a menos de volume de ar (dm^3/s) nos ditongos posteriores e 20% a menos de volume de ar (dm^3/s) nos anteriores, em relação ao grupo masculino.

Se confrontarmos a variação entre os dois grupos de ditongos, encontraremos que os sujeitos femininos, no ditongo anterior, necessitam em média de 17% a mais de volume de ar (dm^3/s) do que o ditongo posterior. Para os sujeitos do sexo masculino essa diferença é menor, seu percentual é de 8% a menos de volume de ar (dm^3/s) de diferença entre o ditongo anterior e posterior.

Apesar da variação dos valores entre os sexos, perante os valores de ar (dm^3/s) durante a produção dos ditongos nasais. A variação da taxa máxima do FAN entre os sexos, não se mostrou relevante se comparada entre os mesmos grupos de ditongos. Como pode ser notado nos valores do p nas tabelas 14 e 15.

Tabela 14: ANOVA: fator único. Comparação entre os valores do PM (dcm3/s) do FAN, para os ditongos nasais anteriores, relacionados com os dois grupos de informantes.

RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
Feminino	45	7065	157	2236		
Masculino	45	8793	195	4208		

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	33178	1	33178	10,3	0,0019	3,9
Dentro dos grupos	283517	88	3222			
Total	316694	89				

Tabela 15: ANOVA: fator único. Comparação entre os valores do PM (dcm3/s) do FAN, para os ditongos nasais posteriores, relacionados com os dois grupos de informantes.

RESUMO						
<i>Grupo</i>	<i>Contagem</i>	<i>Soma</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>		
Feminino	45	5866	130	1912		
Masculino	44	7871	179	4508		

ANOVA						
<i>Fonte da variação</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	52397,5	1,0	52397,5	16,4	0,0001	4,0
Dentro dos grupos	277966,7	87,0	3195,0			
Total	330364,2	88,0				

Nota-se se comparado os valores do FAN, entre os sujeitos masculinos e femininos de um mesmo grupo de ditongo, não há variação significativa. O valor do $p = 0$, se comparado o volume máximo do FAN nos ditongos nasais posteriores. Para os ditongos nasais anteriores este valor é de $p = 0,0019$, ou seja, a variação dentro do mesmo conjunto de ditongo não é significativa. A tabela 16 mostra os valores médios individuais e o desvio padrão da taxa máxima de nasalização para cada informante:

Tabela 16: Valor médio individual de cada informante e o respectivo desvio padrão, para a taxa máxima de nasalização do FAN de ar nasal do ditongo posterior e anterior (dcm^3/s).

**Tabela 16: Média (M) Total e Individual (Desvio Padrão):
PM (dcm^3/s)**

Ditongo	[ãw̃]		[ẽj]		[ãw̃]		[ẽj]		
	M	DP	M	DP	M	DP	M	DP	
PL	245	68	159	49	OD	234	67	245	68
LC	208	32	160	30	BH	181	33	208	32
RT	133	25	153	61	LZ	122	41	133	25
Total	195	42	157	47	Total	179	47	195	41

A diferença entre o volume de ar entre os dois grupos de informantes, somando os valores absolutos da produção dos ditongos nasais posteriores e anteriores são significativas. Provavelmente essa variação global é resultante das características fisiológicas, pois o valor de $p = 9,8$.

Tabela 17: ANOVA: fator único. Comparação entre os valores totais do PM (dcm^3/s) do FAN dos dois grupos de ditongos nasais.

RESUMO

Grupo	Contagem	Soma	Média	Variância
Feminino	90	12931	144	2230
Masculino	90	16664	187	4376

ANOVA

Fonte da variação	SQ	gl	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	84902	1	84902	25,8	9,8	3,9
Dentro dos grupos	583524	177	3297			
Total	668426	178				

A taxa máxima total do FAN apresentou em média, para o ditongo anterior é $195 \text{ dcm}^3/\text{s}$ e $157 \text{ dcm}^3/\text{s}$, para os sujeitos do sexo masculinos e femininos respectivamente. O valor médio para o ditongo posterior é de $179 \text{ dcm}^3/\text{s}$ e $130 \text{ dcm}^3/\text{s}$. O valor médio da taxa de nasalização do apêndice nasal, segundo Medeiros e colegas (2008) é maior que do que a taxa das consoantes nasais “Os resultados

mostram que o apêndice nasal está associado ao um DAN⁷¹ médio de 0.090 dm³/s, bem maior, então que aquele da consoante nasal, que é de 0.060 dm³/s” (MEDEIROS, D’IMPERIO e ESPESSER, 2008, p. 131).

Assim notamos que a duração temporal do fluxo de ar oral e nasal é um importante parâmetro para compreender a dinâmica do véu durante a ditongação nasal, que gera o acoplamento entre as duas cavidades. A partir dos dados aerodinâmicos detectamos que há três fases distintas do movimento do véu, refletidas pela variação do volume de ar nasal positivo.

A fase inicial, em que o véu começa seu movimento de abertura; uma fase secundária, e que se observa um pico elevado de ar nasal, que só ocorre durante. Por fim, a o fechamento do véu, que se inicia no fim do apêndice nasal. Essas fases estão associadas os movimentos articulatorios e sua sincronia. Assim, o movimento do gesto do véu, somado ao movimento da língua, faz com que ocorra modificação do volume da cavidade oral, mudando a qualidade do *output* sonoro.

⁷¹ DAN é a sigla utilizada pelos autores para se referir ao Débito de ar nasal. Neste este estudo optamos por FAN – fluxo de ar nasal.



Capítulo 4

4. DISCUSSÃO

A partir da análise dos resultados realizada no capítulo anterior, somada as informações bibliográficas elencadas na Introdução, compreendemos o funcionamento das relações acústicas e aerodinâmica durante a produção dos ditongos nasais, no dialeto paulistano do PB. Sabemos que as relações, articulatórias, acústicas, aerodinâmicas e perceptivas são muito complexas. Portanto a nasalidade nos segmentos vocálicos, incluindo os ditongos nasais, é um fenômeno linguístico complexo, já observado em diversas línguas naturais, que pode trazer dados sobre a relação da produção e da percepção da fala (AMELOT, 2004). Porém, com dissemos anteriormente, nessa dissertação não coube a análise de dados articulatórios e perceptivos.

A relação entre as diferentes áreas experimentais da análise da fala possibilita especificar os universais fonéticos e compreender como as variáveis articulatórias são controladas pelos universais fonológicos (KEATING, 1985; 1990). A partir disso notamos que o FAN apresentou-se com um padrão, com um pico elevado de volume de ar, caracterizado como o valor máximo de nasalização. Esse padrão reflete as consequências acústicas e aerodinâmicas causadas pelo movimento articulatório do véu na produção.

A análise do fluxo de ar oral e nasal, a vibração do ar na cavidade nasal (ressonâncias nasais), as características espectrais do sinal sonoro (KRAKOW e HUFFMAN, 1993), são interessantes de se coletar, pois os dois tipos de dados de fato, revelam as características articulatórias dos ditongos nasais.

Em nosso trabalho obtemos informações a respeito do controle velo-faríngeo, do acoplamento nasal em sincronia com o movimento da língua. Percebemos que o véu tem um gesto de abertura mais logo do que o fechamento. Mas, quando o véu alcança seu alvo, há outro gesto se movimentando concomitantemente, em busca de seu alvo na cavidade oral: a língua. Por isso, Algumas mudanças articulatórias não são refletidas simultaneamente com as mudanças acústicas e aerodinâmicas (KRAKOW e HUFFMAN, 1993).

Nossos dados demonstram que as durações acústicas são distintas das durações aerodinâmicas, dentro da articulação de um mesmo segmento, o ditongo nasal. Isso fica evidente quando notamos que o FAN se torna positivo de fato, ou seja, o grau de abertura velofaríngea é significativo, no fim da produção da vogal. Mas, desde a porção estacionária da vogal, esta já tem características da influencia das ressonâncias nasais no espectro.

Percebemos com isso que as mudanças na posição do véu têm um efeito não linear na quantidade de fluxo de ar nasal. Quando a porção média da vogal é nasalizada, mesmo que seja por assimilação, o FAN se encontra negativo, mas o efeito da nasalidade pode ser percebido nos valores dos formantes, na redução da amplitude das ondas e no alargamento da banda. Não se pode afirmar que acusticamente sempre há uma sobreposição entre as ressonâncias e anti-ressonâncias, isso depende de cada caso (KRAKOW e HUFFMAN, 1993). Na figura 54 e 55 apresentamos o gráfico de dispersão dos formantes dos ditongos orais femininos e masculinos, respectivamente:

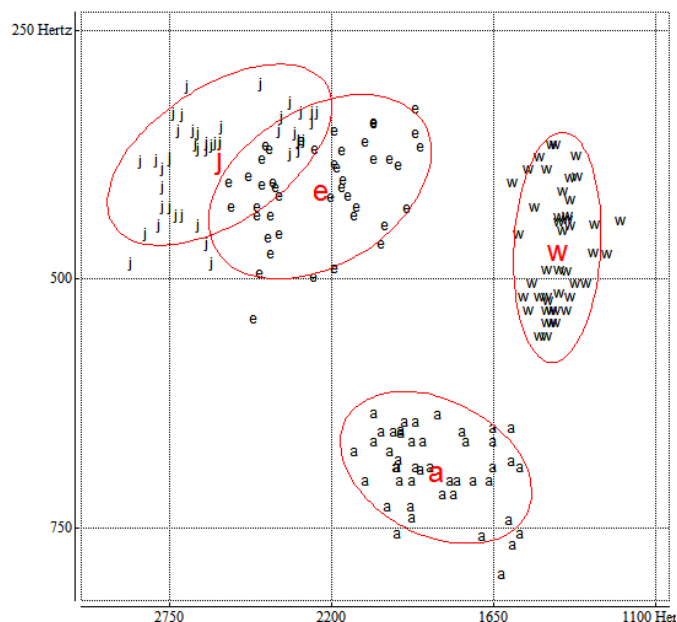


Figura 54: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes femininos. Representação dos ditongos orais: posterior/anterior, para grupo feminino. A vogal posterior é representada pela letra “a”. A vogal anterior /e/ está representada pela letra “e”. A letra “j” o glide /j/ e o glide posterior oral /w/ é representado por “w”.

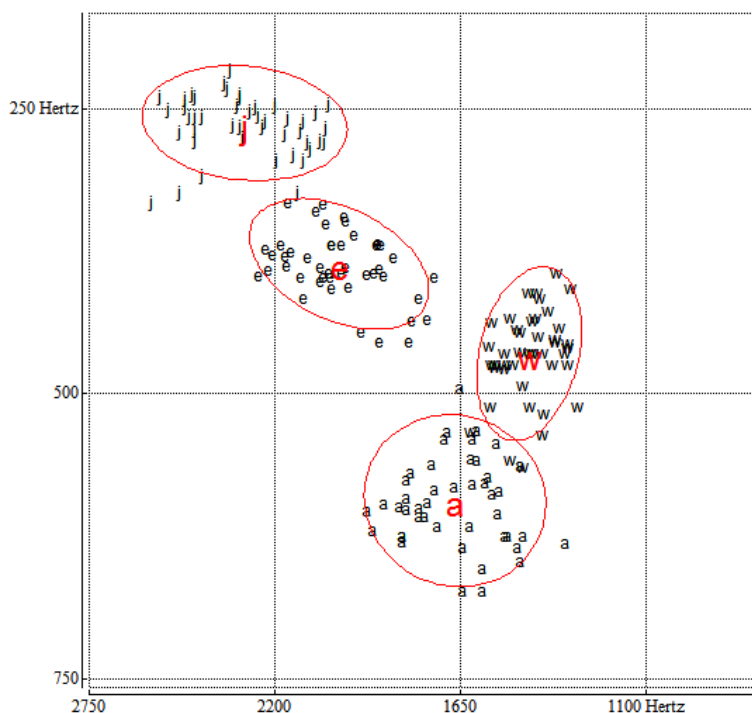


Figura 55: Gráfico de Dispersão entre os valores F1 (y) e F2 (x) em Hz, com elipse em vermelho. Grupo de informantes masculinos. Representação dos ditongos orais: posterior/anterior, para grupo feminino. A vogal posterior é representada pela letra “a”. A vogal anterior /e/ está representada pela letra “e”. A letra “j” o glide /j/ e o glide posterior oral /w/ é representado por “w”.

Como nos ditongos orais não há influência das ressonâncias nasais, os valores dos formantes se apresentam mais uniformes, diferente do que vimos nos itens 3.2 e 3.4. A maior variação no grau de dispersão foi encontrada nos valores dos formantes dos glides, principalmente nas mulheres. Isso demonstra que há uma relação entre a geometria do trato e a quantidade de fluxo de ar que passa pela cavidade nasal e a nasalidade. Assim, quanto menor for o volume ou a constrição da cavidade oral, maior será o nível de fluxo de ar nasal, indicando assim, o grau de nasalidade (CAGLIARI, 1977).

Notamos que a vogal é nasalizada por ter apenas algumas características de influência das ressonâncias nasais, com a diminuição da amplitude, o aumento da largura de banda, que consome a energia sonora, além de um pequeno amortecimento dos picos das ondas (FUJIMURA, 1962). O glide, por sua vez, é nasal, pois sofre muito mais os efeitos das antiressonâncias, além do FAN estar positivo durante a sua produção, como foi demonstrado nos itens 3.2 e 3.4. O

apêndice nasal, por sua vez, terá sua concentração de energia nas faixas de baixa frequência, mas os picos de baixa amplitude.

Como o volume de ar que passa pela cavidade nasal está relacionada com o tamanho da abertura velofaríngea, o fluxo de ar nasal é um indicador da função velofaríngea (KRAKOW e HUFFMAN, 1993), por isso foi possível fazer inferências sobre a duração da abertura e fechamento. A partir disso, detectamos o padrão no traçado da trajetória do véu, que reflete o padrão aerodinâmico no ditongo nasal. Revelando que a movimentação do véu é gradual, ainda que controlada (CLUMECK, 1976) e, pelos achados de nos dados, o gesto de abertura é mais lento do que o gesto de fechamento.

Ao analisarmos o FAN, para os dois grupos de ditongos, encontramos um modelo para a trajetória do traço aerodinâmico para os ditongos do PB. Este relaciona a quantidade do volume de ar expelido pelas narinas em relação ao modo de articulação dos articuladores ativos, durante a linha temporal da coarticulação. A figura 56 mostra o padrão do FAN nos ditongos nasais posteriores e anteriores.

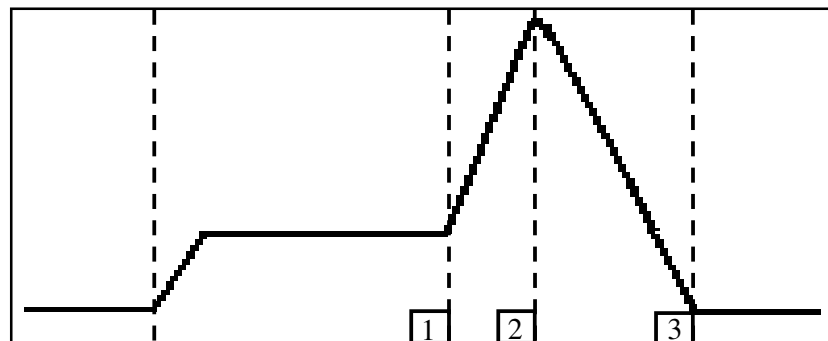


Figura 56: Gráfico com a representação do padrão do traçado do FAN geral, para os ditongos anteriores e posteriores do PB, para os dois grupos de informantes. Representando as três fases da movimentação do véu. Até linha tracejada em (1) há início do abaixamento do véu. Até (2) há a constrição velar no trato e até a linha (3) há o fechamento do véu.

O movimento inicial de abertura do véu, como foi demonstrado anteriormente, ocupa em média de 44% a 50% da trajetória total. A abertura máxima pode ser inferida a partir da duração temporal da fase 1 até a fase 2. Essa equivale ao

gesto de abertura total, porém não significa que o véu faz um movimento descendente, atinge o alvo e retorna para sua posição *default*, indicado pela fase 3.

Quando o fluxo se eleva acentuadamente, o véu já atingiu seu alvo, já está na posição de sua abertura máxima, mas a língua ainda não atingiu o seu alvo. A movimentação da língua em direção ao palato, no caso dos ditongos aqui analisado, faz com que o fluxo de ar aerodinâmico se eleve acentuadamente, reduzindo por sua vez a quantidade de FAO. Assim quanto menor a constrição formada pela língua, mais volume terá o fluxo de ar que passa pela cavidade nasal e o contrário também ocorre. Isso significa que o que o fluxo na forma de jato é resultado da constrição na cavidade oral e não o tamanho da abertura do véu (DEMASI e DEMOLIN, 2009).

No PB podemos inferir, a partir dos dados deste trabalho, que em 83% das ocorrências o FAN teve um padrão na trajetória (DEMASI e DEMOLIN, 2009). Essa forma característica está representada pelo gráfico de proporção da figura 57. Assim, nestes casos a maioria dos dados teve um pico elevado no final da articulação, enquanto em 17% dos casos, o FAN sofreu alguma perturbação do sistema, fazendo com que não ocorresse o jato de ar final característico dos ditongos nasais anteriores e posteriores.

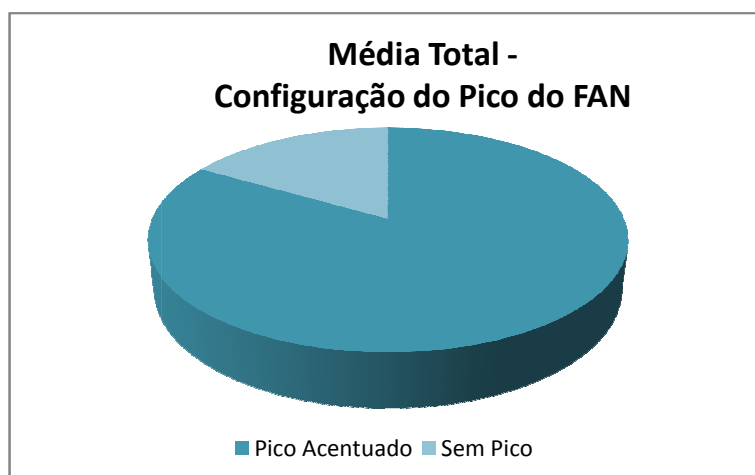


Figura 57: Gráfico da proporção das ocorrências aerodinâmicas onde prevalece o padrão de 3 fases, com a ascensão abrupta do FAN, na cor verde escura. A porção com a cor verde clara representa a variação no padrão das fases.

Outro fator que altera a distribuição da nasalização é a altura vocálica, o volume do fluxo é proporcional, quanto mais fechada for a vogal maior será a taxa de

nasalização e reciprocamente (CAGLIARI, 1977). Essa alteração se mostrou evidente ao compararmos os espectros dos segmentos orais e nasais, juntamente com a variação da taxa de nasalização. Assim, as três fases do FAN influenciaram de modo diferente as ressonâncias acústicas.

Apesar das fazes não serem totalmente sincrônicas com o *output* sonoro, podemos inferir que – na vogal há apenas a nasalização, porque o FAN é negativo⁷²; a fase (1) corresponde em parte pela produção do glide, que é nasal, e a fase (2), onde há o pico máximo de nasalização, se finaliza coincidentemente com o fim do glide nasal; a fase (3) corresponde à finalização do gesto do véu e não tem corresponde acústico, porque a glote está aberta para a produção da consoante surda do contexto da frase-veículo.

Em nossos dados os ditongos anteriores nasais apresentaram a taxa do PM mais elevado do que os posteriores. Acreditamos que a diferença ocorra por causa dos diferentes graus de abaixamento do véu. Isso pode ser resultante de que, no ditongo anterior o ponto de articulação da língua é um pouco mais anterior do que no ditongo posterior. Neste há a constrição do dorso da língua com o véu palatino, por causa da posteriorização da língua, além da labialização. Enquanto naquela, inferimos que, primeiro há a contração da cavidade na região palatal, se estendendo até o fim do palato duro, com o abaixamento do véu, portanto esse movimento articulatorio é mais lento nos ditongos nasais anteriores do que nos posteriores, o que aumenta a duração e a o volume máximo do FAN.

A pauta gestual (adaptada da teoria Fonologia Articulatoria de (BROWMAN e GOLDSTEIN, 1992)), nas figuras 58 e 59, mostra a organização temporal dos gestos. Essa demonstra abstratamente, através da coordenação das relações entre gestos, como seria o controle gestual dos articuladores durante a produção dos ditongos nasais por falantes do dialeto paulistano. Inferimos as pautas a partir dos nossos dados de produção e dos parâmetros aerodinâmicos do fluxo de ar e acústicos extraídos nesta dissertação. Assim, as figuras 58 e 59 revelavam os efeitos da sincronia dos gestos dentro da estrutura temporal.

⁷² O FAN negativo não foi dito como um parâmetro nesta dissertação, pois sua medida duracional e o volume de seu fluxo de ar negativo se mostraram bastante variados.

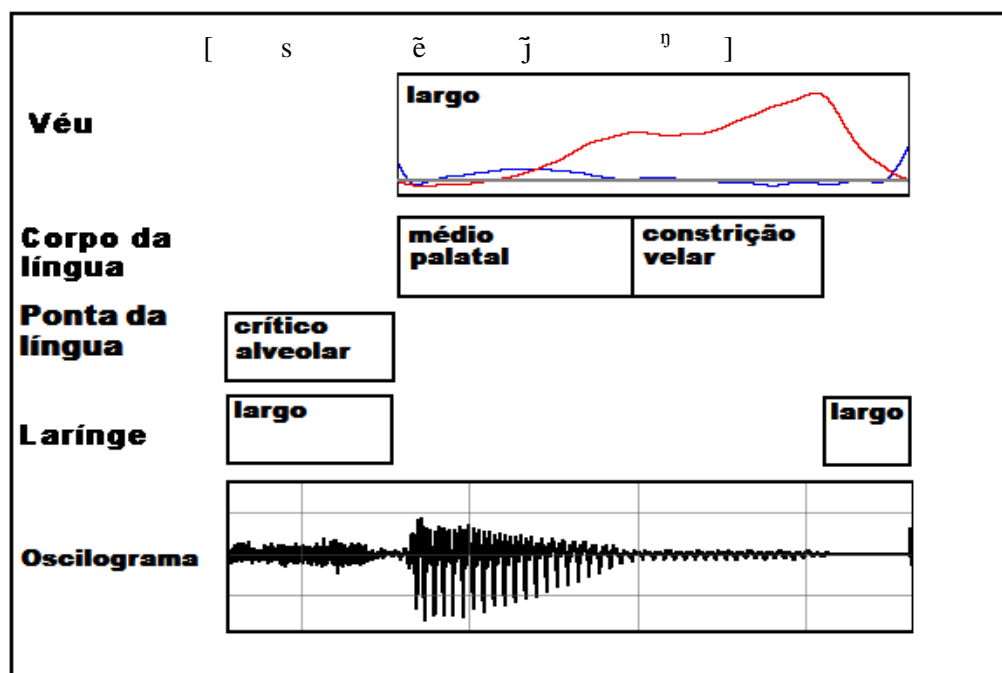


Figura 58: Pauta Gestual 1. Representação abstrata e temporal da movimentação das variáveis do trato na produção da palavra *tem*, inferida a partir do FAN. Conforme sugestão de Browman e Goldstein (1989).

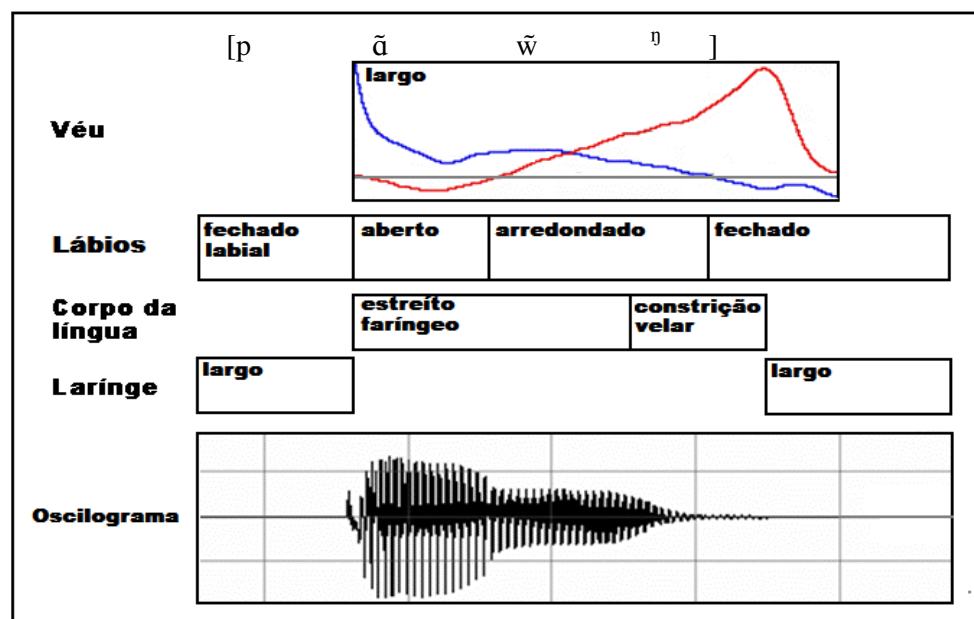


Figura 59: Pauta Gestual 2. Representação abstrata e temporal da movimentação das variáveis do trato na produção da palavra *pão*, inferida a partir do FAN. Conforme sugestão de Browman e Goldstein (1989).

A ditongação nasal no dialeto paulistano, nos dois grupos de segmentos escolhido para esta análise, tem um fechamento velar. Isso foi demonstrado, principalmente nos dados acústicos através da movimentação dos formantes. Essa movimentação ascendente dos valores das faixas de altas de frequências se mostrou mais clara no espectro dos ditongos nasais anteriores. Neles o ponto de articulação do glide está na palatal, diferente do que corre com o ditongo nasal posterior, que tem uma constrição velar.

Moraes e Wetzels (1992) assinalam que as seqüências com elementos nasais são acusticamente mais longas, fonologicamente seriam são compostas por duas moras. Assim, a segunda mora é um segmento flutuante com traços de lugar derivados da consoante seguinte ou da vogal precedente. Nossos dados demonstram que há a influência do contexto antecedente, porém, as características principais residem no abaixamento do véu, relacionadas ao ponto de articulação, neste caso velar, são explicadas pelo abaixamento do véu.

A “velarização” dos glides nasais é consequência da sincronia entre os movimentos articulatorios. A constrição velar o ocorre na maioria dos casos. Assim, podemos inferir que está ligada ao abaixamento do véu, que gera um jato elevado de ar nasal durante a produção do apêndice nasal. Como nossos dados só trataram de ditongos nasais, em um determinado contexto, não podemos generalizar nossos resultados. Assim, podemos inferir que possivelmente haja uma movimentação velar controlada, mas não parametrizado fonologicamente.

Só poderemos afirma categoricamente o estatuto fonológico quando forem realizados testes perceptivos, que demonstrem se o resultado da articulação, mais a presença do apêndice nasal, são relevantes ou não da à compreensão do segmento como um todo, e se algum tipo de distinção entre os três segmentos que compõem o ditongo nasal, se comparado aos dois segmentos que compõem o ditongo oral.

5. CONCLUSÃO

A partir da análise do experimento proposto, descrevemos a ditongação nasal no PB. O foco esteve na descrição da produção dos ditongos posteriores e anteriores nasais, emitidos por falantes do dialeto Paulistano. Neste trabalho optamos por fazer uma análise descritiva de dados de produção, com a intenção de inferirmos a movimentação do véu durante a produção do ditongo nasal, através da análise descritiva de dados acústicos e aerodinâmicos.

Como analisamos um fenômeno é muito complexo, percebemos que a compreensão da nasalidade vocálica nas línguas naturais se funda em três parâmetros principais: (1) a complexidade do tubo ressoador (fisiologia), (2) a constelação gestual (a sincronia da articulação dos gestos orais e nasal) e (3) a percepção da nasalidade. Neste trabalho foram analisados apenas os dois primeiros parâmetros.

A articulação do ditongo o caracteriza como um elemento [+ soante, - vocálico, - consoantal]. O primeiro elemento que o compõem é a vogal, que ocupa a posição de rima, o glide que ocupa a posição de coda silábica, mas ambos estão no mesmo núcleo silábico. Assim, a movimentação da língua é contínua durante a sua produção.

Afirmamos que o elemento que ocupa da posição de coda se trata de um glide, pois a movimentação dos formantes, ao passar do alvo da vogal para o alvo do glide, ocorre de modo gradativo, não há uma transição definida e sim uma movimentação dos formantes. O gesto principal é o oral, do corpo/lâmina da língua, que forma uma constrição parcial no trato oral, que caracterizará o ponto e modo de articulação dos glides orais (STEVENS, 1998). O gesto do véu é somente adicionado a articulação principal.

A ditongação nasal é o produto acústico da coarticulação oral, que ocorre concomitantemente entre o gesto articulatorio de acoplagem do véu e a cavidade oral. O movimento de abertura e fechamento do véu palatino é um gesto único, que

tem um deslocamento vertical. Essa trajetória pode ser dividida em duas fases principais, a de abertura e fechamento.

Articulatoriamente, a fase inicial representa o movimento de descida ou de abertura do véu. Quando esse atinge a posição alvo, ou seja, a abertura necessária para acoplar as cavidades orais e nasais de uma determinada articulação, o véu se eleva, fazendo o movimento reverso, para o seu fechamento, finalizando o gesto e retornando a posição inicial.

Ao dividirmos a articulação do véu em duas: fase de abertura e fase de fechamento, encontramos a seguinte proporção: nos informantes masculinos, o deslocamento do véu ocupa no total 72% da trajetória do ditongo nasal anterior e 71% para o ditongo posterior; nos informantes femininos o gesto, nos ditongos anteriores ocupa em média 77% e 76%, nos posteriores.

Entende-se que nos ditongos nasais analisados a abertura do véu é um movimento mais lento e com maior duração, do que o fechamento. Isso é um feito causado pela a coarticulação com a fronteira a esquerda do ditongo e a velocidade de fala empregada. O fluxo de ar nasal, por sua vez, tem três fases, as duas primeiras coincidem com o movimento de abertura e a última com o fechamento do véu, mas não refletem as durações acústicas.

Podemos concluir que o movimento de abertura e fechamento do véu palatino tem uma trajetória de deslocamento (traçado do fluxo de ar) média total para os ditongos posteriores e anteriores: nos sujeitos masculinos de 279 *ms* e 309 *ms*; no grupo feminino os valores são de 245 *ms* e 261 *ms*. A duração acústica total do ditongo nasal é em média: para os posteriores de 290 *ms* e 291 *ms*, e, os anteriores tem em média da duração é de 289 *ms* e 278 *ms*, respectivamente, para os sujeitos masculinos e femininos respectivamente. Isso demonstra que há uma defasagem entre o *output* acústico e o aerodinâmico. Explicada pela fase negativa do FAN e sua fase fechamento.

Um fator importante apontado por esta dissertação é de que em 87% de todos dados, o fluxo de ar nasal apresentou a mesma o mesmo traçado. A partir disso, dividimos o FAN em fases em três partes: (1) fase inicial – movimento de

descida do véu, (2) fase medial – o véu atinge a abertura máxima e (3) fase final – movimento de elevação do véu.

Notou-se que do momento em que o véu atingiu a abertura máxima e iniciou o movimento de elevação, um jato de ar foi expelido pelas narinas. O pico máximo da taxa de nasalização é o resultado da sincronia do movimento da língua e o abaixamento do véu. Em ambos os casos de ditongação, este apresentou um padrão nos casos demonstrados. O fenômeno da ditongação tem a mesma natureza independente se for um ditongo nasal posterior ou anterior, pois ambos têm o mesmo modo de articulação.

O volume do PM foi descrito como a relação entre o tamanho da constrição da cavidade oral e o grau de abaixamento do véu, que resulta em um volume de ar que é expelido pela boca e pelas narinas. A taxa máxima de nasalização, no momento em o véu inverte seu movimento, iniciando o fechamento tem em média no ditongo anterior 195 dcm³/s e 157 dcm³/s, para os homens e para as mulheres e no ditongo posterior 179 dcm³/s e 130 dcm³/s, para os dois grupos de sujeitos referidos.

Há variação nos valores tantos acústicos e aerodinâmicos, em relação às emissões feitas por falantes do sexo femininos comparados aos do sexo masculino. Demonstrando que a diferença fisiológica é um fator determinante, mas essa não influência na mudança do padrão dos parâmetros acústicos e aerodinâmicos, ou seja, os valores podem se alterar desde que mantenham a mesma configuração.

Nossos dados acústicos de ditongação nasal corroboram com a hipótese de Shosted (2006) que aponta a emergência de uma consoante velar em posição *offset* nas vogais nasais. Assim, características gerais acústicas que diferem os ditongos nasais dos orais são: a movimentação de formantes ocorrida pela presença de antiformantes (STEVENS, 1998); aumento na largura de banda, diminuição da amplitude sonora, reforço das baixas frequências, mudança na qualidade vocálica e redução da intensidade dos formantes.

O que aponta a contração velar é o movimento dos formantes de alta frequência que foram mostrados nos espectrogramas abalizados neste. Essa movimentação é derivada do fechamento da cavidade oral, no fim da na porção

acústica do glide nasal. Assim, na articulação do glide nasal há a constrição da cavidade gerada pela movimentação da língua em direção ao palato, somada ao deslocamento vertical do véu palatino.

Esperamos que este estudo experimental tenha esclarecido a formação da ditongação nasal nos segmentos vocálicos elencados, emitidos no dialeto paulistano. Acreditamos ter desenvolvido uma discussão proveitosa a cerca da nasalidade no PB e com os dois gestos principais, a movimentação do véu e a movimentação da língua, resultam em um mesmo padrão aerodinâmico do fluxo de ar nasal.

Nosso intuito é continuar estudando o fenômeno da ditongação nasal do PB, mas a partir de outros métodos experimentais bem como, futuramente, finalizar a análise dos dados de EMA. A fim de padronizar foneticamente o comportamento da nasalização, a partir de novas tecnologias para a descrição dos parâmetros da fala.

Almejamos por fim, que este possa servir de apoio para o desenvolvimento de outros estudos aerodinâmicos enfocando a produção da fala, ampliando o banco de dados desse tipo de material. Além dos dados descritos aqui, possa servir de base para os estudiosos das áreas de patologia de fala, como hipernasalização ou hiponasalização, por exemplo; fonética e fonologia; síntese e reconhecimento de voz, demais pesquisadores e interessados em geral.

6. REFERÊNCIAS

- ALBANO, E, P BARBOSA, A GAMA-ROSSI, S MADUREIRA, e A SILVA. "A interface fonética-fonologia e a interação prosódia-segmentos." *Anais do XLV Seminário do Grupo de Estudos Lingüísticos do Estado de São Paulo*. Campinas: Estudos Linguísticos, 1997.
- ALBANO, E. C. *O Gesto e Suas Bordas: Esboço de Fonologia Acústico-Articulatória do Português Brasileiro*. Campinas: Mercado de Letras, 2003.
- AMELOT, A. *Etude aerodynamique, fibroscopique, acoustique et perceptive des voyelles nasales du français*. Tese de Doutorado: Université Paris III, 2004.
- BAKEN, J, e J ORLIKOFF. *Clinical measurement of speech and voice*. San Diego: Singula, 1943.
- BAVEGARD, M, G FANT, J GAUFFIN, e J LILJENCRANTS. "Vocal tract sweeptone data and model simulations of vowels, laterals and nasals." *Speech Transmission Laboratory, Quarterly Progress and Status Repor 4*, 1993: 43-75.
- BISOL, L. "A nasalidade, um velho tema." *D.E.L.T.A.* 14 (1998): 27-46.
- BISOL, L. "Ditongos Derivados." *DELTA* 10 (1994): 123-140.
- . *Introdução a Estudos de Fonologia do Português Brasileiro*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.
- BISOL, L. "O ditongo em português." *Boletim da ABRALIN* 11 (Junho 1991): 51-58.
- BISOL, Leda. " O ditongo na perspectiva da fonologia atual. ." *DELTA*, 1989: 185-224.
- BJÖRK, L. "Velopharyngeal function in connected speech - studies using tomography and cineradiography synchronized with speech spectrography." *Acta Radiologica, Supplement 202*, 1961: 1-94.
- BJUGGREN, G, and G. FANT. "The nasal cavity structure." *Speech Transm. Lab. - Q.P.S.R.* 4, 1964: 5-7.
- BROWMAN, C, e L GOLDSTEIN. "Articulatory phonology: An overview." *Phonetica* 49, 1992: 155-180.
- CAGLIARI, L. C. *An experimental study of nasality with particular reference to Brazilian Portuguese*. Tese de Doutorado: University of Edinburgh, 1977.
- . *Elementos de fonética do Português Brasileiro*. São Paulo: Paulistana, 2007.
- . *Fonologia do Português. Análise pela Geometria de Traços e pela Fonologia Lexical*. Edição do autor. Campinas, 1999.

- CALLOU, D, e Y LEITE. *Iniciação à fonética e à fonologia*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Zahar, 1990.
- CÂMARA JR., J. M. *Estrutura da língua portuguesa*. Petrópolis: Vozes, 1970.
- . *História e estrutura da língua portuguesa*. Rio de Janeiro: Padrão, 1979.
- . *Problemas de lingüística descritiva*. Petrópolis: Vozes, 1984.
- CASTRO, S. V. *Anatomia fundamental*. 3a. Edição. McGraw-Hill do Brasil, 1997.
- CHILDERS, D, e C DING. "Articulatory synthesis: nasal sounds and male female voices." *Journal of Phonetics* 19, 1991: 453-464.
- CHOMSKY, N, e M HALLE. *The sound pattern of English*. New York: Happer e Row, 1968.
- CLEMENTS, G. N. "The Geometry of Phonological Features." In *Phonology Yearbook* 2, 225-252. 1985.
- CLEMENTS, G. N, e E. V HUME. "The internal organization of speech sounds." In: *The handbook of phonology theory*, por J, GOLDSMITH. London: Blackweel, 1995.
- CLUMECK, H. "Patterns of soft palate movements in six languages." *Journal of Phonetics* 4, 1976: 337-351.
- CURTIS, J. "The acoustics of nasalized speech." *Cleft Palate Journal* 7, 1970: 380-396.
- CURTIS, J.F. "Acoustic of speech production and nasalization." *Cleft Palate and Communication*, 1968: 27-60.
- DANGELO, J.C. *Anatomia humana sistêmica e segmentar*. São Paulo: Atheneu Editora, 1997.
- DELVAUX, V. *Contrôle et connaissance phonétique: lês voyelles nasales Du français*. Tese de Doutorado: Université Libre de Bruxeles, 2003.
- DEMASI, R, and D DEMOLIN. "A dinâmica dos movimentos do véu em ditongos nasais do português brasileiro: Aspectos Aerodinâmicos." *X Congresso Nacional De Fonética e Fonologia. IV Congresso International de Fonética e de Fonologia*. Comunicação Oral. Niterói, 2008.
- DEMASI, R, and D. DEMOLIN. "Acoustic and aerodynamic aspects of nasal diphthongs in Brazilian Portuguese." *Phonetics and Phonology in Iberia*. Las Palmas de Gran Canaria, 2009.
- DICKSON, D.R. "An acoustic study of nasality." *Journal of Speech and Hearing Research* 5, 1962: 103-111.

- ENTENMAN, G. L. *The development of nasal vowels*. Tese de Doutorado: University Texas, 1976.
- FANT, G. *The Acoustic Theory of Speech Production*. Mouton: The Hague, 1960.
- FENG, G, e E CASTELLI. "Some acoustic features of nasal and nasalized vowels: A target for vowel nasalization." *Journal of the Acoustical Society of America* 99, 1996: 3694-3706.
- FERGUSON, C. A. "Universal tendencies and normal nasalizations." *Nasalfest: Paper form a Symposium on Nasal and Nasalization*. California: Department of Linguistics, Standford University, 1975. 175-196.
- FUJIMURA, O. "Analysis of Nasal Consonants." *Journal of the Acoustical Society of America*, v. 34, n. 12, 1962: 1865-1875.
- FUJIMURA, O, e D ERICKSON. "Acoustic phonetics." In: *The handbook of phonetic sciences*, por W. J HARDCASTLE e J LAVER, 65-115. Oxford: Blackwell Publishers, 1997.
- GHIO, A, and B TESTON. "Evaluation of the acoustic and aerodynamic constraints of a pneumotachograph for speech and voice studies." *roceedings of the International Conference on Voice Physiology and Biomechanics*, 2004: 55-58.
- GOLDSMITH, J. *Autosegmental Phonology*. Dissertação de Mestrado: MIT, 1976.
- GREENE, M. C. L. *The Voice and its Disorders*. 2 Edição. London: Pitman, 1964.
- GREGIO, F. N. *Configuração do trato vocal supraglótico na produção das vogais do português brasileiro: dados de imagens de ressonância magnética*. Dissertação de Mestrado: Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2006.
- GUYTON, A.C. *Fisiologia humana*. 6ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.
- HAJEK, J. "The hardening of nasalized glides in Bolognese." In *Nasals, Nasalization and the Velum*, by P. M BERTINETTO, M KENSTOWICZ and R KRAKOW, 225-249. San Diego: Academic Press, 1991.
- HALLE, M. "Feature Geometry and Feature Spreading." *Linguistic Inquiry* 26, 1995.
- HARDCASTLE, W. J. *Physiology of Speech Production - An Introduction for Speech Scientists*. London: Academic Press, 1976.
- HAWKINS, S, e K. N STEVENS. "Acoustic and Perceptual Correlates of the Non-nasal-nasal Distinction for Vowels." *Journal of Acoustical Society of America* 77, 1985: 1560-75.
- HOLLINSHEAD, W. H, e C ROSSE. *Anatomia*. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Interlivros, 1991.

HUBER, J, E STATHOPOULUS, e J SUSSMAN. “The control of aerodynamics, acoustics, and perceptual characteristics during speech production.” *Journal of Acoustical Society of America* 166, 2004.

HUCHE, F. L, e A ALLALI. *A voz: anatomia e fisiologia dos órgãos da voz e da fala*. 2ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 1999.

JACOB, S. W, C FRANCONI, e W. J LOSSOW. *Anatomia e Fisiologia Humana*. 5ª Edição. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1990.

JESUS, M. S. V. “Estudo fonético da nasalidade vocálica.” *Estudos Lingüísticos: estudos em fonética e fonologia do português*, 2002: 205-224.

KEATING, P. “The window model of coarticulation: articulatory evidence.” In: *Papers in Laboratory Phonology I*, por J, KINGSTON e M BECKMAN, 451-470. Cambridge University Press, 1990.

KEATING, P. “Universal phonetics and the organization of grammars.” In: *Phonetic Linguistics*, por V. FROMKIN, 115-132. Academic Press, 1985.

KEATING, P. A. “The window model of coarticulation: articulatory evidence.” In: *Laboratory Phonology I*, por J KINGSTON e M BECKMAN, 451-470. Cambridge University Press, 1990.

KENT, R, e C READ. *The acoustic analysis of speech*. San Diego, Singular Publishing. San Diego: Singular Publishing, 1992.

KENT, R. D. *The Speech Sciences* . San Diego: Singular Publishing Group Inc, 1997

KENT, R.D, and C READ. *The Acoustic Analysis of Speech*. San Diego: Singular Publishing Group, 1992.

KINGSTON, J, e DIEHL L. “Phonetic knowledge.” *Language* 70, 1994: 419-454 T 13.

KRAKOW, R, e M. HUFFMAN. “Instruments and techniques for investigating nasalization and velopharyngeal function in the laboratory: an introduction.” In: *Nasals, nasalization and the velum*, por M HUFFMAN e R. KRAKOW. San Diego: Academic Press, 1993.

LACERDA, A, e B. F HEAD. “Análise de sons nasais e sons nasalizados do Português.” *Revista do Laboratório de Fonética Experimental de Coimbra* VI, 1975: 5-71.

LADEFOGED, P. *A Course in Phonetics*. San Diego: Harcourt, 1982.

—. *Elements of acoustic phonetics*. The University of Chicago Press. Chicago: The University of Chicago Press, 1974.

- LADEFOGED, P, e MADDISON I. *The sounds of the world's languages*. Cambridge: Blaxwell Publishers, 1999.
- LEESON, T. S. "Sistema respiratório. ." In *Atlas de Histologia*, by T. S LEESON, 337-60. São Paulo: Atheneu, 1970.
- LIBERMAN, A. M, and I. G MATTINGLY. "The motor theory of speech perception revised." *Cognition* 21, 1985: 1-36.
- LIEBERMAN, P, e S. E BLUMSTEIN. *Speech Physiology, Speech Perception, and Acoustic Phonetics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.
- LINDBLOM, B. "Economy of speech gestures." In *The Production of Speech*, by MACNEILAGE, 217-246. New York: Springer-Verlag, 1983.
- . "On the communicative process: speaker-listener interaction and the development of speech." *AAC Augmentative and Alternative Communication*. 1990. 220–230.
- LINDBLOM, B. "The Production of Speech." In: *Economy of speech gestures.*, por MACNEILAGE, 217-246. New York: Springer-Verlag, 1983.
- LINDQVIST-GAUFFIN, J, e J SUNDBERG. "Acoustic properties of the nasal tract." *Phonetica* 33, 1976: 161-168.
- LIPSKI, J. "Brazilian Portuguese vowel nasalization: secondary aspects." *Canadian Journal of Linguistics* 20, 1975: 59–77.
- LUBKER, J. F, and MOLL K. L. "Simultaneous oral-nasal air flow measurements and cinefluoro-graphic observations during speech production." *Cleft Palate Journal*, 1965: 257–272.
- MAEDA, S. "The role of sinus cavities in the production of nasal vowels." *Proceedings IEEE Int. Conf. ASSP 2*, 1982: 911-914.
- MAIA, E. M. *No reino da fala - A linguagem e seus Sons*. 3ª Edição. São Paulo: Ática, 1985.
- MATEUS, M. H. M. *Aspectos da fonologia do português*. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1975.
- MATTOSO CÂMARA, JR., J. *Para o Estudo da Fonêmica Portuguesa*. 2ª Edição. Rio de Janeiro: Padrão, 1977.
- MCCARTHY, J. "Feature geometry and dependency: a review." *Phonetica* 43, 1988: 84-108.
- MEDEIROS, B, D'IMPERIO, e R ESPESSER. "La voyelle nasale en portugais brésilien et son appendice nasal: étude acoustique et aérodynamique." *Journées d'Etude sur la Parole*, 2008: 285-288.

- MEDEIROS, B. R. "Vogais nasais do português brasileiro: reflexões preliminares de uma revisita." *Revista Letras* 72 (UFPR), 2007: 165-188.
- MEDEIROS, B. R, E ALBANO, e A SILVA. "Realização e representação de grandes classes fonéticas do português brasileiro: uma abordagem dinâmica." *Simpósio do Evento da Abralín na SBPC*. Florianópolis, 2005.
- MEDEIROS, B. R, M D'IMPERIO, and R ESPESSER. "O apêndice nasal: dados aerodinâmicos e duracionais." *132 Revista do GEL*, 2008: 123-138.
- MEYERHOFF, W. L, e SCHAEFER S. D. "Physiology of the nose and paranasal sinuses." In: *Otolaryngology. Vol I - Basic Sciences and Related Principles*, por M. M PAPARELLA e D. A SHUMRICK, 315-332. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1991.
- MOLL, K. L. "Velopharyngeal closure on vowels." *Journal of Speech and Hearing Research* 17, 1962: 30-77.
- MOON, J, e J. FOLKINS. "Coordination of velopharyngeal muscle activity during positioning of the soft palate." *Cleft Palate Craniofac Journal* 101, 1991: 1332-1335.
- MORAES, J. A, and W. L WETZELS. " Sobre a duração dos segmentos vocálicos nasais e nasalizados em Português. Um exercício de Fonologia Experimental." *Cadernos de Estudos Lingüísticos*, 23, 1992: 153-66.
- MORAIS-BARBOSA, J. "Les voyelles nasales portugaises: interpretation phonologique." In *Proceedings of the IVth International Congress of Phonetic Sciences*, by A SOVIJARVI and P AALTO. The Hauge: Mounton, 1962.
- NOBILING, O. "Die Nasalvokale in Portugiesischen." *Die Neueren Sprachen* 11, 1903: 129-153.
- Odell, J.S. "International Negotiation, Creating Data on International Negotiation Strategies." Springer 39 (2002).
- OHALA, J. "Against the direct realist view of speech perception." *Journal of Phonetics* 14, 1986: 75-82.
- OHALA, J. "Speech timing as a tool in phonology." *Phonetica* 38, 1981: 204-217.
- OHALA, J. "The origin of sound patterns in vocal tract constraints." In: *The production of speech*, por P MACNEILGE, 189 - 216. New York: Springer-Verlag, 1983.
- PARKINSON, S. "Portuguese nasal vowels as phonological diphthongs." *Lingua*, 61, 1983: 157-177.
- PICKETT, J. M. "Consoants: nasal, stops and fricative manners of articulation." In: *Readings in clinical spectrography of speech*, por R.J BAKEN e R. G DANILOFF. San Diego: Singular Publishing Group, 1991.

- PIERREHUMBERT, J. *The phonology and phonetics of English intonation*. Tese de Dissertação (Não publicada): MIT, 1980.
- PIGGOTT, G.L. "On the autonomy of the feature nasal." *CLS 23* , 1987: 223-238.
- QUILIS, A. *Fonética acústica de la lengua española*. Madrid: Credos, 1981.
- REED, D, e Y. LEITE. "The segmental phonemes of Brazilian Portuguese: Standard Paulista dialect." In: *Phonemics*, por K. Pike, 194–202. Ann Arbor: University of Michigan, 1947.
- ROMAN, J, G FANT, e M HALLE. *Preliminaries to Speech Analysis: The distinctive features and their correlates*. Technical Report 13, Massachusetts: Acoustics Laboratory: MIT Press, 1952.
- SEARA, C. *Estudo acústico-perceptual danasalidade das vogais do português brasileiro*. Tese de Doutorado. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2000.
- SHOSTED, R. "Vocalic context as a condition for nasal coda emergence: aerodynamic evidence." *Journal of the International Phonetic Association*, 2006: 39-58.
- SHPRINTZEN, R. J, e J BARDACH. *Cleft Palate Speech Management: A Multidisciplinary Approach*. Saint Louis: Mosby, 1995.
- SILVA, A. H. P. "Pela incorporação de informação fonética aos modelos fonológicos." *Revista Letras*, 60 , 2003: 319-333.
- SMITH, S. "Air pressure sensitivity of soft palate in closed position." *Actes du 7ème Congrès International des Sciences Phonétiques*. Montréal, 1972. 412-417.
- SOUSA, E. M. *Para a caracterização fonético-acústico da nasalidade no Português do Brasil*. Dissertação de Mestrado: Universidade Estadual de Campinas, 1994.
- SOUZA, M. C. Q. *Características Espectrais da Nasalidade*. Dissertação de Mestrado: Escola de Engenharia de São Carlos, 2003.
- SPENCE, A. P. *Anatomia humana básica*. 2a. Edição. São Paulo: Manole Ltda, 1991.
- STEVENS, K. N. *Acoustic Phonetics*. Cambridge: MIT Press, 1998.
- STEVENS, K. N. "Features in Speech Perception and Lexical Access." In *Handbook of Speech Perception*, by D. E PISONI and R. E REMEZ, 125-155. Cambridge, MA: Blackwell, 2005.
- STEVENS, K. N. "On the quantal nature of speech." *Journal of Phonetics 17*, 1989: 3-46.

STEVENS, K. N. "Toward a model for lexical access based on acoustic landmarks and distinctive features." *Journal of the Acoustic Society of America* 111, 2002: 1872-1891.

STORY, B. H. *Physiologically-based speech simulation using an enhanced wave-reflection model of the vocal tract*. Tese de Doutorado: University of Iowa, 1995.

STYGER, T, e E KELLER. "Formant synthesis." In: *Fundamentals of Speech Synthesis and Speech Recognition: Basic Concepts, State of the Art, and Future Challenges: 109-128.*, por E Keller, 109-128. Chichester: John Wiley, 1994.

TEIXEIRA, A, L. C MOUTINHO, e R COIMBRA. "Acerca das vogais nasais do Português Europeu." *Revista da Universidade de Aveiro, Letras*, 18, 2001: 241-274.

TRUBETZKOY, N. S. *Principes de phonologie*. Translated by J. Cantineau. Paris: Librairie, 1949.

WARREN, D. W. "Nasal emission of air and velopharyngeal function." *The Cleft Palate Journal*, 4, 1967: 148-156.

WOLF-HEIDDEGGER. *Atlas de anatomia humana*. Edited by Petra Kopf-Maier. Translated by Hécio Werneck. Vol. 2 . 2 vols. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

XAVIER, M. F, and M.H. M MATEUS. *Dicionário de termos lingüísticos - V*. Lisboa: Cosmos, s.d.

APÊNDICE I – VALORES ABSOLUTOS DOS FORMANTES
DOS DITONGOS ORAIS

Valores absolutos dos Formantes de [a] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	117	614	879	1625	2372
pau 2	109	633	987	1644	2485
pau 3	105	586	945	1559	2381
mal 1	119	671	945	1644	2287
mal 2	113	671	915	1587	2306
mal 3	111	652	907	1587	2353
sal 1	121	623	954	1465	2514
sal 2	112	633	973	1483	2372
sal 3	109	623	992	1512	2466
tal 1	127	629	997	1340	2439
tal 2	113	623	982	1521	2381
tal 3	109	562	971	1474	2457
cal 1	127	646	978	1474	2457
cal 2	129	542	943	1545	2204
cal 3	121	584	964	1536	2210

Valores absolutos dos Formantes de [w] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	128	463	793	1408	2325
pau 2	114	453	812	1370	2391
pau 3	113	563	888	1465	2438
mal 1	135	415	805	1417	2362
mal 2	121	463	784	1342	2221
mal 3	126	410	773	1424	2385
sal 1	132	510	850	1446	2344
sal 2	120	458	806	1333	2264
sal 3	120	472	822	1379	2306
tal 1	134	392	862	1366	2429
tal 2	120	454	792	1331	2187
tal 3	120	463	831	1446	2268
cal 1	133	406	680	1323	2353
cal 2	120	472	793	1332	2410
cal 3	124	534	899	1409	2438

Valores absolutos dos Formantes de [a] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	152	795	1065	1625	2599
pau 2	152	765	1068	1587	2523
pau 3	151	661	1068	1654	2542
mal 1	168	661	1018	1746	2686
mal 2	162	648	979	1654	2646
mal 3	151	756	973	1691	2674
sal 1	177	701	1071	1667	2530
sal 2	190	754	1111	1561	2686
sal 3	171	688	1032	1561	2739
tal 1	191	741	1058	1601	2771
tal 2	170	688	1032	1654	2712
tal 3	179	681	1071	1591	2790
cal 1	171	648	1058	1591	2620
cal 2	171	701	1018	1720	2508
cal 3	177	701	1058	1773	2481

Valores absolutos dos Formantes de [w] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	193	387	784	1531	2703
pau 2	184	375	775	1493	2580
pau 3	170	489	833	1468	2686
mal 1	211	425	869	1512	2778
mal 2	178	529	886	1468	2672
mal 3	168	519	822	1465	2878
sal 1	200	410	807	1415	2718
sal 2	174	516	886	1548	2659
sal 3	170	516	873	1468	2646
tal 1	183	555	913	1495	2659
tal 2	174	449	873	1415	2593
tal 3	171	502	873	1521	2495
cal 1	170	489	846	1429	2540
cal 2	207	387	846	1468	2725
cal 3	202	363	820	1442	2561

Valores absolutos dos Formantes de [a] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	125	623	964	1824	2627
pau 2	130	590	945	1814	2608
pau 3	113	597	901	1834	2599
mal 1	120	600	945	1814	2618
mal 2	133	628	973	1824	2655
mal 3	110	623	964	1824	2514
sal 1	114	583	973	1729	2655
sal 2	115	594	1003	1748	2693
sal 3	121	606	1011	1776	2712
tal 1	120	606	993	1758	2637
tal 2	112	574	964	1814	2722
tal 3	113	599	990	1774	2759
cal 1	125	595	954	1880	2410
cal 2	120	601	945	1928	2464
cal 3	120	618	916	1911	2429

Valores absolutos dos Formantes de /w/ para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	108	435	725	1559	2523
pau 2	116	463	793	1446	2495
pau 3	134	491	803	1465	2533
mal 1	102	472	746	1550	2476
mal 2	107	463	803	1521	2495
mal 3	95	532	855	1621	2476
sal 1	157	442	772	1483	2655
sal 2	92	434	756	1436	2514
sal 3	92	450	775	1370	2580
tal 1	114	475	726	1550	2495
tal 2	93	472	765	1493	2466
tal 3	102	510	784	1561	2381
cal 1	117	472	737	1559	2551
cal 2	97	476	762	1522	2384
cal 3	109	444	775	1474	2476

Valores absolutos dos Formantes de [a] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	102	493	873	1654	2410
pau 2	105	530	860	1602	2464
pau 3	107	557	850	1602	2608
mal 1	107	532	855	1691	2391
mal 2	109	538	812	1616	2372
mal 3	107	580	854	1672	2381
sal 1	102	538	979	1701	2353
sal 2	99	578	913	1618	Ø
sal 3	104	576	907	1578	Ø
tal 1	99	571	967	1572	2358
tal 2	103	555	975	1619	2599
tal 3	107	604	982	1540	2533
cal 1	97	560	877	1739	2334
cal 2	98	568	898	1798	2296
cal 3	100	614	869	1720	2438

Valores absolutos dos Formantes de [w] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	115	457	708	1568	2306
pau 2	116	463	784	1436	2306
pau 3	126	510	Ø	1304	2391
mal 1	116	472	718	1521	2287
mal 2	113	557	784	1502	2202
mal 3	118	461	718	1474	2372
sal 1	116	453	793	Ø	2249
sal 2	112	448	721	1420	2325
sal 3	110	426	732	1389	2391
tal 1	109	432	770	1502	2344
tal 2	113	459	793	Ø	2429
tal 3	108	516	711	1402	2259
cal 1	112	440	703	1357	2173
cal 2	110	410	666	1448	2296
cal 3	107	432	719	1427	2315

Valores absolutos dos Formantes de [a] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	210	634	1153	1843	2778
pau 2	218	652	1063	1758	2797
pau 3	214	642	1086	1918	2788
mal 1	222	688	1125	1984	2939
mal 2	219	680	1096	1975	3034
mal 3	213	661	1027	2060	2996
sal 1	218	653	1068	1965	2873
sal 2	219	651	1088	1965	2939
sal 3	217	690	1030	1899	3015
tal 1	223	671	1134	2003	2901
tal 2	209	652	1153	1994	2826
tal 3	217	642	1086	1956	2608
cal 1	209	652	1030	2032	2731
cal 2	209	633	1030	2060	2816
cal 3	197	671	1058	2126	2769

Valores absolutos dos Formantes de [w] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	229	453	699	1568	3100
pau 2	232	434	706	1398	3050
pau 3	231	438	727	1398	3279
mal 1	224	363	675	1455	3119
mal 2	231	418	783	1389	3270
mal 3	239	441	718	1427	3241
sal 1	244	471	760	1311	3270
sal 2	234	435	727	1427	3232
sal 3	229	374	667	1370	3147
tal 1	231	396	699	1389	3270
tal 2	234	443	683	1307	3109
tal 3	233	395	776	1365	3081
cal 1	240	439	722	1219	2986
cal 2	240	444	737	1389	3137
cal 3	241	472	737	1266	3052

Valores absolutos dos Formantes de [a] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	172	688	1058	1979	2693
pau 2	172	688	1045	1918	2693
pau 3	163	661	1032	1892	2580
mal 1	185	738	1111	1931	2792
mal 2	185	727	1111	1934	2897
mal 3	182	727	1058	2011	2818
sal 1	174	701	1058	1799	2871
sal 2	177	714	1045	1786	2765
sal 3	176	688	1085	1865	2858
tal 1	183	714	1098	1826	2739
tal 2	167	661	1005	1931	2884
tal 3	176	701	1058	1931	2859
cal 1	176	701	1058	2090	Ø
cal 2	177	701	992	1971	Ø
cal 3	188	754	1071	1981	Ø

Valores absolutos dos Formantes de [w] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pau 1	189	401	752	1587	2649
pau 2	179	542	899	1442	2514
pau 3	176	516	860	1495	2620
mal 1	183	542	926	1468	2765
mal 2	176	529	873	1402	2646
mal 3	171	502	860	1372	2672
sal 1	177	512	886	1429	2699
sal 2	173	490	863	1402	2672
sal 3	176	516	863	1389	2567
tal 1	180	529	899	1534	2686
tal 2	179	529	913	1442	2739
tal 3	176	502	860	1336	2818
cal 1	182	542	913	1455	2580
cal 2	181	529	926	1455	2553
cal 3	183	555	926	1468	2544

Valores absolutos dos Formantes de [e] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
sei 1	134	389	1070	1890	2542	3128
sei 2	122	379	1115	1852	2495	3147
sei 3	122	396	1096	1729	2448	3062
frei 1	134	415	1077	1776	2561	3251
frei 2	115	434	1086	1795	2533	
frei 3	118	433	1068	1748	2514	3213
lei 1	130	392	1034	1909	2599	3312
lei 2	116	453	1068	1805	2561	3156
lei 3	118	368	1049	2003	2580	3223
dei 1	134	395	1083	1881	2580	3289
dei 2	123	359	1030	1965	2627	3185
dei 3	120	368	1051	1889	2632	3364
rei 1	126	366	1034	1896	2589	3175
rei 2	118	368	1077	1899	2504	3109
rei 3	110	453	1143	1890	2542	3166

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	134	278	1046	2053	2741
sei 2	127	267	1037	2126	2684
sei 3	123	245	1039	2202	2761
frei 1	142	322	1001	2136	2712
frei 2	130	265	1068	2051	2655
frei 3	132	283	1077	2098	2731
lei 1	140	270	1022	2173	2773
lei 2	133	277	1049	2106	2665
lei 3	126	293	1039	2117	2712
dei 1	141	288	977	2145	2712
dei 2	128	251	1134	2079	2684
dei 3	130	244	1049	2041	2684
rei1	138	276	1049	2069	2741
rei2	130	259	1058	2117	2637
rei3	126	257	1124	2164	2655

Valores absolutos dos Formantes de [e] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	177	453	1049	2381	3062
sei 2	170	472	1020	2410	3005
sei 3	170	487	1039	2192	2992
frei 1	183	406	1115	2169	2916
frei 2	187	414	982	2145	2835
frei 3	181	369	1077	2169	2930
lei 1	185	349	935	2192	3175
lei 2	179	378	907	2438	3123
lei 3	181	368	879	2414	3183
dei 1	179	364	888	2427	3034
dei 2	176	383	1058	2192	2996
dei 3	179	399	1068	2164	2920
rei 1	188	359	964	2306	3048
rei 2	186	368	982	2258	3043
rei 3	179	538	992	2466	2958

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)
sei1	179	349	963	2722
sei2	167	332	945	2741
sei3	170	333	852	2712
frei1	183	362	902	2580
frei2	183	361	919	2580
frei3	180	352	864	2655
lei1	195	378	982	2750
lei2	185	361	940	2627
lei3	188	363	954	2665
dei1	183	362	1068	2599
dei2	177	349	1024	2674
dei3	177	364	887	2608
rei1	185		959	2637
rei2	188	368	964	2655
rei3	184	368	945	2627

Valores absolutos dos Formantes de [e] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	170	377	1020	2060	2741
sei 2	187	365	982	1899	Ø
sei 3	172	384	888	1975	2797
frei 1	167	463	1039	2032	2797
frei 2	173	327	1058	1918	2778
frei3	162	427	1124	1947	2674
lei 1	165	360	1011	2088	2826
lei 2	153	444	1134	2022	2730
lei 3	162	425	1165	2117	2797
dei 1	169	342	1030	2060	2901
dei 2	166	378	1105	2003	2769
dei 3	158	352	1143	1918	2750
rei 1	181	386	1089	2183	2958
rei 2	178	341	1115	2060	2854
rei 3	159	434	1077	2126	2901

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	200	359	1020	2296	2996
sei 2	202	335	1020	2372	2977
sei 3	184	352	941	2325	2920
frei 1	207	369	1028	2315	3081
frei 2	191	360	960	2315	2826
frei 3	191	330	1115	2305	2854
lei 1	190	321	1086	2344	2930
lei 2	177	330	1134	2268	3074
lei 3	183	349	1115	2381	2835
dei 1	193	372	1134	2344	3005
dei 2	183	359	1124	2315	2826
dei 3	170	330	1150	2249	2901
rei 1	199	302	1190	2444	3015
rei 2	183	345	1136	2577	2930
rei 3	170	340	1190	2268	2920

Valores absolutos dos Formantes de [e] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	211	401	1049	2551	3204
sei 2	219	403	1039	2438	3270
sei 3	215	415	1068	2381	3223
frei 1	215	426	1020	2457	3034
frei 2	210	496	1030	2264	3020
frei 3	218	416	1086	2203	3024
lei 1	214	434	1058	2410	2986
lei 2	203	456	1003	2419	3062
lei 3	212	434	1068	2457	2977
dei 1	200	401	1011	2400	3024
dei 2	206	406	1011	2391	3052
dei 3	205	492	1030	2448	3119
rei 1	212	425	964	2542	3005
rei 2	203	395	973	2484	3071
rei 3	207	376	1039	Ø	3024

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	244	304	992	2693	Ø
sei 2	239	482	954	2608	Ø
sei 3	231	444	935	2656	Ø
frei 1	237	463	973	2627	3147
frei 2	231	406	982	2778	3241
frei 3	237	380	973	2854	3298
lei 1	237	453	969	2835	3374
lei 2	214	434	1059	2712	3251
lei 3	233	425	982	2750	3204
dei 1	227	444	954	2788	3431
dei 2	231	387	945	2778	3279
dei 3	227	434	926	2731	Ø
rei 1	231	425	926	2778	3260
rei 2	231	379	945	2797	Ø
rei 3	239	482	964	2886	Ø

Valores absolutos dos Formantes de [e] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
sei 1	115	338	1030	2079	2279	3129
sei 2	111	444	1034	1947	1947	3194
sei 3	113	347	954	1994	1994	
frei 1	105	405	1030	1984	1984	3241
frei 2	108	343	1002	1997	1997	3128
frei 3	108	387	1011	2069	2069	
lei 1	105	349	954	2051	2051	3185
lei 2	101	368	954	2032	2032	3185
lei 3	111	332	937	2057	2057	
dei 1	113	330	982	2164	2163	3270
dei 2	101	393	1011	1928	1928	3175
dei 3	98	368	995	2035	2035	3298
rei 1	101	396	982	2126	2126	3228
rei 2	101	379	1009	2106	2106	3119
rei 3	104	396	978	2038	2038	3177

Valores absolutos dos Formantes de /j/ para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)
sei1	131	264	935	2240
sei2	121	254	1034	2249
sei3	127	246	959	2258
frei1	115	230	1030	2344
frei2	115	236	978	2306
frei3	122	259	1039	2230
lei1	115	226	964	2353
lei2	118	238	963	2306
lei3	120	250	985	2277
dei1	120	245	992	2315
dei2	109	293	1032	2197
dei3	108	274	1096	2296
rei1	111	263	982	2325
rei2	106	214	1029	2334
rei3	109	264	1011	2306

Valores absolutos dos Formantes de [e] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
sei 1	130	387	1049	1991	2722
sei 2	126	406	1058	2032	2826
sei 3	134	392	1005	2003	2835
	135	396	1030	2060	2769
frei 1					
frei 2	134	400	1105	2069	2835
frei 3	128	392	1020	2041	2797
	128	368	1011	2183	2778
lei 1					
lei 2	128	415	1039	2117	2797
lei 3	120	378	1039	2173	2788
	128	376	1016	2211	2873
dei 1					
dei 2	135	386	1058	2168	2826
dei 3	135	395	1066	2249	2958
	127	374	1086	2155	2807
rei 1					
rei 2	133	371	1043	2230	2958
rei 3	138	390	1070	2221	2882

Valores absolutos dos Formantes de /j/ para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)
sei1	124	255	1058	2438
sei2	125	255	1049	2419
sei3	115	238	1068	2542
frei1	111	235	1033	2448
frei2	115	276	1068	2438
frei3	117	238	1068	2438
lei1	116	239	1011	2466
lei2	124	266	1039	2438
lei3	172	331	1047	2570
dei1	128	269	1030	2485
dei2	127	246	1049	2466
dei3	124	249	1017	2517
rei1	157	307	1017	2419
rei2	164	322	1027	2485
rei3	122	255	1042	2457

APÊNDICE II – VALORES ABSOLUTOS DOS
FORMANTES DOS DITONGOS NASAIS

Valores absolutos dos Formantes de [ã] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM(Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
pão 1	144	472	954	1502	2514	3952
pão 2	109	538	1001	1540	2542	3043
pão 3	114	468	935	1483	2495	3081
mão 1	120	595	964	1540	2202	2722
mão 2	116	510	926	1455	Ø	3034
mão 3	102	519	935	1427	Ø	Ø
são 1	120	511	1077	1440	2574	Ø
são 2	115	476	1224	1485	2529	3209
são 3	111	465	1156	1451	2586	3209
tão 1	123	487	1122	1503	2620	Ø
tão 2	125	533	1122	1553	2676	Ø
tão 3	121	487	1145	1565	2665	3266
cão 1	123	487	1054	1689	2381	Ø
cão 2	118	499	1066	1451	2223	3141
cão 3	116	476	1088	1678	2279	Ø

Valores absolutos dos Formantes de [õ] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pão 1	128	Ø	765	1427	3147
pão 2	128	Ø	765	1474	3052
pão 3	122	Ø	841	1474	2901
mão 1	141	567	Ø	1408	Ø
mão 2	132	500	793	1389	Ø
mão 3	118	499	714	1463	Ø
são 1	129	521	771	1429	Ø
são 2	119	499	816	1372	Ø
são 3	130	510	739	1383	Ø
tão 1	129	533	Ø	1440	Ø
tão 2	118	487	827	1451	Ø
tão 3	132	533	805	1440	Ø
cão 1	132	521	782	1361	Ø
cão 2	124	512	779	1258	Ø
cão 3	122	499	759	1361	Ø

Valores absolutos dos Formantes de [ã] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
pão 1	217	435	869	1550	2514	3052
pão 2	209	425	828	1606	2466	3232
pão 3	178	586	841	1635	2561	3052
mão 1	205	424	814	1616	2703	3090
mão 2	176	Ø	689	1786	2674	3052
mão 3	178	697	901	1625	2731	3137
são 1	172	472	879	1748	2816	3648
são 2	170	494	847	1591	2759	3137
são 3	170	469	860	1606	2788	3015
tão 1	187	548	945	1710	2882	Ø
tão 2	190	415	964	1644	2655	Ø
tão 3	182	491	916	1663	2731	Ø
cão 1	189	344	821	1720	2500	3036
cão 2	185	364	785	1784	2283	2979
cão 3	179	482	892	1693	2434	2994

Valores absolutos dos Formantes de [ã̃] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
pão 1	240	416	708	1209	2022	3071
pão 2	190	380	781	Ø	2674	3109
pão 3	190	392	784	1348	2892	3128
mão 1	215	642	Ø	1285	2240	3016
mão 2	181	402	727	Ø	Ø	2967
mão 3	187	376	728	1102	Ø	3015
são 1	181	321	809	1427	3100	Ø
são 2	182	329	717	1193	2996	Ø
são 3	180	330	730	1267	3005	Ø
tão 1	199	341	616	1171	2835	Ø
tão 2	177	467	877	1540	2816	Ø
tão 3	172	516	860	Ø	2939	Ø
cão 1	181	336	722	1429	2911	Ø
cão 2	175	294	725	1376	2843	Ø
cão 3	170	544	863	1376	2752	Ø

Valores absolutos dos Formantes de /ã/ para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pão 1	196	592	982	1720	2778
pão 2	190	567	964	1719	2863
pão 3	183	528	917	1817	2769
mão 1	192	768	∅	1890	3137
mão 2	189	760	958	2041	3015
mão 3	190	775	937	∅	3062
são 1	204	639	1031	1635	3090
são 2	199	642	1030	1776	2986
são 3	199	603	1032	1767	3015
tão 1	194	551	979	1960	2939
tão 2	197	567	1011	1994	2996
tão 3	195	595	982	1965	2958
cão 1	194	604	964	2145	2712
cão 2	195	648	952	2139	2725
cão 3	195	604	935	2061	2693

Valores absolutos dos Formantes de [ã̃] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
pão 1	194	775	∅	1775	3308	3969
pão 2	190	737	∅	1852	3175	3818
pão 3	183	746	∅	1852	3308	3903
mão 1	203	816	∅	1606	∅	∅
mão 2	193	775	∅	1767	3298	∅
mão 3	195	775	∅	1625	3534	∅
são 1	190	765	∅	1455	3402	∅
são 2	185	765	∅	1899	3355	∅
são 3	189	744	∅	1691	3563	∅
tão 1	189	746	∅	1862	3279	3998
tão 2	198	793	∅	1446	3317	3818
tão 3	193	765	∅	1465	3128	3865
cão 1	193	775	∅	1880	3081	3837
cão 2	193	745	∅	1746	3268	3837
cão 3	189	945	∅	1710	3251	3790

Valores absolutos dos Formantes de [ã] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
pão 1	217	407	1058	1833	2835	3913
pão 2	209	406	1039	1786	2788	3780
pão 3	229	453	952	1663	2759	3856
mão 1	219	699	1086	1984	3024	3884
mão 2	221	708	1124	1965	2873	3752
mão 3	232	689	973	1852	2958	3922
são 1	231	462	1162	1862	3024	∅
são 2	220	442	1115	1967	3090	∅
são 3	219	435	1116	1975	3052	∅
tão 1	223	443	1124	2003	3052	∅
tão 2	228	463	1143	2051	2986	∅
tão 3	223	444	1200	2060	2967	∅
cão 1	228	463	935	2003	2797	∅
cão 2	226	443	907	2448	2911	∅
cão 3	220	435	847	1998	2882	3964

Valores absolutos dos Formantes de [ã̃] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
pão 1	223	∅	888	1586	2920	3809
pão 2	213	∅	850	1710	3024	3913
pão 3	219	∅	879	1758	2873	3856
mão 1	219	∅	869	1937	3100	3950
mão 2	226	∅	906	1824	2958	3865
mão 3	220	∅	870	1947	2892	3875
são 1	221	661	879	1559	3128	3761
são 2	218	∅	869	1521	2911	3827
são 3	218	∅	869	1493	3043	3969
tão 1	225	∅	907	1795	2986	3931
tão 2	228	∅	916	1597	3005	∅
tão 3	223	∅	916	1568	3081	∅
cão 1	290	669	935	1616	3020	3931
cão 2	219	658	893	1521	3119	∅
cão 3	226	652	935	1559	2967	3894

Valores absolutos dos Formantes de [ã] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
pão 1	105	401	766	1587	2542	2930
pão 2	114	431	849	1561	2419	2945
pão 3	123	490	908	1534	2372	3005
mão 1	104	Ø	746	1720	2703	3270
mão 2	113	567	784	1559	2665	Ø
mão 3	130	529	888	1625	2589	3667
são 1	111	462	1065	Ø	2797	3667
são 2	115	472	1086	1606	2627	3364
são 3	117	567	907	1493	2580	3052
tão 1	112	472	1077	1644	2533	3591
tão 2	113	479	1122	1582	2637	Ø
tão 3	114	491	937	1635	2608	3024
cão 1	111	444	879	1824	2438	2844
cão 2	111	434	Ø	1720	2488	2882
cão 3	113	441	799	1723	2419	3156

Valores absolutos dos Formantes de [õ] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
pão 1	123	622	Ø	1446	2741	2741
pão 2	142	567	Ø	Ø	2637	3468
pão 3	134	671	Ø	Ø	2580	3459
mão 1	120	652	Ø	1558	2816	Ø
mão 2	128	694	Ø	1483	2693	3185
mão 3	128	595	Ø	Ø	2580	3487
são 1	114	576	803	Ø	Ø	2750
são 2	120	472	826	1559	Ø	2599
são 3	118	652	Ø	1478	Ø	2644
tão 1	126	614	Ø	Ø	2258	2863
tão 2	118	589	Ø	1427	Ø	2863
tão 3	125	595	Ø	Ø	2251	3638
cão 1	124	614	Ø	1521	2476	Ø
cão 2	122	623	Ø	1427	Ø	3553
cão 3	122	680	Ø	1455	2920	3601

Valores absolutos dos Formantes de [ã] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
pão 1	122	455	904	∅	2655	3922
pão 2	137	534	840	1753	2646	∅
pão 3	124	508	886	1790	2703	3601
mão 1	111	253	897	∅	2665	3270
mão 2	119	172	712	∅	2637	3402
mão 3	107	263	860	1625	2741	3308
são 1	140	472	1020	1776	2665	3525
são 2	140	376	1049	1739	2722	∅
são 3	127	501	1030	1748	2693	∅
tão 1	141	444	992	1724	2693	∅
tão 2	144	463	1020	1748	2684	3544
tão 3	123	452	942	1720	2722	∅
cão 1	146	453	850	1918	2504	3402
cão 2	153	444	778	1862	2551	∅
cão 3	124	495	862	1967	2551	∅

Valores absolutos dos Formantes de [ã̃] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
pão 1	147	528	879	1578	2788	3553
pão 2	151	603	∅	1420	2831	3665
pão 3	148	775	∅	1663	∅	3745
mão 1	154	448	767	1550	2788	3431
mão 2	130	529	926	1802	2715	∅
mão 3	130	755	∅	1710	2892	∅
são 1	146	604	∅	1247	2769	3232
são 2	146	586	∅	1344	2759	∅
são 3	111	633	∅	1172	2900	3516
tão 1	158	576	∅	1417	2722	3185
tão 2	138	548	∅	1275	2750	3374
tão 3	118	775	∅	1578	2863	3563
cão 1	154	614	∅	1416	2722	3440
cão 2	134	576	∅	1332	2589	3497
cão 3	110	708	∅	1635	2807	3648

Valores absolutos dos Formantes de [ẽ] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (HZ)
tem 1	Ø	396	1086	1871	2541	3119
tem 2	132	338	1061	1719	2429	3043
tem 3	127	378	1077	1729	2476	3137
sem 1	122	414	1101	1748	2448	3119
sem 2	144	390	1095	1670	2344	Ø
sem 3	128	411	1081	1624	2372	3100
bem 1	112	406	1105	1852	2580	3223
bem 2	122	395	1150	1740	2438	3223
bem 3	112	444	1086	1805	2580	3166
amém 1	108	482	1096	1776	2504	3270
amém 2	118	491	1049	1909	2608	3289
amém 3	118	510	1086		2457	3223
além 1	111	457	962	1810	2674	3251
além 2	118	463	992	1795	2551	3228
além 3	109	403	963	1847	2608	3137

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	Ø	420	1068	2088	2778
tem 2	141	510	1039	2227	2758
tem 3	122	500	1030	2149	2769
sem 1	122	529	1077	2363	2797
sem 2	151	500	1011	1947	2627
sem 3	124	506	1068	2088	2599
bem 1	116	426	1086	2230	2816
bem 2	147	410	1051	2391	2769
bem 3	140	472	1030	2020	2741
amém 1	122	434	1049	2211	2693
amém 2	146	453	1068	2164	2665
amém 3	135	491	1097	2126	2731
além 1	124	472	1115	2353	2778
além 2	141	482	1011	2032	2646
além 3	128	463	916	2013	2684

Valores absolutos dos Formantes de [ẽ] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
tem 1	190	382	998	1905	2824	4162
tem 2	161	405	1066	1826	2654	4071
tem 3	181	311	1100	1871	2767	4049
sem 1	169	516	1005	2130	2844	4247
sem 2	170	568	1018	1865	2699	4181
sem 3	170	529	1032	1931	2739	4353
bem 1	165	502	1018	2024	2844	3453
bem 2	151	476	1058	1984	2739	3506
bem 3	159	476	1005	1958	2699	3638
amém 1	186	370	1111	1733	2739	4287
amém 2	174	295	1045	2117	2831	4194
amém 3	176	310	1005	2179	2831	4327
além 1	170	542	1005	2024	2778	4155
além 2	170	516	926	1971	2752	4115
além 3	169	516	1005	1957	2739	4260

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
tem 1	170	315	1020	1815	2404	2994
tem 2	155	419	934	1848	2517	2926
tem 3	171	344	1100	1739	2514	2805
sem 1	179	245	979	1799	2593	2858
sem 2	165	224	1018	1852	2540	2844
sem 3	166	251	1018	1826	2527	2792
bem 1	170	344	860	∅	2275	2937
bem 2	164	357	952	∅	2328	2805
bem 3	160	331	913	∅	2275	2752
amém 1	190	291	952	1812	∅	2672
amém 2	182	261	965	1759	∅	2739
amém 3	174	274	939	1799	2448	2818
além 1	179	268	979	1852	2527	2792
além 2	176	246	926	1865	2487	2844
além 3	172	357	1045	1905	2461	2765

Valores absolutos dos Formantes de [ẽ] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
tem 1	178	514	987	2003	2882	4489
tem 2	174	524	1077	2079	2854	Ø
tem 3	183	614	1068	2098	2996	Ø
sem 1	192	595	992	Ø	2967	Ø
sem 2	193	593	1039	1994	2911	Ø
sem 3	195	595	1014	1994	3015	Ø
bem 1	185	455	1134	2098	2873	Ø
bem 2	174	510	1077	2145	2939	Ø
bem 3	177	538	1219	2098	2835	Ø
amém 1	182	727	1153	2410	3156	Ø
amém 2	180	737	1096	2325	3147	Ø
amém 3	181	699	1096	2448	3109	Ø
além 1	178	576	909	2218	3052	Ø
além 2	176	463	935	2240	2873	Ø
além 3	179	506	920	2069	2882	Ø

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	187	756	964	2627	Ø
tem 2	176	718	1068	2627	3090
tem 3	170	737	1039	2788	3156
sem 1	188	727	973	2816	Ø
sem 2	188	765	1011	2826	Ø
sem 3	185	746	1039	2665	3137
bem 1	183	699	1011	2372	3081
bem 2	178	689	982	2627	3024
bem 3	176	708	1055	2722	3175
amém 1	180	718	1086	2911	3251
amém 2	176	708	1077	2674	3175
amém 3	176	689	1071	2712	3213
além 1	170	698	Ø	2863	Ø
além 2	171	708	1041	2911	3251
além 3	179	623	935	2863	3327

Valores absolutos dos Formantes de [ẽ] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	234	482	1124	2353	3109
tem 2	242	469	991	2419	3137
tem 3	59	470	1049	2373	3090
sem 1	221	463	∅	2175	2854
sem 2	231	543	1124	∅	3232
sem 3	224	420	1124	2268	3119
bem 1	223	448	1096	2268	2911
bem 2	207	417	1213	2334	2901
bem 3	211	424	1068	2344	2797
amém 1	219	483	1031	2445	3248
amém 2	220	525	1087	2292	3104
amém 3	214	538	1015	2416	3152
além 1	219	519	976	2386	3156
além 2	221	459	995	2522	3064
além 3	226	473	1006	2486	3092

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	233	387	957	2816	3317
tem 2	228	416	924	2759	3336
tem 3	229	389	931	2759	3232
sem 1	219	∅	820	2704	3338
sem 2	224	312	1020	2930	∅
sem 3	215	∅	1082	2826	∅
bem 1	223	417	889	2684	∅
bem 2	231	414	920	2797	∅
bem 3	233	447	940	2826	∅
amém 1	231	417	952	2831	3372
amém 2	223	404	984	2794	3317
amém 3	218	∅	901	2849	3243
além 1	224	479	924	2734	3237
além 2	227	438	957	2837	3213
além 3	231	467	961	2799	3248

Valores absolutos dos Formantes de [ẽ] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	113	462	1006	1909	∅
tem 2	122	477	993	1897	∅
tem 3	122	490	1046	1824	2504
sem 1	111	449	1066	1688	∅
sem 2	111	531	1078	1651	2589
sem 3	108	505	982	1776	2438
bem 1	101	385	1066	1928	2438
bem 2	99	408	1055	1835	2504
bem 3	107	391	969	2053	2589
amém 1	97	482	1039	2060	2618
amém 2	98	476	1056	2060	2637
amém 3	97	491	1134	1965	2655
além 1	97	491	964	1975	2646
além 2	96	517	987	1832	2684
além 3	96	440	1013	1949	2637

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	126	∅	718	2155	3137
tem 2	134	255	975	2211	2920
tem 3	129	∅	964	2240	2844
sem 1	117	282	956	1832	∅
sem 2	112	235	926	2334	2741
sem 3	112	287	961	2306	2797
bem 1	116	310	949	2211	2769
bem 2	112	220	783	2211	2655
bem 3	109	255	954	2287	2607
amém 1	109	215	982	2306	2769
amém 2	109	222	1011	2410	2807
amém 3	104	223	1096	2221	2863
além 1	96	236	891	2344	2893
além 2	104	∅	802	2344	2844
além 3	103	240	928	2240	2911

Valores absolutos dos Formantes de [ẽ] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
tem 1	134	543	973	1805	2618	3856
tem 2	130	543	981	1880	2655	3856
tem 3	124	501	1030	1839	2608	3884
sem 1	127	509	1008	1701	2580	3998
sem 2	133	500	1049	1786	2551	3922
sem 3	131	529	1077	1776	2655	3733
bem 1	115	463	1124	1956	2674	3695
bem 2	111	463	1162	1918	2646	3733
bem 3	114	426	1119	1904	2684	3742
amém 1	133	510	1096	2088	2797	3846
amém 2	118	463	1134	1918	2640	3733
amém 3	118	444	1058	2022	2844	3742
além 1	118	586	1001	1767	2419	3648
além 2	111	472	1020	2079	2788	Ø
além 3	112	438	1020	1805	2703	Ø

Valores absolutos dos Formantes de [j] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	134	576	1020	2183	3062
tem 2	148	455	988	2334	3327
tem 3	140	548	1096	2485	3327
sem 1	123	463	1039	2363	3119
sem 2	151	431	1004	2448	3166
sem 3	134	463	1088	2533	3223
bem 1	118	473	1001	2381	3270
bem 2	119	422	1008	2391	3289
bem 3	122	359	1030	2448	3279
amém 1	120	500	1037	2476	3376
amém 2	111	388	1008	2353	3317
amém 3	110	412	1049	2429	3421
além 1	124	423	992	2372	3270
além 2	127	540	1001	2400	3393
além 3	115	519	1066	2410	3170

APÊNDICE III – VALORES ABSOLUTOS DOS
FORMANTES DOS APÊNDICES NAsAIS

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ãw̃] para o sujeito OD:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pão 1	132	532	∅	1436	3005
pão 2	132	607	∅	1454	∅
pão 3	125	643	∅	∅	2778
mão 1	134	519	∅	1446	1947
mão 2	130	510	∅	1408	2079
mão 3	116	567	∅	1417	2211
são 1	125	533	∅	1417	2109
são 2	111	623	∅	1383	2427
são 3	132	533	793	1281	∅
tão 1	125	623	∅	1451	2336
tão 2	122	601	∅	1315	2200
tão 3	132	544	∅	1270	2064
cão 1	132	521	∅	1258	∅
cão 2	124	550	884	1379	∅
cão 3	120	514	847	1315	∅

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ãw̃] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pão 1	266	306	759	1587	2287
pão 2	238	472	663	1489	∅
pão 3	220	340	667	1389	∅
mão 1	226	∅	658	1443	2684
mão 2	212	∅	538	1587	2192
mão 3	211	∅	625	1386	2136
são 1	207	357	661	1328	2051
são 2	208	325	673	1417	2128
são 3	206	287	651	1483	2051
tão 1	215	489	852	1559	2296
tão 2	202	478	942	1635	2183
tão 3	215	487	∅	1429	∅
cão 1	224	556	914	∅	∅
cão 2	196	599	1171	∅	∅
cão 3	211	∅	1025	1544	∅

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ãw̃] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	FM (Hz)	F1 (Hz)
pão 1	202	819	1625
pão 2	200	616	1540
pão 3	192	698	1331
mão 1	195	604	Ø
mão 2	194	628	1427
mão 3	197	720	Ø
são 1	192	695	1379
são 2	183	721	1309
são 3	191	783	Ø
tão 1	190	588	1342
tão 2	196	607	1436
tão 3	195	587	1370
cão 1	193	634	1417
cão 2	198	611	1348
cão 3	193	725	1427

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ãw̃] para o sujeito RC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)
pão 1	245	508	1000	Ø
pão 2	227	540	1000	Ø
pão 3	229	470	894	Ø
mão 1	241	703	1031	Ø
mão 2	234	735	1118	Ø
mão 3	Ø	Ø	Ø	Ø
são 1	238	519	1058	Ø
são 2	243	722	Ø	1922
são 3	Ø	Ø	Ø	Ø
tão 1	247	501	1052	1673
tão 2	249	729	1119	Ø
tão 3	240	718	1112	Ø
cão 1	239	735	Ø	1967
cão 2	227	697	Ø	Ø
cão 3	246	733	Ø	Ø

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ãw̃] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
pão 1	114	218	645	1499	∅
pão 2	169	∅	661	1390	2570
pão 3	137	203	568	1461	2599
mão 1	116	240	679	1436	2722
mão 2	122	160	708	1483	2558
mão 3	128	203	516	1183	1928
são 1	118	208	644	1408	2608
são 2	119	206	559	1534	2655
são 3	121	182	606	1385	2797
tão 1	122	228	621	∅	∅
tão 2	104	141	671	1578	2846
tão 3	114	175	588	1476	∅
cão 1	116	188	614	1521	2476
cão 2	115	∅	595	1593	∅
cão 3	111	23	576	∅	4248

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ãw̃] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	FM (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
pão 1	∅	155	489	1228	∅	2996
pão 2	∅	189	567	∅	∅	2892
pão 3	∅	158	654	∅	∅	2712
mão 1	95	161	468	1153	1862	2939
mão 2	∅	153	595	1379	∅	2807
mão 3	90	171	576	1086	1871	2958
são 1	87	156	399	1095	∅	2826
são 2	101	194	519	1161	∅	2939
são 3	88	170	702	∅	∅	3005
tão 1	91	170	519	1115	∅	2769
tão 2	92	170	531	1004	1852	2901
tão 3	96	136	612	1152	1965	∅
cão 1	102	191	496	1123	∅	2533
cão 2	98	178	500	1068	∅	2551
cão 3	120	141	567	1154	∅	2533

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ẽj] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	FM (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
tem 1	147	1086	2003	2615
tem 2	135	973	2173	2580
tem 3	135	964	2183	Ø
sem 1	155	954	2173	Ø
sem 2	132	839	2202	2703
sem 3	126	1001	2173	2703
bem 1	152	935	1880	2410
bem 2	138	718	Ø	Ø
bem 3	119	1030	2260	Ø
amém 1	152	1065	2372	Ø
amém 2	140	644	2315	Ø
amém 3	140	1001	2317	Ø
além 1	147	1030	2211	Ø
além 2	133	1037	2353	Ø
além 3	124	1017	2296	Ø

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ẽj] para o sujeito PL:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	FM (Hz)	F3 (Hz)	F4 (Hz)
tem 1	206	255	595	1168	1848	2914
tem 2	179	215	555	Ø	1828	2824
tem 3	183	251	Ø	Ø	1852	2646
sem 1	200	238	Ø	1005	1799	2871
sem 2	177	251	Ø	913	1787	2778
sem 3	183	383	Ø	991	1758	Ø
bem 1	184	362	Ø	913	1865	2752
bem 2	172	246	Ø	1111	1826	2487
bem 3	169	281	Ø	860	1812	2487
amém 1	100	262	Ø	1089	1799	Ø
amém 2	186	204	Ø	915	1654	Ø
amém 3	177	294	Ø	926	1759	2646
além 1	189	270	Ø	952	1879	2725
além 2	198	221	Ø	1028	1773	2752
além 3	194	255	Ø	1032	1984	2897

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ẽj] para o sujeito LC:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)
tem 1	180	Ø	888	2170
tem 2	174	Ø	780	2240
tem 3	171	Ø	888	2211
sem 1	183	215	887	2155
sem 2	180	Ø	930	2079
sem 3	180	Ø	Ø	2079
bem 1	175	Ø	857	2076
bem 2	178	Ø	841	2069
bem 3	171	Ø	1046	2095
amém 1	178	Ø	1085	Ø
amém 2	174	Ø	855	2107
amém 3	170	Ø	1072	Ø
além 1	170	Ø	813	2100
além 2	170	Ø	782	Ø
além 3	172	Ø	1217	Ø

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ẽj] para o sujeito RT:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)	F2 (Hz)	F3 (Hz)
tem 1	248	Ø	992	Ø	Ø
tem 2	262	621	983	Ø	Ø
tem 3	242	Ø	960	Ø	Ø
sem 1	235	Ø	947	2540	3079
sem 2	249	Ø	964	1871	Ø
sem 3	225	Ø	1114	Ø	Ø
bem 1	256	689	1027	Ø	Ø
bem 2	261	Ø	737	2599	Ø
bem 3	261	Ø	971	Ø	Ø
amém 1	260	315	854	Ø	3135
amém 2	248	Ø	912	Ø	3204
amém 3	236	Ø	933	2749	Ø
além 1	250	343	960	Ø	3060
além 2	249	312	953	Ø	3248
além 3	242	343	932	2541	3133

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ẽ] para o sujeito BH:

Repetição	F0 (Hz)	F1 (Hz)	FM (Hz)	F2 (Hz)
tem 1	129	191	920	1679
tem 2	136	213	947	1387
tem 3	134	Ø	808	1786
sem 1	118	198	926	2098
sem 2	127	212	900	Ø
sem 3	110	196	985	Ø
bem 1	111	215	823	1432
bem 2	122	217	947	1908
bem 3	109	230	897	1315
amém 1	111	217	916	Ø
amém 2	99	122	955	1680
amém 3	103	174	756	1323
além 1	109	208	815	1333
além 2	96	Ø	883	Ø
além 3	102	196	728	1462

Valores absolutos dos Formantes do apêndice nasal de [ẽ] para o sujeito LZ:

Repetição	F0 (Hz)	FM(Hz)	F1 (Hz)	F2 (Hz)
tem 1	103	1086	1975	2646
tem 2	91	1086	1928	2665
tem 3	88	992	1984	2769
sem 1	86	935	1852	2646
sem 2	94	1039	1871	2584
sem 3	102	1068	1918	2684
bem 1	94	1001	1956	2637
bem 2	88	1001	2126	2655
bem 3	84	1039	Ø	2570
amém 1	80	1039	1956	2712
amém 2	120	1001	Ø	2551
amém 3	123	1030	Ø	2637
além 1	111	964	1814	2722
além 2	120	1001	Ø	2703
além 3	121	1068	Ø	2684

APÊNDICE IV - VALORES ABSOLUTOS DO FLUXO DE
AR NASAL

PL	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
pão 1	241	91	120	65	54	115	88	92
pão 2	268	101	111	77	96	120	104	56
pão 3	256	112	121	61	65	106	66	100
são 1	238	148	126	52	66	78	94	81
são 2	233	116	111	61	55	68	117	61
são 3	235	175	133	39	70	71	90	58
tão 1	249	178	116	80	55	81	93	94
tão 2	315	102	163	75	74	110	124	77
tão 3	326	223	127	111	83	78	124	127
cão 1	350	253	219	43	77	52	122	128
cão 2	303	111	166	59	85	69	101	94
cão 3	291	116	157	56	78	84	115	84

PL	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
tem 1	237	113	93	96	50	61	53	117
tem 2	205	135	105	44	58	76	114	41
tem 3	226	135	97	68	62	56	64	93
sem 1	211	140	105	62	53	82	68	94
sem 2	233	151	80	84	72	53	67	110
sem 3	218	128	107	55	60	60	63	85
bem 1	183	118	87	52	47	126	75	57
bem 2	250	210	117	57	70	81	73	94
bem 3	215	158	107	35	67	127	47	82

OD	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
pão 1	238	277	106	42	69	81	111	76
pão 2	253	241	117	50	73	80	122	81
pão 3	226	227	130	36	62	68	125	76
são 1	209	212	115	36	57	62	113	33
são 2	274	276	154	38	72	49	157	42
são 3	233	144	138	28	55	57	145	45
tão 1	227	184	127	44	65	71	113	61
tão 2	263	237	143	39	77	66	131	59
tão 3	277	222	131	71	84	63	136	120
cão 1	250	211	96	70	83	112	116	61
cão 2	260	177	120	59	79	114	148	60
cão 3	224	171	100	56	68	109	97	70

OD	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
tem 1	251	247	117	70	64	64	136	60
tem 2	325	372	128	98	118	82	134	62
tem 3	361	286	143	82	140	83	131	73
sem 1	306	313	127	91	88	71	120	90
sem 2	278	287	130	66	63	69	131	65
sem 3	274	185	148	43	76	63	133	98
bem 1	304	232	111	66	113	88	175	76
bem 2	302	354	117	87	96	103	170	122
bem 3	243	195	96	63	72	89	130	56
além 1	220	128	136		81	87	108	54
além 2	198	240	86	43	68	95	87	64
além 3	191	180	105	25	55	83	93	56

LC	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
pão 1	241	101	120	51	70	78	133	59
pão 2	221	170	124	59	47	91	130	82
pão 3	254	196	149	59	49	82	116	109
são 1	258	129	122	76	63	59	139	61
são 2	239	206	128	47	59	57	103	78
são 3	253	103	133	49	82	86	124	63
tão 1	241	148	84	107	53	91	120	80
tão 2	154	145	80	44	47	143	70	82
tão 3	231	109	89	95	49	65	122	89
cão 1	231	117	95	88	45	89	135	72
cão 2	267	160	139	72	59	95	124	65
cão 3	233	109	105	88	45	80	151	76

LC	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
tem 1	227	163	90	108	34	94	164	71
tem 2	223	206	84	114	32	71	147	67
tem 3	246	231	203		43	77	129	94
sem 1	213	154	172	63	47	90	83	105
sem 2	220	122	121	57	37	80	88	90
sem 3	207	190	88	85	44	72	116	62
bem 1	268	140	162	49	51	65	161	110
bem 2	215	128	113	62	46	80	87	98
bem 3	261	136	121	82	62	65	167	80
além 1	230	158	111	72	39	87	85	110
além 2	225	161	113	75	42	65	103	80
além 3	179	153	67	65	47	72	82	97

LZ	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
pão 1	499	124	203	229	60	108	138	112
pão 2	256	209	129		96	84	117	108
pão 3	344	221	195	36	107	126	134	96
são 1	303	150	134	108	74	134	96	74
são 2	221	217	126		90	129	106	67
são 3	215	187	121		92	94	99	67
tão 1	342	130	175	48	84	106	110	102
tão 2	258	164	129	48	82	93	190	67
tão 3	328	222	119	94	116	99	200	79
cão 1	279	150	114	84	90	104	128	76
cão 2	242	181	127	27	93	109	143	87
cão 3	420	205	194	108	107	119	103	110

LZ	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
tem 1	362	271	282		73	114	137	107
tem 2	466	191	137	277	62	90	169	111
tem 3	400	217	136	176	90	142	126	108
sem 1	470	194	171	257	53	153	153	34
sem 2	390	204	260	51	79	77	174	92
sem 3	369	249	151	36	102	120	133	66
bem 1	310	217	213		94	128	140	89
bem 2	417	233	230	108	63	101	173	98
bem 3	379	253	223	84	95	115	154	84
além 1	271	189	195		87	269	207	80
além 2	405	182	210	112	78	228	188	107
além 3	295	167	167	32	100	86	126	73

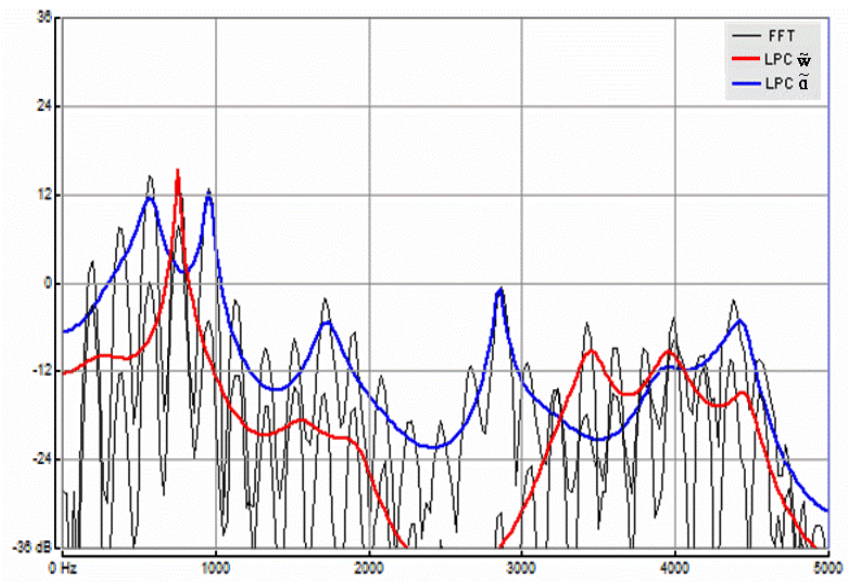
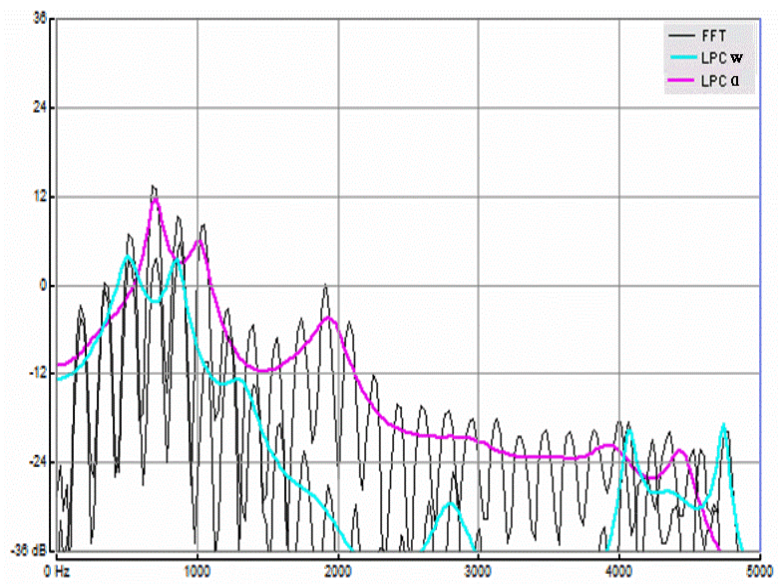
RT	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
pão 1	188	98	117		76	449	22	338
pão 2	220	101	88	76	49	324	25	356
pão 3	200	114	95	46	57	333	26	299
são 1	209	102	105	50	57	294	63	357
são 2	174	96	120		53	260	69	396
são 3	187	94	87	44	57	314	62	357
tão 1	147	79	109		35	404	32	417
tão 2	188	97	127		65	329	29	261
tão 3	189	118	75	43	74	358	29	298
cão 1	164	130	70	39	60	370	71	415
cão 2	151	162	91		58	408	61	325
cão 3	170	119	93	21	54	316	74	297

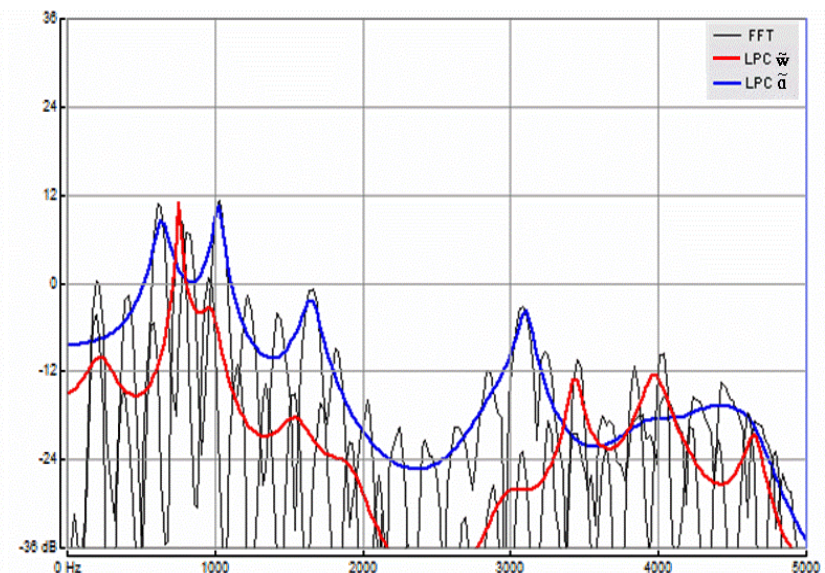
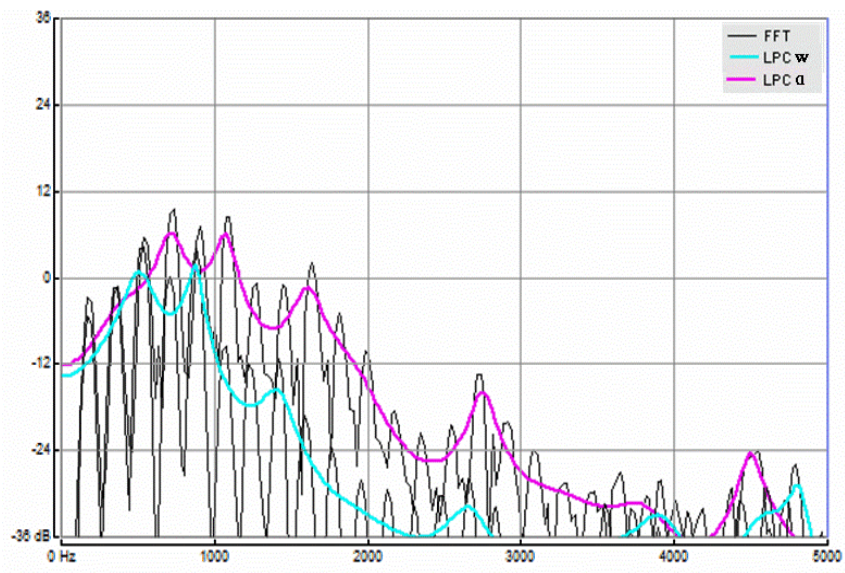
RT	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
tem 1	228	91	174		62	283	35	169
tem 2	279	90	96	120	62	340	42	233
tem 3	215	136	126	48	48	203	26	176
sem 1	222	74	73	78	53	279	197	75
sem 2	270	128	78	118	73	211	207	113
sem 3	241	117	101	89	65	212	163	124
bem 1	249	221	167		76	98	22	253
bem 2	285	171	213		71	55	26	120
bem 3	318	92	88	174	55	169	26	122
além 1	250	197	191		64	44	66	263
além 2	250	194	194		54	41	91	343
além 3	259	113	81	132	38	29	57	127

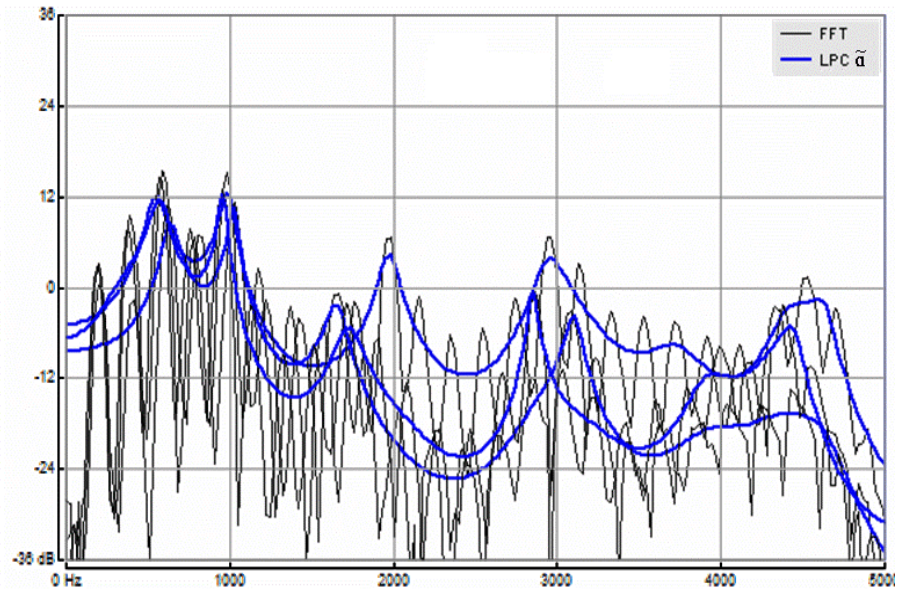
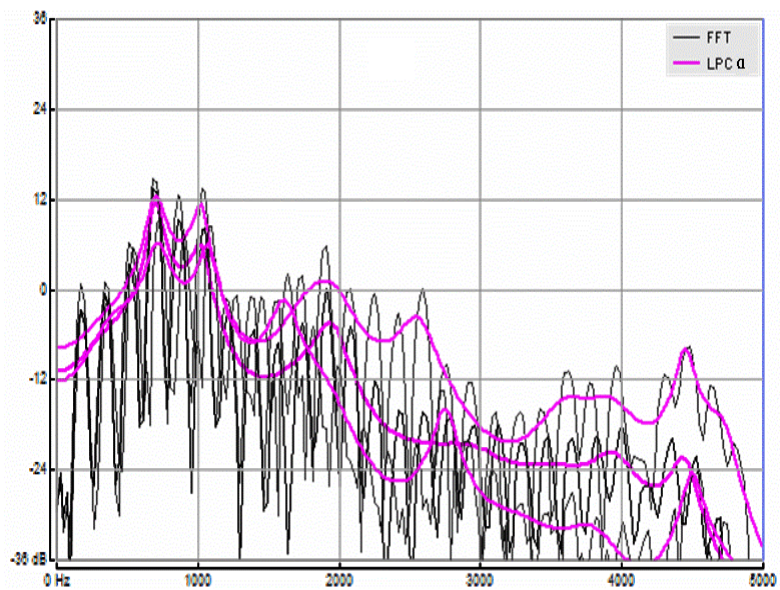
BH	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
pão 1	162	124	63	31	69	88	66	45
pão 2	264	159	127	38	95	116	86	56
pão 3	336	94	156	125	68	101	65	218
são 1	159	90	55	38	65	94	48	82
são 2	251	139	101	56	98	108	31	126
são 3	308	101	119	101	87	95	96	168
tão 1	198	100	97	39	64	100	84	63
tão 2	325	129	128	112	87	73	132	98
tão 3	301	80	142		157	108	62	86
cão 1	217	120	92	57	60	106	113	68
cão 2	377	148	158	75	151	88	102	104
cão 3	299	34	31	273	25	110	99	54

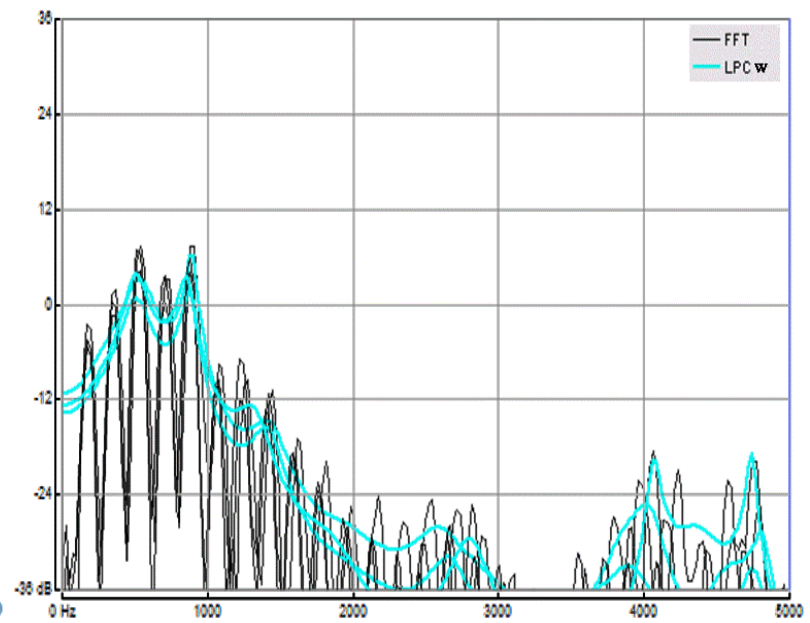
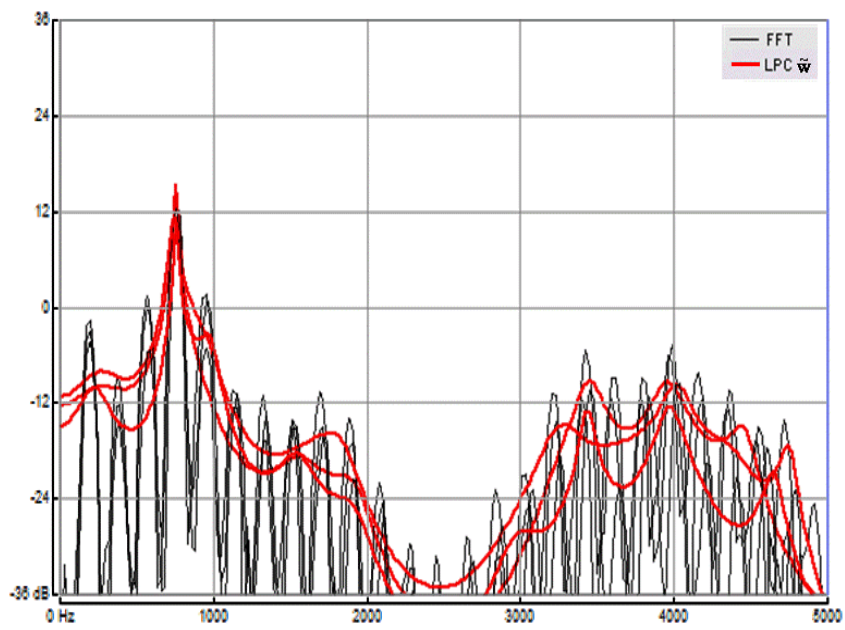
BH	Duração Total FAN <i>ms</i>	Taxa Max Nasal FAN dcm 3	Dur 1 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 2 fase FAN <i>ms</i>	Dur. 3 fase FAN <i>ms</i>	Vogal oral (Acust) <i>ms</i>	Glide nasal (Acust) <i>ms</i>	Apend. (Acust) <i>ms</i>
tem 1	316	138	108	77	137	99	61	124
tem 2	310	145	148		177	97	92	89
tem 3	284	139	103	80	102	83	108	100
sem 1	341	183	251		85	96	48	136
sem 2	261	163	61	77	119	109	73	91
sem 3	283	110	123	108	80	83	97	60
bem 1	278	152	66	124	81	100	48	84
bem 2	319	90	68	200	59	113	60	65
bem 3	241	97	37	132	72	76	69	71
amém 1	342	143	114	118	108	73	76	90
amém 2	260	113	126	57	80	74	76	106
amém 3	326	128	147	64	106	72	94	60
além 1	261	144	64	117	73	66	58	84
além 2	283	130	128	88	66	74	109	60
além 3	263	122	64	111	98	81	70	100

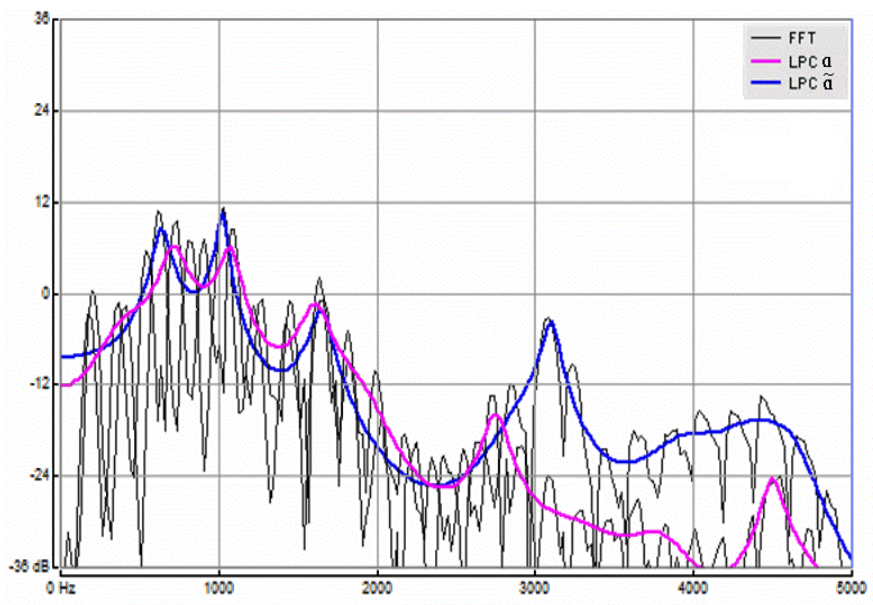
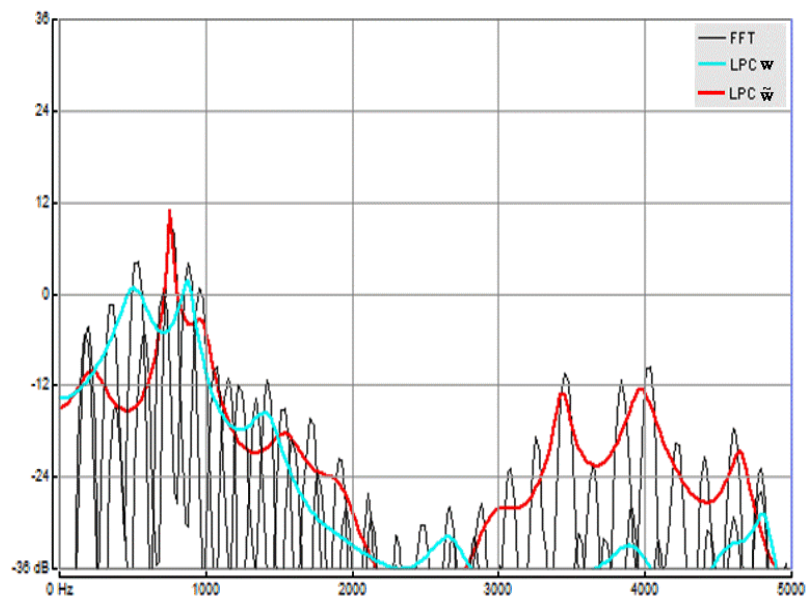
APÊNDICE V – SOBREPOSIÇÃO DOS GRÁFICOS DE FFT
E LPC – INFORMANTE LC.











APÊNDICE VI – SOBREPOSIÇÃO DOS GRÁFICOS DE FFT
E LPC – INFORMANTE OD.

